



**Universitatea
Transilvania
din Brașov**

TEZĂ DE ABILITARE

**Calitatea lemnului de cer (*Quercus cerris* L.) și a resurselor cu
caracter sanogen dintr-o zonă intens poluată**

Domeniul: SILVICULTURĂ

**Autor: Conf. Dr. Ing. Szilárd BARTHA
Universitatea din Oradea**

BRAȘOV, 2024

CUPRINS

(A) Summary.....	4
(B) Realizări științifice și profesionale și planuri de evoluție și dezvoltare a carierei.6	6
(B-i) Realizări științifice și profesionale.....	6
Capitolul 1 Introducere.....	6
1.1 Aspecte generale.....	6
1.2 Lista lucrărilor reprezentative.....	7
Capitolul 2 Incidența gelivurii asupra calității lemnului arborilor de cer.....	9
2.1 Introducere.....	9
2.2 Material și metoda de cercetare.....	13
2.3 Rezultate și discuții.....	17
2.4 Concluzii.....	30
Capitolul 3 Murul resursă nutraceutică subutilizată.....	31
3.1 Introducere.....	31
3.2 Material și metoda de cercetare.....	38
3.3 Rezultate și discuții.....	40
3.4 Concluzii.....	42
Capitolul 4 Calitatea mierii din orașul Copșa Mică și localitățile învecinate prin prisma poluării multidecenale.....	43
4.1 Introducere.....	43
4.2 Material și metoda de cercetare.....	47
4.3 Rezultate și discuții.....	55
4.4 Concluzii.....	69
(B-ii) Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei.....	71
Capitolul 5 Evoluția academică anterioară anului 2024.....	71
5.1 Educație.....	71
5.2 Activitatea didactică.....	72
5.3 Activitatea de cercetare.....	75
Capitolul 6 Planul de dezvoltare a carierei.....	77
6.1 Direcții de dezvoltare didactică și științifică.....	77
6.2 Activitatea publicistică.....	79
(B-iii) Bibliografie.....	80

Motivația alegerii temei de doctorat și a unui capitol din teza de abilitare.



*Figura 1. Arbore cu proveniența biologică din sămânță (stânga)
și arbori cu proveniența biologică din lăstari (dreapta)
(foto Bartha Szilárd)*

Unde și în ce proporții să promovăm cele două proveniențe biologice de cer în viitor, în cultură?

(A) Summary

The habilitation thesis synthetically presents the scientific and professional achievements of Associate Professor eng. Szilárd BARTHA, PhD after obtaining the title of doctor, on topics related to the frequency and impact of frost-crack on the quality of the wood of turkey oak, to the determination of the content in heavy metals (Pb, Cd, Cu and Zn) of the different organs of the blackberry used as a sanogenic, honeydew or nutraceutical resource from one of the most multi-decade polluted areas in Romania (Copșa Mică), the monitoring of polyfloral honey in an intensely polluted area (Copșa Mică) in terms of content in heavy metals (Pb, Cd, Cu and Zn) with a risk to the health of consumers, as well as the perspectives and directions in which the personal research and didactic activity is expected to evolve, in accordance with the doctoral activity of the Forestry field.

At the present time, there is an alarming decrease in the surfaces with oak, consequently the increase in interest in the turkey oak with a wood that possesses special physical-mechanical and technological qualities is fully justified.

From a forestry point of view, the turkey oak has a special value, because it succeeds in enhancing sites unsuitable for other species. It tolerates drought and dryness well (it is a relatively thermophilic and xerophilic species), it prefers warm climates with a long growing season. Severe winter frosts cause frost-cracks.

Incidentally, splits (radial and ring shake) and frost-cracks are the most common defects of trees and rough round turkey oak wood, which drastically limit the intensification and widening of its scope of use.

In the first part of the first chapter, I present an introduction of the author's current scientific concerns in the context of studying the quality of tree wood and forest resources with nutraceutical properties from a historically polluted area, on research directions. The first chapter ends with the enumeration of the scientific works on the basis of which the habilitation thesis was developed.

Knowing the proportion of working wood in the total of a tree is of utmost importance in the context of the increase in demand for working wood with various technological properties.

The author of the habilitation thesis in chapter 2 reproduces the impact of frost-crack on the quality of the wood of turkey oak trees. After a short introduction, the author highlights: the influence of the biological origin of the trees of turkey oak on the frequency of frost-crack, the influence of the diameter of the trees on the frequency of frost-crack and the influence of the cardinal direction on the frequency of frost-crack. It also analyses the frequency of frost-cracks by intensity classes, cardinal points and biological origins. In the 23 experimental surfaces, it analyses the influence of the land's exposure (3 categories) on the frequency of frost-crack on biological origins.

It distributes the types of frost-cracks (straight and helical) by biological origins and finally reproduces the axial development of frost-crack on the trunk of turkey oak trees (by biological origins).

The chapter ends with some conclusions and recommendations for forestry practice.

Chapter three presents the wild blackberry (*Rubus fruticosus L.*) which is a multipurpose resource for both humans and forest fauna. Humans benefit from blackberries directly from nutraceutical properties and indirectly from high melliferous potency. The object of this study is the assessment of the load with potentially toxic heavy metals of the different organs of the blackberry in the historically polluted area Copșa Mică in the period immediately after the cessation of the major activity of the main polluter. Pb, Cd, Zn and Cu in leaves, flowers and fruits were quantified by FAAS flame atomic absorption spectrometry method. The results show that the studied blackberry accumulates Pb in 71% of cases, Cd in all cases and

Cu in 83% of cases above the maximum limit allowed by WHO. Organographically, blackberry leaves accumulate the most Pb and Zn and flowers Cu and Cd. Spatially, the concentration of Pb decreases with the distance from the main polluting source, the terrain orography and microclimate of the area play a favourable role in the dispersion of pollutants.

Chapter four deals with honey, which is both a complex food and medicine, representing a healthy alternative to refined sugar. The research aimed to quantify the degree of contamination with potentially toxic heavy metals of polyflora honey from private apiaries located in one of the most polluted areas in Eastern Europe - Copșa Mică and neighbouring localities. The content in Pb, Cd, Cu and Zn was analytically determined by the atomic absorption spectrometry (AAS) method. Honey from apiaries located in the main valley channelling pollutants from the industrial platform accumulates more Pb than apiaries on side valleys. The honey from the apiaries in Șeica Mică and Valea Viilor, respectively Șeica Mică and Micăsasa I concentrates Pb and Cd below the maximum permitted limits. The average values of Pb in the honey from this research exceed 14.9 times, of Cd 44 times the maximum limits allowed in food laws issued by the European Commission (EC No. 1881/2006, amended by Commission Regulation (EU) 2015/1005). The maximum and average concentrations of Zn and Cu are without risk of toxicity for the body. Among the examined metals, only the Cd content decreases exponentially with the distance from the pollution source. Checking the quality of polyfloral honey from local producers is imperative because in most cases it is intended for family consumption or in the local community without being sold to an authorized processor. The results of the study may contribute to the establishment of a unitary limit threshold for the concentrations of Pb and Cd in honey marketed in the European Union.

In the last two chapters (5 and 6), the author briefly presents the career evolution and development plan, which includes the main directions and themes that will be addressed in the research, didactic and doctoral school plans.

(A) Realizări științifice și profesionale și planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

(B-i) Realizări științifice și profesionale

Capitolul 1 Introducere

1.1 Aspecte generale

Lemnul este unul dintre cele mai prietenoase materiale pentru om, având caracteristici unice ce asigură confort și durabilitate. Fiind un material flexibil lemnul se comportă bine la vibrații și cutremure, oferind rezistență. O locuință din lemn este călduroasă iarna și răcoroasă vara, fără să ofere senzația de aer sufocant.

Beneficiile pe care lemnul le are asupra omului nu sunt doar de natură materială așa cum se considera până de curând, ci au devenit tot mai mult de natură imaterială, chiar psihologică, fapt care face ca lemnul să fie atât de recomandat și utilizat.

Dezvoltarea economiei în țara noastră, a determinat o creștere continuă a cerințelor de lemn deși, în aproape toate domeniile de utilizare a acestuia, consumurile specifice au fost mult reduse, iar în multe cazuri, s-au introdus cu succes diferite materiale înlocuitoare.

În domeniul producției de lemn este necesară o creștere cantitativă (fondul forestier fiind însă limitat și în continuă scădere) dar mai ales o creștere calitativă a producției de biomasă lemnoasă forestieră, respectiv de producerea de mai mult lemn, într-un timp mai scurt, de calitate corespunzătoare cerințelor diferitelor sale utilizări și tehnologii ce se aplică pentru obținerea diverselor produse. Silvicultura durabilă trebuie să răspundă acestor cerințe de consum de lemn în creștere concomitent cu asigurarea și amplificarea funcțiilor sociale și de protecție ale pădurii (Beldeanu 1999, 2008, Bartha 2012).

În domeniul utilizării lemnului se impune folosirea integrală și superioară a întregii mase lemnoase exploatare, respectiv utilizarea economică a fiecărei bucăți de lemn în funcție de calitatea sa.

Aceste obiective pot fi atinse printr-o aprofundată cercetare științifică, cu caracter interdisciplinar, dar și prin numeroase verificări practice, în scopul stabilirii interacțiunilor și a corelațiilor dintre posibilitățile din domeniul producției de lemn și cerințele domeniului utilizării acestuia, în scopul fundamentării măsurilor de eficiență maximă din ambele domenii.

Cercetarea științifică este confruntată în acest complex de probleme cu faptul că proprietățile lemnului aceleiași specii, variază mult nu numai în cuprinsul aceluiași arbore, dar și de la un arbore la altul în cadrul aceluiași arboret sau între arborete crescute în condiții diferite de vegetație.

Drept urmare, numai o investigație științifică bazată pe un număr mare de arbori de probă și de probe prelevate (carote, rondoale etc.) de la aceștia poate conduce la stabilirea de valori autentice ale caracteristicilor lemnului și a diverselor corelații dintre acestea.

Pe baza studiului efectuat asupra unor arborete de cer (pe parcursul studiilor doctorale și post doctorale) propun îmbunătățirea criteriilor de apreciere a calității lemnului acestei specii, prin lărgirea cunoștințelor și identificarea unor aspecte noi ce pot completa metodele de determinare a calității lemnului pe picior și de sortare a acestuia, respectiv problematica valorificării lui integrale și superioare, prin utilizarea fiecărei bucăți de lemn în funcție de calitatea sa.

Importanța studierii lemnului în diferite aspecte în cadrul unei silviculturi sustenabile trebuie secondată și de preocupări susținute în cercetarea diverselor produse accesorii ale pădurii ca parte integrantă a biocenozelor silvice dar mai ales prin prisma importanței lor economice și sanogene (Beldeanu 2004). Preocupările mele în studiul unor produse accesorii

ale pădurii au avut susținere motivațională mai ales în contextul provenienței lor dintr-una din cele mai poluate zone ale țării-Copșa Mică și zonele învecinate. Procurarea, valorificarea sau consumul acestor resurse ridică acut problema siguranței lor alimentare. Numeroși cercetători în urma studiilor declară murul sălbatic un superfruct datorită abundenței substanțelor cu capacități antioxidante dovedite, dar și hrană funcțională având atât valențe dietetice cât și sanogene fiind indicat ca parte necesară în hrana umană. (Rechkemmer 2001, Liu 2004, Huang et al. 2012, Zia-Hul-Haq et al. 2014, USDA 2018). Mierea pe lângă proprietăți energetice primordiale și nutriționale ceea ce îi conferă statutul de superaliment etalează și efecte terapeutice cunoscute încă din preistorie (Buchmann și Repplier 2005, Jaganathan și Mandal 2009, Carter et al. 2010, Odoh et al. 2015, Baglio 2018, Wang et al. 2021b). Consumul de mure și miere provenite dintr-un ecosistem natural dar afectat istoric de poluare complexă impune precauții prin prisma riscului de vătămare la care este expus organismul uman, mai ales cel juvenil. Platforma industrială de la Copșa Mică prin cei doi poluatori principali Societatea Carbosin S.A. și S.C. Sometra S.A. au contaminat mediul cu negru de fum, compuși toxici ai S și N (SO_x și NO_x) dar și numeroase metale grele (toxice prin natura lor chimică sau prin concentrația în care apar în mediu cum ar fi Pb, Cd, Cu și Zn, care prin acțiune sinergică au agresat multe decenii ecosistemele antropice dar și cele naturale ale zonei Copșa Mică. Orografia și factorii climatici locali cu rol în dirijarea și dispersarea maselor de aer purtătoare de poluanți toxici au favorizat bioacumularea unor poluanți metalici în produsele accesorii ale pădurii (Goji 2012, Vlad et al. 2019, Bartha et al. 2020). Pb și Cd sunt metale grele fără rol fiziologic cunoscut în metabolismul plantelor superioare, animalelor și omului manifestând toxicitate acută după ingestie de cantități semnificative sau toxicitate cronică manifestată în urma acumulării în organism în timp a unor concentrații reduse (Kabata-Pendias 2010). Zn și Cu deși sunt microelemente indispensabile plantelor și animalelor în concentrații sporite pot avea efect vătămător asupra organismului (Bruins et al. 2000, Clemens et al. 2001). Metalele grele obiectul de studiu al cercetărilor mele intră în lanțul trofic și prin biomagnificare ajung în organismul consumatorului final (omul) în cantități periculoase.

Prin prisma acestor realități influența factorilor favorizanți ai bioacumulării, examinarea calitativă, cuantificarea metalelor grele potențial toxice (Pb, Cd, Cu și Zn) din murele și mierea provenite din zonă poluată precum și compararea valorilor analitice obținute cu referințe legitimate național sau internațional au fost obiectivele principale ale studiilor mele. Integrarea în dieta nu doar ocazională a murelor și mierii cu încărcătură metalică potențial toxică sporește inputul acestor metale cu risc asupra sănătății organismului.

1.2 Lista lucrărilor reprezentative

Teza de abilitare elaborată a fost concepută pe baza a 2 articole științifice publicate în reviste ISI indexate Web of Science, 6 articole științifice publicate în reviste indexate în baze de date internaționale (BDI), o carte de specialitate publicată la o editură națională (recunoscută CNCSIS) și un capitol de carte editată la o editură de prestigiu din străinătate (indexat în Web of Science):

1. **Bartha S.**, Tăut I., Goji G., Vlad I.A., Dinulică F. 2020. Heavy metal content in polyfloral honey and potential health risk. A case study of Copșa Mică, Romania. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 1507, [doi:10.3390/ijerph17051507](https://doi.org/10.3390/ijerph17051507).
2. Vlad I.A., Goji G., Dinulică F., **Bartha S.**, Vasilescu M.M., Mihăescu T. 2019. Consuming Blackberry as a Traditional Nutraceutical Resource from an Area with Anthropogenic Impact. *Forests*, 10(3), 246, <https://doi.org/10.3390/f10030246>.
3. **Bartha S.** 2017A. The Distribution of the Turkey Oak (*Quercus cerris*) Trees Defect, According to their Cenotic Position, in the Canopy Stands from Bobostea Forest (Bihar)

County). Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului, Vol: XXVIII, Anul 22, pp. 159-164,

https://protmed.uoradea.ro/facultate/publicatii/protectia_mediului/2017A/2017A.html.

4. Bartha S. 2016. Natural Change in Size of Internal Defects in the Case of Turkey Oak (*Quercus cerris*) Round Lumber Samples, Highlighted in the Forest Bobostea (Bihor County). Natural Resources and Sustainable Development, University of Oradea, Environmental Protection Faculty, (8):1-9, DOI:10.31924/nrsd, <https://www.nrsdj.com/issues-year-2016.html>.

5. Bartha S., Pantea S.D. 2014. Exterior Natural Defects Variation in Size in the case of Round Raw Wood in Marked Turkey Oak (*Quercus cerris*) in Bobostea Forest (Bihor County). Natural Resources and Sustainable Development, University of Oradea, Environmental Protection Faculty, (6):1-8, DOI:10.31924/nrsd, <https://www.nrsdj.com/issues-year-2014.html>.

6. Bartha S. 2014. Distribution of Frost Cracks Length in Relation to Compass Points and Biological Origin of Turkey Oak within Bobostea Forest (County of Bihor). Analele Universității din Oradea, Fascicula Protecția Mediului, Vol: XXIII, Anul 19, pp. 309-314, https://protmed.uoradea.ro/facultate/publicatii/protectia_mediului/2014B/2014B.html.

7. Bartha S., Drog L.S. 2013. Research Regarding the Distribution of Defects in Relation to the Quality of the Shape of the Stem in Turkey Oak Trees (*Quercus cerris*) From Bobostea Forest. Natural Resources and Sustainable Development, University of Oradea, Environmental Protection Faculty, (5):211-216, DOI:10.31924/nrsd, <https://www.nrsdj.com/issues-year-2013.html?start=25>.

8. Bartha S. 2013B. Researches Regarding the Variation Factors on Turkey Oak Trunk Shape Quality from Bobostea Forest (Bihor County). Analele Universității din Oradea, Fascicula Protecția Mediului, Vol: XXI, Anul 18, pp. 323-328, https://protmed.uoradea.ro/facultate/anale/protectia_mediului/2013B/2013B.html.

9. Bartha S. 2012. Structura, calitatea și posibilitățile de valorificare a lemnului de cer din pădurea Boboștea. Ed. Universității din Oradea, 302 p./ISBN 978-606-10-0931-2.

10. Durazzo A., Lucarini M., Santini A., Zacardelli M. Eds. 2021. Forest, Foods and Nutrition-Special Issue Reprint, Forests, ISBN978-3-0365-0043-0 (Pdf), <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-0043-0>, pp. 342, (capitol carte).

Teza conține și rezultate ale cercetărilor autorului care sunt în curs de pregătire pentru publicare în două jurnale ISI.

Capitolul 2. Incidența gelivurii asupra calității lemnului arborilor de cer

2.1 Introducere

Pe trunchiul arborilor pot apărea crăpături radiale (gelivuri), dezvoltate în lungul acesteia, din cauza tensiunilor provocate de contragerea lemnului la scăderea puternică și bruscă a temperaturii iarna (-10.....-20 °C), uneori și cu mers elicoidal și de obicei se formează spre baza trunchiului (Beldeanu 2008, Bartha 2012).

Sunt mai afectați arborii de foioase (cvercinee, nuc, frasin, ulm, paltin, plop, fag, mesteacăn) decât cei de rășinoase (Beldeanu 2008).

Kubler, 1987 descrie mecanismul formării gelivurii (vizibilă în secțiune transversală) în trei faze, prima când se produce crăpătura, datorită gerurilor puternice iarna (Figura 1A), a doua la sfârșitul iernii când acesta s-a format (Figura 1B) și ultima după un sezon de vegetație când crăpătura este deja acoperită de un val de cicatrizare (Figura 1C).

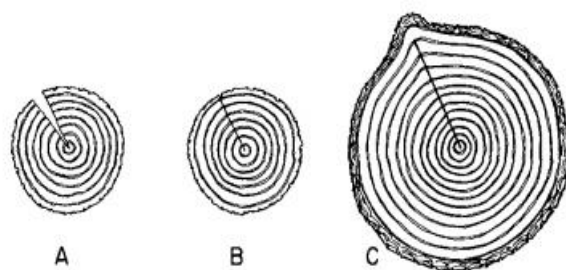


Figura 1. Mecanismul formării gelivurii: A-la geruri puternice iarna când se produce crăpătura; B-la sfârșitul iernii; C-după un sezon de vegetație când e acoperit de un val de cicatrizare (adaptare după Kubler, 1987)

Crăpăturile de ger pot fi deschise (superficiale), vizibile de la exterior sau închise (profunde), ce nu ajung la periferia secțiunii transversale a trunchiului (Figura 2).



Figura 2. Aspectul unei gelivuri deschise la un arbore de cer (stânga) și aspectul unei gelivuri închise, pe un exemplar de cer doborât (dreapta) (u.a. 87D, U.P. VII Boboștea, O.S. Sfânta Maria S.R.L.), (foto Bartha Szilárd)

La crăpăturile de ger deschise, marginile capătă cu timpul forma de val (creastă) bombându-se spre exterior, ca urmare a creșterilor anormale, de cicatrizare, ale arborilor. De

asemenea, creste longitudinale, care atestă existența unor crăpături de ger, se pot întâlni și la arbori cu gelivuri închise, datorită tendinței acestora de acoperire a rănilor formate (Beldeanu, 1999, 2008).

Beldeanu, 2008 menționează că în cazul arborilor cu crăpături de ger închise, lemnul este sănătos, în timp ce în cazul celor deschise (mai vechi), datorită expunerii îndelungate la acțiunea directă a factorilor mediului înconjurător, la nivelul pereților crăpăturii, lemnul se înnegrește și se crează condiții favorabile dezvoltării ciupercilor xilofage, care mai târziu se vor propaga treptat și în porțiunile învecinate.

Alți autori (Decei 1978, Giurgiu și Decei 1997, Giurgiu et al. 2004), susțin că în cazul în care apare pe trunchi o rană longitudinală complet închisă de un val de acoperire relativ mic (proeminență de 1-2 cm), gelivura nu afectează calitatea lemnului. Gelivura fiind relativ recentă, închisă și în interior nu s-a produs inima stelată, nu declasează lemnul. În schimb, în cazul în care rana (crăpătura longitudinală) este deschisă, cu scurgeri de sevă negricioasă, și cu o proeminență mai mare de 2 cm, lemnul pe porțiunea rănilor este afectat, având inimă stelată de gelivură (toată porțiunea din trunchi cu rană, plus 1 m sub rană, urmează a se declasa din lemn apt pentru lucru în lemn de foc).

Crăpătura de ger poate fi însoțită de rultură, dar și de coajă înfundată, aceasta din urmă făcându-și apariția dacă, după o vreme, discontinuitatea a fost acoperită cu țesuturi noi (Beldeanu 2008). Berinde, 1979 menționează că gelivurile la cer pot apărea însă, ca și rultura de ger, ca o consecință a înghețului, pe traiectul unei infecții cu *Inonotus obliquus* (*Poria obliqua*), de la nivelul unui ciot prost elagat spre zona centrală, având umiditate convenabilă fiziologiei ciupercii (Figura 3).



Figura 3. Aspectul putregaiului provocat de ciuperca *Inonotus obliquus* pe exemplare de cer doborâte (foto Bartha Szilárd)

Sensibilitatea arborilor la îngheț și deci apariția gelivurilor poate fi cauzată și de expoziția terenului, direcțiile cardinale S și N influențând în mod hotărâtor distribuția gelivurilor pe circumferința arborilor de cer (Bartha 2014B), de fag (Câmpu 2008, Câmpu și Dumitrache 2015), respectiv a celor de mesteacăn (Kula et al. 2006).

La stejar și gorun gelivura afectează preponderent exemplarele ce cresc pe soluri cu humus acid, textură grosieră și argilă aproape de suprafață (Vallée, 2002, citat de Dinulică, 2007).

Dintre cvercineele indigene cel mai afectat de gelivură este cerul (Haralamb 1967, Stănescu et al. 1997, Șofletea și Curtu 2007, Bartha 2011, 2012, De Rigo et al. 2016).

De altfel, crăpăturile (radiale și rulura) și gelivura sunt cele mai frecvente defecte ale lemnului brut rotund de cer, ce sunt piedici mari în calea intensificării și lărgirii sferei sale de utilizare (Fillo 1962, Filipovici 1964, Igmandy 1966, Gencsi 1976, Babos 1980, Bartha și Dorog 2013, Bartha și Pantea 2014; Bartha 2016).

Rulura apare cu o frecvență de 30% la buștenii de cer exploatați în Transilvania (Dinulică 2010). Piesele cu acest defect prezintă la același capăt în majoritatea cazurilor două ruluri concentrice (complete sau parțiale).

Exemplarele afectate de gelivură, formează în majoritatea cazurilor duramen fals (Figura 4).



Figura 4. Rulură parțială (stânga) și gelivură cu duramen fals (dreapta) pe două piese de lemn brut (foto Bartha Szilárd)

Cercetările mai recente au scos în evidență faptul că, mai valoros pentru prelucrări industriale și în construcții este lemnul de *cer alb* (Figura 5), (Adam 2004).



Figura 5. Cer alb (stânga) și cer roșu (dreapta) (foto Bartha Szilárd)

În urma cercetărilor întreprinse de-a lungul timpului și din publicațiile apărute (Georgescu și Morariu 1948, Mășcan și Mășcan 1960, Berinde 1979, Stănescu et al. 1997), nu reiese clar dacă *cerul alb* este o varietate, formă sau ecotip.

După Adam (2004), *cerul alb* este o formă apărută în vestul țării, în condițiile unui microclimat specific, pe soluri cu anumite caracteristici (preponderent pe luvosoluri stagnice - 86%).

În studiul efectuat în vestul țării (pe Dealurile Lipovei și sudul Munților Zarandului) a deprins următoarele concluzii:

⊙ lemnul de *cer alb* are o culoare alb-gălbuie;

⊙ *cerul alb* are masa volumică (726 kg/m^3) mai mare decât stejarul (710 kg/m^3), gorunul (700 kg/m^3) și *cerul roșu* (710 kg/m^3);

⊙ suferă de rultură mai puțin decât *cerul roșu*, iar buștenii păstrați în depozite au un procent de crăpături la capete mai redus decât la cel roșu;

⊙ în urma sortării, s-a constatat că, *cerul alb* dă un procent ridicat de lemn de lucru și sortimente industriale;

⊙ proprietățile fizico-mecanice și tehnologice superioare, îi conferă acestuia multiple utilizări, ca: traverse duble și normale speciale, cherestea, fabricarea parchetelor și butoaielor, construcții rurale (Figura 5)

⊙ inițial a fost utilizat numai pentru realizarea de furnir tehnic, însă furnirul estetic derulat din lemnul de *cer alb* având o culoare frumoasă și cu o normă de consum determinată, superioară stejarului, arată că fabricarea acesteia ar fi rentabilă dacă ar exista solicitări.

Datorită calităților fizico-mecanice și tehnologice ale lemnului de *cer alb* propune promovarea acestei forme în producție, alături de stejar și gorun, specii principale de bază.



Figura 6. Arbore de *cer alb* doborât (stânga), traverse de cale ferată, din lemn de *cer alb* (dreapta), (foto Bartha Szilárd)

Autorul prezentei teze de abilitare în urma studiilor doctorale a ajuns la următoarele concluzii, în ce privește frecvența de apariție a gelivurii pe proveniențele biologice ale arborilor de *cer* din pădurea Boboștea (județul Bihor):

⊙ dintre cele două tipuri de gelivuri identificate (drepte și elicoidale), predomină gelivurile drepte (93.4 %), restul de 6.6% fiind elicoidale, exemplarele din sămânță prezintă gelivuri drepte într-un procent de 92.4%, restul de 7.6% fiind elicoidale, iar la cele din lăstari procentul este de 94.3% la cele drepte și 5.7% la cele elicoidale, repartizarea acestui defect în raport cu proveniența biologică a arborilor, este mai ridicată cu 8.4%, la arborii proveniți din sămânță (50.2%), față de arborii proveniți din lăstari (41.8%), diferențele fiind ne semnificative;

© repartizarea poziției gelivurilor (mijlocului gelivurii) pe trunchi este în general descrescătoare odată cu înaintarea în înălțime, indiferent de proveniențe biologice;

© pentru arborii proveniți din lăstari, procentele gelivurii pe direcțiile Nord și Vest, sunt cu 2-4% mai mari decât la arborii proveniți din sămânță, între celelalte puncte cardinale diferențele dintre proveniențele biologice sunt ne semnificate;

© în primii 6 m din fusul arborelui (zona bușteanului de picior) se distribuie 64.6% din gelivuri, indiferent de proveniența biologică a arborilor;

© distribuția gelivurilor pe clase de lungimi de gelivură arată că distribuția este descrescătoare, începând de la clasele de lungimi de gelivuri mai mici și terminând cu clasele de gelivuri mai mari; peste 56% dintre gelivuri au lungimi cuprinse între 1 și 2 metri;

© numărul de gelivuri pe arbore este mai mare la lăstari (1.74), în comparație cu cele din sămânță (1.69).

Plecând de la aceste premise, autorul prezentei teze de abilitare își extinde cercetările în ce privește frecvența de apariție a gelivurii în perioada post doctorală în încă 5 unități amenajistice din pădurea Boboștea, măbind astfel numărul de arbori examinați de la 742 la 903 (rezultatele cercetărilor fiind detaliate în acest capitol și pregătite spre publicare într-o revistă indexată WOS).

2.2 Material și metoda de cercetare

Calitatea lemnului arborilor de cer supus investigațiilor din perimetrele cercetate (Figura 7), se poate analiza apelând la un număr mare de posibilități de investigare, datorită complexității factorilor ce intervin la exprimarea acesteia (Bartha 2011, 2012).

S-a apelat la cercetarea pe bază de eșantionaj, datorită imposibilității analizei unei întregi populații statistice (nerecomandabilă și ecologic), ce a constat din extragerea unui număr determinat de subpopulații statistice, denumite eșantion (suprafețe de probă).

Constituirea probelor destinate examinării calității lemnului arborilor de cer, a fost rezultatul unui număr mare de operații desfășurate atât pe teren cât și la birou.

Investigațiile din teren, s-au derulat în două intervale de timp (2005-2010-perioada doctorală și 2017-2019-perioada postdoctorală) în 19 arborete din trupul de pădure Boboștea, fiind efectuate în plin sezon de vegetație (Tabelul 1).

De asemenea, pentru comparație, investigațiile au fost extinse la O.S. Tășnad (U.P. V Supur), în două arborete și la O.S. Dumbrava R.A. - Beliu (U.B. I Beliu) tot în două arborete.

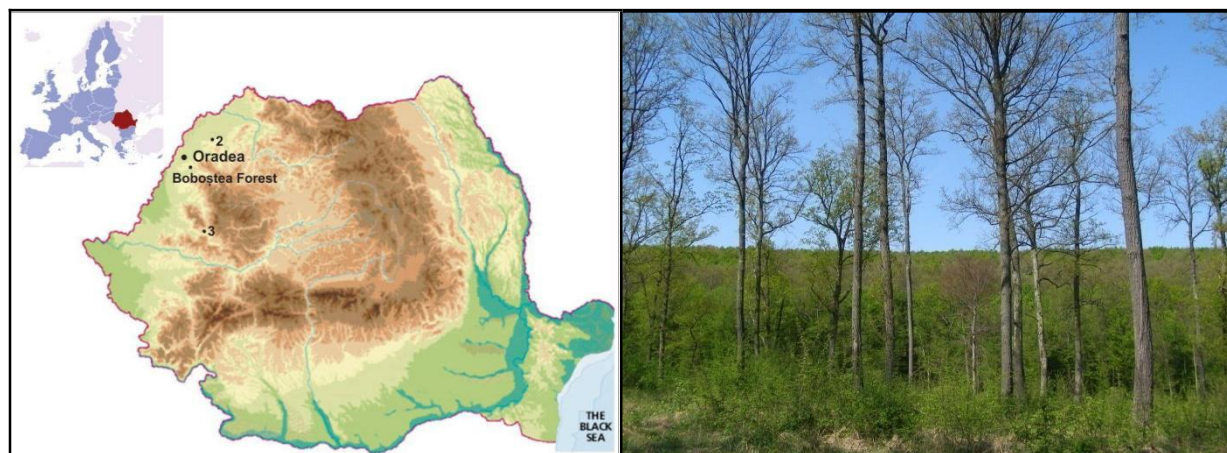


Figura 7. Harta fizico-geografică a României, cu localizarea cercetărilor (stânga), și un arboret de cer din pădurea Boboștea (u.a. 156C, U.P. I Boboștea-O.S. Sfânta Maria S.R.L.), (dreapta)

În sondajele instalate, au fost efectuate o serie de observații și măsurători cu privire la unele caractere ale stațiunii și asupra tuturor trăsăturilor cantitative și calitative ale arborilor.

Din calcul a rezultat un număr minim necesar de 17 arbori într-o suprafață de probă. Pentru a satisface însă exigențele metodologice din literatura internațională (Dinulică 2008, 2009), numărul de arbori minim necesar pentru a fi mășurați într-o suprafață de probă a fost stabilit cu anticipație, iar pentru cazul de față a fost adoptat un număr minim de 30 de arbori într-o suprafață de probă.

Tabel 1. Localizarea suprafețelor de probă și volumul colectivității de eșantionaj

Nr. crt.	O.S./ U.P.	Arboret (u.a.)	Coordonate geografice			Vârsta (ani)	Suprafața (m ²)	Nr. de arbori pe picior	Perioada cercetărilor analizate
			Altitudine (m)	Longitudine (°E)	Latitudine (°N)				
1	1	3D	180	21°54'	46°54'	70	2200	30	2005-2010
2	1	5A	200	21°54'	46°55'	70	2000	47	2005-2010
3	1	6C	180	21°54'	46°55'	70	2000	45	2005-2010
4	1	8D	200	21°55'	46°55'	80	2000	43	2005-2010
5	1	34B	180	21°56'	46°55'	75	2000	46	2005-2010
6	1	55C	200	21°56'	46°54'	100	2400	30	2005-2010
7	1	69B	230	21°57'	46°54'	75	2000	50	2005-2010
8	1	77B	240	21°57'	46°54'	100	2000	46	2005-2010
9	1	83A	230	21°57'	46°54'	105	2000	58	2005-2010
10	1	87A	240	21°57'	46°55'	100	2000	46	2005-2010
11	1	87C	220	21°57'	46°55'	90	2000	44	2005-2010
12	1	87D	220	21°57'	46°55'	90	2200	30	2005-2010
13	1'	124A	150	21°54'	46°54'	85	2000	51	2005-2010
14	1'	128A	180	21°54'	46°55'	80	2000	47	2005-2010
15	2	62A	200	22°86'	47°66'	130	2000	30	2005-2010
16	2	72C	250	22°71'	47°40'	120	2000	21	2005-2010
17	3	9A	140	21°58'	46°30'	85	2000	40	2005-2010
18	3	16B	140	21°57'	46°31'	135	2000	38	2005-2010
19	1''	53A	210	21°57'	46°54'	100	2000	30	2017-2019
20	1''	81B	250-260	21°57'	46°54'	100	2400	33	2017-2019
21	1''	94A	200-260	21°57'	46°54'	115	2400	33	2017-2019
22	1''	154A	205-271	21°59'	46°55'	115	2400	32	2017-2019
23	1''	156C	225-255	21°58'	46°54'	85	2000	33	2017-2019
Total general		-					48000	903	

Notă: 1-O.S. Sfânta Maria S.R.L./U.P. VII Boboștea; 1'-O.S. Oradea/U.P. VIII Mihiș;

2- O.S. Tășnad/U.P. V Supur; 3-O.S. Dumbrava Beliu R.A./U.B. I Beliu;

3- 1''-O.S. Sfânta Maria S.R.L./U.P. I Boboștea

Trupul de pădure Boboștea în extensiunea ei (Figura 10), include parcelele din următoarele unități de producție: 1-VII Boboștea (cel vechi); 1'- VIII Mihiș; 1''- I Boboștea (cel nou).

Suprafața de probă amplasată în u.a. 72C (O.S. Tășnad, U.P. V Supur) face excepție, deoarece datorită intervențiilor silvotehnice numărul arborilor remanenți a fost mai mic (21 de exemplare/suprafață de probă).

Sondajele au mărimi cuprinse între 2000-2400 m², sunt de formă dreptunghiulară (50 x 40 m²) și de regulă orientate cu lungimea pe linia de cea mai mare pantă. Au fost în așa fel dimensionate, încât să cuprindă un număr cât mai mare de exemplare de cer, ce urmează să fie analizate.

Pe teren ele au fost amplasate sub aspectul eșantionajului, după criterii de reprezentativitate (tip de stațiune, tip de pădure, consistență, vârstă) deliberat, în porțiunile de arboret care să corespundă necesităților legate de obiectivele de cercetare stabilite.

Numărul total de exemplare de cer măsurate și analizate în cele 23 suprafețe de probă, fiind de 903.

Suprafețele de probă amplasate însumează 4.8 ha (Tabel 1).

De asemenea, am împărțit arborele pe zone de calitate, după sortimentele ce se pot obține din lemn (Figura 8).

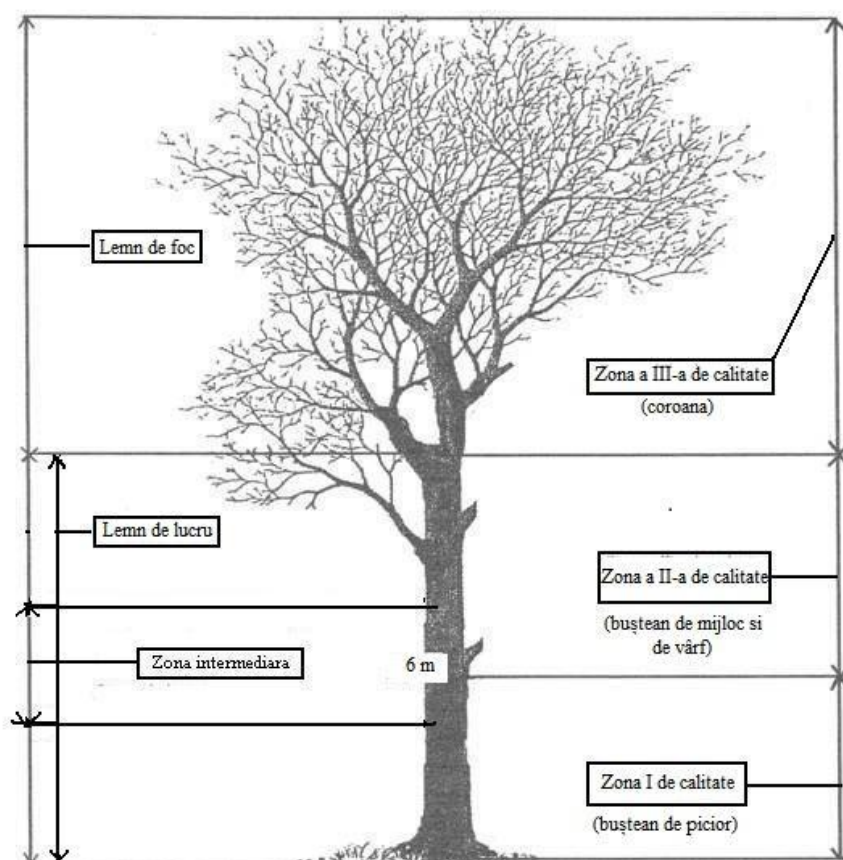


Figura 8. Zonele de calitate ale arborilor de cer în studiu - (adaptare după sortimentele de lemn brut de stejar, conform normelor europene): Zona I de calitate (0-6 m), Zona a II-a de calitate (de la 6m până la coroană), Zona a III-a de calitate (include coroana), zona intermediară (Bartha 2011)

Pentru toți arborii identificați din suprafețele de probă s-au completat fișe individuale ce conțin un număr de 11 caractere calitative și cantitative, astfel:

© vârsta arborelui (ani), preluată din amenajamente silvice;

- ⊙ *diametrul de bază* (cm), preluat cu o clupă de 80 cm marca (Haglöf) model Waldmeister (două diametre perpendiculare, pentru fiecare exemplar);
- ⊙ *proveniența biologică a arborilor*, stabilită vizual: sămânță sau lăstari;
- ⊙ *înălțimea arborelui* (m), măsurată cu hipsometrul electronic Vertex IV marca Haglöf;
- ⊙ *înălțimea până la prima ramură verde* (m), ca și parte din coroană (înălțimea până la baza coroanei), măsurată cu ajutorul hipsometrului electronic;
- ⊙ *prezența și localizarea gelivurii*, stabilit după următoarea scară: fără gelivură sau cu gelivură;
- ⊙ *tipul de gelivură*, stabilită vizual: dreaptă sau elicoidală (Figura 9);



Figura 9. Gelivură dreaptă proaspătă (stânga) și o gelivură veche elicoidală

- ⊙ *mărimea gelivurii* (m), ca diferență de nivel între extremitățile tronsonului afectat;
 - ⊙ *numărul de gelivuri de pe un arbore*, stabilite vizual: fără gelivură, cu o gelivură, cu două gelivuri, cu trei gelivuri, cu patru gelivuri, peste patru gelivuri;
 - ⊙ *orientarea gelivurii* în raport cu principalele puncte cardinale, determinată cu ajutorul unei *busole magnetice* marca IOR București, model B1-69;
 - ⊙ *lungimea relativă procentuală a porțiunii de fus afectată de gelivură*, determinată ca raport procentual al lungimii tronsonului afectat de gelivură și înălțimea arborelui;
- Pentru gelivură, clasele de intensitate au fost definite în funcție de lungimea gelivurii:
- ⊙ clasa 1 de intensitate, când lungimea gelivurii este de până la 1 m;
 - ⊙ clasa 2 de intensitate, când lungimea gelivurii este între 1.1-2 m;
 - ⊙ clasa 3 de intensitate, când lungimea gelivurii este între 2.1-3 m;
 - ⊙ clasa 4 de intensitate, când lungimea gelivurii este între 3.1-4 m, etc.



Figura 10. Trupul de pădurea Boboștea în extensiunea ei în suprafață (adaptare Google Earth)

Informațiile înregistrate în fișele de caracterizare ale arborilor pe picior, au fost înregistrate electronic în fișiere .xsl. Procesarea matematică a datelor și obținerea corelațiilor s-a realizat în programul Excel.

2.3 Rezultate și discuții

Influența provenienței biologice a arborilor asupra frecvenței gelivurii

La întemeierea pădurii cultivate în raport cu materialul de regenerare utilizat se diferențiază regenerarea din sămânță și regenerarea vegetativă (din lăstari), (Florescu și Abrudan 2003).

Lăstarii prezintă o creștere dimensională mai viguroasă la început decât puietii din sămânță, datorită sistemului radicular bine dezvoltat al cioatei, însă după câțiva timp (cca. 12-15 ani) sunt depășiți în creștere de exemplarele din sămânță și rămân inferiori în ce privește cantitatea și calitatea producției realizate (Florescu și Nicolescu 1996).

În ce privește frecvența de apariție a acestui defect pe proveniențe biologice ale arborilor de cer (Figura 11), se poate constata o incidență mai ridicată a gelivurii la arborii proveniți din sămânță (50.1%), față de cei proveniți din lăstari (43.3%), iar pe total arbori 46.1% (417 arbori) prezintă gelivuri (una sau mai multe), iar restul de 53.9% nu prezintă acest defect (Tabel 2).

Tabel 2. Repartizarea defectului gelivură, în raport cu proveniența biologică a arborilor

Caracteristici		Gelivură	Fără gelivură	Total
Sămânță	Nr. exemplare	190	189	379
	%	50.1	49.9	100.0
Lăstari	Nr. exemplare	227	297	524
	%	43.3	56.7	100.0
Total	Nr. exemplare	417	486	903
	%	46.1	53.9	100.0

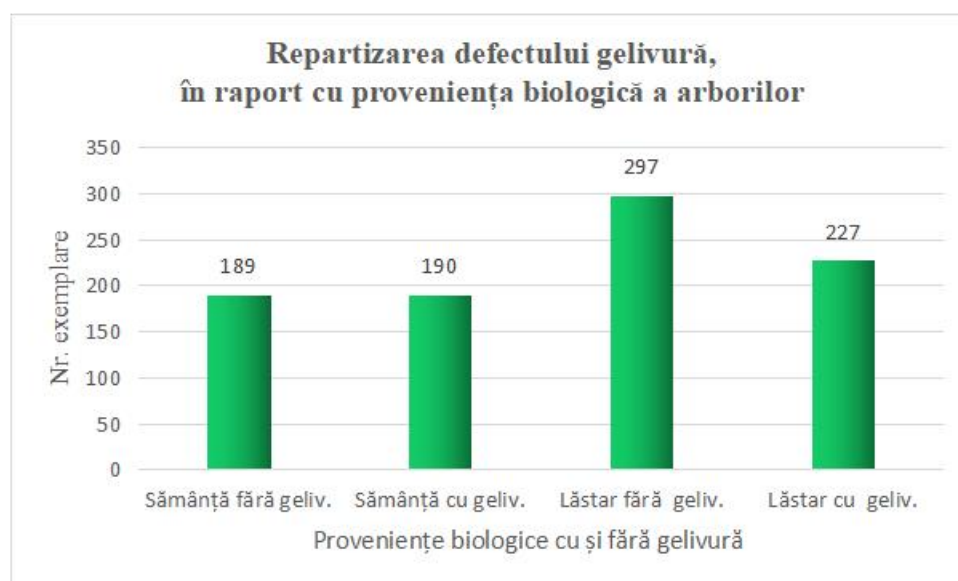


Figura 11. Repartizarea arborilor de cer cu și fără gelivură pe proveniențe biologice

Influența vârstei arborilor asupra frecvenței gelivurii

Având în vedere faptul că arboretele alese pentru studiu au vârste de peste 60 de ani, le-am încadrat în cele 4 clase de vârstă, prezentate în tabelul 3.

Urmărind frecvența arborilor cu gelivură pe clase de vârstă și proveniențe biologice (Figura 12 și 13), s-a constatat că aceasta crește cu vârsta până la un maxim (în dreptul clasei a VI-a de vârstă, la ambele proveniențe biologice, într-un procent de 59.2% la exemplarele din sămânță și 51.9% la exemplarele provenite din lăstari), după care începe să scadă odată cu înaintarea în vârstă a arborilor (Tabel 3).

Tabel 3. Frecvența gelivurii pe clase de vârstă și proveniențe biologice

Clasa de vârstă	Cu gelivură		Fără gelivură		Total arbori		% Gelivură	
	Proveniență biologică				sămânță	lăstar	sămânță	lăstar
	sămânță	lăstar	sămânță	lăstar				
Clv. IV (61-80 ani)	30	80	52	138	82	218	36.5	36.6
Clv. V (81-100 ani)	78	105	80	117	158	222	49.3	47.2
Clv. VI (101-120)	32	40	22	37	54	77	59.2	51.9
Clv. VII >120 ani	50	2	35	5	85	7	58.8	28.5
Total	190	227	189	297	379	524	50.1	43.3

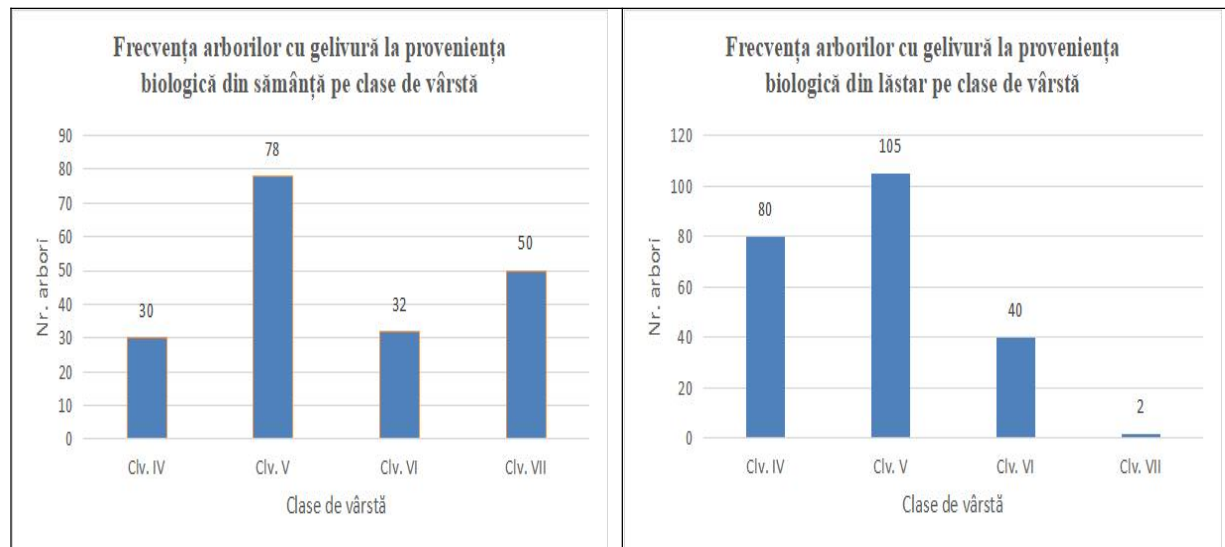


Figura 12. Frecvența arborilor cu gelivură la cele două proveniențe biologice pe clase de vârstă

Din datele prezentate în tabelul 3, reiese faptul că arborii cu proveniența biologică din sămânță sunt mai afectați de gelivură față de cei proveniți din lăstar, aproape la toate clasele de vârstă (excepție clasa IV-a de vârstă).



Figura 13. Aspectul gelivurilor pe arborii de cer
(stânga proveniența biologică - sămânță, dreapta din lăstari)
(u.a. 87A, U.P. VII Boboștea, O.S. Sfânta Maria S.R.L.), (foto Bartha Szilárd)

Influența diametrului arborilor asupra frecvenței gelivurii

Pentru a se stabili dacă există o corelație între diametrul arborilor și frecvența gelivurilor pe proveniențe biologice, s-a procedat la împărțirea arborilor cu gelivură pe clase de diametre (Tabel 4).

Tabel 4. Frecvența gelivurii pe clase de diametre și proveniențe biologice

Clasa de diametre (cm)	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78
Lăstari (cu gelivură)	1	0	4	9	13	29	32	30	56	51	34	33	24	12	23	21	8	5	2									
Sămânță (cu gelivură)	1	0	1	3	8	23	10	20	36	44	23	23	44	19	6	13	6	9	11	5	3	0	0	0	0	0	0	4
Total	2	0	5	12	21	52	42	50	92	95	57	56	68	31	29	34	14	14	13	5	3	0	0	0	0	0	0	4

În graficul de mai jos, sunt prezentate variațiile gelivurii pe proveniențe biologice, în funcție de diametrul măsurat la 1.30 m, exprimat prin clase de diametre.

Reprezentând grafic frecvența arborilor cu gelivură pe clase de diametre și proveniențe biologice (Figura 14), s-a constatat că aceasta crește cu clasa de diametre, până la un maxim (în dreptul clasei 40 de diametre, în cazul lăstarilor și clasei 42, în cazul exemplarelor din sămânță, iar pe total în dreptul clasei 42 de diametre), după care începe să scadă, după o curbă polinomială de gradul 2 (în cazul exemplarelor din lăstari și sămânță), respectiv după o curbă polinomială de gradul 3, în cazul tuturor exemplarelor de cer din zonele cercetate.

Gradul mare de apropiere a curbei de frecvență a arborilor cu gelivură de o curbă polinomială de gradul 2, este indicat și de coeficientul de determinație $R^2 = 0.727$ (cazul lăstarilor), $R^2 = 0.421$ (cazul exemplarelor provenite din sămânță), iar în cazul tuturor exemplarelor de cer, indiferent de proveniență biologică, de o curbă polinomială de gradul 3, cu un coeficient de determinație $R^2 = 0.782$.

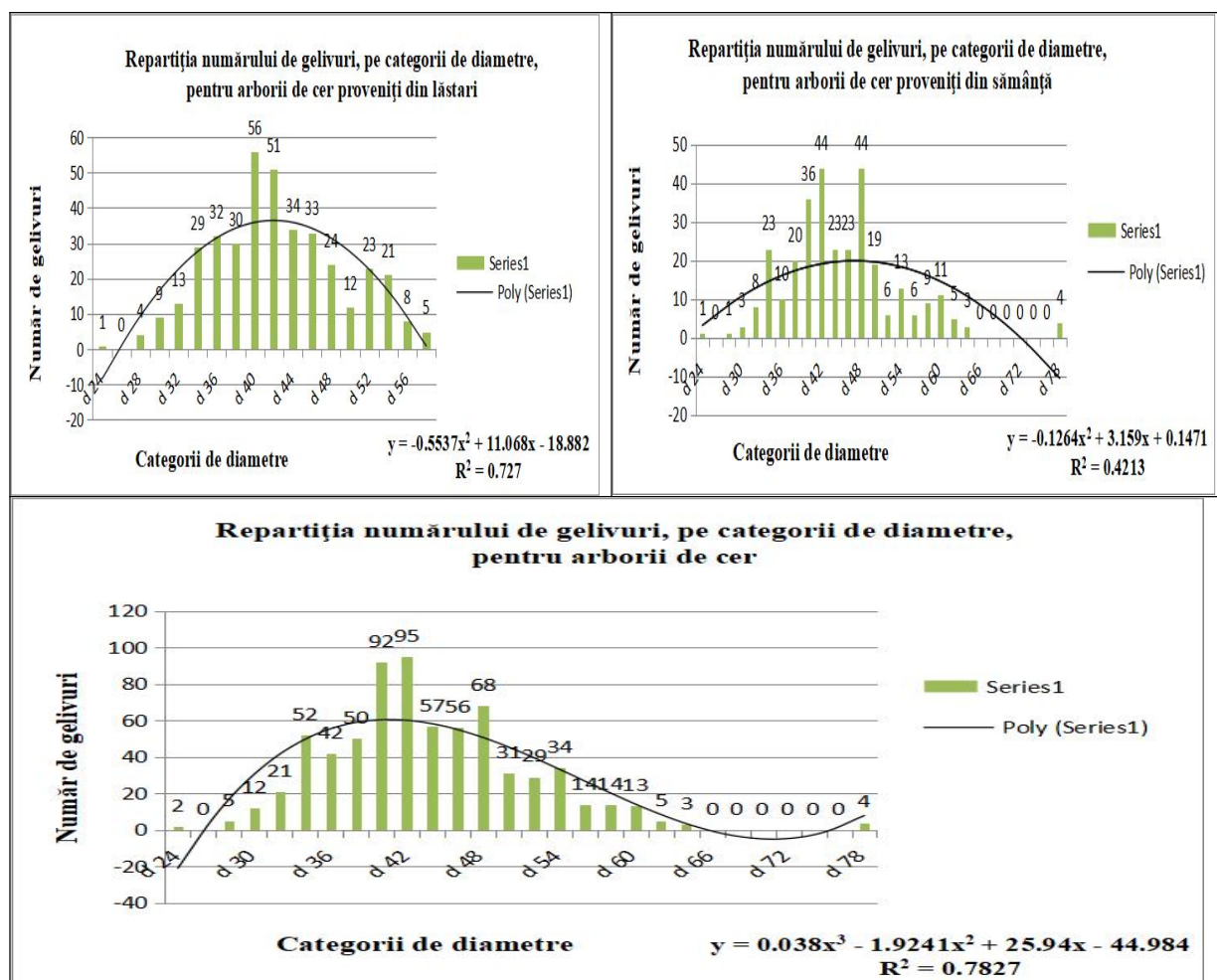


Figura 14. Repartiția gelivurilor pe clase de diametre și proveniențe biologice

Influența direcției cardinale asupra frecvenței gelivurii

În raport cu frecvența de apariție a gelivurii pe puncte cardinale și proveniențe biologice (Tabel 5), se constată o pronunțată neuniformitate, acest defect apare preponderent pe direcțiile sud (26.9% la lăstari și 18.0% la exemplarele din sămânță), vest (17.6 % la lăstari și 17.0% la exemplarele din sămânță) și nord (17% la lăstari și 15.0% la exemplarele din sămânță). Iarna, partea sudică a trunchiului arborilor se încălzește mai puternic decât celelalte părți, ceea ce îl expune mai mult la apariția gelivurilor. De asemenea, iarna după amiază puterea soarelui este mai mare decât dimineața, fapt ce predispune apariția gelivurilor pe partea vestică. Rezultate similare au fost obținute de Kula et al., 2006 în arborete de mesteacăn, respectiv de Câmpu, 2008 în arborete de fag.

Astfel, conform datelor culese din teren și centralizate în tabelul alăturat (Tabel 5), pentru arborii din lăstari, procente gelivurii pe direcțiile sud, vest și nord, sunt cu 8.9, 0.6 și 2% mai mari, decât la arborii proveniți din sămânță. Procente mai ridicate ale gelivurii, pentru arborii cu proveniența biologică din lăstari, se datorează în principal neregularității creșterilor anuale (lăstarii beneficiază de un sistem radicular deja format, cu creșteri active în primii ani, după care acestea se reduc treptat), ca urmare a acestor neregularități existente între anele anuale, combinate cu neregularitățile din structura lemnului pot favoriza apariția gelivurilor.

Între celelalte puncte cardinale, diferențe semnificative dintre proveniențe biologice sunt pe sud-vest și est (arborii din sămânță fiind mai afectați decât cei din lăstar, diferență de

8.6% pe direcția sud-vest, respectiv de 2.5% pe direcția est), ceea ce subliniază faptul că variațiile temperaturii diurne și nocturne, precum și incidența razelor solare pe trunchi, sunt determinante în favorizarea apariției acestui defect.

Tabel 5. Repartiția numărului de gelivuri pe puncte cardinale și proveniențe biologice

Puncte cardinale		N	S	E	V	NE	NV	SE	SV	Total gelivuri
Arbori (lăstari)	Nr. gel.	66	104	46	68	24	31	19	29	387
	%	17.0	26.9	11.9	17.6	6.2	8.0	5.0	7.4	100
Arbori (sămânță)	Nr. gel.	47	56	45	53	21	21	18	51	312
	%	15.0	18.0	14.4	17.0	6.8	6.8	5.7	16.3	100
Total	Nr. gel.	113	160	91	121	45	52	37	80	699
	%	16.0	22.6	13.1	17.3	6.5	7.4	5.3	11.8	100

Din numărul total de gelivuri (699), 160 de gelivuri (22.6%) sunt pe sud, 121 (17.3%) sunt pe vest, 113 (16.0%) sunt pe nord și 91 (13.0%) sunt pe est (Figura 15).

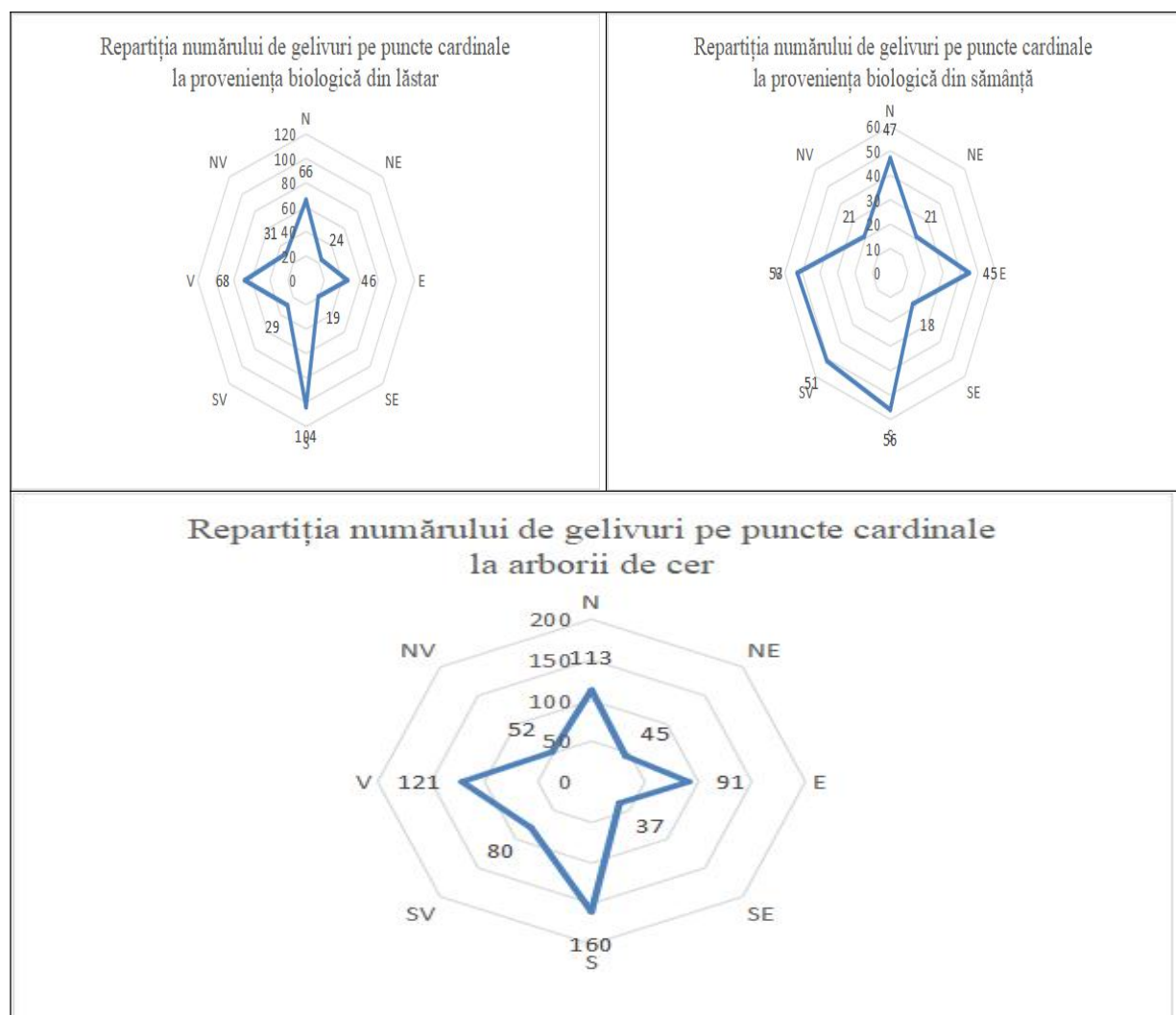


Figura 15. Repartiția numărului de gelivuri pe puncte cardinale la proveniențele biologice lăstari, sămânță respectiv pentru toți arborii de cer

Repartiția lungimii gelivurilor în raport cu punctele cardinale și proveniența biologică a arborilor

Pentru o analiză mai aprofundată a influenței punctelor cardinale asupra frecvenței gelivurii, s-au împărțit arborii cu gelivură pe clase de intensitate, definite în funcție de lungimea gelivurii (clasa 1 de intensitate cu lungimea gelivurii până la 1 m, clasa 2 de intensitate cu lungimea gelivurii între 1.1 - 2 m, etc.).

Reprezentând grafic frecvența gelivurilor pe clase de intensitate, puncte cardinale și proveniențe biologice (Figura 16), s-a constatat că aceasta descrește cu clasa de intensitate după o curbă polinomială de gradul 2, pe toate punctele cardinale și la ambele proveniențe biologice din zonele cercetate.

Arborii din lăstari, la primele 3 clase de intensitate (Tabel 6 și 7), au mai multe gelivuri, față de exemplarele din sămânță, 37.1% (260 gelivuri) din gelivuri, sunt incluse în aceste clase de intensitate. Analizate pe puncte cardinale și proveniențe biologice, se poate constata că predomină gelivurile din primele 4 clase de intensitate, cu intensitate mai mare pe punctele cardinale sud (5.5% la exemplarele din sămânță și 11.8% la cele din lăstari) și nord (4.7% la exemplarele din sămânță și 7.2% la cele din lăstari). Ca număr de gelivuri pe clase de intensitate, se constată că 43.2% dintre gelivuri, au lungimi cuprinse între 0.1-2 m. Pentru clasele de intensitate 3 și 4, procentele sunt de 22.1%, respectiv 12.4%, restul gelivurilor cu lungimi mai mari de 5 m, însumează 22.3%.

Tabel 6. Frecvența gelivurilor pe clase de intensitate, puncte cardinale și proveniențe biologice

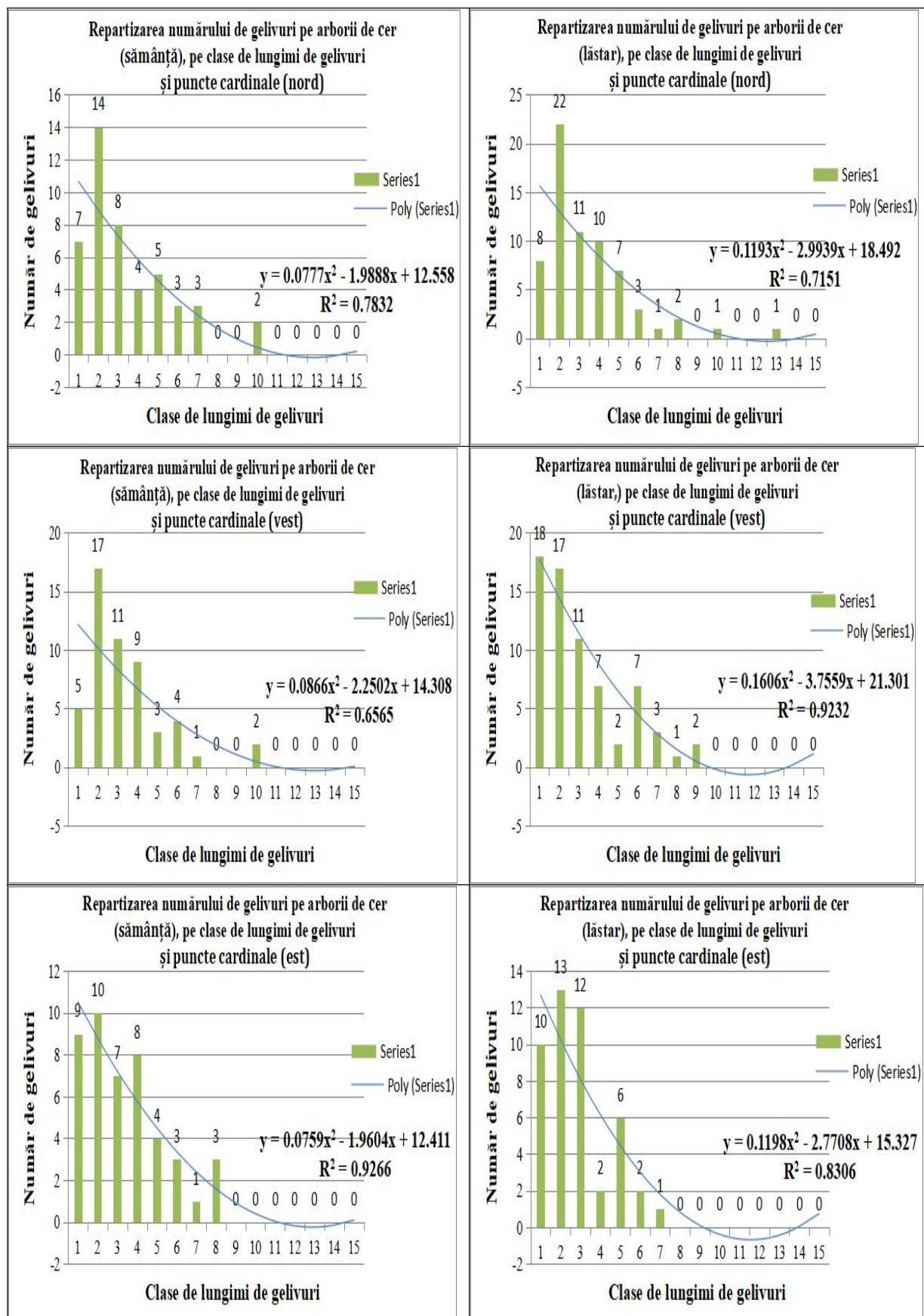
Clasa de intensitate	Puncte cardinale									
	Est		Nord		Sud		Vest		Total	
	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)
1	9	10	7	8	5	11	5	18	26	47
2	10	13	14	22	15	28	17	17	56	80
3	7	12	8	11	14	30	11	11	40	64
4	8	2	4	10	5	14	9	7	26	33
5	4	6	5	7	8	12	3	2	20	27
6	3	2	3	3	4	4	4	7	14	16
7	1	1	3	1	4	0	1	3	9	5
8	3	0	0	2	0	1	0	1	3	4
9	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
10	0	0	2	1	0	1	2	0	4	2
11	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
16	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0
Total	45	46	47	66	56	104	53	68	201	284

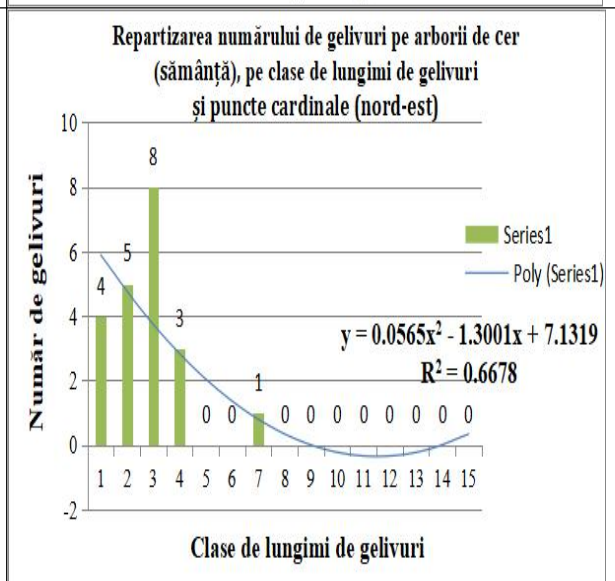
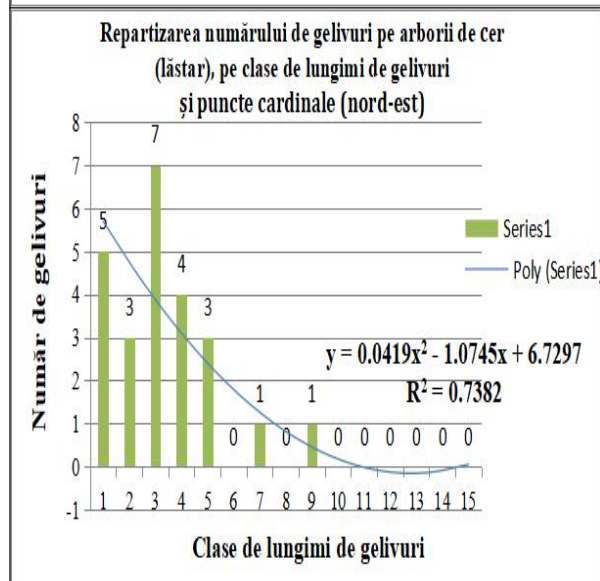
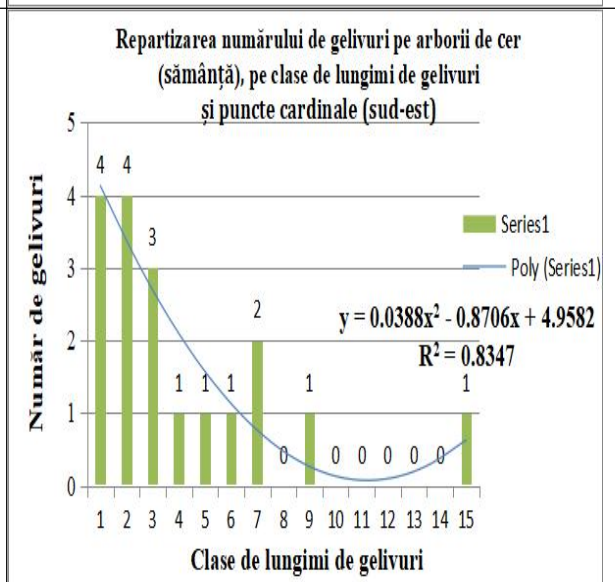
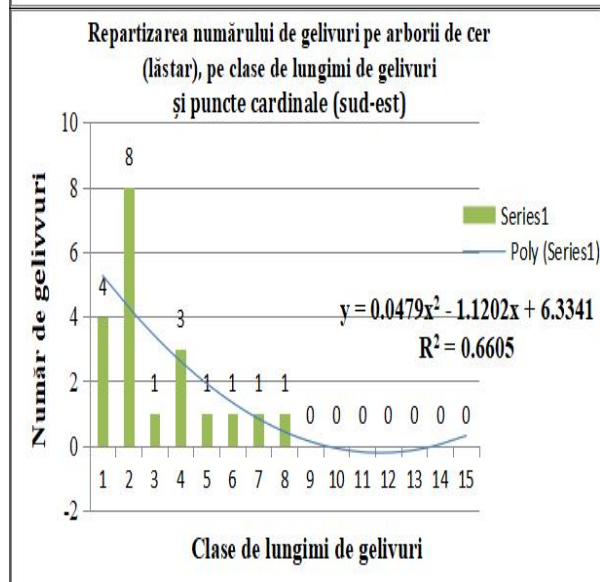
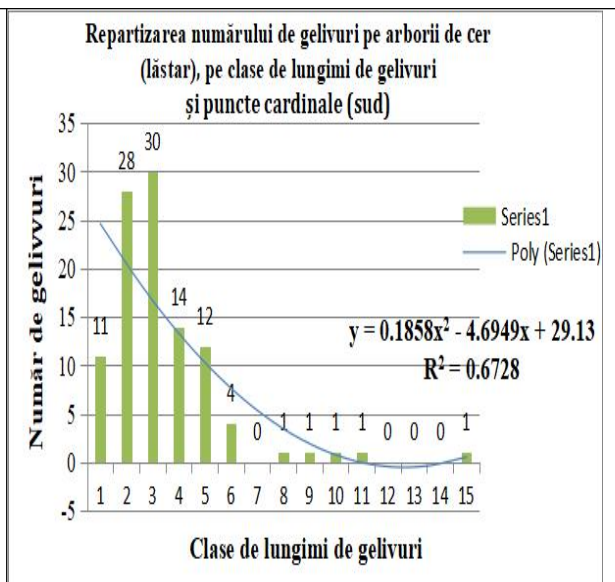
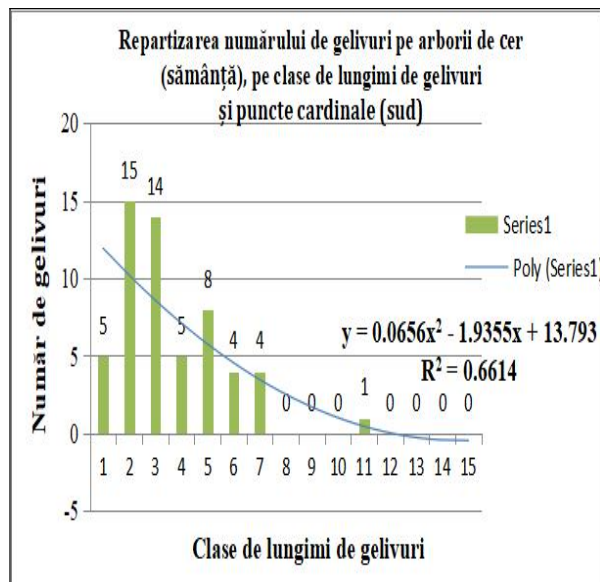
Clasa de intensitate	Puncte cardinale								Total	
	Nord-est		Nord-vest		Sud-est		Sud-vest			
	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)	Sămânță (Nr. gel.)	Lăstar (Nr. gel.)
1	4	5	5	6	4	4	9	3	22	18
2	5	3	7	7	4	8	12	7	28	25
3	8	7	4	9	3	1	10	9	25	26
4	3	4	0	3	1	3	11	3	15	13
5	0	3	0	2	1	1	3	6	4	12
6	0	0	1	1	1	1	1	0	3	2
7	1	1	3	2	2	1	4	1	10	5
8	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0
9	0	1	0	1	1	0	0	0	1	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Total	21	24	21	31	18	19	51	29	111	103

Tabel 7. Frecvența gelivurilor pe clase de intensitate și puncte cardinale

Clasa de intensitate	Puncte cardinale								Total gelivuri	
	N (Nr. gel.)	NE (Nr. gel.)	E (Nr. gel.)	SE (Nr. gel.)	S (Nr. gel.)	SV (Nr. gel.)	V (Nr. gel.)	NV (Nr. gel.)	Nr.	%
1	15	9	19	8	16	12	23	11	113	16.1
2	36	8	23	12	43	19	34	14	189	27.0
3	19	15	19	4	44	19	22	13	155	22.1
4	14	7	10	4	19	14	16	3	87	12.4
5	12	3	10	2	20	9	5	2	63	9.0
6	6	0	5	2	8	1	11	2	35	5.0
7	4	2	2	3	4	5	4	5	29	4.2
8	2	0	3	0	1	1	1	1	9	1.4
9	0	1	0	1	1	0	2	1	6	0.9
10	3	0	0	0	1	0	2	0	6	0.9
11	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0.3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0.3
16	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0.3
Total	113	45	91	37	160	80	121	52	699	100

Distribuția gelivurilor pe clase de intensitate și puncte cardinale este descrescătoare, începând de la clase de intensitate mici (189 gelivuri cu lungimi între 1.1-2 m) și terminând cu clase de intensitate mai mare (2 gelivuri cu lungimi de peste 15 m), după o curbă polinomială de gradul 2 (Figura 16), cu un coeficient de determinație $R^2 = 0.854$.





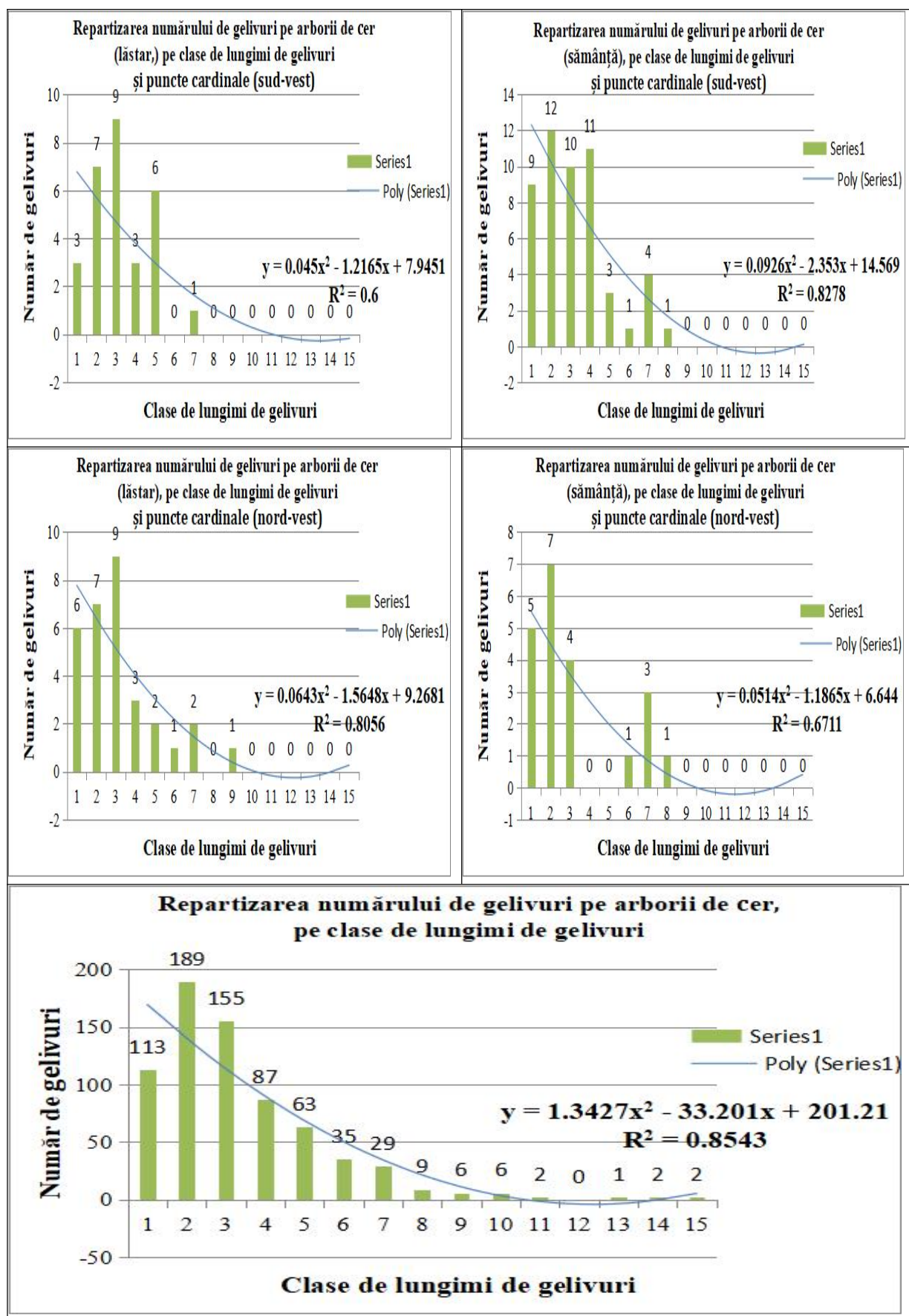


Figura 16. Repartiția gelivurilor pe clase de intensitate, puncte cardinale și proveniențe biologice

Repartiția tipului de gelivură pe proveniențe biologice

Aspectul exterior al gelivurii pe trunchi este important și cu consecințe în ce privește calitatea lemnului. S-a luat în considerare poziția gelivurii față de axul arborelui și s-au distins două tipuri de gelivuri: drepte (cu poziție verticală, paralele cu axul arborelui) și elicoidale (mers sinuos în jurul axului arborelui).

De obicei, gelivurile elicoidale (Figura 9) sunt însoțite și de curbură (Bartha 2013B, 2017A).

Tabel 8. Frecvența tipurilor de gelivură pe proveniențe biologice

Proveniența biologică	Gelivură				Total Nr.
	Dreaptă		Elicoidală		
	Nr.	%	Nr.	%	
Sămânță	274	87.8	38	12.2	312
Lăstar	346	89.4	41	10.6	387
Total	620	-	79	-	699

Analizând tabelul 8 și figura 17, constatăm faptul că la ambele proveniențe biologice predomină gelivurile drepte, cu un procent de 89.4% la arborii din lăstar, respectiv cu un procent de 87.8% la arborii cu proveniența biologică din sămânță.

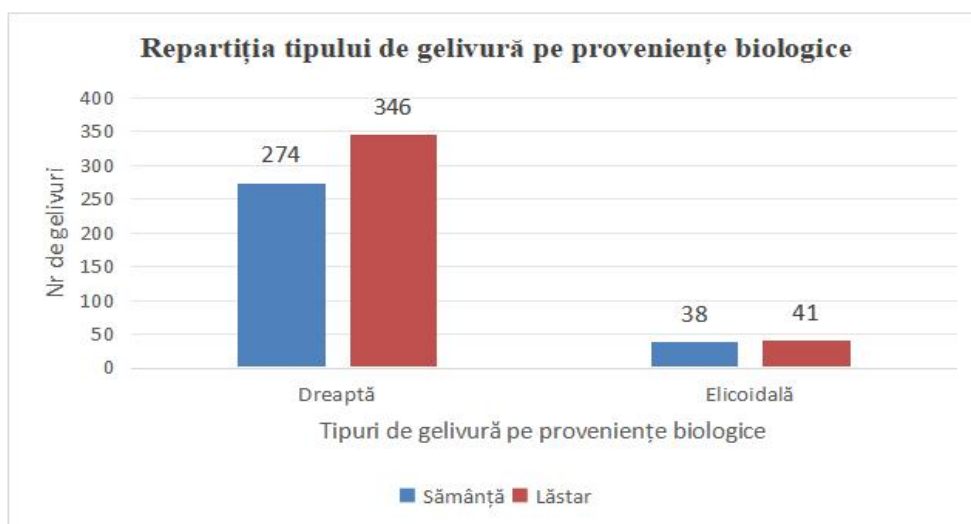


Figura 17. Frecvența tipurilor de gelivură pe proveniențe biologice

Influența expoziției terenului asupra frecvenței gelivurii

S-a analizat, influența expoziției terenului (3 categorii), asupra frecvenței gelivurii pe proveniențe biologice, în cele 23 de suprafețe experimentale (Figura 18).

Se observă o frecvență mai mare a gelivurilor în suprafețele situate pe teren însorit (expozițiile S, SE, SV și terenurile plane)-52%, urmate de cele de pe versanții parțial însoriți (E, V)-28% și versanții umbriți (N, NE, NV)-20%.

Pe proveniențe biologice, la exemplarele din sămânță predomină gelivurile situate pe teren însorit (60%), urmate de cele de pe versanții umbriți (22%), și versanții parțial însoriți (18%), iar la cele din lăstari situația este următoarea: teren însorit (46%), urmate de cele de pe versanții parțial însoriți (35%) și de versanții umbriți (19%).

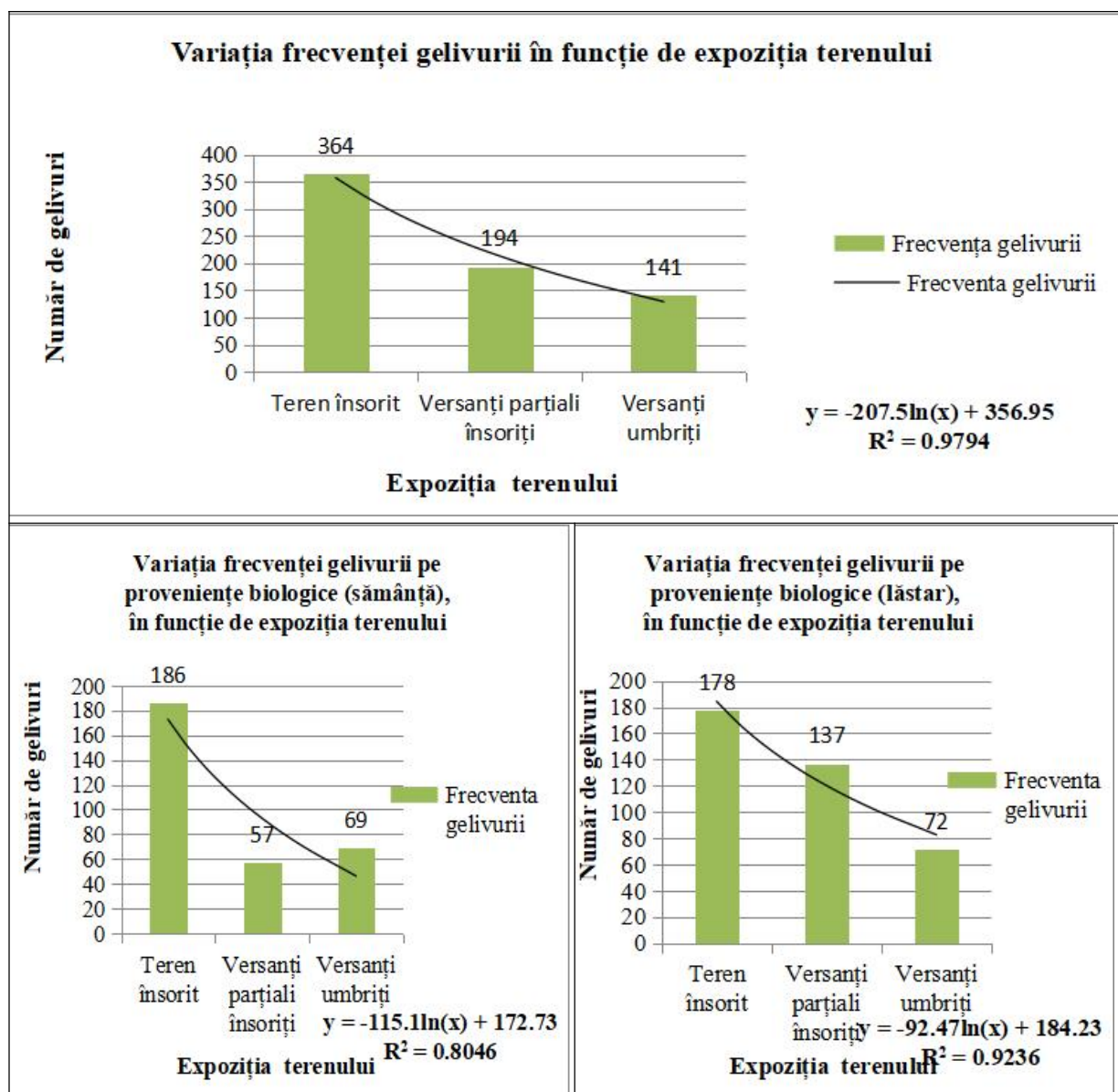


Figura 18. Influența expoziției terenului asupra frecvenței gelivurii

Dezvoltarea axială a gelivurii

Gelivura este prezentă pe trunchi în diferite lungimi, fie sub formă dreaptă, fie elicoidală. Poziția mijlocului gelivurii pe trunchi influențează foarte mult calitatea lemnului arborilor de cer pe picior.

Analizând tabelul 9 și figura 19, reiese faptul că cele mai multe gelivuri au mijlocul între 1.1-2.1 m, atât la proveniența biologică din sămânță (60 la număr), cât și la proveniența biologică din lăstar (94 la număr) iar pe total arbori de cer, un număr de 154 de gelivuri.

Raportându-ne la zonarea calitativă a arborilor de cer (Figura 3), constatăm că în zona I de calitate (zona bușteanului de picior) se regăsesc 268 de gelivuri (85.9%) la proveniența biologică din sămânță, 334 gelivuri (86.3%) la proveniența biologică din lăstari, iar pe total arbori de cer 602 de gelivuri (86.1%).

La proveniența biologică din sămânță un număr de 165 de arbori (86.8 %) prezintă gelivură cu mijlocul sub 6.1 m, iar la proveniența din lăstar 216 arbori (95.1 %) au mijlocul gelivurii sub 6.1 m.

Tabel 9. Variația axială a gelivurii pe trunchiul arborilor de cer

Poziția mijlocului gelivurii pe trunchi	Gelivuri					
	Sămânță		Lăstari		Total	
	Nr.	%	Nr.	%	Nr.	%
< 1.1 m	46	14.7	73	18.9	119	17.0
1.1-2.1 m	60	19.2	94	24.3	154	22.0
2.1-3.1 m	58	18.6	65	16.8	123	17.6
3.1-4.1 m	50	16.0	52	13.4	102	14.6
4.1-5.1 m	30	9.7	28	7.2	58	8.3
5.1-6.1 m	24	7.7	22	5.7	46	6.6
6.1-7.1 m	11	3.5	10	2.6	21	3.0
7.1-8.1 m	11	3.5	12	3.1	23	3.3
8.1-9.1 m	12	3.9	12	3.1	24	3.4
9.1-10.1 m	4	1.3	8	2.1	12	1.7
> 10.1 m	6	1.9	11	2.8	17	2.5
Total	312	100	387	100	699	100

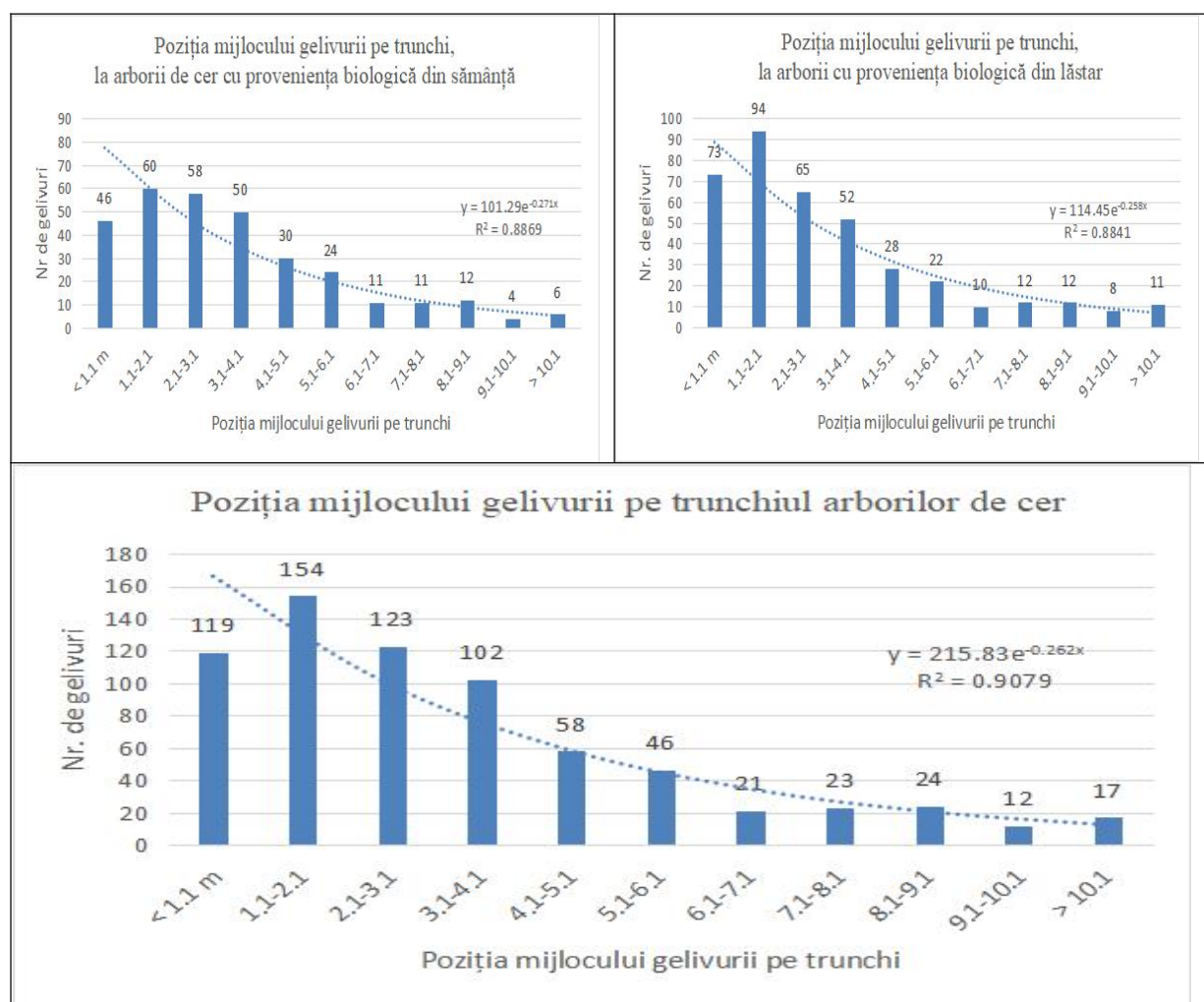


Figura 19. Dispunerea mijlocului gelivurii pe trunchiul arborilor de cer, la proveniența biologică din sămânță, lăstari și pe total arbori

Declasarea calitativă a lemnului arborilor de cer luând în considerare doar gelivura este foarte importantă, deoarece acest defect influențează în proporție de 50.1% arborii proveniți din sămânță, 43.3% arborii proveniți din lăstari, iar pe total arbori de cer (indiferent de proveniența biologică) 46.1%.

Declasarea este determinată de doi factori și anume: primul factor este legat de mărimea porțiunii de trunchi afectat de gelivură (lungimea gelivurii) și cel de-al doilea factor este dat de poziția pe trunchi a gelivurii (poziția mijlocului gelivurii pe trunchi).

Dacă gelivura este situată în prima treime (primii 6-8 m) duce la o declasare puternică a lemnului (din lemn de lucru în lemn de foc) iar dacă este situată la baza coroanei, nu va duce la o declasare calitativă a lemnului.

Din 699 gelivuri, 602 (86.1%) sunt poziționate în zona bușteanului de picior (primii 6 metri). Pe proveniențe biologice situația este următoare: 86.3% (334) din gelivuri sunt în zona bușteanului de picior la lăstari, respectiv 85.8% (268) la cele din sămânță.

Gelivurile cu lungimi cuprinse între 1.1-2 m, sunt cele mai frecvente cu o pondere de 27% (189), iar pe proveniențe biologice: 105 gelivuri (15.0%) se încadrează în acest interval la proveniența biologică din lăstari și 84 gelivuri (12.0%) la cele din sămânță.

Ca și număr de gelivuri pe arbore, exemplarele din lăstari sunt cu mai multe gelivuri (1.70), decât cele din sămânță (1.64).

Pe terenurile însorite, exemplarele din sămânță sunt mai afectate de gelivură decât cele din lăstari (diferență de 14%).

2.4 Concluzii

Din numărul total de 903 arbori analizați, 417 arbori (46.1%) sunt afectați de gelivură (cu una sau mai multe gelivuri). Arborii din sămânță sunt mai afectați de gelivură decât cei din lăstari (diferență de 6.8%). Indiferent de proveniența biologică, gelivura se localizează în primii 6 metri (zona bușteanului de picior) într-un procent de 86.1%.

Ca măsură preventivă se recomandă promovarea cerului în compozițiile arboretelor aflate pe versanți umbriți, unde riscul apariției gelivurilor este mai redus, iar pe celelalte expoziții (teren însorit și versanți parțial însoriți) se recomandă promovarea altor specii de cvercinee (gârniță, gorun) mai rezistente la apariția acestui defect.

Rezultatele cercetării pot fi utilizate prin bancă de date, utilă sectoarelor de cercetare și de producție, din domeniul silviculturii și industriei de exploatare și prelucrare a lemnului.

Capitolul 3. Murul resursă nutraceutică subutilizată

3.1 Introducere

În contextul creșterii stringente a producției de bunuri de consum și substanțe terapeutice pe fondul limitării resurselor planetare se observă reorientarea spre resursele medicinale cu proprietăți farmaceutico-nutraceutice din flora spontană aflate la îndemâna oricui indiferent de statusul social. Schippmann et al., 2002 făcând o recenzie a literaturii de specialitate arată că din 422000 de plante cu flori cca. 12.53% sunt utilizate ca și plante medicinale. Organizația mondială a sănătății (WHO 2007) raportează că 80% din țările în curs de dezvoltare apelează la fitomedicina tradițională datorită procurării la costuri reduse și a lipsei efectelor secundare a produselor din plante. Mai mult milioane de oameni produc venit semnificativ din recoltarea și comercializarea fitoresurselor din natura sălbatică (Hamilton 2004). Schulp et al. 2014 arată că cca. 14% din cetățenii UE culeg ocazional hrană sălbatică.

Chiar dacă provine dintr-un biotop cu presiune antropică scăzută, materia primă colectată se poate contamina cu poluanți prin intermediul tehnicilor neigienice de recoltare sau condițiilor de depozitare și condiționare precare. Resursele vegetale fitoterapeutice recoltate dintr-o zonă poluată nu trebuie să fie încărcate cu metale grele potențial toxice. (Nwoko și Mgbeahuruike 2011, Sadhu et al. 2015). Lipsa sau prezența în cantități minime a metalelor grele neesențiale conferă siguranță în folosirea produselor fitofarmaceutice tradiționale (Sadhu et al. 2015), controlul calitativ fiind imperios necesar (Nookabkaew et al. 2006). În acest sens au fost definite limitele permisibile pentru metale grele în hrană și în fructe (fructe de pădure) care sunt prezentate în tabelul 10.

Tabel 10. Cantități maxime admise pentru unele metale grele legiferate internațional

Metalul				Referință bibliografică
Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	
10	0.3	-	-	WHO, 2007
5	4	-	-	CE. Kelp Monograph, 2007
-	-	-	5 (fructe mici, fructe de pădure)	EC No. 396/2005
		27.4	3 (în hrană)	FAO/WHO, 1984

Murul - hrană funcțională

Murul este un arbust fructifer care face parte din familia *Rosaceace*. În zonele temperate ale emisferei boreale există 250 de specii de *Rubus*, majoritatea indigen europene, murul european *Rubus fruticosus* L. agg. originar din zona Caucazului fiind distribuit în Europa, Oceania, America de Nord și Sud, Asia. (Tutin et al. 1980, Grabek-Lejko et al. 2022). Connolly, 1999 arată că speciile de *Rubus* în istoria omenirii au oferit suport alimentar și terapeutic încă de la sfârșitul erei glaciare. După Rechkemmer, 2001 hrana funcțională conține o gamă largă de fitochimice care individual sau combinate susțin sănătatea organismului. Termenul de hrană funcțională adesea sinonim conceptual cu nutraceutic a apărut în Japonia și are diferite semnificații în diferite țări. Targetul hranei funcționale este cancerul, bolile cardiovasculare, sistemul imunitar și gastrointestinal, procese metabolice legate de senescență, sănătatea femeii, diabetus mellitus și managementul stresului (Arai

2005, Arai et al. 2016). Fitochimicele sunt substanțe bioactive fără valoare nutrițională care aduc un plus de beneficii sănătății sau reduc riscul unor boli cronice. Cu toate că sunt foarte nutritive plantele din flora spontană sunt subevaluate, subutilizate datorită tendințelor dictate de stilul de viață modern, a beneficiilor revoluției industriale, dar și presiunii antropice a urbanizării, a schimbărilor climatice și a schimbării destinației utilizării terenurilor (Borelli et al. 2020). Mielgo-Ayuso et al., 2017 arată că ingerarea a cel puțin 400 g/zi de fructe și legume aduce un surplus semnificativ de antiotidanti și vitamine din grupul B. Organizația mondială a sănătății îndeamnă la consumul aceleiași cantități de fructe pe zi pentru prevenirea unor boli cronice și a curențelor de micronutrienți (WHO 2004).

Liu, 2004; Huang et al., 2012 arată că asocierea murelor cu hrana funcțională este deplin justificată datorită conținutului ridicat de substanțe cu caracter antioxidant. Zia-Hul-Haq et al., 2014 arată că o porție de 100g mure conține 9.61 g carbohidrați, 1.39 g proteine, 5.3 g fibre și eliberează 43 kcal. Conform USDA, 2018 în murele crude și proaspete au fost detectate 10 minerale. Compoziția murului în micro și macroelemente este prezentată în tabelul 11.

Tabel 11. Macro și microelemente în *Rubus* spp. (conform USDA 2018)

Elemente	Cantitate (mg/100g mure proaspete)	Min-max (mg/100g mure proaspete)
Ca	29	14-44
Fe	0.62	0.33-0.78
Mg	20	19-25
P	22	15-31
K	162	159-164
Na	1	1-1
Zn	0.53	0.42-0.64
Cu	0.165	0.038-0.259
Mn	0.646	0.23-1.44
Se	0.4μg	0.1-0.7μg

Chiar dacă sunt importanți în fiziologia plantelor și esențiali metabolismului uman micronutrienții pot manifesta valente toxice peste anumite cantități (Bruins et al. 2000, Clemens et al. 2001).

Sadhra et al., 2007 arată că intoxicarea cu cupru este rară și apare mai ales în urma consumului de apă contaminată cu consecințe de tulburări gastrointestinale, vătămări ale hematiilor, plămânilor și pancreasului, necroze hepatice și renale, manifestându-se prin slăbiciune, letargie, anorexie (Barceloux 1999). Consumul îndelungat de Cu determină ciroza juvenilă, iar expunerea prelungită la Zn determină deficiența de Cu și anemie. Intoxicarea cu cantități ridicate de Cu are efecte vătămătoare asupra celulelor. (Gaetke și Chow 2003).

Cercetările lui Memete, 2023 arată că pe lângă soiurile cultivate (Ouachita, Triple Crown) murul sălbatic prezintă cele mai ridicate nivele de substanță uscată solubilă, fiind mai dulci și mai solicitate în industria panificației, pentru prepararea băuturilor și a gemurilor. Murele culese din flora spontană prezintă un interes aparte în rândul consumatorilor fiind consumate crude sau preparate în suc, gem, compot, siropuri sau aditivi în deserturi. Modise, 2008 îndeamnă ca murele culese să fie consumate proaspete, refrigerate sau datorită fragilității ridicate prelucrate. Date despre cantitățile de mure sălbatică recoltate la nivel global sunt

puține însă Strick et al., 2008 notează că în 2005 au fost recoltate cca. 14837 t de pe cca. 8000 ha. Florile de mur sunt o resursă meliferă valoroasă pentru albine. Mugurii, frunzele tinere, intră în dieta animalelor ierbivore (capre domestice sau cervide sălbatice), fructele fiind consumate de pasări, iar tulpinile spinoase oferă protecție pentru mamiferele mici, sau diferitele specii de pasări. Litiera bogată oferă adăpost unor animale hibernante-ariciul. Murele au rol în refacerea ecologică ocupând zone afectate de incendii, inundații sau de suine sălbatice. (NSW Departament of Primary Industries Weed Management Unit 2009).

Murul colecție de vitamine, minerale și antioxidanți

Fructele de mur au conținut ridicat de antioxidanți, compuși polifenolici, Mn, acid folic, fibre, salicilat, taninuri și vitamina C (Jiao și Wang 2000, Siriwoharn et al. 2006). Numeroase cercetări au evidențiat efectul anticancerigen direct și indirect al murelor prin neutralizarea radicalilor liberi datorită conținutului generos de antioxidanți și a conținutului de substanțe care inhibă dezvoltarea și proliferarea celulelor canceroase. Murele sălbatice au conținut de antioxidanți superior soiurilor cultivate (Halvorsen et al. 2002). După Moyer et al., 2002 indicele ORAC ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$) al murelor este între 4686-7610, iar conform Haytowicz și Bhagwat, 2010 între 4160-7880. Dintre 50 de alimente Halvorsen et al. 2006, plasează murul pe un loc onorant 19 cu 3390 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ conținut mediu de antioxidanți. Studiind comparativ extractul apos din frunze de mur, căpșuni și zmeur Buřičová et al. 2011 a determinat valori ale capacității antioxidante între 4-9.7 adică 89.9 % din capacitatea extractului de ceai verde și capacitate antioxidantă bună în raport cu infuziile de ceai, vinuri și alte băuturi în condițiile în care cea mai bună sursă de oxidanți este ceaiul verde. Ceaiul verde conține cafeina cu efecte secundare nedorite pentru sănătate la consum excesiv. Comparativ conținutul total în fenoli și capacitatea antioxidantă a frunzelor de mur este mai mare decât cea a fructelor (Wang și Lin 2000). Reißner et al. 2019 arată că boștina de mure uscată și măcinată prezintă o compoziție diferită față de fructul întreg. Prin reciclare și reutilizare poate fi sursă de antociani pentru industria farmaceutică și alimentară și de coloranți naturali (Cechoviciene et al. 2024). Wu et al., 2007 determină în soiurile Boysen, Navaho, Young, Brazos și Triple Crown elemente ca Fe, Ca, K, Mg, Se, Na și Zn. Shi și Yu, 2013 concluzionează că murele uscate rețin nivele semnificative nutritive și sunt pretabile pentru dieta zilnică.

Stresul oxidativ este factor decisiv în dezvoltarea unor boli ca ateroscleroza, cancer, boli cardiovasculare, cataracta, diabet, hipertensiune, afecțiuni neurologice și degenerative musculare asociate vârstei înaintate. Lupta împotriva acestor boli este mai eficientă prin suplimentarea capacității antioxidante endogene a organismului cu antioxidanți exogeni (Lobo et al. 2010, Nita și Grzybowski 2016). Potențialul antioxidant al fructelor de pădure inclusiv al murelor prezintă un rol important în prevenția și tratamentul bolii de autism și a schizofreniei (Aher et al. 2024), Tavares et al., 2013 arată că fenolii din mure încetinesc și întârzie procesele degenerative din creier. După Albert et al., 2022 rezidurile agricole rezultate în urma procesării murelor sunt surse valoroase de antociani. Murele conțin concentrații mai mari de antociani și antioxidanți decât alte fructe (Machado et al. 2015) iar murele sălbatice manifestă valențe nutriționale și potențial biologic mult mai pronunțat decât soiurile cultivate (Yilmaz et al. 2009, Dujmovic-Purgar et al. 2012). Antocianii din mure manifestă valențe anticancerigene, antioxidante și încetinesc procesele degenerative cognitive (Ding et al. 2006, Koca și Karadeniz 2009, Kolniak-Ostek et al. 2015). După Wang et al., 2008, Saw et al., 2014 și Alkhalidy et al., 2015 flavonoidele întăresc proprietățile anticancerigene și antioxidante, iar acidul elagic conferă valențe antidiabetice murelor. Sav et al., 2014 arată că antocianii murelor inhibă proliferarea celulelor carcinoame, iar kampferolul și quercitina manifestă proprietăți asociate cu disfuncții ale pancreasului. (Wang

et al. 2008, Alkhalidy et al. 2015). Seeram et al., 2006 arată că extractele din mure, zmeura neagră, coacăze, merișoare, zmeura roșie și căpșuni în doze între 25-200 $\mu\text{g/ml}$ inhibă creșterea liniilor celulare maligne în cancerul uman oral (KB și CAL 27); de sân (MFC-7); de colon (HT 29, HCt 116) și de prostată (LNCaP). Extractul de mure crește nivelul apoptotic al liniilor de celule HF-29 la cancerul de colon COX2. Extractele din mure inhibă procesele neuroinflamatoare din creier fiind valoroase în profilaxia și managementul bolii Alzheimer (Shukitt-Hale et al. 2009, Meireles et al. 2015). Marinova și Ribarova, 2007 arată că luteina este carotenoidul predominant în mure (27 mg/kg). După Jiao și Wang, 2000, Siriwoharn et al., 2006 fructele de mur normalizează nivelul de colesterol, întârzie instaurarea senescenței și stimulează circulația sanguină.

Cercetările lui Aly et al., 2019 arată că, murele conțin cantități mai mari de compuși fenolici, flavonoizi și taninuri comparativ cu dudule și coacăze negre. În 100 g de mure proaspete Wang și Lin, 2000 și Sellappan et al., 2002 detectează 276 mg/g flavonoide, 486 mg/g fenoli și între 82-326 mg/g antociani. Fructele de mur conțin mai mulți fenoli și flavonoide totale decât frunzele (Grabek-Lejko 2015). Conținutul în antociani al fructelor de mure este cu cca. 50% mai mare, decât al zmeurei. Prochazkova et al., 2011 arată superioritatea acțiunii flavonoizilor asupra vitaminei C și E cu privire la capacitatea antioxidantă și concentrația de antociani care este mai mare la mure, decât la zmeură și căpșuni (în funcție de soi). Flavonolii glicozilați se găsesc în partea cărnosă a fructelor de mur (Siriwoharn și Wrolstad 2004). Cianidin-3 și glicozidele care reprezintă 71% din conținutul de antociani din extractele de mur manifestă puternice efecte chemoprotective (Seeram și Nair 2002, Dai și Mumper 2010). Kaume et al., 2012 sesizează rolul protectiv al antocianilor din mure asupra sistemului vascular la diabetici. Datorită proprietăților antimicrobiene manifestate, sucul de mure poate fi un conservant indicat în industria alimentară (Zia-Hul-Haq et al. 2014). Zhou, 2008 arată că fructele uscate și măcinate sunt utilizate ca supliment nutrițional, componente din mur sunt folosite ca adjuvanți în igiena bucală intrând în compoziția unor paste de dinți (Abruzzo 2006).

Abu-Shandi et al., 2015 încadrează frunzele de mur drept hrană funcțională extrem de valoroasă cât și sursă de formule farmaceutice datorită conținutului de substanțe cu proprietăți antioxidante. Frunzele tinere de mur au capacitate antioxidantă sporită conform Wang și Lin, 2000. Riaz et al., 2011 arată că decoctul din frunze de mur are acțiune benefică în tratarea abceselor și ulcerărilor pielii, opresc infecțiile fungice, iar maceratele de frunze sau vârfuri au rol cicatrizant (Guarrera 2003). Gargara cu decoct de frunze are rol dezinfectant bucal, antiinflamator gingival, fiind benefică în ulcerul bucal (Chevallier 1996, Chiej 1984). Ceaiul de frunze de mur scade glicemia datorită conținutului de Cr și Zn (Osório e Castro 2001), autorul recomandă murul ca și plantă antidiabetică. Frunzele de mur au proprietăți antioxidante imunomodulatoare și anticancerigene (Abu-Shandi et al. 2015). Extractele hidroalcoolice din frunzele soiului Lochness au manifestat acțiuni anticolinesterazice, pretându-se la prevenția unor boli neurodegenerative cum ar fi Alzheimer (Abu-Shandi et al. 2015 și Orhan et al. 2007). După Leonti et al., 2009 frunzele de *Rubus ulmifolius* și *fruticosus* cu proprietăți astringente au efect depurativ, tonic și diuretic fiind utilizate în durerile toracale sau boli cutanate și afecțiuni gastrointestinale (decoctul din vârfuri de lăstari fragezi calmează durerile menstruale, frunzele mestecate întăresc gingiile, iar gemul de fructe fără zahăr este antidiareic), (Grieve 1984). Potențialul antiviral al extractului din frunzele crude de mur a fost observat de Grabek-Lejko, 2015, proprietățile antibacteriene ale extractului din frunze crude și fructe de mur se manifestă împotriva *Staphylococcus aureus* și *E. coli*, mai mult la extractele din fructe decât din frunze. Efectele antibacteriene antifungice *in vitro* au fost evidențiate de Cavanagh et al., 2003; Riaz et al., 2011; Radovanovici et al., 2013; Gonzales et al., 2013; Grabek-Lejko și Wojtowicz, 2014; Turker et al., 2012; Abu-Shandi et al., 2015; Oliveria et al., 2016; Jazic et

al., 2018. După Riaz et al., 2011, ordinea potențialului antibacterian al organelor murului este: tulpina > rădăcina > frunze > fructe. Cele mai active componente ale murului sunt compuși fenolici aflați în cantități însemnate (Du și Qian 2010). Datorită conținutului ridicat în compuși fenolici și vitamina C murul manifestă valențe protective împotriva bolilor degenerative (Tiwari et al. 2009, Ali et al. 2011). Compușii fenolici au un efect pozitiv asupra absorbției glucozei în sânge în cazul diabetului de tip II (Rubilar et al. 2011, Saponjac et al. 2014). Din cauza conținutului de cianidin și glicozide, murele oferă protecție împotriva oxidării LDL și a liposomilor având efecte pozitive asupra agregării trombocitare. (Heinonen et al. 1998). Compuși volatili contribuie la potențarea capacității antiinflamatoare ale murelor (Morin 2020). Semintele bogate în acizi grași (omega-3) susțin funcționarea optimă a aparatului cardiovascular. Izolatele proteice din semințe prezintă capacități antioxidante cu potențial anticancerigen promițător (Wang et al. 2023).

Pe lângă fructe și frunze rădăcina de mur este o resursă sanogenă prea puțin utilizată. Rădăcina murului conține saponine și taninuri, frunzele conțin acizi organici flavonoide și taninuri (Pullaiah 2006), și este comestibilă în forma gătită (Lust 1983). Taninurile din mur opresc hemoragiile minore. Florile produc nectar, murul având și importanță meliferă (Kaume et al. 2012, Chieș 1984).

Contaminarea mediului cu metale grele

Sintagma de „metal greu” caracterizează un grup de elemente metalice din Sistemul Periodic al Elementelor cu densitate $>4.5\text{g/cm}^3$ sau greutate specifică >5 . Printre contaminanții metalici ai mediului asociați unui risc crescut de toxicitate asupra sănătății umane Pb, Cd și Zn sunt elemente considerate clasic toxice din hrană alături de Hg și As. (FAO/WHO 2011, Tchounwou et al. 2012). Conținutul variabil al metalelor în plante este în funcție de condițiile geoclimatice, tipul activității poluatoare, organul eșantionat sau genotipul plantei studiate (Gjorgieva et al. 2010).

Expunerea sau ingestia de metale toxice reprezintă un risc major pentru sănătatea umană, contaminanții mediului pot crea reale probleme de sănătate dacă se regăsesc în cantități toxice chiar și în hrana considerată „tradițional sănătoasă” (Srivastava et al. 2021). Metalele grele ajung în hrană direct din surse poluatoare locale sau prin transport pe distanțe lungi (Kuhnlein și Chan 2000). Industria de rafinare și de prelucrarea metalelor contribuie semnificativ la încărcarea mediului cu elemente metalice. Bradford, 1997 indică lanțul trofic ca fiind ruta de contaminare a populației cu metale grele potențial toxice. Prin topire metalele grele se transformă în vapori care în prezența apei atmosferice generează aerosoli care mobilizați de curenții atmosferici devin subiectul depunerilor uscate sau antrenate de apa pluvială se depun în mediu pe cale umedă. Cu, Fe, Zn și Co sunt esențiale în cantități reduse (urme) fiind necesare pentru diferite procese metabolice. În cantități ce depășesc necesarul optim manifestă toxicitate. Particulele solide emise în cantități însemnate de minerit, industria de prelucrare neferoasă cu conținut de Ca, Pb și Zn sunt depuse pe plante și sol (Goji et al. 2023, Vlad et al. 2023). Zn, Cu, Pb și Cr rezultă din două surse antropogene majore; cenușa rezultată în urma arderii cărbunelui și din coroziunea unor produse nemetalice reziduale. Emisiile de particule rezultate din arderea biomasei conțin pe lângă K, Na, Ca, și metale volatile Zn și Pb (Bryers 1996). După Brook et al. 2010; Newby et al. 2015, particulele materiale sunt componente foarte toxice ale poluării aerului care pot circula dintr-o regiune în alta conținând Fe, Cu, Ni, Zn și V. Zheng et al. 2019 apreciază că în zilele noastre contaminarea mediului cu metale grele a devenit o problemă globală foarte serioasă care nu mai poate fi neglijată.

Aerul este principalul vector de împrăștiere a particulelor fine cu conținut metalic care se formează în procese la temperaturi înalte. Până în momentul depunerii uscate sau umede se

pot împrăști pe o rază de mai mulți km, cea mai afectată fiind zona adiacentă sursei poluatoare. Pb acumulat și detectat azi în solul de lângă rutele de transport terestre are ca sursă din trecut gazele de eșapament ale vehiculelor, particulele materiale aeropurtate de pe platformele industriale care sunt surse poluatoare punctiforme. Studiind acumularea de Pb și Zn în diferite organe ale murului, Steingraber et al., 2022 arată că datorită unei corelații dintre Pb și Zn din sol, murul poate fi un indicator al conținutului solurilor în aceste metale. Cercetările au arătat că Pb se stochează în rădăcină și este translocat spre frunze în cantități reduse în condiții de poluare moderată ca și Zn. La expuneri ridicate translocarea Zn spre frunze a fost limitată ca modalitate de apărare a plantei. Steingraber et al., 2022 concluzionează faptul că murul nu poate fi fitoremediator al solurilor încărcate cu Pb și Zn. Samsøe-Petersen et al., 2002 arată că murele sălbatice au conținut de Ni și Cd la același nivel sau mai scăzut decât fructele din piețe.

Pericolul contaminării hranei cu Pb

Alături de Cd, Cr, Co, Ag, Se, Hg, Pb este un metal neesențial care nu are nici un rol fiziologic cunoscut până în prezent în metabolismul plantelor (Kabata-Pendias 2010). Nivelul de Pb în materialul vegetal și în fructe este în general mai scăzut decât în sol. (Markert et al. 2015). Pb depus se reține în sol devenind disponibil plantelor, fitofagelor și microbiomului din sol, ulterior intrând în organismul uman via lanțul trofic. În dieta umană cantitățile de Pb au urmat un trend descrescător de la 100-200 $\mu\text{g}/\text{zi}$ în anii '70 la mai puțin de 5 $\mu\text{g}/\text{zi}$ la mijlocul anilor 90' (Mahaffey 1977; Bolger et al. 1996). Pb este toxic pentru organisme chiar în cantități reduse (USEPA 2000). Conform CR (EC) 1881/2006 și Codex Standard STAN 193/1995 conținutul de Pb permisibil în sucurile de fructe este de 0.05 mg/kg greutate proaspătă iar în fructe de 0.1 mg/kg greutate proaspătă. (CR EC 1881/2006), iar în bacele fructelor de pădure proaspete de 0.2 mg/kg. Doza provizorie săptămânală tolerabilă pentru Pb este de 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ greutate corporală (JEFCA 1993 și 2006).

Semnele intoxicației acute cu Pb sunt evidente la nivel gastrointestinal, manifestându-se prin anorexie, dispepsie, constipație și colici abdominale. Intoxicația cronică cu Pb apare la expunerea regulată la doze de Pb inițial acesta afectând sistemul hematopoietic, nervos, gastrointestinal și renal. La expunerea regulată a organismului la cantități mici de Pb apare anemia, neuropatia periferică, slăbiciunea, paraliziiile mușchilor și membrilor, afecțiuni renale ireversibile, dislexie, hiperactivitate, creștere întârziată și dezvoltare precară neurofiziologică la copii manifestat prin retard mintal (Needleman et al. 1979, Graham et al. 1981, Rossi et al. 1990, Cardenas et al. 1993; Avino et al. 2008) Needleman et al., 1990 arată că o plumbemie scăzută limitează dezvoltarea cognitivă a copiilor care persistă și în perioada de adult. Expunerea copiilor sub 6 ani la Pb mai ales în zonele cu industrie poluatoare se manifesta prin dezvoltare întârziată, afectarea capacității de concentrare și deficit de atenție, IQ scăzut, hiperactivitate, deteriorări celulare ale creierului (Baldwin și Marshall 1999). După Needleman et al., 2002 conținutul de Pb din oase se asociază cu agresivitate și delicvența juvenilă, iar Dietrich et al., 2001 observă corelație pozitivă dintre expunerea prenatală la Pb și comportamentul narcoman și delicvent la tineri.

Conform Reglementărilor Comisiei CR EU No. 2015/1005 conținutul admisibil de Pb din fructe și legume proaspete este de 0.10 mg/kg. Pb acumulat în organism este eliminat în proporție de 76% pe cale renală, restul prin secreția biliară și tract intestinal, timpul de înjumătățire fiind de 10 ani (Duruibe et al. 2007).

Toxicitatea Cd provenit din dieta alimentară

Vos et al., 1987 cataloghează Cd ca unul dintre cele mai periculoase elemente din mediu și hrană, inclusiv compușii săi fiind agenți carcinogeni umani dovediți în cancere de plămâni, tiroidă și prostată (IARC 2012). Conținutul acceptat de Cd în legume și fructe proaspete este de 0.05 mg/kg (CR-EU No 488/2014) în condițiile în care plaja de valori concentraționale al fructelor este între 1-50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Cd. Conform ATSDR, 2019 nivelul de Cd cu risc minimal ingerat oral cronic este de 0.00001mg/kg/zi. USEPA IRIS indică 0.001 mg/kg Cd/greutate corporală/zi. Conform JEFCA, 1993 și 2006 doza provizorie săptămânală tolerabilă pentru Cd este de 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ greutate corporală.

Majoritatea Cd din sol și plante are ca sursă aplicarea în agricultură a fertilizanților fosfatici, ape și nămoluri menajere și industria neferoasă, fiind un produs accesoriu la topirea minereurilor cu conținut de Zn și a reziduurilor obținute în urma rafinării electrolitice a Zn (Cook 1991, Shuai et al. 2022). 80-90% din emisiile cu conținut de Cd ajung în sol (Kuriakose și Prasad 2008). În industrie Cd este folosit ca stabilizator pentru mase plastice (PCV), în compoziția vopselelor și ca pigment. Ingestia accidentală de cca. 15 mg Cd/l determină greață, vomă, crampe abdominale, dureri de cap, diaree, putând instala starea de șoc. Carruthers și Smith, 1979 observă demineralizare osoasă gravă secundată de fracturi osoase la cel mai mic efort ca efect al acțiunii toxice a Cd. La muncitorii expuși ocupațional are loc creșterea incidenței cazurilor de cancer pulmonar și de prostată. (Kazantsis et al. 1988). Având perioada de înjumătățire biologică de 33 de ani, un timp de acumulare toată viața (mai ales la indivizii fumători) și rata de excreție lentă, riscul Cd asupra sănătății este major, superior Hg și Pb (Shuai et al. 2022). Avino et al., 2008; Bosh et al., 2016 asociază toxicitatea Cd cu alopecie, pierderea mirosului și gustului, hipertensiune, disfuncții cardiovasculare, reproducătoare. Acțiunea vătămătoare a Cd asupra sistemului nervos se manifestă prin dureri de cap, vertigo, disfuncții olfactive, neuropatie periferică, tulburări de echilibru și de concentrare, dificultăți în învățare (Kim et al. 2005, Monroe și Halvorsen 2006).

Scopul acestei cercetări este determinarea conținutului în metale grele (Pb, Cd, Cu și Zn) a diferitelor organe ale murului utilizate ca resursă sanogenă, meliferă sau nutraceutică dintr-una din cele mai poluate zone multidecenial din România. Valorile analitice obținute pot oferi informații despre calitatea nutrițională a murului ca hrană funcțională în dieta umană, dinamica poluării zonei Copșa Mică în contextul încetării activității majore a poluatorului principal cât și despre posibilitatea trecerii unor metale grele potențial toxice prin categoriile trofice intermediare (cervide, albine) cu destinația consumatorului final-omul.

Localizarea cercetărilor

Probele de material vegetal au fost recoltate din zona orașului Copșa Mică, România, afectat istoric de poluanții produși și eliberați în mediu în activitatea multidecenială a S.C. Carbosin S.A. producător de negru de fum și S.C. Sometra S.A profilată în special pe producerea de Pb și Zn electrolitic din concentrate miniere. S.C. Carbosin S.A a funcționat între anii 1935-1993, iar S.C. Sometra S.A și-a întrerupt temporar activitatea majoră începând cu perioada 26.01-31.03.2009. Eșantioanele de frunze, flori și fructe de mur, subiectul acestui studiu au fost prelevate în anii 2009-2010. Dispozitivul experimental a fost amplasat în jurul platformei industriale și cuprinde 8 suprafețe de probă identificate SP2-SP8 (Figura 20), în cercetări utilizându-se și o suprafață cu probă martor (identificată cu SP1) localizată în apropierea Municipiului Blaj, la 26 km de sursa de poluare punctiformă. Fiecare suprafață de probă a fost georeferențiată în sistemul *STEREO 70* și caracterizată în funcție de relația față de sursa poluatoare principală (coșul de emisie principală a noxelor, înalt de 250 m) astfel: SP2, SP9, SP7, SP12 sunt plasate în valea principală (indicată de cursul mijlociu a

răului Târnava Mare) și expunere tangențială față de masele de aer purtătoare de noxe poluante, SP4, SP15, SP8 localizate în valea principală, afectați frontal de poluanți și SP6 și SP8 localizate în văi secundare cu expunere frontală (o latură a SP8 aparține văii principale, iar cealaltă unei văi secundare, fiind afectat frontal de poluanți), (Goji 2012, Vlad et al. 2019).

Orografia terenului și microclimatul local influențează direcționarea, canalizarea și distribuția maselor de aer cu încărcătură poluantă având ca rezultat spațializarea specifică a poluării zonei (Goji 2012, Vlad et al. 2019).



Figura 20. Spațialitatea suprafețelor de probă din cadrul dispozitivului experimental-adaptare după Goji 2012, Vlad et al. 2019.

Colectarea materialului vegetal a fost realizat respectând normele stipulate de UNECE ICP-Forest (Ștefan et al. 2005). Au fost identificate și eșantionate în direcția punctelor cardinale cel puțin 5 tufe dominante de mur, rezultând 20-30 g de frunze și flori și 100-200 g de fructe coapte. Pentru a se evita pierderea de polen datorită condițiilor meteo sau a activității polenizatorilor au fost recoltate flori deschise de 2-3 zile. Frunzele au fost culese în a doua parte a sezonului de vegetație când acumulează cantitatea maximă de metale grele (Djingova și Kuleff 2000). Ilkay et al., 2008 observă schimbări minore de concentrație de Na, K, Mg și Zn în cursul coacerii fructelor de mur. Pe toată durata eșantionajului s-a avut în vedere evitarea contaminării probelor de material vegetal folosindu-se ustensile și tehnica de recoltare adecvate.

3.2 Material și metoda de cercetare

Eșantioanele recoltate nu au fost spălate înainte de uscare și măcinare pentru a exista condiții similare culegerii și consumului, produsele murului nefiind spălate înainte de ingerare de către om sau animale erbivore. (Beldeanu 2004, Hansen et al. 2017). Djingova și Kuleff (2000) arată că în studiile care urmăresc drumul unor elemente în lanțul trofic eșantioanele vegetale nu se spală. Matricea vegetală uscată la 60 °C a fost fin măcinată ulterior și supusă digestiei umede (Nujkic 2016, Steingraber et al. 2022, Moraes et al. 2021) în prezența unui amestec puternic oxidant HNO₃ 65%+ H₂O₂ 30% într-un digester cu microunde Berghof MVS-2 parcurgându-se 3 etape la temperaturile de 145, 180 și 100°C conform tabelului 12.

Tabel 12. Secvențele și condițiile digestiei umede

Pasul/Etapa	1	2	3
Temperatura (°C)	145	180	100
Putere (%)	75	90	40
Timp (min)	5	10	10

Digestia umedă apelează la acizi sau amestecuri de acizi puternic oxidanti (HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 , H_3PO_4 , HF , HCl), și se pretează unei matrice organice diverse, utilizează cantități mici de eșantioane însă presupune consum semnificativ de reactanți. Tinggi și Maher, 1986 arată că digestia cu HNO_3 dă rezultate bune pentru Cd, Pb și Zn. Adaosul de H_2O_2 crește puterea oxidantă a HNO_3 fiind foarte eficientă în determinarea Zn, Cu, Pb și Cd din probele alimentare (Pokorn et al. 1998). După Wenlock, et al., 1979 amestecul HNO_3 și H_2SO_4 nu este indicat pentru determinarea analitică a Pb însă se pretează pentru cuantificarea Cu, Fe, Zn și Mn. HClO_4 adăugat la amestecuri acide crește viteza de oxidare. Digestia cu microunde prin avantajul automatizării reduce timpul procesului cât și posibilitatea de contaminare a probelor cu elemente din exterior pentru că se lucrează cu vase închise.

După derularea programului presetat, soluțiile au fost răcite, filtrate prin filtru de 0.45 mm și transferate în baloane cotate de 25 ml, completate la semn cu apă ultrapură (obținută cu aparatul Millipore tip Direct Q 3 UV Smart) și omogenizate. La fiecare serie de determinări se consideră și o probă martor (numai cu reactivii folosiți), care a fost studiată ca și probele de analizat. Determinările analitice calitative și cantitative ale metalelor grele Pb, Cd, Cu și Zn au fost efectuate folosindu-se tehnica FAAS asigurată de spectrometrul de absorbție atomică ZEE nit 700. Procedul AAS poate determina 60 de elemente metalice într-o plajă generoasă de concentrații și tipuri variate de matrice organice. Considerentele tehnice ale determinărilor analitice utilizând FAAS sunt prezentate în tabelul 13.

Tabel 13. Parametrii caracteristici ai tehnicii FAAS

Element	Lungimea de undă(λ), nm	Lărgime fantă (nm)	Hollow catode lamp current (mA)	Background correction	Fuel flow (NL/h)	Flacără recomandată
Cd	228.8	1.2	3	Deuterium	50	Aer- C_2H_2
Cu	324.8	1.2	3	Deuterium	50	Aer- C_2H_2
Pb	283.3	1.2	3	Deuterium	65	Aer- C_2H_2
Zn	213.9	0.5	4	Deuterium	50	Aer- C_2H_2

Pentru asigurarea calității și a veridicității rezultatelor analitice s-au utilizat și probe de control, iar determinările au fost realizate triplicat. De asemenea, au fost calculate limitele de detecție (LOD), limitele de cuantificare (LOQ) prezentate în tabelul 14.

Tabel 14. Parametrii calitativi ai determinărilor analitice

Parametrul urmărit	Elementul analizat			
	Cd	Zn	Pb	Cu
Intervalul linear de lucru (mg/l)	0-1	0-1	0-1	0-3
LOD (mg/l)	0.012	0.013	0.083	0.036
LOQ (mg/l)	0.039	0.042	0.276	0.119

3.3 Rezultate și discuții

Stratificând valorile determinate analitic ale metalelor grele selectate în funcție de organul eșantionat se observă că fructele de mur acumulează cele mai scăzute cantități de metale. Excepție este reținerea Cu care la fructe a prezentat cea mai mare amplitudine de variație (Goji 2012, Vlad et al. 2019). După Rasheed, et al., 2017 conținutul de Zn în mure este de 0.8 mg, iar de Cu este de 0.2 mg. Prezentând un interval de coacere-bioacumulare limitat în cadrul fenofazelor plantei, fiind la adăpostul frunzișului des, viguros și bine reprezentat, fructele acumulează cantități mai mici de metale grele studiate decât frunzele. Frunzele conțin de 4.5 ori mai mult Pb decât fructele datorită și conformației limbului foliar care poate intercepta cantități însemnate din depunerile atmosferice poluante cu conținut de metale grele potențial toxice. Gasser et al., 2009 prezintă valori minime-maxime ale concentrațiilor de Cd și Pb în frunzele de mur astfel: <0.07-0.32 mg/kg Cd și <0.4-2.8 mg/kg Pb. Reminiscența frunzelor pe tulpini și în sezonul autumnal-hiemal sporește capacitatea de captare a poluanților. Această constatare este în concordanță cu aprecierile lui Hoffman et al., 2003 care arată valori de Pb și Cd acumulate de 10 ori mai mari în organele hirsute față de cele glabre. Moraes et al., 2021 arată că în soiul *Guarani* predomină micromineralul Cu și Zn și 20 g de fructe de mur din acest soi pot asigura doza zilnică de referință pentru Cu al organismului. Alte soiuri de mure bogate în Cu sunt: *BRS Xingu* și *Tupy*. Pereira et al., 2013; Moraes et al., 2021 arată că prezența sau absența spinilor influențează absorbția micromineralilor și dislocarea lor către fructe.

Florile de mur acumulează de 3 ori mai mult Cd și de 3.8 ori Zn decât fructele (Goji 2012, Vlad et al. 2019). Conform lui Krzepilko et al, 2021 mugurii foliari conțin mai mult Zn decât frunzele sau fructele de mur, însă concentrația de Cu din frunze excede de 2 ori concentrația din mugurii foliari. Autorul concluzionează că mugurii foliari comestibili pot aduce în dietă cantitativ o paletă de minerale (mai ales Fe și Zn) pe lângă conținutul de fibre, aspect esențial în dietele vegane. Conținut de Cu al florilor este de 2.2 ori mai mare decât a frunzelor și datorită capacității bioconcentratoare a polenului. Se poate concluziona că prin consumul de 100g de mure proaspătă cu umiditatea medie de 91.4% în organismul consumatorului ajung 8.51 mg de Pb, 0.74 mg de Cd, 19.64 mg Zn și 5.71 mg Cu (Vlad et al. 2019).

Prin compararea celor doi ani de eșantionaj nu se observă diferențe semnificative în acumularea metalelor cercetate, ceea ce denotă persistența poluării istorice și o puternică sechestrare a poluanților în organele murului (mai ales în tulpină) chiar dacă în anul doi de eșantionaj cantitatea de precipitații a fost superioară primului an conform datelor furnizate de Agenția Națională de Meteorologie.

În urma comparării valorilor analitice determinate pentru metalele grele studiate cu limitele din produsele medicinale naturale din plante propuse de O.M.S (WHO 2007) se observă că frecvența relativă a depășirii concentrațiilor limită la Pb este de 70.5%; la Cd de 100%, iar la Cu de 83.3% (Goji 2012, Vlad et al. 2019).

Numeroase studii abordează concentrarea unor metale grele în diferite organe ale murului în condiții de poluare și presiune antropogenă ridicată. Astfel, Micu et al., 2016 determină în frunzele de mur recoltate de pe haldele de steril miniere de la Moldova Nouă, România concentrații de 12 mg/kg Cu, 0.03 mg/kg Cd și 19 mg/kg Pb.

Tendența concentrațiilor unor metale grele (mg/kg s.u.) din organele murului sălbatic colectat din regiunea Lori (păduri din regiunea Pambac) poluată antropogenic după Yedoyan și Yedoyan, 2012 este pentru fructe, frunze și lăstari: Zn>Cu>Pb, iar pentru rădăcina de mur: Cu>Zn>Pb. Von Hoffen și Säumel, 2014 dozează în fructele spălate de mur în cartierele interne urbane ale orașului Berlin limite de Cd între 0.045-0.1804 mg/kg și între 0.0045-1.4381 mg/kg Pb. Autorii sesizează faptul că murul acumulează mai mult Cd decât alte tipuri de fructe (nuci, poame sau sămburoase). Vollmannova et al. 2015 cuantifică în probele de

fructe proaspete și de frunze uscate de mur recoltate din regiunea Middle Spis (Slovacia) afectată decenial de poluare acidă și cu metale grele, intervale de valori în frunze între 0.30-1.19 mg/kg Pb, 0.18-0.42mg/kg Cd, 5.50-6.50mg/kg Cu și 16.10-30.70 mg/kg Zn. Conținutul de metale grele în fructele proaspete a fost de 0.03 mg/kg Pb, și între 0.03-0.05mg/kg Cd, 0.48-0.99 mg/kg Cu și 2.08-3.13mg/kg Zn. Într-un studiu mai amplu incluzând variate specii vegetale și animale Teofilova et al., 2010 determină în zona topitoriei de Cu lângă orașul Pirdop (Bulgaria) concentrații de 62.50 mg/kg Cu, 80.00 mg/kg Zn, 8.50 mg/kg Pb și 275 mg/kg Cd în fructe de mur. Steingraber et al., 2022 studiază cantitatea de Pb și Zn acumulat de organele murului pe cale radiculară (probe spălate) din zone poluate sau apropiate de zona poluată și determină în rădăcină între 1.9-201.6 mg/kg Pb și între 34.9-838.7 mg/kg în zona inundabilă, și concentrații între 0.6-3.7 mg/kg Pb și între 7.2-33.4 mg/kg Zn în afara zonei inundabile. În cazul frunzelor concentrația maximă de Pb este de 1.4 mg/kg, iar de Zn între 33.5-82.3 mg/kg în zona inundabilă și conținut maxim de Pb de 0.6 mg/kg, iar de Zn între 23.6-42.3 mg/kg în afara zonei inundate. Koczka et al., 2018 determină la soiul de mur *Thornfree* conținut de Cu mult mai scăzut decât Konieczynski și Wesolowski, 2012 și Nujkic, 2016 cu eșantionaj din zonă poluată, elemente ca Pb și Cd fiind prezente eventual în concentrații sub limita de detecție a aparatului analitic folosit. Aceiași autori comparând murul sălbatic cu cel cultivat (recoltate din aceeași locație cu condiții de biotop similare) determină conținut de Zn în soiul cultivat mai mare decât la murul sălbatic și de Cu mai mare la murul sălbatic decât la soiul cultivat *Thornfree*.

Compararea și raportarea valorilor analitice determinate ale metalelor grele ale acestui studiu cu cele determinate și raportate de alte cercetări este adesea anevoioasă, chiar inoportună și neadecvată mai ales datorită diferențelor metodologiilor de recoltare folosite și a condiției (spălat-nespălat) eșantioanelor care au intrat în lanțul analitic al determinărilor (Goji 2012, Vlad et al. 2019).

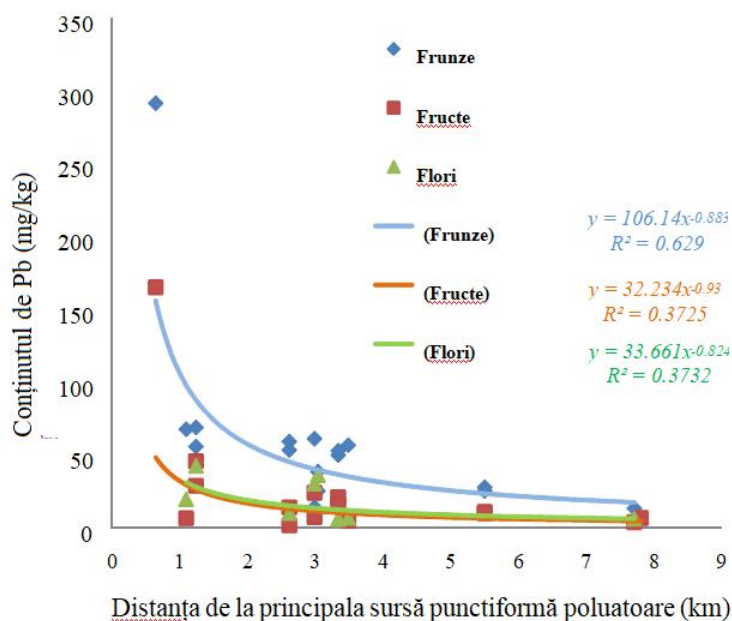


Figura 21. Tendința descrescătoare a acumularii de Pb în organele murului față de poluatorul principal al zonei Copșa Mică

Aplicarea testului nonparametric Kruskal-Wallis din cauza distribuției neuniforme a dependentelor variabile arată că dintre metalele grele cercetate, doar acumularea Pb este sensibilă în raport cu suprafețele de probă, diminuându-se odată cu creșterea distanței față de

sursa poluatoare punctiformă majoră de pe platforma industrială Copșa Mică ($p=0.005$) așa cum este prezentată în figura 21 (adaptată după Vlad et al. 2019).

Majoritatea Pb se acumulează în prima treaptă de altitudine ($p=0.01$) (Vlad et al. 2019). Se observă faptul că acumularea Zn și Cu nu depinde de suprafața de probă. Concentrația Cd este în funcție de expunerea SP față de fronturile de aer purtătoare de poluanți ($p=0.01$) (Vlad et al. 2019). Diferența dintre anii de eșantionaj (2009-2010) nu este semnificativă din punct de vedere statistic (Vlad et al. 2019). Concentrațiile de valori analitice ale Pb în organele de mur eșantionate în acest studiu (1.67-291.39 mg/kg s.u.) afectează valoarea sanogenă și nutraceutică și declasifică murul din zona studiată din categoria plantelor sălbatice sigure pentru consum în cantități semnificative timp îndelungat (Goji 2012, Vlad et al. 2019).

3.4 Concluzii

Murul sălbatic este o resursă forestieră valoroasă întrunind toate premisele hranei funcționale (ca parte a alimentației sănătoase datorită conținutului de nutrienți și fibre oferind totodată și valență sanogenă cu rol în menținerea sănătății prin aportul de antioxidanți și în prevenirea sau tratarea unor afecțiuni). Murul provenit din fondul forestier este o variantă ieftină care poate completa consumul de fructe din alimentație (de multe ori de calitate și proveniență îndoielnică din comerț) nefiind fortificat artificial sau manipulat genetic pentru exprimarea superioară a proprietăților sale benefice. Cu toate acestea poluarea agresivă a mediului poate minimiza valoarea ridicată a murului prin acumularea în diferite organe a unor poluanți metalici potențial toxici Pb, Cd, Zn și Cu. Poluarea istorică din zona Copșa Mică și-a pus amprenta nefastă asupra murului care în 71% din cazuri acumulează Pb cu până la 29 de ori limita maximă recomandată de forul legiuitor OMS. Cd acumulat depășește în toate cazurile chiar și de 15 ori pragul maxim. În 83% din cazuri, Cu excede limita maximă admisă până la 39 ori. Factorii care influențează procesul de acumulare sunt distanța față de poluatorul principal (cazul Pb a cărui conținut scade odată cu distanța) și caracteristicile morfo-anatomice ale organelor de mur eșantionate (cazul frunzelor de mur). Factor favorizant în dispersia poluanților este și orografia terenului (mai ales lunca Târnavei Mari) și microclimatul regiunii. Studiul calității murului din zona Copșa Mică trebuie secundată de evaluarea disponibilității spre consum în contextul socio-economico-educational caracteristic zonei în care mai ales segmentul juvenil populațional poate utiliza direct chiar din mijlocul naturii această resursă forestieră.

Capitol 4. Calitatea mierii din orașul Copșa Mică și localitățile învecinate prin prisma poluării multideceniale

4.1 Introducere

Mierea este un aliment funcțional cu proprietăți nutriționale și terapeutice. Din miere au fost izolate și caracterizate cca. 600 de compuși (Przybylski și Bonnet 2021). Valența nutrițională-energetică se fundamentează pe conținutul în zaharuri simple, invertite în glucoză și fructoză surse imediate de energie pentru organism (100 g miere eliberează 300 kcal) (Odoh et al. 2015; Baglio 2018). Scene privind recoltarea și producția de miere engravate în litografiile mezolitice au fost descoperite în India, Africa, Spania și Egipt și sunt datate între 2400-600 î. Hr (Buchmann și Reppier 2005; Roffet-Salque et al. 2015). Din papyrusurile egiptene și tăblițele de lut sumeriene datate 1900-1250 î. Hr. reiese că mierea a fost prescrisă în 30% din cazurile de boală. Vechii egipteni foloseau mierea pentru a îmbălsăma mumiile, iar atleții Greciei antice consumau înaintea probelor sportive sirop cu miere pentru creșterea performanțelor atletice (Chepulis 2008). Hipocrate (460-357 î. Hr.) prescria mierea pentru tratarea rănilor și a gastritei (Kujawski și Namiesnik 2008), iar hindușii în cazul problemelor pulmonare și gastrice. După Bilsel et al., 2002 mierea este benefică în tratarea ulcerului diabetic, a rănilor externe, alergiilor, faringe inflamată, tuse, favorizează refacerea țesuturilor, manifestând proprietăți antimicrobiene evidente datorate acidității și osmolarității ridicate (Dumronglert 1983; White Jr. et al. 1963; Wang et al. 2021b). Math și Balasubramaniam, 2001 arată că datorită vâscozității ridicate conferite de zaharurile concentrate mierea poate preveni refluxul gastro-esofagian. Sanz și Polemis, 2005 observă activitatea probiotică a mierii cu influențe favorabile asupra populațiilor de *Bifidobacteria* și *Lactobacillus*. Dacă mierea este încălzită sau expusă la soare își pierde potențialul antibacterian maxim (Dustmann 1979). Carter et al., 2010 documentează eficiența mierii împotriva patogenilor inclusiv cei rezistenți la antibiotice. Rezultatele studiilor din 477 probe de miere din Australia au arătat că 17% prezintă activitate totală ridicată, 40% au beneficii terapeutice evidente, 3% activitate antipatogenă redusă, iar 40% sunt fără activitate antibacteriană detectabilă. Mierea manifestă proprietăți anticancer (Kuduva et al. 2020), având efecte apoptotice dovedite în cazul cancerului de colon (Jaganathan și Mandal 2009). Mierea poate preveni oxidarea alimentelor (a lipidelor din carne, brunificarea fructelor și vegetalelor), tradițional fiind utilizat ca și conservant (Pyrzynska și Biesaga 2009). Al Naggar et al., 2021 și Lima et al., 2021 demonstrează potențialul benefic al consumului de miere în timpul pandemiei cauzate de virusul SARS-COV 2. Consumul de miere este benefic chiar și în cazul diabeticii favorizând o glicemie inferioară celei determinate de ingerarea de sucroză (Shambaugh et al. 1990). Cu toate acestea Samarghandian et al., 2017 propune ca mierea trebuie să fie considerată mai mult aliment decât medicament.

În unele țări producția de miere aduce beneficii sociale și economice mai ales în cadrul comunităților rurale (Bodescu et al. 2009). Isopescu et al., 2017, Pocol et al., 2017 arată că în România mierea nu este componentă a dietei generale, fiind mai degrabă un indiciu de bunăstare socială. Pe plan mondial România este țara exportatoare prezentând o piață în dezvoltare, însă perspectiva cuceririi unor piețe noi sau consolidarea piețelor existente necesită introducerea unor standarde de certificare și de calitate ridicate încă de la nivelul producătorilor-crescătorilor de albine. Conform Comisiei Europene (EC, 2017) România se află printre țările producătoare de miere alături de Spania, Ungaria, Germania, Italia, Grecia, Franța și Polonia, țări cu climat favorabil apiculturii. Statistica arată că în 2015 România a produs 35000 tone miere, între 2014-2016 fiind în evidențe 43200 apicultori și 2472000 de stupi. Numărul apicultorilor este în descreștere, statistica UE înregistrând un număr de 22930 de apicultori între anii 2017-2019. Roman A, 1997 arată că piața de desfacere a mierii

necesită standarde calitative tot mai înalte, preconizându-se o ofertă de miere fără alte reziduri anexe și fără încărcătură de poluanți metalici potențial toxici. Isopescu et al., 2017 citând statistica MADR și Eurostat arată că din mierea produsă în perioada 2006-2015 dominanța mierii poliflore era între 30.5% în 2012 la 87.5% în 2006. Furnizori importanți de miere organică sunt România, Bulgaria, Italia și Spania. Pocol., 2011 arată că în UE doar România, Ungaria și Spania pot acoperi în totalitate consumul intern cu miere proprie.

Defrișările adesea abuzive, fără fundament ecologic, încălzirea atmosferei și schimbările climatice asociate, practicarea unei agriculturi nesustenabile în multe zone de pe Glob, industrializarea, urbanizarea, lipsa diversificării culturilor au impact negativ reducând treptat aria de activitate a albinelor inducând implicit stres nutrițional cu efect negativ asupra coloniilor (Louveaux et al. 1996; Carre et al. 2009; Dalio 2022). Datorită creșterii gradului de antropizare a ecosistemelor implicit și a gradului de poluare calitatea mierii este o problemă evidentă și stringentă care privește producătorii, procesatorii dacă este cazul, și mai ales consumatorii care consumă miere direct de la producători. Ca rezultat al interrelației dintre poluarea mediului și hrană, mierea și produsele apicole sunt necesar a fi monitorizate atent și testate calitativ pentru a se elimina chiar și suspiciuni de contaminare mai ales într-o zonă poluată istoric de un poluator punctiform cum este orașul Copșa Mică și vecinătățile sale.

Principalele elemente minerale din compoziția mierii sunt: K, Ca, Na, P, Al, Ag, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Si, Sn, Pb, Zn (Madejczyk și Baralkiewicz 2008; da Silva et al. 2016), ponderea fracțiunii minerale fiind scăzută (între 0.1-0.2%), cca. 0.02-1.03g metale/100g miere (Di Bella et al. 2015). Ca, Mg, K, P, se găsesc în cantități însemnate (Alqarni et al. 2014) iar Fe, Cu, Zn, Co, Si, S, Mn, F, Mo, Cr, sunt în concentrații reduse. Conținutul mineral este o componentă indispensabilă pentru evaluarea valorii nutriționale a mierii (Lachmann et al. 2007, Almeida-Silva et al. 2011). Albinele colectează poluanți din mediu printre care substanțe radioactive, metale grele, compuși anorganici, fiind indicatori ai poluării locale. Przybyłowski și Wilenzyńska, 2001, Tuzen și Soylak, 2005; Pisani et al., 2008 arată că sursele antropogene au un rol determinant în contaminarea mierii. Concentrații ridicate de poluanți metalici sunt asociate cu zone poluate industrial sau cu poluarea consecință a traficului rutier (Bratu și Georgescu. 2005). de Abreu Franchini et. al., 2007 sugerează că nivelele de Pb, Cu, Cr, Zn, Fe și Cd în probele de miere pot indica gradul de contaminare a mediului, originea geografică a acestuia, mierea fiind pretabilă pentru bioindicarea contaminării mediului (Podgorski și Kanoniuk 2004; Formicki et al. 2013). Crane, 1984 concluzionează că nivelul de metale grele din miere ar putea indica concentrația acestora în mediul din jurul stupului. David, 1990; Solyman et al., 2016 arată că în miere se pot acumula și elemente ca Pb, Cr, I, Li, Sn, Mo, Co, Hg, Sb, Ni, Cd. Elementele în urme și ultra-urme Cd, Cu, Co, Ni și Pb se găsesc în miere sub 10 μg/g. Dacă aceste elemente sunt nedetectabile înseamnă că mierea nu a fost contaminată în cursul proceselor de stocare, transport și procesare (Antonescu și Mateescu 2001, Baroni et al. 2009). Factori poluanți sunt atât particulele materiale cu conținut de metale grele depozitate pe flori cât și apa contaminată necesară procesului producerii mierii. Porrini et al., 2002 observă că poluarea istorică a mediului determină o internalizare mai pronunțată a poluanților în corpul albinelor vectori de transfer în stup. Detectarea Pb, Cd și Cr în miere oglindește prezența acestor metale în mediu (Singh 2014). Bohacenko et al, 1994 observă legătura dintre Pb din miere și poluarea mediului. Pe lângă metale grele potențial toxice White Jr., și Doner, 1980, Pita-Calvo et al., 2017 avertizează că mierea poate fi adulterată și suplimentată cu carbohidrați exogeni cel mai adesea prin adaos de zaharoză ieftină de calitate îndoielnică. Culoarea specifică a mierii este dată și de prezența mineralelor, astfel o miere de culoare pal-deschisă conține mai puține elemente ca Al, Ca, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Zn, decât mierea închisă la culoare (Vorlova și Celekoska 2002). Matei et al., 2004 arată că elementele

prezente în miere sunt în funcție de compoziția solului în care cresc plantele. Mierea de mană (0.6-2%) este superioară mierii florale în privința conținutului de minerale (0.1-0.5%) (Mutlu et al. 2017). Metale potențial toxice (Pb, Hg, Cd) apar în miere în concentrații mai mici decât alte metale grele însă sunt intens studiate. Compoziția polifloră a mierii favorizează acumularea unor concentrații diferite de poluanți din sistemul solului, din nectarul mai multor specii de plante sau de pe depunerile de particule materiale de pe organele plantelor cu care albinele vin în contact. Roman et al. 2011, Sadeghi et al. 2012 observă rolul concentrator de poluanți metalici ale albinelor în produsele apicole. Corpul hirsut al albinelor favorizează reținerea și introducerea particulelor atmosferice cu conținut de metale grele în stup. (Morse și Lisk 1980, Porrini et al. 2003). Stihl et al., 2016 arată că nivelul de Cu din miere este legat de activitatea albinelor, conținutul din nectarul florilor, iar încărcătura de Zn și Pb este rezultatul poluării aerului și solului.

Albinele sunt detectori ai poluării mediului manifestând mortalitate în prezența unor substanțe agresoare din mediu (insecticide, pesticide) sau prin acumularea de substanțe potențial toxice în producția stupului (Porrini et al. 2002). Prin vizitarea mai multor flori albinele concentrează poluanți metalici din mediu cu acțiune potențial vătămătoare asupra sănătății umane. Zborul albinelor, după Celli și Porrini, 1991 acoperă o arie de cca 50 km², fiind în contact direct cu metalele grele căzute pe plante prin depunere uscată, mierea și celelalte produse apicole fiind un bun indicator al gradului de contaminare a mediului (Tong et al. 1975, Yilmaz și Yavuz 1999, Sanna et al. 2000, Conti și Botre 2001, Podgorski și Kanoniuk 2004, Bogdanov 2006, Fredes și Montenegro 2006, Achudume și Nwafor 2010, El-Aab și Al-Amrony 2009).

Metalele grele persistă și se biomagnifică în lanțurile trofice, la concentrații peste limitele maxime admisibile pot amenința optima funcționare a metabolismului organismului receptor (Mejias și Garrido 2017). Principalele surse de metale grele din miere sunt industria și agricultura. Contaminarea mierii și a altor produse apicole se poate datora mediului, dar și procesului de depozitare, manipulare sau procesare. Roman, 1997 constată că într-un mediu poluat mierea produsă este contaminată. Substanțele toxice provenite din arderea distilatorilor de petrol în fumigația albinelor se pot regăsi în miere (Porrini et al. 2003). Zhou et al., 2018 identifică în corpul albinelor lucrătoare vii între 250-290 μg/kg Pb și între 39000-54000 μg/kg Zn, iar în corpul albinelor lucrătoare moarte 3100 μg/kg Pb și 41000-150000 μg/kg Zn în zona metropolitană a orașului Sydney și în Broken Hill, Australia. Jablonski et al., 1995 Bogdanov, 2006 detectează în corpul albinelor cantități de metale grele mai scăzute decât în miere datorită capacității de filtrare a sistemului gastrointestinal al albinei lucrătoare care reține o parte din metalele grele din nectar. Cercetările lui Mochanin et al., 2021 arată că albinele evită consumul de hrană cu concentrații experimentale foarte mari de metale grele chiar dacă nu au alte alternative de hrană. Maiyo et al., 2014 observă că albinele consumă siropul de zahăr cu adaos experimental de săruri de Zn, Pb și As (PbCl₂; PbC₄H₆O₄ *3H₂O; ZnCl₂; ZnC₄H₆O₄; NaAsO₂) în concentrații similare cu cele din nectar. Mochanin et al., 2021 concluzionează faptul că în condiții naturale albinele nu fac diferența dintre substanțe esențiale sau toxice. Chicas-Mosier et al., 2017, Sivakoff și Gardiner, 2017 arată că albinele vizitează nediscriminator florile contaminate cu metale grele. În urma cercetărilor Satta et al., 2012; Saunier et al., 2013; Conti et al., 2018, concluzionează că mierea nu este un biomonitor de încredere a contaminării mediului pentru unele elemente toxice. Morgano et al., 2010, Perugini et al., 2011 consideră mierea un detector al contaminării temporale și spațiale cu Pb. Satta et al. 2012 determină în mierea dintr-o zonă minieră dezafectată cantități de metale grele mai mari decât valorile standard pentru miere însă sub pragul de toxicitate precizat de literatura de specialitate în urma corelării datelor analitice ale conținutului de metale grele din miere cu datele din sol autorii sugerează oportunitatea utilizării albinelor pentru indicarea poluării mediului din zonele miniere, părere împărtășită și de Giglio, et al.,

2016; Mwalea și Mbewea, 2017. Amenajarea stupinei în apropierea unor surse poluatoare punctiforme sau difuze cât și folosirea de agrochimicale, fertilizatori cu conținut de metale grele, utilizarea fumigației pe bază de motorină, determină contaminarea mierii și a produselor apicole și transferul în stup a poluanților. (Morse și Lisk 1980, Achudume și Nwafor 2010, Montenegro și Mejías 2013, Aghamirlou et al. 2015). Creșterea distanței stupilor față de sursa poluatoare influențează negativ încorporarea poluanților în miere (Stankovska et al. 2008).

Conținuturi ridicate de metale grele în dieta zilnică reprezintă risc pentru sănătatea consumatorilor, chiar dacă unele dintre ele sunt micronutrienți esențiali pentru metabolism (Morse și Lisk 1980), contaminarea mierii fiind în principal pe calea: sol-rădăcinile plantelor-nectar (Pohl 2009). Șireli et al., 2015 cuantifică nivele tolerabile de metale grele, iar Naccari et al., 2014 propune ca mierea produsă în condiții prietenoase cu mediul poate fi utilizată fără nici-un fel de risc de către copii, vârstnici și bolnavi. Metalele grele potențial toxice penetrează facil plasmalemele și favorizează denaturări proteice sanguine sau în mucoase, blochează procese biochimice intracelulare, și manifestă caracter mutagen și carcinogen (Singh et al. 2014). Consumul zilnic de miere contaminat cu metale grele potențial toxice contribuie la creșterea aportului zilnic al acestor elemente (Șereviciene et al. 2022).

Potențialul toxic al Pb, Cd, Cu și Zn din dieta umană

Acumularea Pb în mediu se datorează în special activităților miniere, topirea minereurilor, producției și prelucrării metalelor, industriei de acumulatori, fiind un metal neesențial care nu are nici un rol fiziologic cunoscut până în prezent în metabolismul plantelor sau animalelor (Kabata-Pendias 2010). Expunerea la acest metal toxic apare prin contactul cu solul, aerul, apa și alimentele contaminate (Kabata-Pendias și Mukherjee 2007), în timp determină anemie, efecte neurologice, nefropatie, disfuncție tubulară renală precum și afectarea funcției reproducătoare la ambele sexe (HPA 2006).

Nivele ridicate de Cd au fost detectate în agroecosisteme datorită utilizării fertilizanților minerali și a pesticidelor (Roman et al. 2007). Indiferent de sursa emitentă în ecosistem, atât Pb cât și Cd sunt metale care contaminează produsele apicole (Bogdanov 2006). Intoxicația acută cu Cd determină inițial iritarea stomacului, vomă și diaree fiind hepato, nefro, osteo și imunotoxic (Honda et al. 2010, Yang et al. 2007b). Cantități periculoase acumulate cronic din alimente și apă determină disfuncții și blocaj renal, Cd fiind oficial catalogat ca și agent teratogen și cancerigen (Abera 2014).

Zincul este esențial pentru creștere, dezvoltare și replicarea ADN-ului. Doze însemnate de Zn ingerate determină crampe stomacale, amețeli, vomă, diaree, febră, letargie, disfuncții pancreatice, scăderea HDL. (Ogabiela et al. 2011, Abera 2014). Cu toate că este un element esențial, acumulat excesiv datorită aportului antropogen poate fi neurotoxic în funcție de timpul de expunere și de concentrație (Zhu et al. 2012). Conform Codex Alimentarius, 2001 limita maximă admisă a Zn în mierea multiflorală este de 0.5 mg/kg. Depozitarea improprie în containere și ustensile galvanizate poate contamina mierea cu Zn exogen (Darmati et al. 1985; Al Waili et al. 2012).

Cuprul este un microelement esențial cu profil catalitic, fiind cofactor în numeroase enzime de importanță vitală pentru metabolismul celulei. Particulele materiale cu conținut de Cu rezultate în urma topirii și procesării minereurilor sunt eliminate în mediu și se depun în zonele din apropierea sursei poluante sau pot contamina mediul la distanțe foarte mari (Candelone et al. 1995). După Goyer, 1986; ATSDR, 2003 expunerea cronică la doze mari de Cu determină vătămări renale, hepatice, anemie, imunotoxicitate fiind implicat în apariția bolii Wilson. Consumul prelungit de miere cu conținut de Cu și Fe determină tulburări

gastro-intestinale (Salem 1982). Conform Codex Alimentarius, 2001 limita maximă admisă a Cu în mierea multiflorală este de 5 $\mu\text{g/g}$. Contribuția mierii la necesarul zilnic recomandat de Cu și Zn este redusă (0.01-0.05 %), (Meo et al. 2017).

Scopul acestei cercetări este cuantificarea încărcării cu metale grele potențial toxice Pb, Cd, Cu și Zn și determinarea acidității mierii poliflore provenită direct de la apicultori locali în perioada iulie-august 2009 din orașul Copșa Mică și patru localități învecinate afectate istoric de poluare. Zona eșantionajului a fost sub influența nefastă de peste 60 de ani a siderurgiei neferoase de pe platforma industrială a orașului Copșa Mică. Anul recoltării probelor coincide cu anul în care principalul poluator punctiform al zonei S.C. Sometra S.A și-a încetat activitatea majoră. Rezultatele obținute au fost comparate cu cele din literatura de specialitate, mai ales din cercetări care au vizat zone poluate. Compararea cu valori maxime admise legiferaute autohton sau internațional oferă informații prompte despre calitatea mierii prin prisma consumului uman, mai ales la copii care reprezintă un grup vulnerabil. Valorile analitice obținute pot oferi informații despre calitatea mediului în care albinele își desfășoară activitatea și a influenței unor factori orografici și de microclimat locali asupra remanescenței și dinamicii regionale a poluării.

4.2 Material și metodă

Eșantioanele de miere polifloră au fost colectate în iulie-august, 2009 de la doi producători locali din Micăsasa, și câte unul din orașul Copșa Mică și localitățile Târnavă, Valea Viilor și Șeica Mică direct din rezervele unor producători particulari locali care dețin un număr variabil de stupi. Amplasarea, georeferențierea și caracteristicile zonei de proveniență a probelor de miere sunt prezentate în tabelul 15 și figura 22.

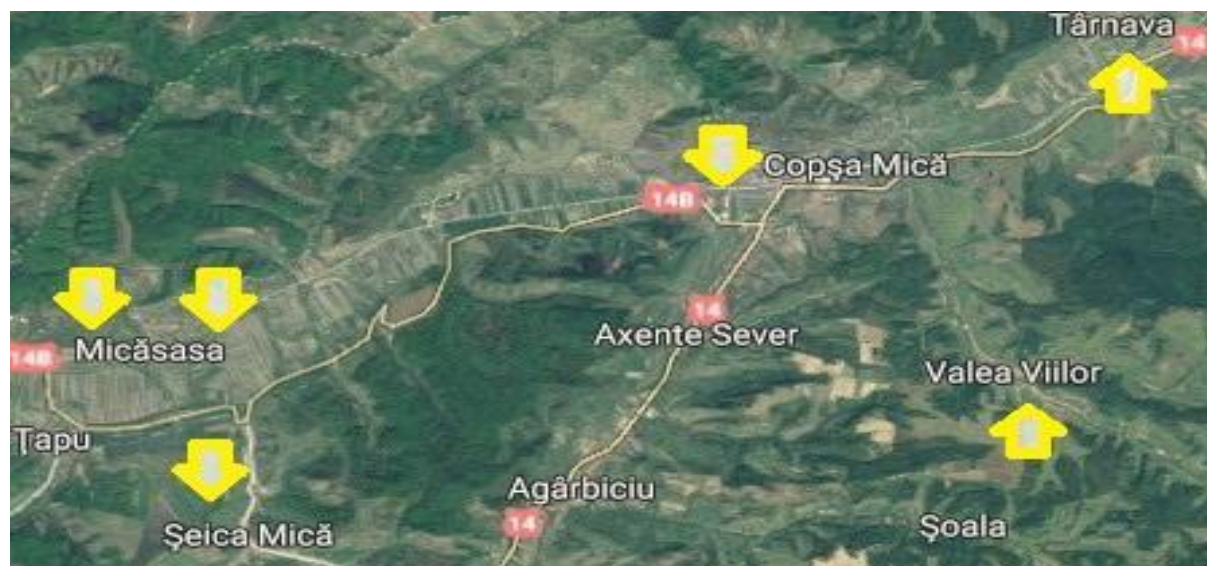


Figura 22. Amplasarea dispozitivului experimental de eșantionaj.

Tabel 15. Caracterizarea zonelor de eșantionaj

	Georeferențierea zonelor de eșantionaj	Raportul zonei de eșantionaj cu frontul de aer purtător de poluanți	Distanța față de poluatorul principal al zonei (km)
1.	46°03'27.97" N, 24°04'28.43" E, 312 m	Vale secundară care canalizează circulația maselor de aer cu încărcătura poluantă din valea principală.	9.90
2.	46°05'10.60" N, 24°05'29.97" E, 283 m	Zonă expusă frontal față de sursa poluatoare	10.54
3.	46°05'24.03" N, 24°06'52.86" E, 280 m	Zonă expusă frontal față de sursa poluatoare	8.72
4.	46°08'17.88" N, 24°17'26.16" E, 287 m	Zonă expusă frontal față de sursa poluatoare	5.91
5.	46°05'03.91" N, 24°16'30.08" E, 340 m	Vale secundară care canalizează circulația maselor de aer cu încărcătura poluantă din valea principală.	5.49
6.	46°06'23.92" N, 24°13'27.14" E, 310 m	Zonă expusă frontal față de sursa poluatoare	1.12

Eșantioanele au fost trecute în cutii de plastic închise ermetic și depozitate până în momentul determinărilor analitice într-un spațiu răcoros și întunecat la temperaturi între 4-5⁰ C.

Premergător determinărilor analitice probele de miere polifloră fără granulații vizibile au fost omogenizate iar cele care prezentau zahăr cristalizat (4 probe) au fost încălzite la 65°C în baie de apă timp de 30 minute pentru omogenizarea și solubilizarea cristalelor. 1g miere omogenizată a fost dizolvată în 100 ml apă ultra pură deionizată încălzită. Soluțiile astfel obținute au fost supuse mineralizării umede, utilizându-se ca și agent oxidant 0.5 ml HNO₃ concentrat analitic pur (65% v/v) (Merck, Darmstadt, Germania), și cuptorul de digestie cu microunde Top Wave Analytic Jena AG (Germania) echipat cu 24 de vase de digestie din politetrafluoretilenă (TFM-PTFE). Acest aparat suportă temperaturi de până la 230 °C și maxim 100 bari (1450 psi). Etapele de mineralizare au fost stabilite la temperaturile 145, 170, 190 și 100 °C. Șarjele de miere au fost mineralizate triplicat utilizându-se și o probă oarbă.

Înainte de mineralizare vasele au fost curățate cu 50 ml HNO₃. Pentru evitarea eventualei contaminări cu Pb, Zn, Cu, Cd, sticlăria folosită a fost lăsată peste noapte într-o soluție de HNO₃ 10%, iar înainte de folosire a fost clătită cu apă purificată. Extractul a fost filtrat și adus la volum cu apa deionizată. Pentru analiza cantitativă a conținutului de metale grele de Pb, Cd, Zn și Cu din extractele obținute s-a apelat la metoda spectrometriei de absorbție atomică AAS și din cauza faptului că mierea recoltată provine dintr-un mediu cu încărcătură semnificativă de poluanți metalici (Bogdanov et al. 1999, Conti 2000; Antonescu și Mateescu 2001, Vorlova și Celechovska 2002, Ajtony et al. 2007; Lambert et al. 2012). În literatura de specialitate Mejías și Garrido, 2017 arată că nu este nici o metodă unică omologată pentru determinarea concentrației de metale grele în miere.

Spectrometrul utilizat este AA-6300 Shimadzu echipat cu lămpi catodice specifice metalului analizat, cuptor de grafit și lampa cu deuteriu (D2) pentru corecție (BGC-D2).

Parametrii instrumentali au fost optimizați în concordanță cu recomandările producătorului. (Tabel 16 și Tabel 17). Pentru o mai bună acuratețe a determinărilor analitice a fost folosită tehnica de atomizare în cuptor de grafit (GFAAS) pentru metalele grele neesențiale Pb și Cd (Santos et al. 2002) și în flacără (FAAS) pentru microelementele Zn și Cu (Tuzen et al. 2007). Lambert et al., 2012, Pohl și Sergiel, 2012 arată că pentru determinarea unor elemente anorganice din miere se recomandă metoda AAS. Probele au fost analizate triplicat rezultând valori medii de concentrație. Pentru determinarea în FAAS a Zn și Cu s-a utilizat flacăra aer-C₂H₂ (puritate C₂H₂ 98%, rata de alimentare 1.8-2.0 L/min și cap-arzător de 10 cm, caracteristicile tehnicii fiind cuprinse în tabelul 16.

Tabel 16. Parametrii specifici determinării Zn și Cu prin tehnica FAAS

Elementul determinat	Tipul flăcării	Fluxul amestecului (L/min)	Curentul lămpii (mA)	Lungimea de undă (λ), nm	Lărgimea fantei (nm)	Fluxul de aer (L/min)
Zn	Aer-acetilenă (C ₂ H ₂)	2.00	3	213.9	0.7	17.00
Cu	Aer-acetilenă (C ₂ H ₂)	2.00	3	324.8	0.7	17.00

Pentru determinările GFAAS a fost utilizat argonul (Ar) 250mL/min. Pentru obținerea standardelor de lucru s-a optat pentru soluții Merck (1000 mgL/1) de Pb, Cd, Zn și Cu (AOAC 2006). Setările necesare tehnicii GFAAS sunt prezentate în tabelul 17.

Tabel 17. Condițiile standard recomandate pentru fiecare Pb și Cd determinat prin GFAAS

Parametrii tehnicii	Metalul neesențial studiat	
	Pb	Cd
Lungimea de undă (λ), nm	283.3	228.8
Fluxul de Ar (ml/min)	250	250
Volumul probei (μL)	20	20
Programul de temperatura °C (timpul necesar menținerii temperaturii (s))		
Uscare 1	100(5.20)	100(5.20)
Uscare 2	140(15.5)	140(15.5)
Piroliza	700(10.20)	700(10.20)
Atomizarea	1800(0.5)	1650(0.5)
Curățarea	2600(1.3)	2600(1.3)

Generoasa literatură de specialitate consultată arată diversitatea metodelor de cuantificare a metalelor grele din miere (remarcându-se predominanța metodelor ICP-OS; ICP-MS și AAS) cât și preferința utilizării amestecului puternic oxidant format din HNO₃ și H₂O₂ utilizat în digestie (Tabel 18).

Tabel 18. Metodologia și aparatura analitică utilizată în cercetările din literatura de specialitate pentru cuantificarea unor elemente din miere.

Elementele determinate	Tipul amestecului oxidant folosit în procesul de digestie	Tehnica/aparatul utilizat pentru determinarea metalelor grele	Referința bibliografică
Cu, Fe, Mn, Zn	0.2m/l HCl	AAS Z-5000 Perkin-Elmer SUA	Vorlova, Celechovska, 2002
Pb, Cd	HNO ₃	ET-AAS	Vorlova, Celechovska, 2002
Cd, Cu, Fe, Pb, Zn simultan	65% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	Agilent MP-AES 4100	Malhat F.,et al. 2019
Metale în urme	65% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	The Thermo Scientific iCE 3500 Spectrometru de absorbție atomică	Price, 2016
K, Ca, Mg, P, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Na, Ni, Pb, Zn	65% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	ICP-MS	Atanassova et al., 2016
K, Na, Ca, Cd, Pb, Fe, Mn, Cu, Ni, Cr, Zn, Al, Se	65% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	Agilent 7500 ICP-MS	Altun et al., 2017
K, Na, Mg, P, Ca, Cu, Ni, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr, Co, Cd.		FAAS (Analyst 2000, Perkin Elmer)	Asaduzzaman et al., 2015
Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb	25% HCl	AS 200 Perkin-Elmer AAS	Mwalea și Mbwea, 2017
Al, B, Ca, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Zn- ICP- OES	65% HNO ₃ +HCl 37%	FAAS, ICP-OES MULTIELEMENTAL CRM CZ 9090	Lachman et al., 2007
Ca Cu K Mg Mn Zn- FAAS			
Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Cd	HCl 35.5%, HNO ₃ 70%	Spectrometru de absorbție atomică (Thermo scientific 3000 series)	Eneji et al., 2021
Cd, Pb Cu, Zn	65% HNO ₃	ICP-MS Varian 820 MS AAS-Spectr AA 280 FS	Bereksi-Reguig et al., 2020
		Dacă elementele studiate sunt în concentrații foarte mici se vor utiliza tehnici de determinare mai sensibile- ICP-MS sau ICP-OS.	Aghamirlou HM et al., 2015
Zn, Cu, Pb, Cd.	HNO ₃ , H ₂ O ₂	ICP-MS (Elan DRC e ICP- MS Perkin Elmer.	Giglio et al., 2016
Cu, Zn, Cd, Pb	HNO ₃ , HClO ₄ 70%	Spectrometru de absorbție atomică în flacără (Model: S2, Make: Thermo, USA)	Bhalchandra et al., 2022

Cd, As, Pb, Cu, Ni, Mn, Cr and Zn	HNO ₃ , H ₂ O ₂	AAS	Toma et al., 2020
Cd, Cr, As, Hg, Pb.	25% HCl	Spectrometru de absorbție atomică în flacără Buck scientific model 210 VGP flacără Aer-Acetilena (Cr, Cd, Hg, Pb, As).	Singh et al., 2014
Pb, Cd, Cu, Zn	HNO ₃ , H ₂ O ₂ 3:1	FAAS	Tibebe et al., 2022
Cd, Pb, V in corpul albinelor	HNO ₃ 70%+HCl 37% 1:3	ICP-AES	Van der Steen et al., 2015
Cu, Zn, Cd, Pb	HNO ₃ 69-72%+ HClO ₄ 70%	FAAS Buck Scientific Model 210 VGP	Yohannes et al., 2018
Cd, Cr, Ni, Pb	HNO ₃ 65%, H ₂ O ₂ 30%	ICP-AES	Ruschioni et al., 2013
Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Mo, Pb, Cd, Sn, and Hg	HNO ₃ 65%, H ₂ O ₂ 30%	Spectrometrie de emisie optică în plasmă cuplată inductiv, ICP-OES, iCAP Series 6500, Thermo Scientific	Borsuk et al., 2021
As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Tl, U, V, Zn	HNO ₃ , H ₂ O ₂ 30%	ICP MSDRC Perkin Elmer	Conti et al., 2014
Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	70% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	ICP OS/ICP MS	Conti et al., 2018
Pb, Cd, Zn	ash: HNO ₃ 1:6	AAS cf. STAS 784/2-1989	Bratu și Georgescu, 2005
Cd, Cr, Pb	2.5 % HNO ₃ (1.5 ml) +30 % H ₂ O ₂ (430 μl)+ H ₂ O ultrapur (570 μl)	ET-AAS Perkin Elmer 5100 ZL	Satta et al., 2012
Na, K, Hg, Cu, Zn, Cr, Cd, Pb	65% HNO ₃ +35% H ₂ O ₂	ICP-MS	Ezeh et al., 2018
		AAS	Perna et al., 2011
Pb, Cd, Fe, Zn, Cu, Cs, Sr	HNO ₃ + H ₂ O ₂	AAS Quant Z. ETA	Eskov et al., 2015
Pb, ¹³⁷Cs	65% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	AAS Agilent 240 FS+GTA 120	Piven et al., 2020
Cd, Pb, Fe, Zn, Al, Hg, Cu	HNO ₃ + H ₂ O ₂	GFAAS Contra AA700	Şireli et al., 2015
Pb, Cd, Zn, Cu, As, K, Na, Ca, Mg, Fe	HNO ₃ + HClO ₄	FAAS spectrometru AA-6200 (Pb, Cd, Zn, Cu)	Mbiri et al., 2011
As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, N, Pb,	69% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	Spectrometrie de emisie optică în plasmă cuplată	Demaku et al., 2023

Zn		inductiv, ICP-OES Optima 2100 DV Perkin Elmer	
Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Cd, Pb, As, Hg	70% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂ 30:30 mL	ICP-OS ARCOSFSH 12	Goroya et al., 2021
Zn, Cd, Pb, Cu		Sistem computerizat for electrochemical stripping analysis of our own construction	Svarc-Gajic și Stojanovic 2014
Fe, Cr, Ni, Cu, Cd	65% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	FAAS	Chafik și Adnène 2022
Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn	HNO ₃ +H ₂ O ₂	FAAS, GFAAS PG 990	Adugna et al., 2020
K, Ca, Mg, Na, Cd, Co, Ni, Fe, Mn, Cr, Al, Ba	HNO ₃ +H ₂ O ₂	Spectrometrie de emisie optică în plasmă cuplată inductiv, ICP-OES Vista- MPX CCD	Dourado et al., 2019
Pb, Cd, As, Cu, Fe, Zn	0.5M HNO ₃	FAAS, Spectr AA 200 Varian	Mujić et al., 2011
As, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Cr, Pb, Mn, Ni, Se, Ag, Tl, V, Zn	HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	ICP-MS 7700X	Nawrocka et al., 2016
K, Cl, S, P, Ca, Mn, Rb, Cu, Fe, Ni, Cr, Br, Ti, Pb, Sr, As		TXRF (Spectroscopie de fluorescență cu raze X cu reflexie totală) multielementală, 10 probe/ora.	Golob et al., 2005
Cd, As		Spectrometrie de emisie optică în plasmă cuplată inductiv, ICP OS	Samimi et al., 2010
As, Cd, Cu, Pb, Zn, Cr, Ni	HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	ICP-OES	Khattak et al., 2022
Pb, Cd, Cu, Cr, Co, Ni, Mg, Zn		ICP-ES Perkin Elmer Optima 3100XL	Ioannidou et al., 2005
Hg, Pb	HNO ₃	Spectrometrie de emisie optică în plasmă cuplată inductiv, ICP OES (IRIS Intrepid, Thermo Ele- mental Co., Winsford, UK)	Gizaw et al., 2020
	69.5% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	Spectroscopie de emisie atomică în plasmă cuplată inductiv ICP-AES JobinYvon, Ultima 2	Mohammed et al., 2018
As, Cu, Zn, Fe, Cd, Pb	67% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	Spectrometrie de absorbție atomică în plasmă cuplată inductiv, ICP-MS iCap Q	Spiric et al., 2019
K, Na, Ca, Mg, Mn,	65% HNO ₃	Spectrometrie de	Bereksi-Reguig et

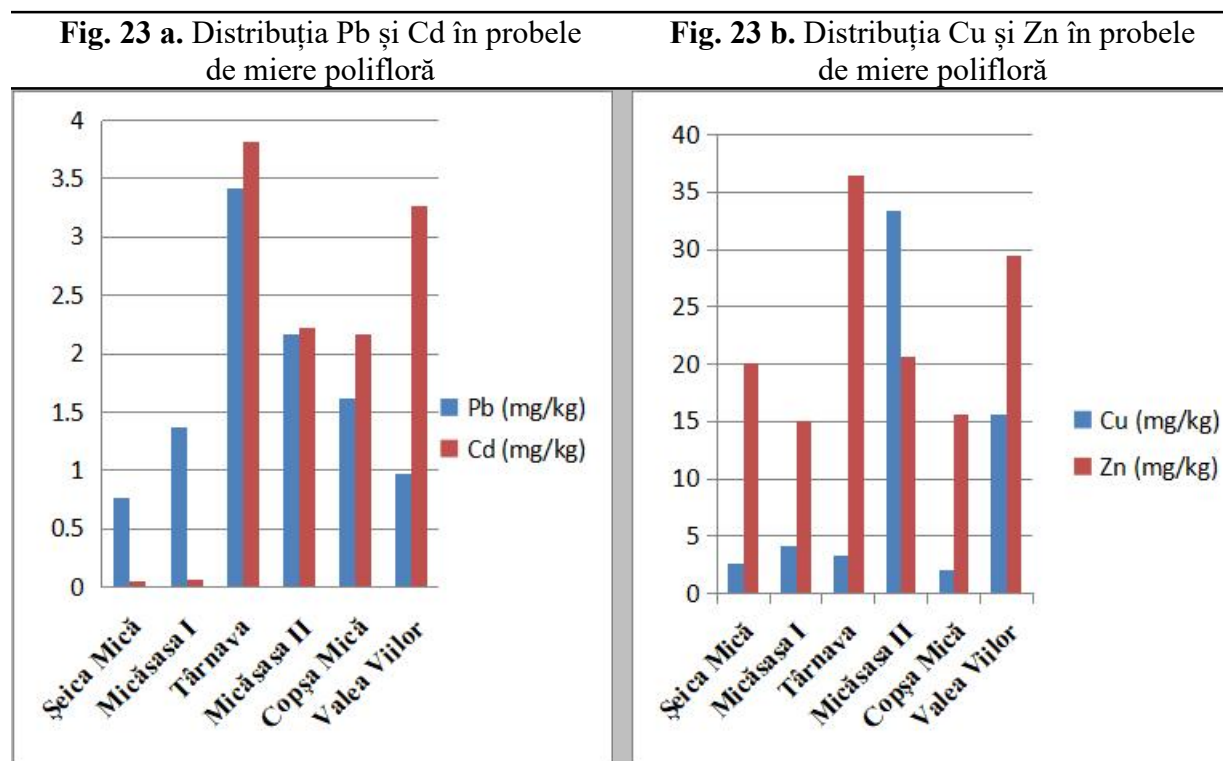
Cu, Fe, Zn, V, Cr, Co, As, Ru, Rh, Cd, W, Pt, Au, Pb		absorbție atomică în plasmă cuplată inductiv, ICP-MS 1820 MS Varian	al., 2020
Al, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn	HNO ₃ +H ₂ O ₂	Spectrometrie de absorbție atomică în plasmă cuplată inductiv, ICP-MS (Agilent 7700)	Nikolov et al., 2019
Pb, Cd, Co, Hg, Zn		Perkin Elmer Analyst 100 Spectrofotometru de absorbție atomică echipat cu Perkin Elmer HGA 850 Graphite Furnace și Perkin Elmer AS 800 Auto sampler	Idoko et al., 2018
As, Cd, Cr, Pb, Hg.	HNO ₃	FAAS (Varian AA 240, Agilent Technologies)	Silveira-Junior, 2020
Ca, Mg, K, Na, P, Co, Mn, Fe, Cr, Ni, Zn, Cu, Cd, Pb	HNO ₃ 65%	FAAS Philips PU-9100	Grembecka și Szefer, 2013
Na, K, Zn, Al, Fe, Mn, Cu, Cr, Ni, Co, Cd, Ca, Mg, Cl, P, Si, S	HCl 2M+ HNO ₃ 2M	Spectroscopie atomică de absorbție (electrotermal)	Paramas et al., 2000
Cd, Pb, Zn, Fe, Cu	HNO ₃	AAS	Tabi, 2015
Zn, Cu, Fe, Cr, Mn, Pb, Cd.	HNO ₃ +HClO ₄	AAS 1100 Perkin Elmer	Fadil et al., 2020
Cd, Pb, Cr, Cu, Ni	aqua regia HCl + HNO ₃ 3:1(v/v).	GFAAS, FAAS Buck Scientific model 210 VGP	Šereviciene, et al., 2022
Al, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Cd, Pb.	HCl 2v/v%	Spectrometrie de absorbție atomică în plasmă cuplată inductiv ICP-MS	Szeles et al., 2006
Mg, Al, Fe, Zn, Mn, Cr, Se, Cu, Co, Ni, As, U, Cd, Pb		Spectrometrie de absorbție atomică în plasmă cuplată inductiv, ICP-MS Bruker 820	Aliu et al., 2020
Zn, Cu, Mn, Cd, Cr, Pb	HNO ₃ (69.72%) +HClO ₄ (70%)	FAAS Buck 210 VGP	Beshaw et al., 2022
Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Se, Zn, Cd, Pb, Al	HNO ₃	Spectrometrie de emisie optică în plasmă cuplată inductiv, ICP-OES Thermo iCAP 6000	Altunatmaz et al., 2019
Cu, Co, Mn, Zn	69% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	FAAS Buck Scientific 210 VGP	Teka, 2018
Pb, Cd, Cu, Zn, Sr, Rb, Ba, Ce, La, U	ultrasonic bath	Spectrometrie de absorbție atomică în plasmă cuplată inductiv, ICP-MS Element	Matusевичius et al., 2010

Cu, Co, Cr, Ni, Fe, Zn, Cd, Mn	HNO ₃	Spectra AA - 20 plus Spectrometru de absorbtie atomica in flacara Varian	Nigussie et al., 2012
Ca, K, Na, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni.	HNO ₃ :HClO ₄ 1:1	FAAS Agilent Technology 200 Series AA	Gebeyehu și Jalata, 2023
Cu, Fe, Mn, Ni, Zn	70% HNO ₃ +30% H ₂ O ₂	FAAS Buck Scientific 210 VGP	Alemu et al., 2021
Fe, Zn, Cu, Co, Cd, Pb, Mn, Ni, Cr	HNO ₃ (65-68%)+HClO ₄ 70%	FAAS Buck Scientific 210 VGP	Nagari et al., 2018
Cu, Cr, Pb, Cd, Fe, Ni, Mn	HNO ₃ (69-72%)+HClO ₄ 70%	FAAS AA-500 AFG	Nega et al., 2020
Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn	HNO ₃ +H ₂ O ₂ 2:1	FAAS Perkin Elmer AAnalyst 200 , ICP-MS Thermoelectronic	Vincevica-Gaile et al., 2012
Mn, Cu, Fe, Ba, Ca, Mg, Na, K	HNO ₃ +35% H ₂ O ₂	Spectroscopie de emisie atomică în plasmă cuplată inductiv ICP-AES Perkin-Elmer (Optima 2100 DV)	Arida et al., 2012
Zn, Cu, Pb, As, Cd	digestie cu microunde în presiune ridicată tip Mars 5.	ICP-AES Varian	Roman și Popiela, 2011
K, Mg, Ca, P, Na, Fe, I, Mn, Zn, Li, Co, Ni, Pb, Cd		AAS Model 3300, Perkin Elmer	Alqarni et al., 2014

Malhat et al., 2019 arată că deși este costisitoare AAS este simplu de aplicat la determinările analitice ale elementelor toxice și esențiale. Digestia acidă este cea mai uzuală în determinările de minerale din miere (Santos-Buelga și González-Paramás 2017). Consonni et al., 2013, remarcă utilizarea tot mai frecventă a ICP-MS multielementală datorită limitelor de detecție foarte scăzute. Sumarizând tipul de metodă folosită pentru determinarea analitică a cantităților de metale potențial toxice din literatura consultată Fakhri et al., 2019 arată supremația tehnicii AAS (70%) > ICP-MS (11%) > ICP-AES (11%) > ICP-OES (6%) > TXRF.

4.3 Rezultate și discuții

Toate probele supuse determinărilor analitice prezintă conținut detectabil de Pb, Cd Cu și Zn. Dispersia valorilor concentrațiilor este evidentă, diferențele între stupine fiind asigurate statistic mai puțin pentru Cu (Figura 23 a și 23 b, Tabel 19).



Ordinea gradului de acumulare exprimată în valori medii de concentrație mg/kg pentru elementele cercetate este: **Zn > Cu > Cd > Pb**.

Tabel 19. Statistici ale conținutului de metale grele în mierea polifloră

Metalul cuantificat	Amplitudinea valorilor de concentrație	Mediana	Coeficientul de variație (%)	Semnificația diferenței dintre suprafețe de probă	
				<i>t</i>	<i>p</i>
Pb (mg/kg)	0.76-3.41	1.49	56.27	4.35	0.007
Cd (mg/kg)	0.05-3.81	2.20	81.90	2.99	0.030
Zn (mg/kg)	15.00-36.40	20.40	36.74	6.67	0.001
Cu (mg/kg)	2.00-33.00	3.70	122.63	2.00	0.10

Diferențele între expunerea suprafețelor de probă (expunere frontală în vale principală vs. expunere vale secundară) sunt asigurate statistic numai pentru conținutul în Pb (Tabel 20), care este în medie cu 1 mg/kg mai mare în stupinele localizate pe valea principală, care antrenează frontul de poluanți față de stupinele de pe văile laterale (Bartha et al. 2020).

Tabel 20. Stratificarea concentrațiilor de metale grele din mierea polifloră

Gruparea variabilelor	Variabile dependente			
	Pb	Cd	Zn	Cu
	<i>p</i> din testul Mann-Whitney U (0.05 este valoarea pentru semnificația statistică)			
Expunerea la frontul de aer purtător de poluanți	0.05	0.64	0.64	0.90

Concentrațiile de Cd din miere prezintă trend descrescător odată cu depărtarea de sursa de poluare (Figura 24 a), în timp ce concentrațiile de Cu cresc în funcție de distanța față de sursa poluatoare principală (Figura 24 b). Concentrațiile de Pb și Zn variază independent față de depărtarea de sursa de poluare (corelția Spearman = -0.029, $p = 0.96$), (Bartha et al. 2020).

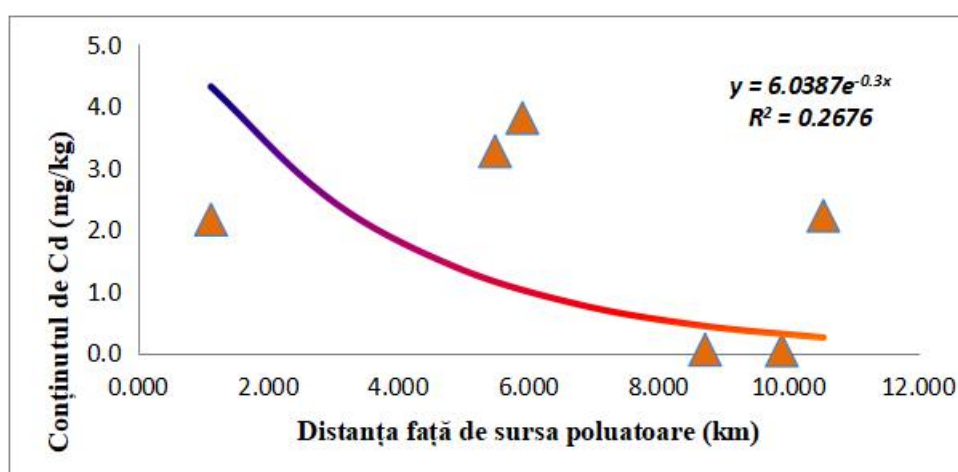


Figura 24 a. Conținutul de Cd din mierea polifloră în raport cu distanța față de sursa poluatoare principală.

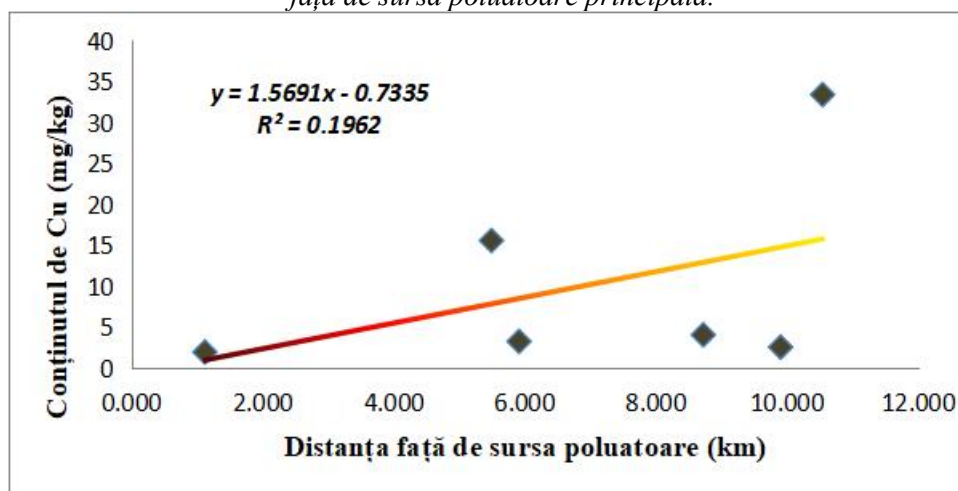


Figura 24 b. Conținutul de Cu din mierea poliflora în raport cu distanța față de sursa poluatoare principală.

Dispersarea poluanților emiși de S.C. Sometra S.A. poluatorul principal al zonei Copșa Mică este sub guvernarea climatului local. Regimul eolian al zonei este modelat de orografia terenului, mai ales a prezenței văii Târnavei Mari, masele de aer principale fiind canalizate în culoarul Târnavei Mari (circulația NE-SV) și în culoarul Visei (S-N). Poluanții de pe platforma industrială se cantonează în special în valea Târnavei Mari fiind dirijați spre V

(Micăsasa și Blaj), spre E (Mediaș și Dumbrăveni) sau spre S în direcția Somârd-Șoala (xxx, 1999). Circulația preferențială a maselor de aer dictate de orografia terenului a determinat acumularea unor cantități însemnate de poluanți metalici de Pb și Cd în mierea din localitățile Târnava (aflată la E de poluatorul principal) și Valea Viilor situată la SE de orașul Copșa Mică. Valorile analitice de Zn și Cu sunt peste cele determinate în proba recoltată din orașul Copșa Mică, fapt ce susține modelul împrăștierii la distanță a poluanților și rolul orografiei terenului (Bartha et al. 2020).

Pb este acumulat în cantitate importantă în mierea cercetată, amplitudinea de variație a valorilor concentraționale fiind între 0.76-3.41. Comparativ Golob et al., 2005 arată maxim de 79.1 mg/kg Pb în mierea din Slovenia, iar Yilmaz și Yavuz, 1999 valori ridicate de 4.2-6.3 mg/kg Pb în mierea din SE Anatoliei, Turcia. Concentrații foarte ridicate de Pb până la 80.37mg/kg au fost determinate în mierea din zone poluate din Italia de D'Ambrosio și Marchesini, 2002, iar Frias et al., 2008 determină în mierea din Tenerife Spania valori ridicate de 31.50 mg/kg Pb. Valorile maxime de Pb sunt mai mici decât cele obținute de Berinde și Michnea, 2013 care cuantifică în intervalul 2005-2011 în zona Baia Mare-o altă zonă istoric poluată a României între 0.18-20.34 mg/kg Pb. Bogdanov, 2006 face o trecere în revistă a rezultatelor analizelor diversilor autori din literatura de specialitate și remarcă concentrații de Pb în miere între 0.01-1.8mg/kg și de Cd între 0.03-2.1 mg/kg. Concentrații scăzute de Pb sub valorile din această cercetare conține mierea studiată de Tuzen și Soylak, 2005, din Anatolia Centrala cu valori între 0.0176-0.0321 mg/kg, Matusевич et al., 2010 în probe din diferite zone ale Lituaniei (0.0032-0.0241 mg/kg), Derebasi et al., 2014 determină în mierea colectată direct de la producători din regiunea Mării Negre a Turciei în 2007 concentrații foarte scăzute de Pb (6.68-7.30 ppb/kg), iar Dzugan et al., 2017 menționează în cercetări concentrații maxime de Pb de 0.18 mg/kg, în mierea polifloră din Podcapacie, SE-Poloniei. Diferite tipuri de miere din Ungaria conțin Pb între 0.024-0.163 mg/kg (Ajtony et al. 2007). În România, Simedru et al., 2017 determină în probe de miere din județul Cluj, de asemenea, valori scăzute de Pb (0.06-0.19 mg/kg).

În ceea ce privește conținutul de Pb din mierea poloneză valori de peste 1 mg/kg Pb obțin și Roman, 1997 din regiunile industriale Legnica și Glogow (medii între 0.465-1.097 mg/kg Pb); și între 0.17-1.90 mg/kg Pb din regiunea Wroclaw (Silezia Inferioară), (Roman, et al 2011); Roman și Popiela., 2011 în mierea poliflora din regiunea Brzeg, provincia Opole valori maxime de 1.12 mg/kg de Pb. Oddi și Bertani, 1987, Censi și Cremasco, 1989, Conti et al., 1998, Porrini et al., 2002 determina în mierea poliflora din Italia valori maxime de 1.10 și 1.31 mg/kg, respectiv între 0.0013-1.74 mg/kg Pb. Singh, 2014 raportează între 0.2-4.2 mg/kg Pb din 13 probe de miere monofloră și polifloră din diferite regiuni din Karnataka, India. Probele de miere provenite de pe piața din Cehia în anul 1999 de la diferiți producători concentrează între, 0.0184-1.0003 mg/kg Pb. (Celechovska și Vorlova 2001).

Originea geografică, resursa meliferă și alți factori ambientali își pun amprenta pe caracteristicile fizico-chimice ale mierii (Altun et al. 2017). Altun et al., 2017 evidențiază calitatea mierii din S și E Turciei prin concentrații foarte scăzute de Cd (<1ppb), Pb nedetectabil, Cu (<1-929 ppb), Zn (<1-237 ppb). Cercetările lui Van der Steen et al., 2015 nu au evidențiat o relație dintre concentrația unor metale grele din aerul atmosferic și cantitățile prezente în corpul albinelor datorită conținutului prea mic de Cd și Pb din aer. În ceea ce privește Cd concentrații apropiate sau sub cele determinate în acest studiu au fost raportate de Dzugan et al., 2017 (0.03 ppm), în Podcapacie, SE-Poloniei, Derebasi et al., 2014 (0.07 mg/kg Cd) în Turcia, Tuzen și Soylak, 2005 (între 0.010-0.0212 mg/kg) în Anatolia Centrala-Turcia, Celechovska și Vorlova, 2001 (între 0.0005-0.0774 mg/kg Cd) în Cehia, Singh, 2014 (0.005-0.76 mg/kg) în Karnataka India, Sobhanardakani și Kianpour, 2016 (între 0.8202-0.1483 mg/kg) în Hamadan City, Iran. Roman și Popiela., 2011 raportează maxime de Cd de 0.110 mg/kg, din regiunea Brzeg, provincia Opole, Polonia, Matusевич

et al., 2010 (între 0.0039-0.0165 mg/kg), în diferite regiuni ale Lituaniei, iar Roman A. et al 2011 (între 0.019 mg/kg), în regiunea Wrocław, Polonia. Cd din mierea polifloră din stupina din Târnava, Micăsasa II, Copșa Mică și Valea Viilor depășește valoric pe cele obținute de Bratu și Georgescu, 2005 în Copșa Mică la o distanță între 8-25 km de sursa principală poluatoare. Mierea polifloră având ca sursă stupinele din Șeica Mică și Micăsasa I are un conținut mai scăzut de Cd decât cel raportat de Bratu și Georgescu, 2005 (0.015-0.032 mg/kg).

Maximul concentrației de Cd determinat din proba de miere polifloră de 3.8092 mg/kg din stupina Târnava (Bartha et al. 2020) este sub valorile observate de Frias et al., 2008 (46.32 mg/kg Cd) din Tenerife, Spania. Simedru et al., 2017 determină nivele de Cd din probele de miere din județul Cluj sub limita de detecție a aparatului folosit. Devillers et al., 2002 studiind 150 probe de miere de salcâm din zone poluate (50%) cât și „virtual nepoluate” de pe teritoriul Franței remarcă absența Cd și Pb din probele supuse analizelor, cu toate că alte metale consecințe ale poluării antropice cum ar fi Ag, Zn și Cr au fost detectate. Probele de miere colectate din județele Prahova și Arges de către Zugravu et al., 2009 nu depășesc concentrațiile limitative legiferate de Comisia Europeană referitoare la Cd și Pb. După Commission Regulation EU 1005 din 2015 limita maximă acceptată de Pb este de 0.10 mg/kg fw și 2 ug/kg ww, iar după standardul WHO, 2015: Cd, Pb-0.5 μg/g, Cu: 300 μg/g, Zn: 350 μg/g. Conținutul de Cu și Zn a mierii trebuie să nu depășească 5 mg/kg, iar pentru Cd de 0.5 mg/kg (Codex Alimentarius 2001). Batista et al., 2012 arată că WHO/FAO indică nivele acceptabile de 25μg/kg Pb, 7 μg/kg Cd în miere.

Mierea cercetată în acest studiu conține microelementele esențiale Zn și Cu în concentrații între 15.00-36.40 mg/kg Zn, media fiind de 22.866 mg/kg, și Cu între 2.00-33.40 mg/kg, cu medie de 10.166 mg/kg. (Bartha et al 2020). Maxime apropiate de valorile de Zn determinate în acest studiu sunt cele raportate de Celechovska și Vorlova, 2001 și Tuzen și Soylak, 2005. Conform studiilor lui Crane, 1990, Solayman et al., 2016 concentrațiile medii de Zn din miere pot varia între 0.2-74 mg/kg.

Poluarea zonei Copșa Mică cuantificată prin prisma conținutului de metale grele potențial toxice în mierea polifloră

Apariția și acumularea Pb în mediu se datorează în special activităților miniere, topirea minereurilor, producția de metale, din industria de acumulatori. Pb este un metal neesențial care nu are nici un rol fiziologic cunoscut până în prezent în metabolismul plantelor sau animalelor (Kabata-Pendias 2010). Expunerea la Pb apare prin contactul cu solul, aerul, apa și alimentele contaminate (Kabata-Pendias și Mukherjee 2007) și în timp determină anemie, sinteză scăzută de hemoglobină, efecte neurologice, nefropatie, disfuncție tubular renală, precum și afectarea funcției reproducătoare la ambele sexe (HPA 2006).

Deși este surclasat ușor de Cd atât la valoarea medie cât și la cea maximă, Pb este acumulat în concentrație semnificativă în mierea cercetată, având limite minim-maxim de 0.7615-3.4130 mg/kg și 3.4130 mg/kg concentrația medie (Bartha et al. 2020). Comparativ Golob et al., 2005 determină maxim de 79.1 mg/kg Pb în mierea recoltată de apicultori din Slovenia, iar Yilmaz și Yavuz, 1999 valori ridicate de 4.2-6.3 mg/kg Pb în mierea din SE Anatoliei, Turcia. Concentrații până la 80.37mg/kg au fost detectate în mierea din zone poluate din Italia de Dambrosio și Marchesini, 2002, iar Frias et al., 2008 determină din mierea din Tenerife Spania valori ridicate de 31.50 mg/kg Pb. Rezultatele cercetărilor noastre sunt în concordanță cu cele obținute de Berinde și Michnea, 2013 care determină între 2005-2011 în zona Baia Mare, de asemenea, o zonă istoric poluată a României între 0.18-20.34 mg/kg Pb. Bogdanov, 2006 face o trecere în revistă a rezultatelor analizelor

diverșilor autori din literatura de specialitate și remarcă concentrații de Pb în miere între 0.01-1.8mg/kg și de Cd între 0.03-2.1 mg/kg.

Cd depășește în concentrație Pb în probele din Micăsasa II, Copșa Mică, Târnavă și Valea Viilor, media concentrației fiind de 1.9307 mg/kg, (Bartha et al. 2020). Valorile de concentrație ale Cd sunt cuprinse între 0.0500-3.8092 mg/kg. Nivele de Cd din miere apropiate sau sub cele determinate în cercetarea noastră au fost raportate de Dzugan et al., 2017 (0.03 ppm) în Podcapacie, SE-Poloniei, Derebasi et al., 2014 (0.07 mg/kg Cd) în Turcia, Tuzen și Soylak, 2005 (între 0.010-0.0212 mg/kg) în Anatolia Centrală-Turcia, Celechovska și Vorlova, 2001 (între 0.0005-0.0774 mg/kg Cd) în Cehia, Singh, 2014 (0.005-0.76 mg/kg) în Karnataka India, Sobhanardakani și Kianpour, 2016 (între 0.8202-0.1483 mg/kg) în Hamadan City, Iran. Roman și Popiela., 2011 raportează maxime de Cd de 0.110 mg/kg, din regiunea Brzeg, provincia Opole, Polonia, Matusевич et al., 2010 (între 0.0039-0.0165 mg/kg), în diferite regiuni ale Lituaniei, iar Roman A. et al 2011 (între 0.019 mg/kg-0.121 mg/kg), în regiunea Wroclaw, Polonia.

Valorile de concentrații de Pb, Cd, Zn și Cu găsite prin recenzia unor cercetări din literatura de specialitate sunt prezentate în tabelul 21.

Tabel 21. Conținutul în metale grele a mierii subiectul diferitelor cercetări științifice		
Valoarea de concentrație și metalul subiect al cercetării	Referința bibliografică	Proveniența mierii/ Alte observații
0.15 mg/kg Pb	Delbono et al.,1999	
0.037 mg/kg Pb	Sangiorgi și Ferretti, 1996	
0,065 mg/kg Pb	Abete și Voghera, 1999	
0.230 mg/kg Pb	Oddi si Bertani, 1987	
0.001-1.8 mg/kg Pb	Bogdanov, 2006	
2.37 mg/kg Pb	D'Ambrosio și Marchesini, zonă poluată 1982	
31.50 mg/kg Pb	Frias et al., 2008	Tenerife
46.32 mg/kg Cd		
1,29 mg/kg Pb	Sahinler et al., 2009	
0.001-0.014 mg/kg Cd, 0.0124-0.94 mg/kg Cu, 0.0017-1.59 mg/kg Pb, 0.0192-2.63 mg/kg Zn	Malhat et al., 2019	Governoratul El-Menofiyia, Egipt
0.01 mg/kg concentrație medie de Cd	Rashed și Soltan, 2004	Egipt
0.180 mg/kg concentrație medie Cd	Rashed et al., 2009	Egipt
0.0009-0.0179 mg/kg concentrație medie Cd	Tuzen et al., 2007	Turcia
0.0044 mg/kg concentrație medie Cd	Frias et al., 2008	Spania
0.01 mg/kg concentrație medie Cd	Dzugan et al., 2017	Polonia

0.015 mg/kg concentrație medie Cd	Przybylowski, Wilczynska, Polonia 2001	
0.018 mg/kg concentrație medie Cd	Eskov et al., 2015	Rusia, zonă poluată
0.149 mg/kg concentrație medie Cd	Vanhanen et al., 2011	Noua Zeelandă
0.305 mg/kg concentrație medie Cd	Buldini et al., 2001	Italia
0.390 mg/kg concentrație medie Cd	Akbari et al., 2012	Iran
Cu: 0.0427 mg/kg, Zn: 0.0208 mg/kg, Cd: 0.0107 mg/kg, Pb: 0.0560 mg/kg.	Asaduzzaman et al., 2015	Sundarbon, Khulna, Bangladesh
Zn: 9.68- 19.8 mg/kg Cu: 1.48-1.95 mg/kg Pb: 0.0075-1.23 mg/kg	Mwalea și Mbewea, 2017	Kapiri Districtul Mposhi și Kaoma, Zambia.
Cu: 0.11-0.88 mg/kg Zn: 0.40-2.42 mg/kg	Lachman et al., 2007	Cehia
Cu: 0.01-0.10 mg/kg Zn: 0.01-0.11 mg/kg Pb: 0.02-0.13 mg/kg Cd: 0.02-0.03 mg/kg	Eneji et al., 2021	Platoul Mambilla, Sardauna, zona Taraba State, Nigeria
Cd: 0.000-0.0081mg/kg Pb: 0-0.1327 mg/kg Cu: 0-96200 mg/kg Zn: 0.2230-139000 mg/kg	Bereksi-Reguig et al., 2020	Provincia Tlemcen, NV Algeriei
Cu-zonă forestieră: 0.021 mg/kg -zonă agricolă: 0.029 mg/kg, Zn-zonă forestieră: 0.13 mg/kg -zonă agricolă: 0.46 mg/kg. Cd-margine de drum, zonă agricolă: 0.0006-0.01 mg/kg Pb-2.82 mg/kg margine de drum	Bhalchandra et al., 2022	Kannad taluka din districtul Aurangabad India, zone poluate/nepoluate
Pb: 0.2-4.2 mg/kg (8 probe miere polifloră, 5 monofloră) Cd: 0.005-0.76 mg/kg (10 probe miere polifloră, 5 monofloră)	Singh et al., 2014	Karnataka, India.
Pb <limita de detecție Cd: 0.025-0.031μg/g Cu: 1.92-2 μg/g Zn: 1.97-2.04 μg/g	Tibebe et al., 2022	South Wollo Zone din statul regional Amhara, (4 probe de miere din piață, 2 din plantații forestiere
Zn: 1.92-4.22 μg/g conc. medii Cd: BDL-0.69 μg/g Cu: 0.09-0.47 μg/g	Yohannes et al., 2018	miere provenită din supermarket Addis Abeba (Ethiopia) și de la procesor

Pb: sub nivelul de detecție		Beza Agro Industry în Adama (Ethiopia).
Cu: 0.495-0.617 mg/kg Pb: 0.367-0.400 mg/kg Cd: 0.046-0.056 mg/kg Zn: 1.035-1.089 mg/kg	Borsuk et al., 2021	Poznan, Lublin, Polonia
Cu: 0.06-5.4 µg/g Cd: 1.3-4.2 µg/kg Pb: 9-209 µg/kg Zn:<limita de detecție-8.9 ug/g	Conti et al., 2018	regiunea Lazio, Italia
Cd: < limita de detecție-0.081 mg/kg Pb: 0.009-0.224 mg/kg	Satta et al., 2012	sit minier închis, SV Sardiniei, Italia
Cu > Zn >> Pb > Cd (µg/g).	Ezeh et al., 2018	metropola Nsukka și Enugu, Nigeria
Zn>>Cu >Pb>Cd Cd: 0.019-0.121 mg/kg Cu: 0.45-2.43 mg/kg Pb: 0.17-1.90 mg/kg Zn: 0.51-1.90 mg/kg	Roman et al., 2011	zona Wroclaw, Polonia
Cd: 0.013 mg/kg concentrație medie Pb: 0.3 mg/kg concentrație medie; concentrație maximă 0.90 mg/kg.	Perna et al., 2011	S Italiei, zonă cu presiune antropică ridicată
Cd: 0.216-1.553 mg/kg miere proaspătă. Pb: 0.669-12.300 mg/kg Zn: 3.82-17.96 mg/kg Cu: 0.011-0.098 mg/kg	Şireli et al., 2015	15 companii diferite.
Zn: 8.705-9.804 mg/kg Cu: 2.295-2.299 mg/kg Cd: 0.040-0.058 mg/kg din zonă poluată industrial	Demaku et al., 2023	Districtul Istog: mediu virtual nepoluat, Districtul Drenas: poluare industrie Fe-Ni Districtul Kastriot: bazin minier, transport aerian, terestru, producție de electricitate, Kosovo.
Cu: 0.24-0.75 mg/kg Zn: 0.63-4.40 mg/kg Pb: 0.25-0.33 mg/kg Cd: 0.02-0.03 mg/kg	Goroya et al., 2021	Regiunea de SE al Tigray poluat industrial Etiopia de N.
Zn: 0.01-3.6 µg/g Cd: <limita de detecție	Svarc-Gajic și Stojanovic 2014	diverse sortimente de miere, majoritatea monofloră din

Pb: max. 0.8 µg/g Cu: max. 2 µg/g		Serbia, Bosnia și Herzegovina și Muntenegru.
Cu: 0.128-0.277 mg/kg Cd: 0.009-0.020 mg/kg	Chafik și Adnène, 2022	NE orașului Tell din Annaba (Algeria de NE), grade diferite de poluare.
Cd: nedetectat-0.017 µg/g Cu: 0.02-1.15 µg/g Pb: nedetectat-2.53 µg/g Zn: 9.96-16.03 µg/g	Aduagna, 2011	diferite regiuni din Etiopia
Cd: 0.02-0.063 µg/g Pb, Cu, Zn: sub limita de detecție	Dourado et. al., 2019	probe din regiunea Amazoniană inferioară, Brazilia, miere de <i>Apis mellifera</i> și <i>Melipona interrupta</i> .
Cu: 0.09-0.18 mg/kg Zn: 0.18-1.38 mg/kg Pb: <0.1 mg/kg Cd: <0.02 mg/kg	Mujić et al., 2011	Cantonul Una-Sana NW Bosniei și Herzegovinei, miere mono și polifloră
Cd: 0.0271 µg/g concentrații medii	Samimi et al., 2010	Zona Ja'far Abad al orașului Saveh din provincia Markazy, Iran
Zn: max. 12.5 µg/g Cd: 0.013 µg/g Cu: 5.64 µg/g Pb: 0.47 µg/g	Khattak et al., 2022	4 zone din Khuzdar, provincia Balochistan, Pakistan.
Cd: 0.078-0.222 mg/kg Cu: 0.14-0.48 mg/kg	Ioannidou et al., 2005	probe de miere din comerț.
Pb: în miere 0.130-0.238 în albine 0.258-0.489	Gizaw et al., 2020	Zone muntoase, agricole și urbane din Korea de S.
Cu: 0.09-0.92 mg/kg Zn: 0.37-8.02 mg/kg Cd: 0,001-0.01 mg/kg Pb: 0.004-0.026 mg/kg	Spiric et al., 2019	miere polifloră
Cd: 0.24-8.14 ug/kg Pb: 0.54-132.73 ug/kg Cu: 1.66-9.62 mg/kg Zn: 0.22-13.90 mg/kg	Bereksi-Reguig, 2022	14 probe de miere polifloră și 23 monofloră din Algeria de V.
Zn: 1.1 mg/kg în miere, 3.8 mg/kg în ceară	Nikolov et al., 2019	Uzina de metale neferoase "KCM 2000" din Plovdiv din SE Bulgaria.
Zn>Pb>Cu	Yurukova et al., 2010	Zona orașului Plovdiv, miere polifloră

Pb: 0.172-0.297 mg/kg Cd: 0.007-0.016 mg/kg Zn: 0.061-1.206 mg/kg miere polifloră	Idoko et al., 2018	Zona Brinin-Gwari, Udawa și Brinin-Gwari din statul Kaduna, Nigeria
Pb: 0.22-79.1mg/kg	Golob et al., 2005	tipuri diferite de miere provenite de la apicultori sloveni.
Pb<0.2 mg/kg	Silveira-Junior, 2020	Miere produsă și comercializată în 9 state din Brazilia de NE.
Pb, Cd<limita de detecție miere polifloră Zn: 0.06-1.03 mg/100g Cu: 0.01-0.03 mg/100g	Grembecka și Szefer, 2013	Miere de diferită origine botanică din diferite zone ale Poloniei și Europei.
Zn: 0.49-5.9 mg/kg Cu: 209-2300 mg/kg Cd: <limita de detecție-274 mg/kg	Paramas et al., 2000	Salamanca, Zamora Caceres, Spania de V.
Cd: 0.02 mg/kg Zn: 0.22 mg/kg Pb: 0.84 mg/kg Cu: 3.23 mg/kg concentrații medii	Tabi, 2015	Perdele forestiere din Ashanti, Brong Ahafo și regiuni din Ghana de V.
Zn: 0.506-2100 mg/kg Cu: 0.012-0.730-mg/kg Pb: 0.012-1.750 mg/kg Cd: 0.001-0.343 mg/kg pentru sortimentul de miere uniflorală	Fadil et al., 2020	Deçan, Mitrovicë, Podujevë and Prishtinë, Kosovo
Cd: 0.0017-0.0127 mg/kg Pb: 0.0081-1.6498 mg/kg Cu: 0.0244-0.2615 mg/kg	Šereviciene et al., 2022	Miere provenită din diferite zone poluate, potențial poluate și virtual nepolate din Lituania.
Cu: 44.7-92.9 µg/kg Zn: 220-8382 µg/kg Cd: 0.138-1.94 µg/kg Pb: 9.1-291 µg/kg	Szeles et al., 2006	miere mixtă din 9 locuri din Ungaria.
Zn>Cu>Cd Cd: <sub limita de detecție-0.237 mg/kg Zn: 1.021-18047 mg/kg Cu: 0.337-1.977 mg/kg Pb nedetectat	Aliu et al., 2020	Miere de origine diferită din Kosovo.
Zn: 1.78-4.02 mg/kg Cu: 1.85-2.35 mg/kg Cd: 0.011-0.038 mg/kg	Beshaw et al., 2022	Zona Bench Sheko, SV Etiopiei.

Pb nedetectat		
Cu: 0.223-198.361 µg/g	Altunatmaz et al., 2019	Turkey
Zn: 1.734-245205 µg/g		
Cd: 0.00-0.297 µg/g		
Pb: 0.00-3035 µg/g		
Cu: 0.027-0.0696 mg/kg	Teka, 2018	Diferite districte din Etiopia
Zn: 0.0620-0.3359 mg/kg		
Pb: 3.20-24.10 µg/kg	Matusevicius et al., 2010	Lithuania
Cd: 3.90-16.5 µg/kg		
Zn: 564-5008.20 µg/kg		
Cu: 110.60-389.40 µg/kg		
Cd: 0.022-0.029 mg/kg	Nigussie et al., 2012	Diferite zone ale regiunii Tigray, Etiopia
Cu: 0.370-13.99 mg/kg		
Zn: 0.370-1.124 mg/kg concentrații medii		
Cu: 0.34 mg/kg	Gebeyehu și Jalata, 2023	5 districte din Fitche, 3 din Addis Abeba, Etiopia .
Zn: 2.91 mg/kg concentrații medii		
Cu: 0.40-1.62 µg/g	Alemu et al., 2021	North Gondar, Etiopia
Zn: 3.30-7.45 µg/g concentrații medii		
Zn: nedetectat-1.01 mg/kg	Nagari et al., 2018	Hararge de E, Etiopia.
Cu: nedetectat-0.44 mg/kg		
Cd: nedetectat-0.28 mg/kg		
Pb: nedetectat-0.25 mg/kg		
Cu: 0.268-0.279 µg/g	Nega et al., 2020	Districte din Gojjam de E regiunea Amhara, Etiopia.
Pb, Cd nedetectat		
Zn>Cu>Pb>Cd concentrații medii	Vincevica-Gaile et al., 2012	Miere de origine botanică diferită, Letonia.
Pb: 0.01-0.37 mg/kg	Arida et al., 2012	Miere de origine botanică diferită (Franța, Elveția, Australia, Germania, regiunea muntoasă din Arabia Saudită)
Cd: 0.01-79.03 mg/kg		
Zn: 0.39-3.99 mg/kg		
Cd: 79.03 mg/kg miere de salcâm proveniență Elveția		
Cd: 57.19 mg/kg miere florală din Australia		
Zn>Cu>Pb>Cd	Roman și Popiela, 2011	Miere polifloră din stupine staționare zona Brzeg, Provincia Opole, Polonia.
Cd: 0.001-0.110 mg/kg		
Cu: 1.03-7.72 mg/kg		
Pb: 0.11-1.12 mg/kg		
Zn: 1.13-13.92 mg/kg		
Zn: 3.44–5.72 mg/kg	Alqarni et al., 2014	Miere din Arabia Saudită și alte 6 state.
Pb: 0.06–0.23 mg/kg		

Cd: 0.00–0.16 mg/kg		
Zn: 12.57 mg/kg Cu: 0.77 mg/kg	Dzугan et al., 2017	Podcapacie, SE-Poloniei, miere polifloră
Zn: 0.15-0.15 mg/kg Cu: 0.17-0.19 mg/kg	Derebasi et al., 2014	Regiunea Mării Negre Turcia
Zn: 1.1-24.2 mg/kg Cu: 9.25-1.10 mg/kg	Tuzen și Soylak, 2005	Anatolia Centrală
Zn: 1.09-1.39 mg/kg Cu: 0.24-0.32 mg/kg	Berinde și Michnea, 2013	Determinări realizate între anii 2005-2011
Zn: 2.3 mg/kg	Bratu și Georgescu, 2005	Probe de miere de la Asociația Crescătorilor de albine Sibiu, zona virtual nepoluată
Zn: 1.8-5.6 mg/kg		Zona Copșa Mică, zonă poluată 8-25 km de sursa poluatoare
Zn: 0.987 mg/kg Cu: 18.89 mg/kg	Ciobanu și Rădulescu, 2016	Județul Timiș, eșantionaj în apropierea unei surse poluatoare, miere polifloră
Zn: 0.190-22.9 mg/kg Cu: 0.057-1.55 mg/kg	Celechovska și Vorlova, 2001	Probe de miere din piețe din Cehia
Zn: 0.5109-1.1126 mg/kg	Sobhanardakani și Kianpour, 2016	Orașul Hamadan, Iran
Zn: 0.0620-0.3359 mg/kg Cu: 0.027-0.0696 mg/kg	Teka, 2018	Zona Woredas of Sidama din Etiopia
Zn: 0.04-5.96 mg/kg Cu: 0.03-2.30 mg/kg	Devillers et al., 2002	Zone poluate și „nepoluate” din Franța, miere de salcâm
Zn: max. 13.92 mg/kg Cu: max. 7.72 mg/kg	Roman și Popiela., 2011	Regiunea Brzeg, provincia Opole, Polonia mierea polifloră.
Zn: 0.51-7.85 mg/kg Cu: 0.45-2.43 mg/kg	Roman et al., 2011	Regiunea Wroclaw (Lower Silezia, Polonia)
Zn: 0.1368-0.4717 mg/kg Cu: 0.023-0.498 mg/kg	Bibi et al., 2008	7 probe de miere din comerț din Austria, Pakistan, Canada, Germania, Australia, Saudi Arabia, SUA
Zn: 0.564-5.008 mg/kg Cu: 0.1106-0.3894 mg/kg	Matusevicius et al., 2010	Diferite zone ale Lituaniei

Media concentrației de Zn și Cu în probele de miere este de 22.866 mg/kg, respectiv 10.1666 mg/kg. Valoarea minimă de concentrație pentru Zn este de 15 mg/kg (Bartha et al. 2020) peste valorile prezentate în tabelul 2. Conținutul minim de Zn în mierea studiată este mult mai mare decât conținutul minim raportat de Devillers et al., 2002 și Teka, 2018, valoare asemănătoare de concentrație fiind raportată de Dzugan et al., 2017. Intervalul de concentrație a Cu este între 2-33.4 mg/kg (Bartha et al. 2020). Maximul concentrației determinate în acest studiu este peste cele prezentate în tabelul 2, valoare apropiată fiind prezentată de Ciobanu și Rădulescu, 2016 din mierea provenită tot dintr-o zonă poluată. Fakhri et al., 2019 realizează o meta-analiză a 33 de articole cu 45 studii și determină ordinea elementelor potențial toxice în funcție de concentrații consolidate astfel: Fe (5.657 mg-kg-DW) > Mn (3.430 mg-kg-DW) > Pb (0.555 mg-kg-DW) > Cr (0.496 mg-kg-DW) > Cu (0.330 mg-kg-DW) > Ni (0.312 mg-kg-DW) > Cd (0.049 mg-kg-DW) > As (0.026 mg-kg-DW) > Hg (0.002 mg-kg-DW). Ordinea elementelor potențial toxice cu privire la coeficientul de risc HQ este sub forma: Pb > Cd > Mn > Fe > Ni > As > Cu > Hg > Cr.

Legiferarea națională și internațională a conținutului de metale grele în miere

Legislația mierii din România se bazează pe SR 784-10:2009, SR 784-2:2009. Conform Consiliului European, 2002 termenul de miere trebuie să se refere la produsul apicol produs de *Apis mellifera*. Conform EC 2000a. Regulation (EC) No 396/2005, FSA Honey Regulations; Food Standard Agency: The honey Regulations 2003 nu există în legislația specifică actuală limite maxime admise de metale grele în miere. Piro și Mutinelli, 2003 atrage atenția că sunt puține norme legislative care să specifice limitele pentru reziduri din miere. Totuși după Byrne, 2000 Comisia Europeană sugerează și recomandă un nivel maxim acceptabil în miere de 1 mg/kg Pb și de 0.1 mg/kg Cd. Conform standardelor Comisiei Codex Alimentarius, Rev. 2003 conținutul de Cu acceptat în miere este între 0.02-0.08 mg/kg, iar pentru Zn de 0.5 mg/kg. Conform Codex Alimentarius, 1993 mierea nu trebuie să conțină o încărcătură de metale grele care să pună în pericol sănătatea umană. Conform standardelor WHO, 2002 conținutul mierii în Pb și Cd nu trebuie să depășească 0.5 μg/g, de Cu 300 μg/g, iar de Zn 350 μg/g.

Reglementarea Comisiei Europene (EC) Nr. 1881/2006 din 19 Decembrie 2006 cu privire la limita maximă a unor contaminanți în produsele alimentare, amendată de Reglementarea (EU) 2015/1005 din 25 Iunie 2015 fixează limita maximă de Pb la 0.10 mg/kg, iar cea de Cd la 0.05 mg/kg. Astfel media conținutului de Pb din mierea recoltată din orașul Copșa Mică și împrejurimi depășește de 3.4 ori, iar media Cd de 19.3 ori limita maximă sugerată de Comisia Europeană pentru miere. Două probe de miere din localitățile Șeica Mică și Valea Viilor, respectiv Șeica Mică și Micăsasa-proba I conțin Pb și Cd sub limita maximă admisă (Bartha et al. 2020). Atât concentrațiile maxime cât și cele medii de Zn și Cu sunt fără risc de toxicitate pentru organism.

Probele fiind colectate de la producători particulari în condiții de recoltare și depozitare a mierii adesea precare, valorile ridicate de concentrații de Pb și Cd și creșterea concentrației de Cu odată cu distanța pot fi consecința contaminării în procesele de recoltare (fumigații), extracție și depozitare neconforme normelor igienico-sanitare recomandate sau legiferate. Paramas et al., 2000 atribuie valorile ridicate de Cd din miere contaminării prin depozitarea improprie sau de la echipamente. Și din aceasta cauză se impune monitoringul mierii atât la nivel de producător cât și la procesatori. Valorile ridicate obținute sunt un semnal de alarmă pentru populația locală, deoarece la nivelul provizoriu tolerat săptămânal de Pb și Cd al organismului (Provisional Tolerable Weekly Intake-PTWI) participă și alte alimente provenite tot din mediul poluat care cresc aportul de metale grele potențial toxice pentru organism.

Aciditatea mierii exprimată în unități de *pH*

Limitele standard de *pH* între 3.40-6.10 indică prospețimea mierii (El-Sohaimy et al. 2015). Silva et al., 2004 arată că nu există norme naționale/internaționale cu privire la *pH*-ul mierii. *pH*-ul foarte scăzut se datorează acizilor organici produși în urma fermentării zaharurilor. Acest parametru influențează proprietățile fizice, dezvoltarea microorganismelor, funcționarea echipamentului enzimatic. putând fi influențat de *pH*-ul nectarului, compoziția solului, asociațiile fitosociologice de plante, variației conținutului de acizi și minerale etc. (Crane, 1990, Kamal et al. 2002). Aciditatea principalelor produse apicole (miere, propolis, ceară) sporește coroziunea uneltelor și ustensilelor folosite la extracția, condiționarea, depozitarea, și transportul mierii sporind conținutul de Zn, Cr și Cu. (Silici et al. 2008, Pohl și Sergiel 2012). Utilizarea *pH* metrelor pe scară largă în vederea determinării acidității se datorează rapidității procesului de determinare, costuri reduse, disponibilitate în orice laborator mai mic (Pasqual-Mate et al. 2018). Babarinde et al., 2011 arată că aciditatea mierii colectată tradițional se datorează fermentației indusă de o igienă precară a procedurii de colectare. Plaja de variație a *pH* din probele de miere subiectul diferitelor cercetări din literatura de specialitate este sumarizată în tabelul 22.

Tabel 22. *pH*-ul mierii din literatura de specialitate și valorile standard legitimate

<i>pH</i>	Tipul/proveniența mierii	Referința bibliografică
4.2-4.79	miere mixtă, Sundarban, Khulna, Bangladesh.	Asaduzzaman, et al., 2015.
3.91-4.97	Districtul Kapiri Mposhi și Kaoma, Zambia	Mwalea si Mbewea, 2017,
4.73	miere polifloră	Kędziarska-Matysek et al., 2018
4.11-4.33	miere mixtă	Yohannes et al., 2018
3.55-4.43	miere polifloră	Conti et al., 2014
3.6-5.8		Conti et al., 2018
3.4-4.8	miere polifloră	Adugna, 2011
3.3-3.7	SV-Nigeriei, probe colectate tradițional și modern	Babarinde et al., 2011
3.20-5.03	nectar mixt, miere de mană, miere de pădure	Paramas et al., 2000
3.16-4.40	miere florală din piață	Celekovska și Vorlova, 2001
3.79-5.08		Fredes și Montenegro, 2006
3.82-4.02	probe de miere de la producători locali și din comerț, districtul Guji, Ethiopia	Arede, 2015,
2.82-miere de salcâm	miere amestec din diferite zone ale Ungariei	Szeles et al., 2006.
4.06-miere de castan		
3.12 miere polifloră		

3.41-4.97	miere de origine diferită, Kosovo	Aliu et al., 2020
3.855-4.450	miere din diferite zone ale regiunii Tigray, Etiopia	Nigussie et al., 2012
3.16-4.35	districte din Fitcha, Addis Ababa, Etiopia direct de la producători și din comerț	Gebeyehu si Jalata, 2023
3.7-4.1	Zona Sudanian, Sudano- Guinean, și Guinean, Benin, diferite tipuri de miere	Azonwade et al., 2018
4.114-4.637	Probe de miere din Egipt, Yemen, Arabia Saudită Kashmir procurate din diferite piețe din Alexandria, Egipt	El Sohaimy et al., 2015
4.50-6.00	probe de miere recoltate din regiunea Mării Negre ale Turciei	Derebasi et al., 2014
2.99-4.45	Debre-Nazret, regiunea Tigray, Etiopia, miere din stupine moderne, tradiționale și din comerț.	Equar et al., 2015
3.59-4.645		Alemu et al., 2021
3.48-4.25	miere provenită din câmpia din E Hararge, Etiopia.	Nagari et al., 2018
3.67-6.45	miere colectată de la producători, SE Anatoliei	Gürbüz et al., 2020
3.60-5.35	miere provenită din Campos Gerais, regiunea statului Paraná, Brazilia de S.	Borsato et al., 2010
3.98-4.12	East Gojjam, Ethiopia	Nega et al., 2020
3.90-4.03	miere polifloră Portugalia	Karabagias et al., 2020
4.33	miere polifloră Grecia	
3.68-4.97	miere florală diversă, de origine diferită (Franța, Elveția, Australia, Germania, regiunea muntoasă din Arabia Saudită)	Arida et al., 2012
4.10-4.58	probe de miere din comerț din regiunea Kaduna, Abuja, Nsukka, Ibadan și	Ndife et al., 2014

	proba martor din SUA.	
4.2-4.87	miere polifloră de la apicultori din C,E,N Tanzaniei	Gidamis et al., 2007
3.46-4.79	miere polifloră din diferite regiuni ale Sultanatului Oman	Al-Farsi et al., 2018
2.3-4.4	miere din supermarketuri, comerț liber, cooperative	Alves et al., 2015

Valoarea minimă de pH a mierii din această cercetare este de 6.832 corespunzătoare stupinei din zona Micăsasa II, cea maximă de 7.293 a fost înregistrată în mierea recoltată din Copșa Mică conform figurii 25.

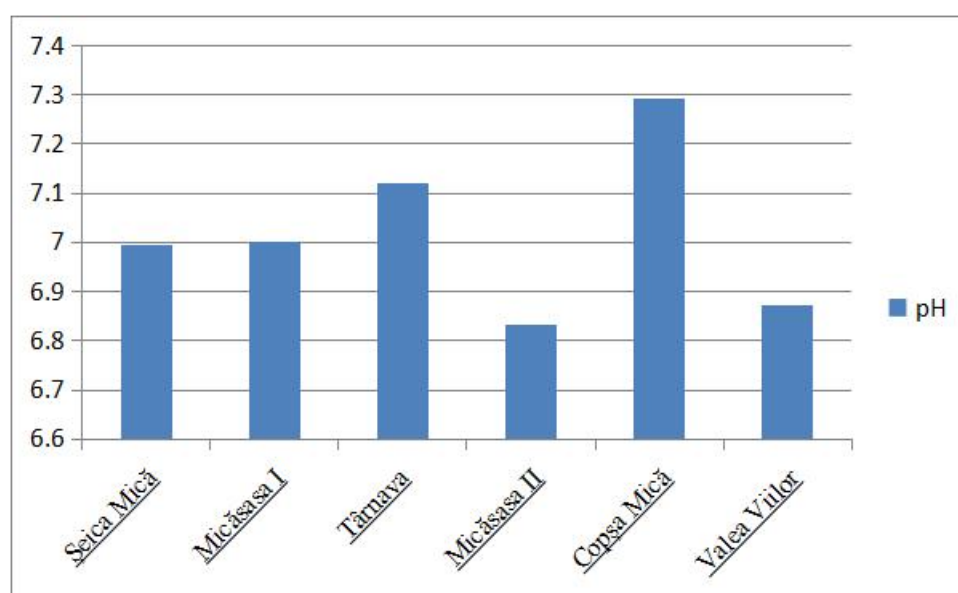


Figura 25. Distribuția pH-ului mierii între stupinele care au oferit eșantioane acestui studiu.

4.4 Concluzii

Poluarea istorică și-a pus amprenta și asupra principalului produs al stupului-mierea din zona studiată. În anul 2009 în care poluatorul principal S.C. Sometra S.A. Copșa Mică își încetează activitatea majoră determinările analitice asupra conținutului de poluanți metalici potențial toxici din mierea polifloră recoltată de la producători locali cu stupi staționari indică concentrații ridicate de Pb și Cd acumulate ceea ce prezintă un risc asupra sănătății consumatorilor. Stupinele amplasate pe valea care canalizează poluanții de la platforma industrială sunt predispuse la bioacumulări mai mari de Pb decât stupinele de pe văile laterale. Concentrațiile de Cd se diminuează exponențial cu depărtarea de sursa de poluare, în timp ce concentrațiile de Cu cresc liniar. Dat fiind faptul că probele au fost colectate de la producători particulari ai căror condiții de recoltare și depozitare a mierii sunt adesea precare valorile ridicate de concentrații de Pb și Cd pot avea și aport din procesele de recoltare (fumigații), extracție și depozitare neconforme normelor igienico-sanitare recomandate sau legiferate. Și din această cauză se impune monitoringul mierii atât la nivel de producător cât

și la procesatori. Valorile ridicate obținute sunt un semnal de alarmă pentru populația locală deoarece la nivelul provizoriu tolerat săptămânal de Pb și Cd al organismului (Provisional Tolerable Weekly Intake-PTWI) participă și alte alimente care pot proveni tot din mediul poluat și care cresc aportul de metale grele potențial toxice pentru organism.

(B-ii) Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

Profesia didactică este una complexă, a cărei reușită are la bază flexibilitatea, dinamismul, receptivitatea la nou și reflecția critică.

Cerințele actuale formulate pentru cadrele didactice sunt legate de conștientizarea caracterului continuu al propriei formări, integrarea în activitatea didactică a noilor metode și tehnologii de informare și comunicare, promovarea unei învățări și educații de calitate.

În cadrul acestei propuneri de dezvoltare a carierei universitare sunt prezentate aspecte privind realizările profesionale, activitatea didactică, activitatea de cercetare științifică precum și obiectivele în ceea ce privește perfecționarea profesională și astfel dezvoltarea carierei universitare.

Capitolul 5 Evoluția academică anterioară anului 2024

5.1 Educație

Autorul tezei a început studiile liceale (medii) la Colegiul "Iacob Mureșianu" din Blaj, iar studiile de licență la Brașov și Oradea. Studiile doctorale le-am parcurs în intervalul 2004-2011, devenind Doctor în Silvicultură în anul 2012.

Studii absolvite (pregătire profesională)

Studii medii

◀ 1991-1995, **Diplomă de Bacalaureat** -Colegiul "Iacob Mureșianu" Blaj, jud. Alba.

Studii universitare

◀ 1997-2002, **Diplomă-Inginer Diplomat** - profil Forestier - Specializarea Silvicultură - Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, cursuri de zi.

Titlul lucrării de diplomă: "*Valorificarea superioară a bazei melifere și a plantelor medicinale în cadrul O.S. Blaj, D.S. Alba Iulia*", coordonator științific: regretatul prof. univ. dr. ing. Eugen Beldeanu.

◀ 2003-2005, **Diplomă de Master** - "Studiul calității factorilor biotici și abiotici în ecosistemele forestiere, Reabilitarea sistemelor forestiere", Universitatea din Oradea, Facultatea de Protecția Mediului.

Titlul lucrării de disertație: "*Înființarea de perdele forestiere de protecție a solurilor împotriva eroziunii hidrice, în localitatea Jidvei - jud. Alba*", coordonator științific: acad. prof. univ. dr. ing. Nicolae Doniță.

◀ 2004-2009, **Diplomă-Inginer Diplomat** - domeniul Inginerie economică - Specializarea Inginerie și management în alimentație publică și agroturism - Facultatea de Protecția Mediului, Universitatea din Oradea, cursuri de zi.

Titlul lucrării de licență: "*Documentația tehnico-economică privind valorificarea bazei melifere și a plantelor medicinale în cadrul O.S. Sebeș, Direcția Silvică Alba Iulia*", coordonator științific: prof. univ. dr. ing. Vlad Ioan.

◀ 2004-2011, **Diplomă de Doctor** în domeniul Silvicultură (a fost confirmat prin Ordinul Ministrului Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului nr. 3639/27.03.2012) - Universitatea „Transilvania”, din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere.

Titlul tezei de doctorat: "*Cercetări privind factorii de variație a calității lemnului de cer din pădurea Boboștea (Jud. Bihor)*", coordonatori științifici: regretatul prof. univ. dr. ing. Eugen Beldeanu și prof. univ. dr. ing. Ignea Gheorghe.

◀ 2014-2017, **Diplomă - Inginer** - domeniul Inginerie forestieră - Programul de studii - Ingineria prelucrării lemnului - Facultatea de Protecția Mediului, Universitatea din Oradea, cursuri de zi.

Titlul lucrării de licență: “*Studiu privind proiectarea și execuția filigoriilor prin prelucrări mecanice sumare*”, coordonator științific: Șef lucrări dr. ing. Derecichei Laura Melinda.

Posed **Certificat de atestare** pentru proiectarea și executarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare din domeniul silvic, conform OM 718/2010.

5.2 Activitatea didactică

Evoluția academică

În anul universitar 2003-2004, Facultatea de Protecția Mediului din Universitatea din Oradea a scos la concurs postul de Preparator universitar la disciplinele Dendrologie și Pedologie. M-am înscris la concurs și am ocupat postul.

2004 - 2006 - **Preparator universitar**, Universitatea din Oradea, Facultatea de Protecția Mediului, Catedra de Silvicultură;

2006 - 2013 - **Asistent universitar**, Universitatea din Oradea, Facultatea de Protecția Mediului, Departamentul de Silvicultură și Inginerie Forestieră.

2013 - 2020 - **Șef lucrări**, Universitatea din Oradea, Facultatea de Protecția Mediului, Departamentul de Silvicultură și Inginerie Forestieră.

2020 - prezent - **Conferențiar universitar**, Universitatea din Oradea, Facultatea de Protecția Mediului, Departamentul de Silvicultură și Inginerie Forestieră.

Discipline predate

Autorul tezei de abilitare în cei 20 de ani de activitate didactică neîntreruptă, a coordonat activitățile practice (laborator și teren) de la 11 discipline și a fost titularul a 7 cursuri din Planurile de învățământ a 5 programe de studii de licență și masterat, astfel:

Programul de studii (licență): **Ingineria prelucrării lemnului**

Structuri din lemn - (Curs și lucrări practice);

Rezistența materialelor - (Curs și lucrări practice);

Programul de studii masterale: **Valorificarea durabilă a resurselor pădurii**

Sisteme agrosilvice (Curs și lucrări practice);

Metode moderne de gospodărire a sistemelor agrosilvice (Curs și lucrări practice);

Programul de studii (licență): **Silvicultură**

Pedologie - (lucrări practice)

Împăduriri I - (lucrări practice)

Împăduriri II - (Curs și proiect)

Dendrologie I, II - (Curs și lucrări practice)

Arhitectura peisajului - (lucrări practice)

Programul de studii (licență): **Exploatarea forestiere**

Pedologie - (lucrări practice)

Împăduriri I - (lucrări practice)

Împăduriri II - (Curs și proiect)

Dendrologie I, II - (Curs și lucrări practice)

Programul de studii (licență): **Inginerie și management în alimentație publică și agroturism**

Silvicultură și produsele pădurii - (lucrări practice)

Îndrumarea științifică a studenților

În perioada 2004-2012 am coordonat în cotelă un număr de 15 studenți pentru pregătirea proiectelor de diplomă, iar începând cu anul universitar 2012-2013 (imediat după dobândirea titlului de doctor), am îndrumat la lucrările de finalizare a studiilor (licență și master) un număr de 61 studenți și 30 masteranzi care au fost apreciate cu calificative bune și foarte bune.

O parte din studenții de la proiectul de diplomă și disertație (în număr de 3) și-au prezentat cercetările proprii la sesiunile științifice studențești (**Pădurea Mediu al Generațiilor Viitoare**) organizate anual de Departamentul de Silvicultură și Inginerie Forestieră din cadrul Facultății de Protecția Mediului.

Managementul didactic

Dorința de a înțelege mai bine fenomenul educațional și de a fi mai bine informat, m-a determinat să mă implic activ în activitățile Departamentului de Silvicultură și Inginerie Forestieră, ajungând în situația onorantă de a fi:

Membru în Birou Consiliu - al Departamentului de Silvicultură și Inginerie Forestieră (2015-2019; 2019-2023; 2023-prezent)

Membru în Consiliul Facultății de Protecția Mediului (2020-2023; 2023-prezent).

Coordonatorul programului de studii de licență **Silvicultură** din 22.03.2024.

Prestigiu profesional

Mobilități Erasmus (Programul de Învățare pe Tot Parcursul Vieții/Erasmus - Acțiuni descentralizate - Mobilități în scop de predare).

În calitate de cadru didactic al Facultății de Protecția Mediului, am participat la programe de mobilități în scop de predare, prin intermediul unor granturi din partea Comisiei Europene, la mai multe Facultăți de prestigiu (în domeniu) din străinătate:

1. Szent Istvan Egyetem Gödöllő-Ungaria (HU GODOLLO01) - perioada 04.04.2001-16.04.2011.

2. University of West Hungary Sopron-Ungaria (HU SOPRON01) - perioada 19.03.2012-25.03.2012.

3. University of West Hungary Sopron-Ungaria (HU SOPRON01) - perioada 03.09.2012-16.09.2012.

4. University of Szeged-Ungaria (HU SZEGED01) - perioada 17.04.2013-23.04.2013.

5. University of West Hungary Sopron-Ungaria (HU SOPRON01) - perioada 07.10.2013-14.10.2013.

6. University of West Hungary Sopron-Ungaria (HU SOPRON01) - perioada 29.09.2014-01.10.2014.

7. University of Szeged-Ungaria (HU SZEGED01) - perioada 13.11.2014-14.11.2014.

8. University of West Hungary Sopron-Ungaria (HU SOPRON01) - perioada 23.09.2015-25.09.2015.

9. University of West Hungary Sopron-Ungaria (HU SOPRON01) - perioada 28.09.2016-29.09.2016.

10. University of West Hungary Sopron-Ungaria (HU SOPRON01) - perioada 25.09.2017-27.09.2017.

11. University of West Hungary Sopron-Ungaria (HU SOPRON01) - perioada 24.09.2018-25.09.2018.

12. University of Debrecen-Ungaria (HU DEBRECEN 01) - perioada 18.12.2018-19.12.2018.

13. University of Szeged-Ungaria (HU SZEGED01) - perioada 23.09.2019-24.09.2019.

De asemenea, am participat ca și profesor invitat în plenul unor manifestări științifice naționale și internaționale (exclusiv POS, ERASMUS), după cum urmează:

1. Profesor invitat la "Consultarea factorilor interesați privind evaluarea impactului social și de mediu în pădurile administrate de O.S. Sfânta Maria S.R.L.", Episcopia Oradea, 02.05.2017.

2. Profesor invitat la Universitatea din Debrecen, Facultatea de Științe Agricole și Alimentare și Managementul Mediului, Susținere seminar la întrunirea "UNIVERSITY OF DEBRECEN & DEBRECEN SUMMER SCHOOL"-21.07.2019-03.08.2019 la Debrecen.

3. Profesor invitat la Universitatea din Debrecen, Facultatea de Științe Agricole și Alimentare și Managementul Mediului, Susținere seminar la întrunirea "Science Day at TTK"-06.11.2019 la Debrecen.

4. Profesor invitat la Universitatea din Debrecen, Facultatea de Științe Agricole și Alimentare și Managementul Mediului, Susținere seminar la întrunirea "New National Graduate Program-DE Institute Conference"-27.01.2020-28.01.2020 la Debrecen.

Membru diverse comisii în domeniul educației și cercetării

Membru în colective de redacție ale unor reviste științifice recunoscute

Membru în comitetul de publicare al Analelor Fascicula: Protecția Mediului, Universitatea din Oradea (categoria B+), 2013-prezent.

Membru în colegiul de redacție al volumului Simpozionului Studentesc "Pădurea Mediu al Generațiilor Viitoare" (2011-2020).

Membru în Comisia de Tabere studențești (2012-prezent).

Membru al Comisiei de Cercetare și Valorificare a cercetării din Departamentul de Silvicultură și Inginerie Forestieră în calitate de președinte, 2023-prezent;

Membru în Comisia RAE-Master

Managementul durabil al resurselor forestiere, 2007

Optimizarea și valorificarea durabilă a resurselor pădurii (2008);

Optimizarea dezvoltării producției cinegetice și salmonicole în sectorul silvic în contextul prevenirii bolilor cu caracter infecto-contagios (2008);

Tehnologii moderne în exploatarea forestiere în conformitate cu legislația silvică (2008);

Valorificarea durabilă a resurselor pădurii (2012; 2016);

Membru în Comisia RAE-Licență

Exploatarea forestiere, 2021

Silvicultură, 2023

Membru în Comisia de Elaborare a Orarelor (2005-prezent);

Membru în comisii de ocupare a posturilor prin concurs la Facultatea de Protecția Mediului Oradea, 2014A, 2014B, 2015, 2023, respectiv la Facultatea de Silvicultură și Cadastru Cluj-Napoca, 2022.

Membru în Comisia de inventariere pe Universitate, 2014, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023;

Membru în Comisiile de evaluare a studenților, 2015, 2017A, 2017B, 2018, 2019A, 2019B, 2019C;

Membru în Comisia de finalizare a studiilor de licență la programele de studii Exploatare forestiere 2014, Silvicultură 2015, Silvicultură 2017, Silvicultură 2018, Silvicultură 2019; Silvicultură 2020; Silvicultură 2021; Silvicultură 2022, Silvicultură 2023; **master**, programul de studii Valorificarea durabilă a resurselor pădurii 2017; 2019, 2020, 2022, 2023.

Membru în Comisia de admitere master, VDRP 2018, VDRP 2019, VDRP 2020;

Membru în Comisia de Evaluare Credite transferabile, 2018, 2019, 2020, 2022;

Membru în Centrul de Cercetare interdisciplinar în Bioeconomie.

5.3 Activitatea de cercetare

Cărți, articole

Pe parcursul celor 20 de ani de activitate didactică în învățământul universitar am publicat 2 cărți de specialitate din domeniul Silvicultură (prim și unic autor), respectiv trei capitole de carte, două în străinătate și unul intern.

1. Bartha Szilárd, *Structura, calitatea și posibilitățile de valorificare a lemnului de cer din pădurea Boboștea*, Editura Universității din Oradea, ISBN 978-606-10-0931-2, pp. 302, 2012.

2. Bartha Szilárd, *Arbori și arbuști de rășinoase din pădurile și spațiile verzi ale României*, Editura Universității din Oradea, ISBN 978-606-10-2304-2, pp. 204, 2024.

3. Lucian Dincă, Miglena Zhyanski Eds., *Forest Management and Biodiversity Conservation-Special Issue Reprint, Diversity*, ISBN978-3-0365-9415-6 (Pdf) <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-9415-6>, pp. 376, 2023 (capitol carte).

4. Alessandra Durazzo, Massimo Lucarini, Antonello Santini, Massimo Zacardelli Eds., *Forest, Foods and Nutrition-Special Issue Reprint, Forests*, ISBN978-3-0365-0043-0 (Pdf), <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-0043-0>, pp. 342, 2021 (capitol carte).

5. Cornel D., Viorel Ș., Aurel B., Iulian Ș., Silvia M., Monica Ș., Ioan V., Ioan Ch., Daniel M., Gheorghe S., Viorel Ch., Aurora V., Mariana V., Cristina M., Vasile L., Manuel G., Gheorghe Ch., Vasile B., Mihai C., Florian P., Dorin P., Adriana Ch., Carmen Gh., Eliza A., Dana M., Gabriela V., Monica D., Mariana B., Florin L., Cristiana O., Eugen J., Giani B., Marius O., Ioana V., Eugenia Ș., Alexandru Șc., Bartha Sz., *50 de ani de cercetări agricole în Oradea*, Fascicula II Horticultură, Zootehnie, Procesarea Producției, Editura Universității din Oradea, ISBN 978-606-10-0730-1, 431 p., 2012. Editura acreditată de CNCSIS, cod 149 (capitol carte).

Am publicat 59 de lucrări științifice, din care 14 sunt articole indexate în WOS (5 în străinătate: Forests-Basel, BioResources-NC State University, IJRPH-Basel, Sustainability-Basel, Diversity-Basel, respectiv 9 pe plan intern: *Romanian Agricultural Research Fundulea-5* și *Scientific Papers. Series A. Agronomy* București-4), 31 articole indexate în baze de date internaționale recunoscute (BDI), respectiv 14 în alte reviste de specialitate de circulație națională și internațională (cu ISSN sau ISBN), (Tabel 23).

Dețin calitatea de prim autor la 25 de articole din cele 59 (42%).

Tabel 23. Cărți și capitole în cărți de specialitate, articole

Activitate	Autor principal/autor corpondent	Unic autor	Coautor	Total
Cărți de specialitate	-	2	-	-
Capitol de carte	-	-	3	-
Articole în reviste cotate ISI	4	-	-	12
Articole în volume cotate ISI Proceedings	1	-	-	2

Proiecte de cercetare

Activitatea științifică desfășurată în universitate, s-a concretizat prin participarea mea în calitate de **director** la două proiecte de cercetare, respectiv la unul în calitate de **membru**, astfel:

În cadrul unui proiect transfrontalier HU-RO (câștigat prin competiție) încheiat între **Universitatea din Oradea și S.C. Alma Group Research S.R.L. - "Acțiuni directe de conservare în cadrul Proiectului "Conservation of the European Roller (*Coracias garrulus*) in the Carpathian Basin"-director proiect**

Perioada 7 luni (01.06.2019-31.12.2019), valoare 57358 lei.

Al doilea proiect - **Realizarea lucrărilor de reconstrucție ecologică a habitatelor forestiere prin împădurire, în cadrul proiectului "Implementarea planului de Management pentru aria naturală protejată ROSPA0075 Măgura Odobești"** încheiat între **Universitatea din Oradea și S.C. Alma Group Research S.R.L.- director proiect**

Perioada 8 luni (01.05.2021-01.12.2021), valoare 59500 lei.

Ultimul proiect - **Evoluția compușilor fenolici din vinurile roșii cu denumire de origine controlată DOC-Crișana Biharia, consecință a încălzirii globale** încheiat între **Universitatea din Oradea și S.C. Sadelli Procom S.R.L. Biharia-membru**

Perioada 8 luni (25.01.2023-30.09.2023), valoare 59500 lei

Autorul tezei prezintă o succintă descriere a celor două proiecte în care a avut calitatea de director proiect:

1. Acțiuni directe de conservare în cadrul Proiectului "Conservation of the European Roller (*Coracias garrulus*) in the Carpathian Basin Cod "LIFE 13 NAT/HU/000081"

Obiectivul general al proiectului

Întărirea populației de dumbrăveancă în Bazinul Carpatic și asigurarea conservării favorabile pe termen lung a acestor populații prin implementarea unor măsuri de conservare potrivite.



Figura 26. Crearea locurilor de cuibărit prin plantare de plop cenușiu în zonele delimitate (foto Bartha Szilárd)

Activități desfășurate:

- Crearea locurilor de cuibărit adecvate și în România (Figura 26);
- Recondiționarea și îmbunătățirea locurilor de adăpost și hrănire.

2. Realizarea lucrărilor de reconstrucție ecologică a habitatelor forestiere prin împădurire, în cadrul proiectului "Implementarea planului de Management pentru aria naturală protejată ROSPA0075 Măgura Odobești"

Obiectivul general al proiectului

Implementarea măsurilor de conservare a speciilor de interes comunitar din situl ROSPA0075 Măgura Odobești, în vederea menținerii, îmbunătățirii și monitorizării stării de conservare favorabile acestora.

Activități desfășurate:

- Realizarea lucrărilor de întreținere a plantațiilor;
- Realizarea lucrărilor de amplasare în teren a rețelei de monitorizare a rezultatelor evoluției vegetative a puiștilor plantați în primăvară (Figura 27);
- Monitorizarea efectelor acțiunilor de reconstrucție asupra stării de conservare a speciilor de păsări vizate de proiect.



Figura 22. Reconstrucția ecologică a habitatelor forestiere prin împădurire pentru aria naturală protejată ROSPA0075 Măgura Odobești (foto Bartha Szilárd)

Capitolul 6 Planul de dezvoltare a carierei

6.1 Direcții de dezvoltare didactică și științifică

Ca obiectiv permanent îmi propun consolidarea continuă a prestigiului individual și organizațional pe plan național și, mai ales, pe plan internațional.

Pentru realizarea acestei aspirații am în vedere continuarea dezvoltării mele profesionale pe cele două direcții, respectiv activitatea didactică și activitatea de cercetare științifică.

Experiența acumulată până în prezent în sistemul universitar (prin susținerea orelor de laborator la disciplinele „Dendrologie I, Dendrologie II, Împăduriri I, Împăduriri II, Pedologie, Structuri din lemn, Rezistența materialelor, Arhitectura peisajului, Sisteme agrosilvice și a orelor de curs la disciplinele Dendrologie I, Dendrologie II, Structuri din lemn, Rezistența materialelor, Sisteme agrosilvice, Metode moderne de gospodărire a sistemelor agrosilvice”), vin să întărească într-o foarte bună măsură experiența pe care am dobândit-o de-a lungul celor aproape 20 de ani de învățământ universitar, în domeniul științelor ingineresti (Silvicultură și Inginerie Forestieră) pe care o pot utiliza în sistemul actual universitar.

Principalele obiective urmărite în dezvoltarea carierei universitare sunt:

◀ actualizarea permanentă a conținutului fișelor disciplinelor, în speță a cursurilor de Dendrologie I, Dendrologie II, Împăduriri II, Structuri din lemn și Metode moderne de gospodărire a sistemelor agrosilvice și a lucrărilor practice la disciplinele Dendrologie I, Dendrologie II, Împăduriri II, Structuri din lemn și Metode moderne de gospodărire a sistemelor agrosilvice.

◀ reactualizarea conținutului și editarea cursurilor de Dendrologie I, Dendrologie II, Împăduriri II, Structuri din lemn, Metode moderne de gospodărire a sistemelor agrosilvice și a îndrumătoarelor de lucrări practice la disciplinele „Dendrologie I, Dendrologie II, Împăduriri II, Structuri din lemn, Metode moderne de gospodărire a sistemelor agrosilvice” care să permită corelarea dintre pregătirea teoretică și cea practică a viitorilor ingineri;

◀ alegerea strategiilor de predare-învățare, a formelor de organizare a procesului de învățământ și a locurilor adecvate de desfășurare a activității de predare-învățare;

◀ dovedirea unui atașament profesional față de discipline și față de tot ceea ce ține de Departamentul de Silvicultură și Inginerie Forestieră (interes pentru buna pregătire, susținerea rațională și afectivă a problematicei tratate, integrarea noutăților din domeniu);

◀ învățarea și încurajarea studenților să își evalueze propriile performanțe și, de asemenea, pe cele ale colegilor;

◀ implicarea activă a studenților în procesul de cercetare;

◀ stimularea în cadrul studenților și masteranzilor a continuării pregătirii profesionale prin studii doctorale și postdoctorale;

◀ dobândirea de noi aptitudini, cunoștințe și competențe cu privire la activitatea de cercetare și cea educațională în cadrul departamentului, printr-o instruire permanentă;

◀ dezvoltarea unui laborator de cercetare prin atragerea de fonduri din granturi de cercetare;

◀ depunerea de proiecte la competiții diverse în cadrul rețelelor de cercetare științifică naționale și internaționale, prin lansarea de propuneri de granturi, în calitate de director/responsabil de proiect sau de membru în colectivul de cercetători;

◀ valorificarea rezultatelor cercetării prin publicarea de lucrări științifice (publicarea a minimum 2 articole pe an în reviste științifice indexate în bazele de date internaționale);

◀ creșterea reputației științifice a Departamentului de Silvicultură și Inginerie Forestieră, a Facultății de Protecția Mediului și nu în ultimul rând, a Universității din Oradea;

◀ evoluția în funcțiile didactice în concordanță cu abilitățile, motivația și oportunitățile existente;

◀ participarea la Simpozioane Științifice și Conferințe Internaționale recunoscute;

◀ prin accesul la mobilități ERASMUS participarea la programe de cooperare internațională;

Toate aceste obiective nu fac decât să-mi întărească motivația și dorința în ceea ce privește implicarea în procesul de formare teoretică și practică, a studenților și a absolvenților de învățământ universitar.

De asemenea, consider că rolul meu este acela de a contribui, din punct de vedere profesional, în calitate de cadru didactic universitar, la dobândirea de către studenții și absolvenții de învățământ universitar de competențe caracteristice profesiei de inginer silvic și inginer în domeniul prelucrării lemnului.

Cadrul în care îmi propun continuarea carierei se bazează pe un set de valori precum feedbackul, transparența, deschiderea la nou, comunicarea sau lucrul în echipă. Îmi propun să realizez cât mai multe din imperativele didactice și științifice care sunt în responsabilitatea mea, ca și cadru didactic, cercetător și coleg.

Consolidarea carierei academice și menținerea unei reputații profesionale excelente îmi vor aduce împlinire și succes atât în plan personal cât și profesional, crescând astfel gradul de vizibilitate și prestigiu al Departamentului de Silvicultură și Inginerie Forestieră, al Facultății de Protecția Mediului și al Universității din Oradea.

6.2 Activitatea publicistică

Autorul tezei își propune publicarea de lucrări științifice în reviste cotate ISI, și reviste consacrate de circulație internațională.

Articole în lucru destinate unor jurnale Web of Science:

1. Impactul gelivurii asupra calității lemnului de cer din vestul țării;
2. Impactul defectelor interioare asupra calității lemnului de cer;
3. Încărcarea cu metale grele a unor bioresurse ecosanogene valorificabile din Munții Apuseni.

Publicarea unor cărți de specialitate în edituri naționale recunoscute CNCS și a unor capitole de cărți de specialitate în edituri din străinătate.

(B-iii) Bibliografie

1. Abbruzzo I. 2006. Anticaries Toothpaste Containing *Rubus Fruticosus* for Treating and Cleaning Teeth and Gums. European, EP1683547, 26.
2. Abera M. 2014. Determination of levels of some heavy metals in three commercially available brands of milk powder found in harar town, eastern, Ethiopia. Haramaya University, M.Sc. Thesis. 1-50.
3. Abete M.C., Voghera M. 1999. Indagine sulla presenza di metalli pesanti nel miele prodotto nella provincia di Torino (anni 1996-1997). Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie. LIII, 369-370.
4. Abu-Shandi K., Al-Rawashdeh A., Al-Mazaideh G., Abu-Nameh E., Al-Amro A., Al-Soufi H., Al-Ma'abreh A., Al-Dawdeyah A. 2015. A Novel Strategy for the Identification of the Medicinal Natural Products in *Rubus fruticosus* Plant by Using GC/MS Technique: A Study on Leaves, Stems and Roots of the Plant. Adv. Anal. Chem. (5): 31-41.
5. Achudume A.C., Nwafor B.N. 2010. The ecological assessment of metals in local brands of honey in Southwest Nigeria. African Journal of Agricultural Research. Vol. 5, (18):2608-2610.
6. Adam I. 2004. Cercetări privind cunoașterea caracterelor fundamentale ale stațiunilor și arboretelor din Dealurile Lipovei și sudul Munților Zarandului în care apare cerul alb. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov, 198 p.
7. Adugna E., Hymete A., Birhanu G., Ashenef A., Yildiz F. 2020. Determination of some heavy metals in honey from different regions of Ethiopia. Cogent Food & Agriculture. 6 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1764182>.
8. Agency for Toxic Substance and Diseases Registry (ATSDR) 2019. Toxicological profile for Cadmium. U.S. Department of Health & Human Services, Centers for Diseases Control. Atlanta.
9. Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ATSDR) 2003: Toxicological profile for Cadmium. U.S. Department of Health & Human Services, Centers for Diseases Control. Atlanta.
10. Aghamirlou H.M., Khadem M., Rahmani A., Sadeghian M., Mahvi A.H., Akbarzadeh A., Nazmara S. 2015. Heavy metals determination in honey samples using inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. J Environ Health Sci Engineer, 13:39. <https://doi.org/10.1186/s40201-015-0189-8>.
11. Aher P.R., Surana K.R., Ahire E.D., Patil D.M., Kshirsagara S.J. 2024. Functional food for autism. Applications of Functional Foods in Disease Prevention. Raj K. Keservani si Eknath D. Ahire, PhD (Eds.) 2024 Apple Academic Press, Inc. Co-published with CRC Press (Taylor & Francis), pp. 33-50.
12. Ajtony, Zs., Bencs, L., Haraszi, R., Szigeti, J., Szoboszlai, N. 2007: Study on the simultaneous determination of some essential and toxic trace elements in honey by multi-element graphite furnace atomic absorption spectrometry. Talanta. Volume 71, Issue 2: 683-90. doi: 10.1016/j.talanta.2006.05.023.
13. Akbari B, Gharanfoli F, Khayyat, M.H., Khashyarmanesh, Z., Rezaee, R., Karimi, G. 2012. Determination of heavy metals in different honey brands from Iranian markets. Food Addit Contam Part B Surveill. 5(2):105-11. doi: 10.1080/19393210.2012.664173.
14. Al Naggar Y., Giesy J.P., Abdel-Daim M.M., Javed Ansari M., Al-Kahtani S.N., Yahya G. 2021. Fighting against the second wave of COVID-19: Can honeybee products help protect against the pandemic? Saudi J Bio Scie. 28 (3): 1519-1527. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.12.031.
15. Albert Cs., Codină G.G., Héjja M., András Cs.D., Chetrariu A., Dabija A. 2022. Study of Antioxidant Activity of Garden Blackberries (*Rubus fruticosus L.*) Extracts Obtained with

- Different Extraction Solvents. Appl. Sci. 2022, 12, 4004. <https://doi.org/10.3390/app12084004>.
16. Alemu M., Guadie A., Tefera M. 2021. Physicochemical Properties and Levels of Selected Trace Metals in Honey from North Gondar, Ethiopia. *Ethiop J Nat Comp Sci. EJNCS* Vol. 1(1):90-102.
17. Al-Farsi M., Al-Belushi S., Al-Amri A., Al-Hadhrami A., Al-Rusheidi M., Al-Alawi A. 2018. Quality evaluation of Omani honey. *Food Chem.* 262:162-167. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.04.104.
18. Ali L., Svensson B., Alsanius B.W., Olsson M.E. 2011. Late season harvest and storage of *Rubus berries*-major antioxidant and sugar levels. *Scientia Horticulturae.* 129(3): 376-381.
19. Aliu H., Makolli S., Dizman S., Kadiri S., Hodolli G. 2020. Impact of Environmental Conditions on Heavy metal concentration in honey samples. *J Environ Prot Ecol.* 21: 351-358.
20. Alkhalidy H., Moore W., Zhang Y., McMillan R., Wang A., Ali M. 2015. Small molecule kaempferol promotes insulin sensitivity and preserved pancreatic β -Cell mass in middle-aged obese diabetic mice. *J. Diabetes Res.*, 1-14, <https://doi.org/10.1155/2015/532984>.
21. Almeida-Silva M., Canha N., Galinha C., Dung H.M, Freitas M.C., Siteo T. 2011. Trace elements in wild and orchard honeys. *Appl. Radiat. Isotop.* 69, 1592-1595.
22. Alqarni A.S., Owayss A.A., Mahmoud A.A., Hannan M.A. 2014. Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society.* 18, (5): 618-625. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.11.009>.
23. Altun S.K., Dinç H., Paksoy N., Temamogullari F.K., Savrunlu M. 2017. Analyses of Mineral Content and Heavy Metal of Honey Samples from South and East Region of Turkey by Using ICP-MS. *International Journal of Analytical Chemistry.* Vol. 2017. Article ID 6391454, 6 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/6391454>.
24. Altunatmaz S.S., Tarhan D., Aksu F., Ozsobaci N.P., Or M.E., Barutcu U.B. 2019. Levels of Chromium, Copper, Iron, Magnesium, Manganese, Selenium, Zinc, Cadmium, Lead and Aluminium of honey varieties produced in Turkey. *Food Sci. Technol* 39 (suppl. 2): 392-397. doi.org/10.1590/fst.19718.
25. Alves T.P., dos Santos T.M.C., Neto C.C.C., Beelen R.N., da Silva S.G.M., Montaldo Y.C. 2015. Quality of honey sold in the state of Alagoas, Brasil. *African Journal of Microbiology Research.* 9 (27):1692-1698. DOI: 10.5897/AJMR2015.7494.
26. Al-Waili N., Salom K., Al-Ghamdi A., Ansari M.J. 2012. Antibiotic, Pesticide, and Microbial Contaminants of Honey: Human Health Hazards. *The Scientific World Journal.* Vol. 2012, Article ID 930849, 9 pages. <https://doi.org/10.1100/2012/930849>.
27. Aly A., Maraai R., El-Leel O.A. 2019. Comparative study of some bioactive compounds and their antioxidant activity of some berry types. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* Vol. 13, no. 1, pp. 515-523, <https://doi.org/10.5219/1132>.
28. Antonescu C., Mateescu C. 2001. Environmental pollution and its effects on honey quality. *Roum. Biotechnol. Lett.* 6:371-379.
29. AOAC. 2006. Official Methods for Heavy Metal Determination in Human and Pests, 18th ed.; AOAC: Virginia, MD, USA. pp. 63-65.
30. Arai D.A., Vattem H., Kumagai 2016. Functional Foods-History and Concepts, In *Metal Contamination of Food Its Significance for Food Quality and Human Health.* Third edition Ed. Conor Reilly, Blackwell Science Ltd.p. 1-18.
31. Arai, 2005. Functional foods, nutraceuticals and natural foods. Concepts and applications. Ed. Vattem D. A. și Maitin V., DEStech Publications, Inc., p. 797.
32. Areda, B.T., 2015: Honeybee Production and Honey Quality Assessment in Guji Zone, Ethiopia. *J Food Process Technol.* 6:11. DOI: 10.4172/2157-7110.1000512.

33. Arida H., Hassan R., El-Naggar A. 2012. Quality Assessment of Honey Using Modern Analytical Tools. *Analytical Letters*. 45:(11), 1526-1536. DOI: 10.1080/00032719.2012.675492.
34. Asaduzzaman M., Rahman M.S., Munira S., Rahman M.M., Islam M., Hasan M., Siddique M.A.H., Biswas S., Khan M.H., Rahman M., Islam M.A. 2015. Analysis of Biochemical Composition of Honey and its Anti-Oxidant, Phytochemical and Anti-Bacterial Properties. *Journal of Biomedical and Pharmaceutical Research*. Volume 4, (4):69-81.
35. Atanassova J., Pavlova D., Lazarova M., Yurukova Y. 2016. Characteristics of honey from serpentine area in the Eastern Rhodopes Mt., Bulgaria. *Biol Trace Elem Res*. 173 (1): 247-58. doi: 10.1007/s12011-015-0616-9.
36. Avino R.B., Lopez-Moya J.R., Navarro-Avino J.P. 2008. Health Implications: Trace Elements in Cancer. In: Prasad, M.N.V., Ed., *Trace Elements as Contaminants and Nutrients: Consequences in Ecosystems and Human Health*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, 495-522, <https://doi.org/10.1002/9780470370124.ch20>.
37. Azonwade F.E., Paraiso A., Dossa C.P.A., Dougnon V.T., N'tcha C., Mousse W., Baba-Moussa L. 2018. Physicochemical Characteristics and Microbiological Quality of Honey Produced in Benin. *Hindawi Journal of Food Quality*. Vol. 2018, Article ID 1896057, 13 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/1896057>.
38. Babarinde G.O., Babarinde S.A., Adegbola D.O., Ajayeoba S.I. 2011. Effects of harvesting methods on physicochemical and microbial qualities of honey. *J Food Sci Technol*. 48(5):628-34. doi: 10.1007/s13197-011-0329-9.
39. Babos K. 1980. A csertölgy (*Quercus cerris* L.) faanyagának gyűrűs repedékenysége és az azt előidéző eltérő évgyűrűszélességek és térfogatsúlyok vizsgálata. *Az Erdészeti és Faipari Egyetem tudományos közleményei*, 1 kötet, Sopron, p. 17-23.
40. Baglio E. 2018. *Chemistry and Technology of Honey Production*. Springer International Publishing. Springerbriefs in Molecular Science. Chemistry of Foods. 59, p.12.
- Baldwin D.R., Marshall W.J. 1999. Heavy metal poisoning and its laboratory investigation. *Ann Clin Biochem*. 36 (3):267-300.
41. Barceloux D 1999. Copper. *Clin Toxicol* 37 (2):217-230.
42. Baroni M.V., Arrua C., Nores M.L., Faye P., Diaz M.P., Chiabrande G.A., Wunderlin D.A. 2009. Composition of honey from Cordoba (Argentina). Assessment of North/South provenance by chemometrics. *Food Chem*. 114 (2):727-733. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.10.018.
43. Bartha S. 2011. Cercetări privind factorii de variație a calității lemnului de cer din pădurea Boboștea (Jud. Bihor). Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov, 239 p.
44. Bartha S. 2012. Structura, calitatea și posibilitățile de valorificare a lemnului de cer din pădurea Boboștea. Ed Universității din Oradea, 302 p.
45. Bartha S. 2013B. Researches Regarding the Variation Factors on Turkey Oak Trunk Shape Quality from Bobostea Forest (Bihor County). *Analele Universității din Oradea, Fascicula Protecția Mediului*, Vol: XXI, (18):323-328.
46. Bartha S. 2014B. Distribution of Frost Cracks Length in Relation to Compass Points and Biological Origin of Turkey Oak within Bobostea Forest (County of Bihor). *Analele Universității din Oradea, Fascicula Protecția Mediului*, Vol: XXIII, (19):309-314.
47. Bartha S. 2016. Natural Change in Size of Internal Defects in the Case of Turkey Oak (*Quercus cerris*) Round Lumber Samples, Highlighted in the Forest Bobostea (Bihor County). *Natural Resources and Sustainable Development, University of Oradea, Environmental Protection Faculty*, (8):1-9. DOI:10.31924/nrsd.
48. Bartha S. 2017A. The Distribution of the Turkey Oak (*Quercus cerris*) Trees Defect, According to their Cenotic Position, in the Canopy Stands from Bobostea Forest (Bihor

- County). *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului, Vol: XXVIII, (22):159-164.*
49. Bartha S., Dorog L.S. 2013. Research Regarding the Distribution of Defects in Relation to the Quality of the Shape of the Stem in Turkey Oak Trees (*Quercus cerris*) From Bobostea Forest. *Natural Resources and Sustainable Development, University of Oradea, Environmental Protection Faculty, (5):211-216. DOI:10.31924/nrsd.*
50. Bartha S., Pantea S.D. 2014. Exterior Natural Defects Variation in Size in the case of Round Raw Wood in Marked Turkey Oak (*Quercus cerris*) in Bobostea Forest (Bihor County). *Natural Resources and Sustainable Development, University of Oradea, Environmental Protection Faculty, (6):1-8. DOI:10.31924/nrsd.*
51. Bartha S., Taut I., Goji Gy., Vlad I.A., Dinulică F. 2020. Heavy metal content in polyfloral honey and potential health risk. A case study of Copșa Mică, Romania. *Int. J. Environ. Res. Public Health. 17 (5):1507; doi:10.3390/ijerph17051507.*
52. Batista B.L., da Silva L.R.S., Rocha B.A., Rodrigues J.L., Berretta-Silva A.A., Bonates T.O., Gomes V.S.D., Barbosa R.M., Barbosa F. 2012. Multi-element determination in Brazilian honey samples by inductively coupled plasma mass spectrometry and estimation of geographic origin with data mining techniques. *Food Res Int. 49 (1):209-15. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.015.*
53. Beldeanu E.C. 1999. *Produse forestiere și studiul lemnului I. Ed Universității Transilvania, Brașov, 276 p.*
54. Beldeanu E.C. 2004. *Specii de interes sanogen din fondul forestier. Ed. Universității Transilvania din Brașov, 260 p.*
55. Beldeanu E.C. 2008. *Produse forestiere. Ed Universității Transilvania din Brașov, 331 p.*
56. Bereksi-Reguig D., Allali H., Bouchentouf S., Adamczuk A., Kowalska G., Kowalski R. 2020. Analysis of trace-elements and toxic heavy metals in honeys from Tlemcen Province, north-western Algeria. *Agric. conspec. sci. Vol. 85, No. 4 (367-374).*
57. Berinde F. 1979. *Contribuții la studiul lemnului de cer din R.S. România. Industria Lemnului 2, p. 108-113.*
58. Berinde Z.M., Michnea A.M. 2013. A Comparative Study of Environmental and Honey pollution with heavy metals. *J. Sci. Arts, 2 (23):173-180.*
59. Beshaw T., Demssie K., Leka I. 2022. Levels and health risk assessment of trace metals in honey from different districts of Bench Sheko Zone, Southwest Ethiopia. *Heliyon, 8, 9. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10535.*
60. Bhalchandra W., Joshi M.A., Jawalkar N. 2022. Assessment of essential minerals and toxic trace metals in blended raw honey, soil, leaf and flower samples harvested from different locations of Kannad Taluka of Aurangabad District. *Journal of Entomology and Zoology Studies. 10(1): 298-305. doi.org/10.22271/j.ento.2022.v10.i1d. 8949.*
61. Bibi S., Husain S.Z., Malik R.N. 2008. Pollen analysis and heavy metals detection in honey samples from seven selected countries. *Pak J Bot. 40(2):507-16.*
62. Bilsel Y., Bugra D., Yamaner S., Bulut T., Cevikbas U., Turkoglu U. 2002. "Could Honey Have a Place in Colitis Therapy". *Digestive Surgery. 29 (4): 306-312. doi:10.1159/000064580.*
63. Bodescu D., Ștefan G., Paveliuc C.O. 2009. The comparative profitability of Romanian apiarian exploitations on size categories. *Bulletin USAMV Horticulture 66(2):514.*
- Bogdanov S. 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie 37:1-18. https://doi.org/10.1051/apido:2005043.*
64. Bogdanov S., Kilchenmann V., Fluri P., Buhler U., Lavanchy P. 1999. Influence of organic acids and components of essential oils on honey taste. *Am. Bee J. 139 (1): 61-6.*

65. Bohacenko L., Komarkova J., Zamecnikova I., Vesel Z., Vesel Y.V. 1994. Honey and pollen as bioindicator of environmental contamination. Czech Journal of Food Science. 12: 359-370.
66. Bolger J.M., Yess N.J., Gunderson E.L., Troxell T.C., Carrington C.D. 1996. Identification and reduction of sources of dietary lead in the United States. Food Addit. Contam. 13:53-60.
67. Borelli T., Hunter D., Powell B., Ulian T., Mattana E., Termote C., Pawera L., Beltrame D., Penafiel D., Tan A., Taylor M., Engels J. 2020. Born to eat wild: an integrated conservation approach to secure wild food plants for food security and nutrition. Plants 9:1299, <https://doi.org/10.3390/plants9101299>.
68. Borsuk G., Sulborska A., Stawiarz E., Olszewski K., Wiącek D., Ramzi N., Nawrocka A., Jędryczka M. 2021. Capacity of honeybees to remove heavy metals from nectar and excrete the contaminants from their bodies Apidologie 52:1098-1111. <https://doi.org/10.1007/s13592-021-00890-6>.
69. Bosch A.C., O'Neill B., Sigge G.O., Kerwath S.E., Hoffman L.C. 2016. Heavy metals in marine fish meat and consumer health: a review. J Sci Food Agric. 96:32-48.
70. Bradford W.I. 1997. Urban storm water pollutant loadings a statistical summary through. JWPCF, 49:610-3.
71. Bratu I., Georgescu C., 2005. Chemical contamination of bee honey-identifying sensor of the environment pollution. Journal of Central European Agriculture. 6 (1): 95-98.
72. Brook R.D., Rajagopalan S., Pope C.A. 3rd, Brook J.R., Bhatnagar A., Diez-Roux A.V., Holguin F., Hong Y., Luepker R.V., Mittleman M.A., Peters A., Siscovick D., Smith, S.C. Jr., Whitsel L., Kaufmanet J.D. 2010. Particulate matter air pollution, and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American heart association. Circulation, 121: 2331-78.
73. Bruins M.R., Kapil S., Oehme F.W. 2000. Microbial resistance to metals in the environment. Ecotoxicol Environ Safe (45):198-207.
74. Bryers R.W. 1996. Fireside slagging, fouling, and high temperature corrosion of heat transfer surfaces due to impurities in steam-rising fuels. Prog Energy Combust Sci. (22):29-120.
75. Buchmann S., Reppier B. 2005. Letters from the hive: An intimate history of bees, honey, and humankind. Bantam Books, New York, 275 p.
76. Buldini P.L., Cavalli S., Mevoli A., Sharma J.L. 2001. Ion chromatographic and voltammetric determination of heavy and transition metals in honey. Food Chem. 73(4): 487-495. DOI: 10.1016/S0308-8146(01)00132-7.
77. Buřičová L., Andjelkovic M., Cermáková A., Réblová Z., Jurček O., Kolehmainen E., Verhé R., Kvasnička F. 2011. Antioxidant Capacity and Antioxidants of Strawberry, Blackberry, and Raspberry Leaves. Czech J. Food Sci. Vol. 29, No. 2:181-189.
78. Byrne D. 2000: EC commission decision (draft) amending Annex II to council directive. 92/118/EEC b.
79. Câmpu V.R. 2008. Cercetări privind posibilitățile de evaluare a calității lemnului pe picior, în arborete pure de fag (*Fagus sylvatica* L.) din Bazinul Târlungului. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov, 195 p.
80. Câmpu V.R., Dumitrache R. 2015. Frost Crack Impact on European Beech (*Fagus sylvatica* L.) Wood Quality. Not Bot Horti Agrobo. 43(1):272-277. DOI:10.15835/nbha4319655.
81. Candelone J.P., Hong S., Pellone C., Boutron C.F. 1995. Post-Industrial Revolution changes in large-scale atmospheric pollution of the northern hemisphere by heavy metals as documented in central Greenland snow and ice. Journal of Geophysical Research. 100 (D8), pp. 16605-16616. hal-01010157f.

82. Cárdenas A., Roels H., Bernard A.M., Barbon R., Buchet J.P., Lauwerys R.R., Roselló J., Ramis I., Mutti A., Franchini I et al. 1993. Markers of early renal changes induced by industrial pollutants. II. Application to workers exposed to lead. *Br J Ind Med.* 1993 Jan; 50(1):28-36, doi: 10.1136/oem.50.1.28. PMID: 8431388; PMCID: PMC1061231.
83. Carré G., Roche P., Chifflet R., Morison N., Bommarco R., Harrison-Cripps J., Krewenka K., Potts S., Roberts S., Rodet G., Settele J., Steffan-Dewenter I., Szentgyörgyi, H., Tscheulin T., Westphal C., Woyciechowski M., Vaissière B. 2009. Landscape context and habitat type as drivers of bee diversity in European annual crops. *Agric Ecosyst Environ.* 133:40-47. doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.001.
84. Carruthers M.M., Smith B. 1979. Evidence of cadmium toxicity in a population living in a zinc-mining area. Pilot survey of Shipman residents. *Lancet*, 1(8121):845-7. doi: 10.1016/s0140-6736(79)91263-7. PMID: 86093.
85. Carter D.A., Blair S.E., Irish J. 2010. An Investigation into the Therapeutic Properties of Honey RIRDC Publication No. 09/0180 Rural Industries Research and Development Corporation.
86. Cavanagh H.M.A., Hipwell M., Wilkinson J.M. 2003. Antibacterial activity of berry fruits used for culinary purposes. *J Med Food, Spring*; 6 (1):57-61. doi: 10.1089/109662003765184750. PMID: 12804021.
87. Cechovicene I., Šlepetiene A., Gumbyte A., Paulauskiene A., Tarasevicene Z. 2024. Composition and Physicochemical Properties of Pomace of Various Cultivars of Blackberry (*Rubus fruticosus L.*) *Horticulturae*, 10, 38. doi.org/10.3390/horticulturae10010038.
88. Celechovska O., Vorlova L. 2001. Groups of Honey-Physicochemical Properties and Heavy Metals. *Acta Vet Brno.* 70 (1):91-95. DOI: 10.2754/avb200170010091.
89. Celli G., Porrini C. 1991. L'ape, un efficace bioindicatore dei pesticidi. *Le Scienze* 274, pp. 42-54.
90. Censi A., Cremasco S. 1989. L'alimento miele in vista del mercato unico europeo: alcuni aspetti sanitari. *Atti del V Convegno Internazionale* 244 C. Porrini et al. dell'Apicoltura in Agricoltura, October 6-8, 1989, Lazise, Verona, Italy (Cirone, R. and Manoli, P., Eds), pp. 3-11.
91. Chafik B.M., Adnène B.I. 2022. Determination of Heavy Metals in Honey samples from different Regions of the northeast of Algeria: according to an urban gradient. *Pollution.* 8 (3): 820-829. DOI: 10.22059/POLL.2022.334317.1259.
92. Chepulis L.M. 2008. An investigation of the health benefits of honey as a replacement for sugar in the diet. The University of Waikato, New Zealand (PhD dissertation). <https://hdl.handle.net/10289/2612>.
93. Chevallier A. 1996. *The encyclopedia of medicinal plants: a practical reference guide to over 550 key herbs and their medicinal uses.* Dorling Kindersley, London, UK. pp. 336.
- Chicas-Mosier A.M., Cooper B.A., Melendez A.M., Pérez M., Oskay D., Abramson C.I. 2017. The effects of ingested aqueous aluminum on floral fidelity and foraging strategy in honey bees (*Apis mellifera*). *Ecotoxicol Environ Saf.* 143: 80-86. doi:10.1016/j.ecoenv.2017.05.008.
94. Chiej R. 1984. *Encyclopaedia of Medicinal Plants*; MacDonald and Company Limited Maxwell House: London, UK.
95. Ciobanu O., Rădulescu H. 2016. Monitoring of Heavy Metals residues in honey. *Research Journal of Agricultural Science*, 48 (3):9-13.
96. Clemens S. 2001. Molecular mechanisms of plant metal tolerance and homeostasis. *Planta*, 212, (4):475-486. doi: 10.1007/s004250000458. PMID: 11525504.
97. Codex Alimentarius 2001. Revised Standard for Honey. Codex Standards 12-1981. Rev. 1 1987, Rev. 2, FAO, Rome, pp. 1-21.

98. Codex Alimentarius Commission 1993. Standard for honey. Ref. no. CL 1993/14, SH, Codex Alimentarius Commission. FAO/WHO, Rome.
99. Codex Alimentarius Commission. 1995. General Standard for contaminants and toxins in foods, CODEX STAN 193-1995, Rev. 2 -2006. Rome: Codex Alimentarius Commission.
100. Codex Alimentarius Commission. Revised Codex standard for honey. Codex Stan 12-1981 (1987) Rev 1, (2001) Rev. 2003; 2:1.
101. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs amended by Commission Regulation (EU) 2015/1005 of 25 June 2015 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of lead in certain foodstuffs.
102. Commission Regulation (EU) 2015/1005 of 25 June 2015 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of lead in certain foodstuffs.
103. Connolly T.J. 1999. Newberry Crater: A tenthousand-year record of human occupation and environmental change in the basin-plateau borderlands. Anthropological Papers No. 121, University of Utah, Salt Lake City, UT.
104. Consonni R., Cagliani L.R., Cogliati C. 2013. Geographical discrimination of honeys by saccharides analysis. *Food Control* 32 (2):543-548. DOI10.1016/j.foodcont.2013.01.038.
- Conti M.E. 2000. Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters. *Food Control*. 11 (6):459-463. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(00\)00011-6](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(00)00011-6).
105. Conti M.E., Botrè F. 2001. Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination. *Environ Monit Assess*. 69(3): 267-282. <https://doi.org/10.1023/A:1010719107006>.
106. Conti M.E., Canepari S., Finioia M.G., Mele G., Astolfi M.L. 2018. Characterization of Italian multifloral honeys on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 74, Pages 102-113, ISSN 0889-1575, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.09.002>.
107. Conti M.E., Finioia M.G., Fontana L., Mele G., Botrè F., Iavicoli I. 2014. Characterization of Argentine honeys on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chemistry Central Journal*. 8:44. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-44>.
108. Conti M.E., Saccares S., Cubadda F., Cavallina R., Tenoglio C.A., Ciprotti L. 1998. Il miele nel Lazio: Indagine sul contenuto in metalli tracce e radionuclidi. *Riv. Sci. Alim*. (2):107-119.
109. Cook M.E. 1991. Kadmium Produktion, Eigenschaften, Aussichten. *Metal*, (45): 278-81.
110. Council of Europe. Kelp, Monograph 1426, 6th ed.; Council of Europe: Strasbourg, France, 2007; Volume 2.
111. Crane E. 1984. Bees, honey and pollen as indicators of metals in the environment. *Bee World* 55:47-49.
112. Crane E. 1990. Bees and beekeeping-science, practice and world resources. London: Neinemann Newnes. 614 p.
113. Crane E. 1990. The traditional hive products: honey and beeswax. In: Crane E (ed.) *Beesand beekeeping: science, practice and world resources*. Heinemann Newnes, Oxford, pp 388-413.
114. D'Ambrosio M., Marcheshini A. 2002. Research on contamination by heavy metals in honey sample. *Attidella Societa Italiana di Scienze Naturali*, 123: 342-348.
115. D'Ambrosio M., Marchesini A. 1982. Heavy metal contamination of honey. *Atti Societa Italiana Scienze Naturali* 123: 342-348.

116. da Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Costa A.C.O., Fett R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chem.* 1 (196):309-23. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.09.051.
117. Dai J., Mumper R.J. 2010. Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules.* 15 (10): 7313-7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>.
118. Dalio J.S. 2022. Bee flora and biology of honey production. In *Honey a miraculous Product of nature*. Ed. Kumar R., Agrawal O.P., Hajam Y.A. CRC Press, Taylor&Francis Group, p. 247.
119. Darmati D., Boskovic L., Darmati S. 1985. Trace elements in honey from Sumadija region. *Hrana-i-Ishrana* 26:129-131.
120. David L. Watts, D.C., PhD.: F.A.C.E.P. 1990. Nutrient interrelationships Minerals-Vitamins-Endocrines. *Journal of Orthomolecular Medicine.* Vol. 5(1):11-19.
121. de Abreu Franchini R.A., de Souza C.F., Colombara R., Costa Matos M.A., Matos R.C. 2007. Rapid determination of hydrogen peroxide using peroxidase immobilized on Amberlite IRA-743 and minerals in honey. *J. Agric. Food Chem.* 55(17):6885-6890. <https://doi.org/10.1021/jf071062c>.
122. De Rigo D., Enescu C.M., Houston Durrant T., Caudullo G. 2016. *Quercus cerris* in Europa: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree species. Tree species.* DOI 10.2760/233115.
123. Debora M., Borsato D.M., Vargas T., Koop L., Farago P.V., Mendes M., de Almeida M.M. 2010. Physicochemical quality control of bee honeys from Campos Gerais region of Parana-Brazil. *B. CEPPA. Curitiba.* 28, (2): 205-212. DOI: 10.5380/cep.v28i2.20402.
124. Decei I. 1978. Stabilirea criteriilor de apreciere calitativă a arborilor la gorun, stejar și cer. *Revista Pădurilor* 2-3, p. 125-132.
125. Delbono G., Ghidini S., Campanini G. 1999. Metalli pesanti nel miele prodotto in Emilia. *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Parma,* XIX:1-9.
126. Demaku S., Aliu A., Sylejmani D., Ahmetaj B., Halili J. 2023. Determination of Heavy Metals in Bee Honey as a Bioindicator in the Istog, Drenas and Kastriot Regions. *Journal of Ecological Engineering.* 24(5):191-200. <https://doi.org/10.12911/22998993/161654>.
127. Derebaşı E., Bulut G., Col M., Güney F., Yaşar N., Ertürk O. 2014. Physicochemical and residue analysis of honey from Black Sea Region of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin.* 23 (1):10-17. WOS:000333570100002.
128. Devillers J., Dore J.C., Marenco M. 2002. Chemometrical analysis of 18 Metallic and Non metallic elements found in honeys sold in France. *J Agric Food Chem.* 50 (21): 5998-6007. doi: 10.1021/jf020497r.
129. Devillers J., Doré J.C., Viel C., Marenco M., Poirier-Duchêne F., Galand, N., Subirana M. 2002. Typology of French acacia honeys based on their concentrations in metallic and nonmetallic elements. In: *Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals.* Edited by James Devillers and Minh-Hà Pham-Delègue. 2002 Taylor & Francis. pp. 248-268.
130. Di Bella G., Lo Turco V., Potorti A.G., Bua G.D., Fede M.R., Dugo G. 2015. Geographical discrimination of Italian honey by multi-element analysis with a chemometric approach. *J Food Compost Anal.* 44: 25-35. DOI: 10.1016/j.jfca.2015.05.003.
131. Dietrich K.N., Ris M.D., Succop P.A., Berger O.G., Bornschein R.L. 2001. Early exposure to lead and juvenile delinquency. *Neurotoxicol Teratol* (23)6: 511-8 doi: 10.1016/s0892-0362(01)00184-2. PMID: 11792521.

132. Ding M., Feng R., Wang S.Y., Bowman L., Lu Y., Qian Y., Castranova V., Jiang B.H., Shi X. 2006. Cyanidin-3-glucoside, a natural product derived from blackberry, exhibits chemopreventive and chemotherapeutic activity. *J. Biol. Chem.* 281 (25):17359-17368. <https://doi.org/10.1074/jbc.M600861200>. PMID: 16618699.
133. Dinulică F. 2007. Observații asupra gelivurii la brad, în brădeto-făgetele de pe Valea Troainer (Brașov). *Lucrările celei de a 8-a Conferințe naționale pentru protecția mediului prin biotehnologii și a 5-a Conferințe naționale de ecosanogenază cu participare internațională, Brașov*, p. 280-283.
134. Dinulică F. 2009. *Carnet de teren pentru investigații asupra calității lemnului pe picior, Universitatea Transilvania din Brașov*, 60 p.
135. Dinulică F. 2010. *Lemnul speciilor forestiere de interes economic în România*.
136. Dinulică, F., 2008: Cercetări privind factorii de influență asupra formării lemnului de compresiune la brad. *Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov*, 236 p.
137. Djingova R., Kuleff, I. .2000. Instrumental Techniques for Trace Analysis. In: Vernet, J.P., Ed., *Trace Elements: Their Distribution and Effects in the Environment*, Elsevier Science Ltd., United Kingdom, 137-185. [http://dx.doi.org/10.1016/S0927-5215\(00\)80008-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0927-5215(00)80008-9) doi:10.7537/marsjas170521.01.
138. Dourado G.S., Gomes V.V., Maia M.T.V., Vasconcelos A.A., da Costa K.S., Faial K.C., Carneiro B.S., Junior N.T.V., Taube P.S. 2019. Determination of Macro and Trace Element Levels in Honey from the Lower Amazonian Region, Brazil. *Br. J. Anal. Chem.* 6 (23): 29-44. DOI: 10.30744/brjac.2179-3425.AR.140-2018.
139. Du X., Qian M.C. 2010. Flavor chemistry of small fruits: blackberry, raspberry, and blueberry, in *Flavor and Health Benefits of Small Fruits*, Ed. Qian, M.C., and Rimando A, M., ACS Symposium series, 2010; Oxford University Press; pp 27-43.
140. Dujmović-Purgar D., Duralija B., Voća S., Vokurka A., Ercisli S. 2012. A Comparison of Fruit Chemical Characteristics of Two Wild Grown Rubus Species from Different Locations of Croatia. *Molecules.* 17 (9):10390-8. doi: 10.3390/molecules170910390. PMID: 22936111; PMCID: PMC6268757.
141. Dumronglert E. 1983. A follow-up study of chronic wound healing dressing with pure natural honey. *J. Nat. Res. Council, Thailand*, 15 (2): 39-66.
142. Duruibe J.O., Ogwuegbu M.O.C., Ekwurugwu J.N. 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *Int J Phys Sci.* 2 (5):112-8.
143. Dustmann J.H. 1979. Zur antibakteriellen Wirkung des Honigs. *Apiacta.* 14:7-11.
144. Džugan M., Zagula G., Wesolowska M., Sowa P., Puchalski Cz. 2017. Levels of toxic and essential metals in varietal honeys from Podkarpacie. *J. Elem.* 22 (3):1039-1048. DOI: 10.5601/jelem.2016.21.4.1298.
145. El Sohaimy S.A., Masry S.H.D., Shehata M.G. 2015. Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Science.* 60 (2): 279-287. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>.
146. El-Aab M.E., Al-Amrony A.Y. 2009. Use of Honey as a Marker for Environmental Contamination with Heavy Metals in East Libyan Regions. *Food and Nutrition Sciences.* 4 (1), January 15. <http://www.Saudibi.com/49.doc>.
147. El-Sohaimy S.A., Masry S.H.D. Shehata M.G. 2015. Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Science*, 60(2): 279-287. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>.
148. Eneji I.S., Lullah Deh, J.A Khan, M.E. 2021. Analysis Of Trace Metals In Honey Samples Obtained From Mambilla Plateau, Nigeria. *J Am Sci.* 17 (5):1-8. ISSN 23757264
149. Equar G., Abraha B., Lemma H., Amare S. 2015. Physicochemical Characterization of Honey from Debre-Nazret Kebelle of Tigray Region, Ethiopia. *World Applied Sciences Journal.* 33 (12): 1806-1814. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2015.33.12.10229.

150. Eskov E.K., Eskova M.D., Dubovik V.A., Vyrodov I.V. 2015. Content of heavy metals in melliferous vegetation, bee bodies, and beekeeping production. Russ. Agr. Sci. 41 (5): 396-398. DOI: 10.3103/S1068367415050079.
151. EU Council (2002) Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. Official Journal of European Community L10:47-52.
152. European Commission (EC) Honey Market Presentation. Agriculture and Rural development 2017. 27 p.
153. European Union. Commission Regulation (EU) No 2015/1005 of 25 June 2015 Amending Regulation (EC) No. 1881/2006 as Regards Maximum Levels of Lead in Certain Foodstuffs. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1005>, (accesat în data de 18 martie, 2024).
154. European Union. Commission Regulation (EU) No 488/2014 of 12 May 2014 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of cadmium in foodstuffs Text with EEA relevance (OJ L 138 13.05.2014, p. 75, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/488/oj>), (accesat în data de 18 martie 2024).
155. European Union. European Commission. 2006a. Commission Regulation (EC) 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. OJ L 364, 20.12.2006, pp. 5-24.
156. European Union. European Commission. Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on Maximum Residue Levels in or on Food and Feed of Plant and Animal Origin and Amending Council Directive 91/414/EEC; European Commission: Brussels, Belgium, 2005; pp. 1-16.
157. Ezech E., Okeke O., Ozuah A.C., Benard N. 2018. Comparative Assessment of the Heavy and Trace Metal Levels in Honey Produced within Nsukka and Enugu Metropolis. Food and Public Health. 8 (2): 42-46. DOI: 10.5923/j.fph.20180802.02.
158. Fadil M., Krasniqi D. Ahmet M. 2020. Heavy metals in Honey produced in some localities in Kosovo. Rasayan. J. Chem. 13(4): 2036-2044. DOI: 10.31788/RJC.2020.1345811.
159. Fakhri Y., Abtahi M., Atamaleki A., Raoofi A., Atabati H., Asadi A., Miri A., Shamloo E., Alinejad A., Keramati H., Khaneghah A.M. 2019. The concentration of potentially toxic elements (PTEs) in honey: A global systematic review and meta-analysis and risk assessment, Trends in Food Science & Technology. 91:498-506. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.011>.
160. FAO/WHO 1984. Contaminants. In Codex Alimentarius, Vol. XVII, Edition 1. Rome.
161. Filipovici J. 1964. Studiul lemnului, Vol. I, Ed Didactică și Pedagogică, București, 424 p.
162. Fillo Z. 1962. A cserfa (*Quercus cerris* L.) anatómiai vizsgálata. Faipari Kutatások, 145-168.
163. Florescu Gh., Abrudan I.V. 2003. Tehnologii de instalare a culturilor forestiere. Ed Universității Transilvania Brașov, 166 p.
164. Florescu I.I., Nicolescu N.V., 1996. Silvicultura, Vol. I, Studiul pădurii. Ed Lux Libris Brașov, 210 p.
165. Formicki G., Gren A., Stawaez R., Zysk B.G.A. 2013. Metal content in honey, propolis, wax, and bee pollen and implication for metal pollution monitoring. Pol. J. Environ. Stud. 22 (1):99-106.
166. Fredes C., Montenegro G. 2006. Heavy metals and other trace elements contents in Chilean honey. Cien. Inv. Agric. 33 (1):50-58.
167. Frias I., Rubio C., Gonzalez-Iglesias T., Gutiérrez A.J., González D., Hardisson A. 2008. Metals in Fresh Honeys From Tenerife Island, Spain. Bull Environ Contam Toxicol. 80 (1): 30-33. doi: 10.1007/s00128-007-9301-9.

168. Gaetke L.M., Chow C.K. 2003. Copper toxicity, oxidative stress, and antioxidant nutrients. *Toxicology*. 189 (1-2):147-63. doi: 10.1016/s0300-483x(03)00159-8. PMID: 12821289.
169. Gasser U., Klier B., Kühn A.V., Steinhoff B. 2009. Current Findings on the Heavy Metal Content in Herbal Drugs. *Pharmeur Sci Notes*. (1):37-50. PMID: 19275871.
170. Gebeyehu H.R., Jalata D.D. 2023. Physicochemical and mineral contents of honey from Fitcha and Addis Ababa districts in Ethiopia. *Food Chemistry Advances*. 2(2023), p. 100177.
171. Gencsi L. 1976. A csertölgy anatómiai jellemzőinek változása a béltől a kéregig haladó irányban. *Az Erdészeti és Faipari Egyetem tudományos közleményei*, 1 sz, Sopron, p. 85-99.
172. Georgescu C.C., Morariu I. 1948. *Monografia stejarilor din România*. I.C.E.F., București.
173. Gidamis A.B., Chove B.E., Shayo N.B., Nnko S.A., Bangu N.T. 2004. Quality Evaluation of Honey Harvested From Selected Areas in Tanzania With Special Emphasis on Hydroxymethyl Furfural (HMF) Levels. *Plant Foods Hum Nutr*. 59 (3):129-32. doi: 10.1007/s11130-004-0020-7.
174. Giglio A., Ammendola A., Battistella S., Naccarato A., Pallavicini A., Simeon E., Tagarelli A., Giulianini P.G. 2016. *Apis mellifera ligustica*, Spinola 1806 as bioindicator for detecting environmental contamination: a preliminary study of heavy metal pollution in Trieste, Italy. *Environ Sci Pollut Res Int*. 24(1):659-665. DOI 10.1007/s11356-016-7862-z.
175. Giurgiu V., Decei I. 1997. *Biometria arborilor din România: Metode dendrometrice*. Ed Snagov, București, 307 p.
176. Giurgiu V., Decei I., Drăghiciu D. 2004. *Metode și tabele dendrometrice*. Ed Ceres, București, 575 p.
177. Gizaw G., Kim Y.H., Moon K.H., Choi J.B., Kim Y.H., Park J.K. 2020. Effect of environmental heavy metals on the expression of detoxification-related genes in honey bee *Apis mellifera*. *Apidologie*. 51:664-674. DOI:10.1007/s13592-020-00751-8.
178. Gjorgieva D., Kadifkova-Panovska T., Baceva K., Stafilov T. 2010. Some toxic and Essential Metals in Medicinal Plants Growing in R. Macedonia. În: *American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences* 2(1): p. 57-61.
179. Goji G. 2012. Cercetări privind contaminarea cu metale grele a unor produse forestiere nelemnoase de importanță sanogenă și economică, din jurul orașului Copșa Mică. Teza de doctorat, Universitatea Transilvania, Brașov.
180. Goji G., Vlad I.A., Bartha S. 2023. The characteristics of the adsorptive complex and the reaction of soils subjected to high anthropogenic pressure from the Copșa Mică area. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. Vol. LXVI, (1):87-95.
181. Golob T., Dobersek U., Kump P., Necemer M. 2005. Determination of trace and minor elements in Slovenian honey by total reflection X-ray fluorescence spectroscopy. *Food Chemistry*. 91 (4): 593-600. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.043>.
182. González O.A., Escamilla C., Danaher R.J., Dai J., Ebersole J.L., Mumper R.J., Miller C.S. 2013. Antibacterial effects of blackberry extract target periodontopathogens. *J Periodontal Res*. 48(1):80-6. doi: 10.1111/j.1600-0765.2012.01506.x. Epub 2012 Jul 19. PMID: 22812456; PMCID: PMC3540108.
183. Goroya K.G., Abadi G., Asresahegn Y.A. 2021. Determination of Heavy and Trace Metals in Honey Using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) in South Eastern Zone of Tigray Region, Northern Ethiopia. *J. Pure App. Chem. Res*. 10 (2):113-122. DOI: 10.21776/ub.jpacr.2021.010.02.544.
184. Goyer R.A. 1996. Toxic Effect of Metals. In: Casarett and Doull's *Toxicology: The Basic Science of Poisons*, 3th Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 582-635.

185. Grabek-Lejko D. 2015. Exploiting the antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial and anticancer potential of *Rubus* species. CAB Rev. Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour., 10, 201510014.
186. Grabek-Lejko D., Miłek M., Sidor E., Puchalski C., Dzugan M. 2022. Antiviral and Antibacterial Effect of Honey Enriched with *Rubus spp.* as a Functional Food with Enhanced Antioxidant Properties. *Molecules*. 27, 4859. <https://doi.org/10.3390/molecules27154859>.
187. Grabek-Lejko D., Wojtowicz K. 2014. Comparison of antibacterial and antioxidant properties of fruits and leaves of blackberry (*Rubus plicatus*) and raspberry (*Rubus idaeus*). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 3 (6), 514-518.
188. Graham J.A., Maxton D.G., Twort C.H. 1981. Painter's palsy: a difficult case of lead poisoning. *Lancet*. 2(8256):1159-60. doi: 10.1016/s0140-6736(81)90601-2. PMID: 6118591.
189. Grembecka M., Szefer P. 2013. Evaluation of honeys and bee products quality based on their mineral composition using multivariate techniques. *Environ Monit Assess*. 185 (5):4033-4047. doi: 10.1007/s10661-012-2847-y.
190. Grieve M. 1984. A modern herbal. In Penguin Books. Dover Publications Inc.: London, UK.
191. Guarrera P.M. 2003. Food medicine and minor nourishment in the folk traditions of Central Italy (Marche, Abruzzo and Latium). *Fitoterapia*. 74(6):515-44. doi: 10.1016/s0367-326x(03)00122-9. PMID: 12946715.
192. Gürbüz S., Çakıcı N., Mehmetoglu S., Atmaca H., Demir T., Apan M.A., Atmaca Ö.F., Güney F. 2020. Physicochemical Quality Characteristics of Southeastern Anatolia Honey. *Turkey Hindawi International Journal of Analytical Chemistry*. Volume 2020, Article ID 8810029, 6 pages. <https://doi.org/10.1155/2020/8810029>.
193. Halvorsen B.L., Carlsen M.H., Phillips K.M., Bohn S.K., Holte K., Jacobs Jr. D.R., Blomhoff R. 2006. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J Clin Nutr*. 2006 Jul;84(1):95-135. doi: 10.1093/ajcn/84.1.95. PMID: 16825686.
194. Halvorsen B.L., Holte K., Myhrstad M.C., Barikmo I., Hvattum E., Remberg S.F., Wold A.B., Haffner K., Baugerød H., Andersen L.F., Moskaug Ø., Jacobs D.R. Jr, Blomhoff R. 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr*. 132(3):461-71. doi: 10.1093/jn/132.3.461. PMID: 11880572.
195. Hamilton A.C. 2004. Medicinal plants, conservation and livelihoods. *Biodiversity and Conservation* 13 (8):1477-1517, Kluwer Academic Publishers.
196. Hansen M.D., Nøst T.H., Heimstad E.S., Evenset A, Dudarev A.A., Rautio A., Myllynen P., Dushkina E.V., Jagodic M., Christensen G.N., Anda E.E., Brustad M., Sandanger T.M. 2017. The Impact of a Nickel-Copper Smelter on Concentrations of Toxic Elements in Local Wild Food from the Norwegian, Finnish, and Russia Border Regions. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14 (7): 694. DOI: 10.3390/ijerph14070694.
197. Haralamb A. 1967. Cultura speciilor forestiere. Ed Agro-Silvică, București, 775 p.
198. Haytowitz D.B., Bhagwat S. 2010. USDA database for the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of selected foods, Release 2. USDA, 3, 10-48.
199. Heinonen, I.M., Meyer, A.S., Frankel, E.N. 1998: Antioxidant activity of Berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *J Agric Food Chem*. 46:4107-4112. <http://dx.doi.org/10.1021/jf980181c>.
200. Hernandez O.M, Fraga J.M.G., Jimenez A.I., Jimenez F., Arias J.J. 2005. Characterization of honey from the Canary Islands: determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. *Food chemistry*. 93 (3):449-458. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.036>.
201. Hoffman D.J., Rattner B.A., Burton G.A., Cairns J. 2003. Handbook of Ecotoxicology. CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 1315 p.

202. Honda A., Komuro H., Nagase H., Hozumi I., Inouka T., Hara H., Fujiwar Y., Satoh M. 2010. Microassay analysis of the liver in metallothionein-III null mice to cadmium-induced acute hepatotoxicity. *Toxicol Sci.* 35 (2):209-15. doi: 10.2131/jts.35.209.
203. HPA. Chemical Hazards Compendium and Health Emergency Planning. Lead: Health Effects, Incident Management and Toxicology. Lead: Toxicological Overview; GOV.UK: London, UK, 2006; p. 14.
204. Huang W.Y., Zhang H.C., Liu W.X., Li C.Y. 2012. Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry and strawberry in Nanjing. *J Zhejiang Univ-Sci B.* 13(2):94-102. doi: 10.1631/jzus.B1100137. PMID: 22302422; PMCID: PMC3274736.
205. IARC. 2012. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Volume 100C, Arsenic, Metals, Fibres, and Dust. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
206. Idoko J.O., Ijege K.O., Haruna B.S., Tifwa P.A., Musa W.O. 2018. Evaluation of Heavy Metals in Honey from Brinin-Gwari (Nigeria). *J. Chem Soc. Nigeria.* 43 (1):99-103.
207. Igmándy, Z., 1966: Vizsgálatok a cser (*Quercus cerris* L.) faanyagának tartósságáról. Erdészeti és Faipari Egyetem Közleményei 1-2 sz., Sopron.
208. Ilkay N., Ustun S., Tekguler B. 2008. Physical and chemical changes during ripening of blackberry fruits. *Scientia Agricola,* 65 (1): 87-90. DOI: 10.1590/S0103-90162008000100012
209. Ioannidou M.D., Zachariadis G.A., Anthemidis A.N., Stratis J.A. 2005. Direct determination of toxic trace metals in honey and sugars using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Talanta.* 65 (1):92-97. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2004.05.018>.
210. Isopescu R.D., Josceanu A.M., Colta T., Spulber R. 2017. Romanian Honey: Characterization and Classification. *Honey Analysis.* Edited by Vagner de Alencar Arnaut de Toledo. DOI: 10.5772/66321 Intechopen.
211. Isopescu R.D., Josceanu A.M., Minca I., Colta T., Postelnicescu P., Mateescu C. 2014. Characterization of Romanian Honey Based on Physico-Chemical Properties and Multivariate Analysis. *Rev. Chim. (Bucharest)* 65 (4):381-385.
212. Jabłoński B., Kołtowski Z., Marcinkowski J., Rybak Chmielewska H., Szczesna T., Jaganathan S.K., Mandal M. 2009. Honey constituents and their apoptotic effect in colon cancer cells. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science.* 1(2):29-36. DOI: 10.3896/IBRA.4.01.2.02
213. Jazić M.R., Vulić J.J., Kukrić Z.Z., Topalić-Trivunović L.N., Savić A.V. 2018. Chemical composition, biological potentials and antimicrobial activity of wild and cultivated blackberries. *Acta Periodica Technologica.* Issue 49, Pages: 65-79 <https://doi.org/10.2298/APT1849065J>.
214. JEFCA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) 1993. Evaluation of certain food additives and contaminants: 41st report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization. WHO Technical Reports Series No. 837.
215. JEFCA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) 2006. Meeting (67th: 2006: Rome, Italy). Evaluation of certain food additives and contaminants: Sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series No. 940.
216. Jiao H., Wang S.Y. 2000. Correlation of antioxidant capacities to oxygen radical scavenging enzyme activities in blackberry. *J Agric Food Chem.* 48:5672-6. doi: 10.1021/jf000765q. PMID: 11087537.

217. Kabata-Pendias A. 2010. Trace Elements in soils and Plants. 4rd Edition, Ed. CRC Press, 548 p. DOI:<https://doi.org/10.1201/b10158>.
218. Kabata-Pendias A., 2010. Trace Elements in soils and Plants. 4rd Edition, Ed. CRC Press, 548 p.
219. Kabata-Pendias A., Mukherjee A.B. 2007. Trace Elements from soil to Human. Ed. Springer, 550 p.
220. Kamal A., Raza S., Rashid N., Hammed T.G., Lami M., Gureshin M.A., Nasim K., 2002. Comparative study of Honey collected from flora of Pakistan. J Biol Sci. 2 (9):626-627. DOI: 10.3923/jbs.2002.626.627.
221. Karabagias I.K., Maia M., Karabagias V.K., Gatzias I., Badeka A.V. 2020. Quality and origin characterisation of Portuguese, Greek, Oceanian, and Asian honey, based on poly-parametric analysis hand in hand with dimension reduction and classification techniques. European Food Research and Technology. 246, 11. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03461-8>.
222. Kaume L., Howard L.R., Devareddy L. 2012. The blackberry fruit: a review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. J Agric Food Chem. 60 (23):5716-27. doi: 10.1021/jf203318p. PMID: 22082199.
223. Kazantsis G., Lam T.H. Sullivan K.R. 1988. Mortality of cadmium-exposed workers. A five year update. Scand J Work Environ Health. 14 (4):220-3. doi: 10.5271/sjweh.1929. PMID: 3175553.
224. Kędzierska-Matysek M., Matwijczuk A., Florek M., Barłowska J., Wolanciuk A., Matwijczuk A., Chruściel E., Walkowiak R., Karcz D., Gładyszewska B. 2018. Application of FTIR spectroscopy for analysis of the quality of honey. Contemporary Research Trends in Agricultural Engineering. BIO Web of Conferences 10, 02008 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20181002008>.
225. Khattak M.I., Manzoor S.K., Khattak M.I., Wali S. 2022. Determinations of Heavy metals contents in honey by technique of Inductively Coupled Plasma Spectrometry. Sci.Int. (Lahore), 34 (1):49-55.
226. Kim S., Moon C., Eun S., Ryu P., Jo S. 2005. Identification of ASK1, MKK4, JNK, c-Jun, and caspase-3 as a signaling cascade involved in cadmium-induced neuronal cell apoptosis. Biochem Biophys Res Commun. 328 (1):326-34. doi: 10.1016/j.bbrc.2004.11.173. PMID: 15670787.
227. Koca I., Karadeniz B. 2009. Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the Black Sea Region of Turkey. Sci. Hortic. Vol. 121, Issue 4:447-450. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.03.015>.
228. Koczka N., Stefanovits-Banyai É., Prokaj E. 2018. Element Composition, Total Phenolics and Antioxidant Activity of Wild and Cultivated Blackberry (*Rubus fruticosus L.*) Fruits and Leaves during the Harvest Time. Not Bot Horti Agrobo. 46(2):563-569. DOI:10.15835/nbha46210993.
229. Kolniak-Ostek J., Kucharska A.Z., Sokol-Letowska A., Fecka I. 2015. Characterization of phenolic compounds of thorny and thornless blackberries. J. Agric. Food Chem. 63, (11): 3012-3021. <https://doi.org/10.1021/jf5039794>.
230. Konieczynski P., Wesolowski M. 2012. Water-extractable magnesium, manganese and copper in leaves and herbs of medicinal plants. Acta Pol Pharmaceutica. 69 (1):33-39. PMID: 22574504.
231. Krzepiło A., Prażak R., Święciło A. 2021. Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Raspberry, Blackberry and Raspberry-Blackberry Hybrid Leaf Buds. Molecules. 26, (2):327. <https://doi.org/10.3390/molecules26020327>.
- Kubler H, 1987. Origin of frost cracks in stems of trees. Journal of Arboriculture 13 (4):93-97.

232. Kudva A.K., Rao S., Rao P., Baliga M.S., Pais M.L.J., Adnan M., Pai K.S.R. 2020. Evidence for anticancer properties of honey with emphasis on mechanistic overview. *Functional Foods in Cancer Prevention and Therapy* (pp. 121-135). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816151-7.00007-7>.
233. Kuhnlein H.V., Chan H.M. 2000. Environment and contaminants in traditional food systems of northern indigenous peoples. *Annu Rev Nutr.* 20:595-626. doi: 10.1146/annurev.nutr.20.1.595. PMID: 10940347.
234. Kujawski M.W., Namiesnik J. 2008. Challenges in preparing honey samples for chromatographic determination of contaminants and trace residues. *TRAC Trends Analyt Chem.* 27 (9): 785-793. DOI: 10.1016/j.trac.2008.07.004.
235. Kula, E., Buchta, I., Stránský, P. 2006. Frost cracks and their effect on the stability of birch stands in the Krusne hory Mts., *Journal of Forest Science*, 52, (8):348-356.
236. Kuriakose S., Prasad M.N.V. 2008. Cadmium as an environmental Contaminant. Consequences in Plant and Human Health. În: *Trace Elements as Contaminants and Nutrients: Consequences in Ecosystems and Human Health*. Editor: Prasad, M.N.V. Ed. John Wiley& Sons, Inc, pp. 373-397.
237. Lachman J., Koliňova D. Miholova D., Kosata J., Titera D., Kult K. 2007. Analysis of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chemistry.* 101 (3): 973-979. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.049>.
238. Lambert O., Piroux M., Puyo S., Thorin C., Larhantec M., Delbac F., Pouliquen H. 2012. Bees, honey and pollen as sentinels for lead environmental contamination. *Environ Pollut.* 170:254-9. doi: 10.1016/j.envpol.2012.07.012.
239. Leonti M., Casu L., Sanna F., Bonsignore L. 2009. A comparison of medicinal plant use in Sardinia and Sicily-De Materia Medica revisited? *J. Ethnopharmacol.* 121, (2):55-67. doi: 10.1016/j.jep.2008.10.027.
240. Lima W.G., Brito J.C.M., da Cruz Nizer W.S. 2021. Bee products as a source of promising therapeutic and chemoprophylaxis strategies against COVID-19 (SARS-CoV-2). *Phytotherapy Research.* 35 (2):743-750. doi: 10.1002/ptr.6872.
241. Liu R.H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *J Nutr.* 134(12 Suppl):3479S-3485S. doi: 10.1093/jn/134.12.3479S. PMID: 15570057.
242. Lobo V., Patil A., Phatak A., Chandra N. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacogn Rev.*4(8):118-26. doi: 10.4103/0973-7847.70902. PMID: 22228951; PMCID: PMC3249911.
243. Louveaux J., Albisetti M., Delangue M., Theurkauff J. 1996. Les modalités de l'adaptation des abeilles (*Apis mellifica* L.) au milieu naturel. *Ann. Abeille* 9 (4): 323-350. hal-00890241.
244. Lust J. 1983. *The Herb Book*; Bantam: New York, NY, USA.
245. Machado A.P.D.F., Pasquel-Reátegui J.L., Barbero G.F., Martínez J. 2015. Pressurized liquid extraction of bioactive compounds from blackberry (*Rubus fruticosus* L.) residues: a comparison with conventional methods. *Food Research International* 77, (3):675-83. doi:10.1016/j.foodres.2014.12.042.
246. Madejczyk M., Baralkiewicz D. 2008. Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and FAAS/AES. *Anal Chim Acta.* 617 (1-2):11-7. doi: 10.1016/j.aca.2008.01.038.
247. Mahaffey K.R. 1977. Relation between quantities of lead ingested and health effects of lead in humans. *Pediatrics* 59, (3):448-55, PMID: 840565.
248. Maiyo W.K., Kituyi J.L., Mitei Y.J., Kagwanja S.M. 2014. Heavy metal contamination in raw honey, soil and flower samples obtained from Baringo and Keiyo Counties, Kenya. *Int. J. Emerg. Sci. Eng.* 2:5-9.

249. Malhat F., Kasiotis K.M., Hassanin A.S., Shokr S.A. 2019. An MIP-AES study of heavy metals in Egyptian honey: Toxicity assessment and potential health hazards to consumers. *J. Elem.* 24 (2):473-488. DOI: 10.5601/jelem.2018.23.4.1685.
250. Marinova D., Ribarova F. 2007. HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries. *J Food Compos, Volume 20, Issue 5:370-374*, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.09.007>.
251. Markert B., Fränzle S., Wünschmann S. 2015. *Chemical Evolution. The Biological System of the Elements.* 295 p. Springer International Publishing Switzerland.
252. Mășcan O., Mășcan A. 1960. Cerul (*Quercus cerris* L.) și varietățile sale identificate în pădurile din vestul țării. *Revista Pădurilor* 11, pp 654-659.
253. Matei N., Bîrghilă S., Dobrinaș S. Capotă P. 2004. Determination of C vitamin and some essential trace elements (Ni, Mn, Fe, Cr) in bee products. *Acta Chimica Slovenica.* 51: 169-175.
254. Math M.V., Balasubramaniam P. 2001. Viscosity and flow of honey. *Indian J. of Physiology and Pharmacology.* 45 (5) Supplement Abstract-Phy-76.
255. Matusевичius P., Staniskiene B., Budreckiene R., 2010. Metals and organochlorine compounds in Lithuanian honey. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 60 (2):159-163.
256. Mbiri A. Onditi A. Oyaro N., Murago E. 2011. Determination of Essential and Heavy Metals in Kenyan Honey by Atomic Absorption and Emission Spectroscopy *JAGST Vol. 13(1):107-115.*
257. Meireles M., Marques C., Norberto S., Fernandes I., Mateus N., Rendeiro C., Spencer J.P.E., Faria A., Calhau C. 2015. The impact of chronic blackberry intake on the neuroinflammatory status of rats fed a standard or high-fat diet. *J. Nutr. Biochem.* 26, (11):1166-1173. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2015.05.008>. PMID: 26315997.
258. Mejías E., Garrido T. 2017. Analytical Procedures for Determining Heavy Metal Contents in Honey: A Bioindicator of Environmental Pollution. In: *Honey Analysis*, Chapter: 14, Publisher: INTECH, Editors: Vagner de Alencar Arnaut de Toledo, pp. 311-324. DOI: 10.5772/66328.
259. Memete A.R., Sărac I., Teusdea A.C., Budău R., Bei M., Vicaș S.I. 2023. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Several Blackberry (*Rubus spp.*) Fruits Cultivars Grown in Romania. *Horticulturae*, 9, 556. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9050556>.
260. Meo S.A., Al-Asiri S.A., Mahesar A.L., Ansari M.J. 2017. Role of honey in modern medicine. *Saudi J Biol Sci.* 24 (5):975-978. doi: 10.1016/j.sjbs.2016.12.010.
261. Micu L.M., Petanec D.I., Iosub-Ciur M.D., Andrian S, Popovici R.A., Porumb A. 2016. The Heavy Metals Content in Leaves of the Forest Fruits (*Hippophae rhamnoides* and *Rubus fruticosus*) from the Tailings Dumps Mining. *Rev. Chim. (Bucharest)* 67, Issue 1.
262. Mielgo-Ayuso J, Valtueña J, Huybrechts I, Breidenassel C, Cuenca-García M, De Henauw S, Stehle P, Kafatos A, Kersting M, Widhalm K, Manios Y, Azzini E, Molnar D, Moreno LA, González-Gross M. 2017. Fruit and vegetables consumption is associated with higher vitamin intake and blood vitamin status among European adolescents. *Eur J Clin Nutr.* 71(4):458-467. doi: 10.1038/ejcn.2016.232. PMID: 28120854.
263. Modise D.M. 2008. Does freezing and thawing affect the volatile profile of strawberry fruit (*Fragaria ananasa* Duch.)? *Postharvest Biology and Technology*, 50, (1):25-30. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2008.03.009.
264. Mohammed F., Abdulwali N., Guillaume D., Bchitou R. 2018. Element content of Yemeni honeys as a long-time marker to ascertain honey botanical origin and quality. *LWT.* 88:43-46. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.09.040.
265. Monchanin C., Drujont E., Devaud J.M., Lihoreau M., Barron A.B. 2021. Heavy metal pollutants have additive negative effects on honey bee cognition. *J. Exp. Biol.* hal-03082139f. doi:10.1101/2020.12.11.421305.

266. Monroe R.K, Halvorsen S.W. 2006. Cadmium blocks receptor-mediated Jak/STAT signaling in neurons by oxidative stress. *Free Radic Biol Med.* 41(3):493-502. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2006.04.023.
267. Montenegro G., Mejías E. 2013. Biological applications of honeys produced by *Apis mellifera*. *Biol Res.* 46 (4):341-5. DOI: 10.4067/S0716-97602013000400005.
268. Moraes D.P., Chim J.F., Barin J.S., Vizzotto M., Farias C.A.A., Ballus C.A., Barcia M.T. 2021. Influence of the cultivar on the composition of blackberry (*Rubus spp.*) minerals *Journal of Food Composition and Analysis.* 100:103913. DOI: 10.1016/j.jfca.2021.103913.
269. Morgano M.A., Teixeira Martins M.C., Rabonato L.C., Milani R.F., Yotsuyanagi K., Rodriguez-Amaya B., 2010. Inorganic contaminants in bee pollen from Southeastern Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 58 (11):6876-6883. doi: 10.1021/jf100433p.
270. Morin P. 2020. Anti-Inflammatory Properties of Blackberry Phenolic and Volatile Compounds. Graduate Theses and Dissertations Retrieved from <https://scholarworks.uark.edu/etd/3890>.
271. Morse R.A., Lisk D.J. 1980. Elemental analysis of honeys from several Nations. *Am. bee J.* 120 (4):522-523.
272. Moyer R.A., Hummer K.E., Finn C.E., Frei B., Wrolstad R.E. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. *J Agric Food Chem.* 50(3):519-25. doi: 10.1021/jf011062r.
273. Mujić I., Alibabić V., Jokić S., Galijašević E., Jukić D., Šekulja D., Bajramović M. 2011. Determination of Pesticides, Heavy Metals, Radioactive Substances, and Antibiotic Residues in Honey. *Polish J. of Environ. Stud.* 20 (3):719-724.
274. Mutlu C., Erbas M., Tontul A.S. 2017. Some characteristics of honey and other bee products and their effects on human health. *Acad Food J.*, 15(1):75-83.
275. Mwalea N., Mbwea G. 2017. Analysis of Heavy Metals and Physicochemical Properties in Honey Along the Ndola-Lusaka Road, Zambia. *The International Journal of Multi-Disciplinary Research* ISSN: 3471-7102. Conference ID: CFP/382/2017.
276. Naccari C., Macaluso A., Giangrosso G., Naccari F., Ferrantelli V. 2014. Risk assessment of heavy metals and pesticides in honey from Sicily (Italy). *J Food Res.* 3(2):107. <http://doi:10.5539/jfr.v3n2p107>.
277. Nagari A., Bussa N., Zelalem A., Kiros T. 2018. Physicochemical Properties and Trace Metal Contents of Honey in Lowlands of Eastern Hararge. *Ethiopia Journal of Science and Sustainable Development (JSSD).* 6(1):13-23 DOI: <https://doi.org/10.20372/au.jssd.6.1.2018.079>.
278. National Meteorological Agency. Catalog. Available online: http://www.meteoromania.ro/catalog/?tip=1&cod_geo=614436&cod_clasa=CLIMATOLOGICA&cod_subclasa=1\T1\textbar{}18&pas=5&tipulor=LUNARE&pagina=2 (accesat in data de 18 mar 2024).
279. Nawrocka A., Durkalec M., Szkoda J., Kmiecik M. 2016. Determination of trace and essential elements in honey by quadrupole-inductively coupled plasma-mass spectrometry Euroreference 1-June 2016.
280. Ndife J., Abioye L. Dandago M. 2014. Quality Assessment of Nigerian Honey Sourced from Different Floral Locations. *Nigerian Food Journal.* 32 (2):48-55. DOI: 10.1016/S0189-7241(15)30117-X.
281. Needleman H.L., Gunnoe C., Leviton A. Reed R., Peresie H., Maher C., Barrett P. 1979. Deficits in physiological and classroom performance in children with elevated dentine lead levels. *N Engl J Med.* 300(13):689-95. doi: 10.1056/NEJM197903293001301.
282. Needleman H.L., McFarland C., Ness R.B., Fienberg S.E., Tobin M.J. 2002. Bone lead levels in adjudicated delinquents. A case control study. *Neurotoxicol Teratol* 24, (6): 711-7. doi: 10.1016/s0892-0362(02)00269-6. PMID: 12460653.

283. Needleman H.L., Schell A., Bellinger D., Leviton A., Allred E.N. 1990. The long-term effects of exposure to low doses of lead in childhood. An 11-year follow-up report. *N Engl J Med.* 322(2):83-8. doi: 10.1056/NEJM199001113220203. PMID: 2294437.
284. Nega A., Mulugeta E., Abebaw A. 2020. Physicochemical Analysis and Determination of the Levels of Some Heavy Metals in Honey Samples Collected from Three District Area of East Gojjam Zone of Amhara Region, Ethiopia. *J Agri Sci Food Res.* 11 (4):279. DOI: 10.35248/2593-9173.20.11.279.
285. Newby D.E., Mannucci P.M., Tell G.S., Baccarelli A.A., Brook R.D., Donaldson K., Forastiere F., Franchini M., Franco O.H., Graham I., Hoek G., Hoffmann B., Hoylaerts M.F., Künzli N., Mills N., Pekkanen J., Peters A., Piepoli M.F., Rajagopalan S., Storey R.F. 2015. ESC Working Group on Thrombosis, European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation; ESC Heart Failure Association Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur. Heart. J.* 36 (2):83-93b. doi: 10.1093/eurheartj/ehu458.
286. Nigussie K., Subramanian P.A. Mebrahtu G. 2012. Psychochemical analysis of Tigray honey: An attempt to determine major quality markers of honey. *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* 26 (1):127-133. ISSN 1011-3924. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/bcse.v26i1.14> 150.
287. Nikolov B., Golubinova I., Marinov-Serafimov P., Petrova S. 2019. Trace Element Content of Polyfloral Honey and Beeswax from the Vicinity of Non-Ferrous Metal Plant. *Bulletin UASVM Food Science and Technology* 76 (2)/2019.
288. Nita M., Grzybowski A. 2016. The role of the reactive oxygen species and oxidative stress in the pathomechanism of the age-related ocular diseases and other pathologies of the anterior and posterior eye segments in adults. *Oxid Med Cell Longev.* 2016:3164734. <https://doi.org/10.1155/2016/3164734>.
289. Nookabkaew S., Rangkadilok N., Satayavivad J. 2006. Determination of Trace Elements in Herbal Tea Products and Their Infusions Consumed in Thailand. *J Agric Food Chem.* 54, (18) 6939-44. doi: 10.1021/jf060571w. PMID: 16939361.
290. NSW Department of Primary Industries Weed Management Unit. 2009. Blackberry control manual: Management and control options for blackberry (*Rubus spp.*) in Australia. Department of Primary Industries, Victoria.
291. Nujkic M.M, Dimitrijevic M.M, Alagic S.C, Tosic S.B., Petrovic J.V. 2016. Impact of metallurgical activities on the content of trace elements in the spatial soil and plant parts of *Rubus fruticosus* L. *Environ Sci: Process Impacts* 18:350-360.
292. Nwoko C.O., Mgbeahuruike L. 2011. Heavy metal contamination of ready-to-use herbal remedies in south eastern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10 (10): 959-964.
- Oddi P., Bertani P. 1987. Contaminanti nel miele: Nota 1. Residui di Pb e Cd. In: *Atti S.I.S. Vet.* XLI, pp. 998-1000.
293. Odoh R., Dauda M. S., Kamba E.A., Igwemmar N. C. 2015. Comparative analysis of some mineral profile of honey marketed and consumed in some of the states in northern part of country (Nigeria). *Green Chemistry & Technology Letters* 1 (01):22-32. DOI: 10.18510/gctl.2015.114.
294. Ogabiela E.E., Udiba U.U., Adesina O.B., Hammuel C., Ade A.F, Yebpella G.G, Mmereole U.J., Abdullahi M. 2011. Assessment of metal levels in fresh milk from cows grazed around Challawa Industrial Estate of Kano Nigeria. *J. Basic. Appl. Sci. Res.* 1 (7):533-538.
295. Oliveira B.D.A., Rodrigues A.C., Cardoso B.M.I., Ramos A.L.C.C., Bertoldi M.C., Taylor J.G., Cunha L.R., Pinto U.M. 2016. Antioxidant, antimicrobial and anti-quorum sensing activities of *Rubus rosaefolius* phenolic extract. *Industrial Crops and Products*, 84: 59-66.

296. Orhan I., Kartal M., Tosun F., Sener B. 2007. Screening of various phenolic acids and flavonoid derivatives for their anticholinesterase potential. *Z. Naturforsch. CJ Biosci.* 62, (11-12): 829-32. doi: 10.1515/znc-2007-11-1210. PMID: 18274286.
297. Osório e Castro V.R. 2001. Chromium and zinc in a series of plants used in Portugal in the herbal treatment of non-insulinized diabetes. *Acta Alimentaria.* 30 (4):333-342. <https://doi.org/10.1556/aalim.30.2001.4.2>.
298. Paramas A.M.G., Barez J.A.G., Garcia-Villanova R.J., Pala T.R., Albajar A.R., Sanchez, J.S. 2000. Geographical discrimination of honeys by using mineral composition and common chemical quality parameters. *J Sci Food Agric.* 80 (1):157-165. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(20000101)80:1<157::AID-JSFA506>3.0.CO;2-B.
299. Paramas A.M.G., Barez J.A.G., Garcia-Villanova R.J., Pala T.R., Albajar R.A., Sanchez, J.S. 2000. Geographical discrimination of honeys by using mineral composition and common chemical quality parameters. *J Sci Food Agric* 80 (1):157-165. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(20000101)80:1<157::AID-JSFA506>3.0.CO;2-B.
300. Pascual-Mate A., Oses S.M., Fernandez-Muino M.A., Sancho M.T. 2018. Methods of analysis of honey. *Journal of Apicultural Research.* 57 (1):38-74, <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1411178>.
301. Pereira I.S., Silveira C.A.P., Picoletto L., Cassalha F., Schneider F.C., Gonçalves M.A., Vignilo G.K., Antunes L.E.C. 2013. Constituição química e exportação de nutrientes da amoreira-preta. *Rev. Congrega Urcamp* 7:1-10.
302. Perna A., Intaglietta I., Simonetti A., Medici S., Marioli J., Sarlo G., Velis G., Eguaras M., Gambacorta E. 2011. Contamination of Environment of Heavy metals: Honey as a sensitive indicator GeoMed2011-4th International Conference on Medical Geology-Italy.
303. Perugini M., Manera M., Grotta L., Abete M.C., Tarasco R., Amorena M. 2011. Heavy metals (Hg, Cr, Cd and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: honeybees as bioindicators. *Biol Trace Elem Res.* 140 (2):170-6. doi: 10.1007/s12011-010-8688-z.
304. Piro R., Mutinelli F. 2003. The EU legislation for honey residue control. *Apiacta.* (38): 226-234.
305. Pisani A., Protano G., Riccobono F. 2008. Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). *Food Chemistry.* 107 (4):1553-1560. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.09.029.
306. Pita-Calvo C., Guerra-Rodriguez M., Manuel V. 2017. A Review of the Analytical Methods used in the Quality Control of Honey. *J Agric. Food Chem.* 65 (4): 690-703. 10.1021/acs.jafc.6b04776.
307. Piven O.T., Khimych M.S., Salata V.Z., Gutyj, B.V., Naidich O.V., Skrypka H.A., Koreneva Z.B., Dvylyuk I.V., Gorobey O.M., Rud V.O. 2020. Contamination of heavy metals and radionuclides in the honey with different production origin. *Ukrainian Journal of Ecology.* 10 (2):405-409, doi: 10.15421/2020_117.
308. Pocol C.B. 2011. Modelling the honey consumption behaviour in Romania by using sociodemographic determinants. *Afr. J. Agric. Res.* 6 (17):4069-4080. DOI: 10.5897/AJAR11.713.
309. Pocol C.B., Ignjatijević S., Cavicchioli D. 2017. Production and Trade of Honey in Selected European Countries: Serbia, Romania and Italy. In book: *Honey Analysis*. Editors Vagner De Alencar, Arnat De Toledo. Publisher: InTech, 371 p. DOI: 10.5772/66590.
310. Podgorski W., Kanoniuk D. 2004. Honey as marker of environmental contamination with heavy metals. *Annales universitatis Mariae Curie-Skodowska. Sectio EE Zootechnica.* 22(3):17-24.
311. Pohl P. 2009. Determination of Metal Content in Honey by Atomic Absorption and Emission Spectrometries. *TrAC Trends Anal Chem.* 28 (1):117-128.

312. Pohl P., Sergiel I. 2012. Direct analysis of dark honeys for total content of copper and its fractionation forms. *Food Anal. Methods*. 5 (1):113-118. <https://doi.org/10.1007/s12161-011-9213-5>.
313. Pokorn D., Stibilj V., Gregorice B., Dermelj M., Stupar J. 1998. Elemental composition (Ca, Mg, Mn, Cu, Cr, Zn, Se and I) of daily diet samples from some old people's homes in Slovenia. *J Food Compos Anal*. 11, (1):47-53.
314. Porrini C., Sabatini A.G., Girotti S., Ghini S., Medrzycki P., Grillenzoni F., Bortolotti L., Gattavecchia E., Celli G. 2003. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. *Apiacta*. 38:63-70.
315. Porrini C., Ghini S., Girotti S., Sabatini A.G., Gattavecchia E., Celli G. 2002. Use of honey bees as bioindicators of environmental pollution in Italy. *Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals*, (Devillers J., Pham-Delegue M., Eds), Taylor & Francis, London, and New York, pp. 186-247.
316. Price R. 2016. *The Analysis of Trace Elements in Honey by Flame and Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*, Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK. Application notes 43060 Thermo Fisher Scientific Inc.
317. Procházková D., Boušová I., Wilhelmov N. 2011. Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Review. Fitoterapia*. 82, (4):513-23. doi: 10.1016/j.fitote.2011.01.018.
318. Przybylowski P., Wilenzynka A. 2001. Honey as an environmental marker. *Food Chem*. 74, 289-291.
319. Przybylski C., Bonnet V. 2021. Discrimination of isomeric trisaccharides and their relative quantification in honeys using trapped ion mobility spectrometry. *Food Chem*. 341 (Pt. 1):128182. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128182.
320. Pullaiah T. 2006. *Encyclopedia of world medicine plants*, Volumul 1. Regency publications, 2442 p.
321. Pyrzynska K, Biesaga M. 2009. Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *TRaC Trends in Analytical Chemistry*. 28 (7): 893-902. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2009.03.015>.
322. Radovanović B.C., Milenković-Anđelković A.S., Radovanović A.B., Anđelković M.Z. 2013. Antioxidant and antimicrobial activity of polyphenol extracts from wild berry fruits grown in southeast Serbia. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 12 (5): 813-819. DOI:10.4314/tjpr.v12i5.23.
323. Rashed M.N., El-Haty M.T.A., Mohamed S.M. 2009. Bee honey as environmental indicator for pollution with heavy metals. *Toxicol. Environ. Chem*. 91(3):389-403. doi. org/10.1080/02772240802294870.
324. Rashed M.N., Soltan M.E. 2004. Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. *J. Food Compos Anal*. 17 (6):725-735. DOI: 10.1016/j.jfca.2003.10.004.
325. Rasheed H.U., Nawaz H., Rehman R., Mushtaq A., Rashid U. 2017. Blackberry: A review on its composition and chemistry, uses and bioavailability and potential health benefits. *IJCBS*, 11:120-128.
326. Rechkemmer G. 2001. Funktionelle Lebensmittel-Zukunft de Ernährung oder Marketing-Strategie. *Forschungsreport Sonderheft 1*:12-15.
327. Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC. *Off J Europ Union* 16.3.2005 L 70/1.

328. Reißner A.M., Al-Hamimi S., Quiles A., Schmidt C., Struck S., Hernando I., Turner C., Rohm H. 2019. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *J Sci Food Agric.* 99, (3):1284-1293. doi: 10.1002/jsfa.9302.
329. Riaz M., Ahmad M., Rahman N. 2011. Antimicrobial screening of fruit, leaves, root and stem of *Rubus fruticosus*. *J Med Plant Res.* 5(Suppl 24):5920-5924.
330. Roffet-Salque M., Regert M., Evershed R.P., Outram A.K., Cramp L.J., Decavallas O., Dunne J., Gerbault P., Mileto S., Mirabaud S. and Pääkkönen M. et al. 2015. Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers. *Nature.* 527(7577):226-30. doi: 10.1038/nature15757.
331. Roman A. 1997: Bees and their products as pollution bioindicator in the copper (LGOM) and lime-cement (Opole) industry areas. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Seria. Zootechnika.* vol. 323:175-193.
332. Roman A., Bartkowiak A., Reginia M. 2007. The cumulation of selected chemical elements of toxic properties in bee honey originating from the industrial and rural-forest areas. *ISAH-2007 Tartu, Estonia.* pp. 877-881.
333. Roman A., Majewska B.M., Popiela-Pleban E., 2011. Comparative study of selected toxic elements in propolis and honey. *Journal of Apicultural Science.* 55 (2):97-105.
- Roman A., Popiela E. 2011. Studies of chosen toxic elements concentration in multiflower bee honey. *Potravinarstvo* 2/2011, pp. 67-69.
334. Rossi E., Costin K.A., Garcia-Webb P. 1990. Effect of occupational lead exposure on lymphocyte enzymes involved in haem biosynthesis. *Clinical Chemistry.* 36, (11):1980-1983. <https://doi.org/10.1093/clinchem/36.11.1980>.
335. Rubilar M., Jara C., Poo Y., Acevedo F., Gutierrez C., Sineiro J., Shene C. 2011. Extracts of Maqui (*Aristotelia chilensis*) and Murta (*Ugni molinae* Turcz.): sources of antioxidant compounds and α -Glucosidase/ α -Amylase inhibitors. *J Agric Food Chem.* 59 (5): 1630-7. doi: 10.1021/jf103461k.
336. Ruschioni S., Riolo P., Minuz R.L., Stefano M., Cannella M., Porrini C., Isidoro N. 2013. Biomonitoring with Honeybees of Heavy Metals and Pesticides in Nature Reserves of the Marche Region (Italy). *Biol Trace Elem Res.* 154 (2):226-33 DOI 10.1007/s12011-013-9732-6.
337. Sadeghi A., Mozafari A.A., Bahmani R., Shokri K. 2012. Use of honeybees as bio-indicators of environmental pollution in the Kurdistan province of Iran. *J Apic Sci.* 56(2): 83-88. <https://doi.org/10.2478/v10289-012-0026-6>.
338. Sadhra S.S., Wheatley A.D., Cross H.J., 2007. Dietary exposure to copper in the European Union and its assessment for EU regulatory risk assessment. *Sci Total Environ* 374:223-234. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.12.041>.
339. Sadhu A., Upadhyay P., Singh P.K., Agrawal A., Ilango K., Karmakar D., Singh G.P.I., Dubey G.P., 2015. Quantitative analysis of heavy metals in medicinal plants collected from environmentally diverse locations in India for use in a novel phytopharmaceutical product. In *Environ Monit Assess.* 187, (8):542 doi: 10.1007/s10661-015-4764-3.
340. Sahinler N., Gül A., Akyol E., Öksüz A. 2009. Heavy metals, trace elements and biochemical composition of different honey produce in Turkey. *Asian Journal of Chemistry.* 21 (3):1887-1896.
341. Salem S.N. 1982. Honey regimen in gastrointestinal disorders. *Bulletin of Islamic Medicine* 2 (5):422-425.
342. Samarghandian S., Farkhondeh T., Samini F. 2017. Honey and Health: A Review of Recent Clinical Research. *Pharmacognosy Res.* 9 (2):121-127. doi: 10.4103/0974-8490.204647.

343. Samimi A., Maymand O.E., Mehrtabatabaei M. 2010. Determination of Cadmium and Arsenic pollution by Bee Honey Based on the study on Ja'far abad area from Saveh city from Iran. *Water and Geoscience*.199-2.
344. Samsøe-Petersen L., Larsen E.H., Larsen P.B., Bruun P. 2002. Uptake of trace elements and PAHs by fruit and vegetables from contaminated soils. *Environ Sci Technol*. 36, (14):3057-3063. <https://doi.org/10.1021/es015691>.
345. Sangiorgi E., Ferretti E. 1996. Controlli del laboratorio chimico per la tutela del consumatore: analisi effettuate e risultati ottenuti su miele nel 1993. *La Selezione Veterinaria* 11:755-761.
346. Sanna G., Pilo M., Piu P.C., Tapparo A. Seeber R. 2000. Determination of heavy metals in honey by anodic stripping voltammetry at microelectrodes. *Anal Chim Acta*. 415:165-173.
347. Santos D., Barbosa F., Tomazelli A.C., Krug F.J., Nobrega J.A., Arruda M.A.Z. 2002. Determination of Cd and Pb in food slurries by GF AAS using cryogenic grinding for sample preparation. *Anal Bioanal Chem*. 373 (3):183-9. DOI: 10.1007/s00216-002-1296-9.
348. Santos-Buelga C., González-Paramás A.M. 2017. Chemical Composition of Honey. Springer International Publishing AG. J.M. Alvarez-Suarez (ed.), *Bee Products - Chemical and Biological Properties*, DOI 10.1007/978-3-319-59689-13.
349. Sanz M.L., Polemis N., Morales V., Corzo N., Drakoularakou A., Gibson G.R., Rastall R.A. 2005. In vitro investigation into the potential prebiotic activity of honey oligosaccharides. *J Agric Food Chem*. 53 (8):2914-21. doi: 10.1021/jf0500684. PMID: 15826039.
350. Šaponjac V.T., Vilaplana A.G., Đilas S., Mena P., Četković G., Moreno D.A., Čanadanović-Brunet J., Vulić J., Stajčić S., Krunić M. 2014. Anthocyanin profiles and biological properties of caneberry (*Rubus spp.*) press residues. *J Sci Food Agric*. 94 (12): 2393-400. doi: 10.1002/jsfa.6564.
351. Satta A., Verdinelli M., Ruiu L., Buffa F., Salis S., Sassu A., Floris I. 2012: Combination of beehive matrices analysis and ant biodiversity to study heavy metal pollution impact in a post- mining area (Sardinia, Italy). *Environ Sci Pollut R*. 19 (9):3977-3988.
352. Saunier J.B., Losfeld G., Freydier R., Grison C., 2013. Trace elements biomonitoring in a historical mining district (les Malines, France). *Chemosphere*. 93 (9):2016-2023.doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.07.024.
353. Saw C.L.L., Guo Y., Yang A.Y., Paredes-Gonzalez X., Ramirez C., Pung D., Kong A.N.T. 2014. The berry constituents quercetin, kaempferol, and pterostilbene synergistically attenuate reactive oxygen species: Involvement of the Nrf2-ARE signaling pathway. *Food Chem Toxicol*. 72: 303-11. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.07.038>.
354. Schippmann U., Leaman D.J., Cunningham A. B. 2002. Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries. Satellite event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, 12-13 October 2002. Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Rome. FAO. 2002.
355. Schulp C.J.E., Thuiller W., Verburg P.H. 2014. Wild food in Europe: a synthesis of knowledge and data of terrestrial wild food as an ecosystem service. *Ecological Economics* 105: 292-305. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2014.06.018.
356. Seeram N.P., Adams L.S., Zhang Y., Sand D., Heber D. 2006. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. *J Agric Food Chem*. 54, (25):9329-39.doi: 10.1021/jf061750g. PMID: 17147415.

357. Seeram N.P., Nair M.G. 2002. Inhibition of lipid peroxidation and structure-activity-related studies of the dietary constituents anthocyanins, anthocyanidins, and catechins. *J Agric Food Chem.* 50, (19): 5308-12. doi: 10.1021/jf025671q. PMID: 12207466.
358. Sellappan S., Akoh C.C., Krewer G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. 2002. *J Agric Food Chem.* 50, (8):2432-8. doi: 10.1021/jf011097r.
359. Šereviciene V., Zigmontiene A., Paliulis D. 2022. Heavy Metals in Honey Collected from Contaminated Locations: A Case of Lithuania. *Sustainability.* 14, 9196. <https://doi.org/10.3390/su14159196>.
360. Shambaugh P., Worthington V., Herbert J.H. 1990. Differential effects of honey, sucrose, and fructose on blood sugar levels. *J Manipulative Physiol Ther.* 13 (6):322-5. PMID: 2394949.
361. Shi H., Yu L.L. 2013. Phytochemicals and health benefits of blackberries and black currants. in *Dried Fruits: Phytochemicals and Health Effects*, First Edition. Edited by Cesarettin Alasalvar and Fereidoon Shahidi. Published 2013 by John Wiley & Sons, Inc.
362. Shuai Y., Sui H., Tao G., Huo Q., Li C., Shao N. 2022. Food Contaminants, in Springer Nature Singapore Pte Ltd. L. Zhang (ed.), *Nutritional Toxicology*, https://doi.org/10.1007/978-981-19-0872-9_5.
363. Shukitt-Hale B., Cheng V., Joseph J.A. 2009. Effects of blackberries on motor and cognitive function in aged rats. *Nutr Neurosci.* 12, (3):135-40. doi: 10.1179/147683009X423292. PMID: 19356316.
364. Silici S., Uluozlu O.D., Tuzen M., Soylak M. 2008. Assessment of trace element levels in Rhododendron honeys of Black Sea Region, Turkey. *J Hazard Mater.* 156 (1-3): 612-8. doi: 10.1016/j.jhazmat.2007.12.065.
365. Silva C.L., Queiroz A.J.M., Figueiredo R.M. 2004. Physical and chemical characterization of honeys produced in the State of Piauí-Brazil. *Rev. bras. Eng. Agric. Ambient.* 8 (2-3): 260-265.
366. Silveira-Júnior C.E.A., da Silva G.R., Gomes A.N.P., da Silva T.M.S., Arruda R., dos Santos F.A.R.D. 2020. Evaluation of honey quality of Northeast of Brazil: botanical origin and heavy metals content. *Journal of Apicultural Research.* 59 (4):362-377. DOI: 10.1080/00218839.2020.1749450.
367. Simedru D., Becze A., Cadar O., Roman M., Tanaselia C. 2017. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and heavy metals contamination in honey from Cluj County, Romania. *Agricultură-Stiință si practică.* Nr. 1-2, pp. 101-102.
368. Singh C., Shubharani R., Sivaram V. 2014. Assesment of heavy metals in honey by atomic spectrometer. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* Volume 3, Issue 8, 509-515. Research Article. ISSN 2278-4357.
369. Şireli U.T., Çil G.I., Dikmen B.Y., Filazi A., Ülker H. 2015. Detection of Metals in Different Honey Brands. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 21(6):915-918. DOI: 10.9775/kvfd.2015.13554.
370. Siriwoharn T., Wrolstad R.E. 2004. Polyphenolic Composition of Marion and Evergreen Blackberries. *J. Food Sci.* 69, FCT233-FCT240. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb06322.x>.
371. Siriwoharn T., Wrolstad R.E., Durst R.W. 2006. Identification of ellagic acid in blackberry juice sediment. *J Food Sci.* 70:C189-97. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07124.x>
372. Sivakoff F.S, Gardiner M.M. 2017. Soil lead contamination decreases bee visit duration at sunflowers. *Urban Ecosyst.* (20):1221-1228. doi:10.1007/s11252-017-0674-1.

373. Sobhanardakani S., Kianpour M. 2016. Heavy Metal Levels and Potential Health Risk Assessment in Honey Consumed in the West of Iran. *Avicenna J Environ Health Eng.* 3(2):7795. doi: 10.5812/ajehe.7795.
374. Șofletea N., Curtu L. 2007. *Dendrologie*. Editura Universității "Transilvania" Brașov, 418 p.
375. Solayman M., Islam M., Paul S., Al Y., Khalil M., Alam N., Gan S.H. 2016. Physicochemical properties, minerals, trace elements, and heavy metals in honey of different origins: A comprehensive review. *Comp. Rev. Food Sci. Food Saf.* 15(1):219-233. DOI: 10.1111/1541-4337.12182.
376. Spiric D., Ciric J., Teodorovi, V., Nikolic D., Nikolic A., Radicevic T., Jankovic S. 2019. Trace elements and heavy metals in multifloral honeys from Serbia. *The 60th International Meat Industry Conference MEATCON2019 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 333 (2019) 012104. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/333/1/012104.
377. SR 784-10:2009 Bee Honey. Part 1: Quality requirements on acquisition from beekeepers.
378. SR 784-2:2009 Bee Honey. Part 3: Analysis methods.
379. SR 784-2:2009: Bee Honey. Part 2: Quality requirements on the market.
380. Srivastava A., Dutta S., Ahuja S., Sharma R.K. 2021. Green chemistry: key to reducing waste and improving water quality. pp. 359-407. In: Ahuja, S. [ed.]. *Handbook of Water Purity and Quality* 2nd ed., Academic Press.
381. Stănescu V., Șofletea N., Popescu O. 1997. *Flora forestieră lemnoasă a României*. Ed Ceres, București, 451 p.
382. Stankovska E., Stafilov T., Šajn R. 2008. Monitoring of trace elements in honey from the Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry. *Environ Monit Assess.* 142:117-126. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9913-x>.
383. Stefan K.; Raitio H.; Bartels U.; Fürst A.; Rautio P. 2005. Sampling and analysis of needles and leaves-Manual part IV. In *Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests*; UNECE-ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Hamburg, Germany, pp. 1-25.
384. Steingraber L.F., Ludolph C., Metz J., Kierdorf H., Kierdorf U. 2022. Uptake of lead and zinc from soil by blackberry plants (*Rubus fruticosus L. agg.*) and translocation from roots to leaves. *Environmental Advances.* 9, 100313. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100313>.
385. Stihl C., Chelărescu E., Dului O.G., Toma L.G. 2016. Characterisation of Romanian honey using physico-chemical parameters and the elemental content determined by analytical techniques. *Rom. Rep Phys.* 68 (1): 362-369.
386. Strik B.C., Clark J.R., Finn C.E., Banados, M.P. 2008. Worldwide production of blackberries. *Acta Hort.* 777, (777):209-217. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.31.
387. Svarc-Gajic J., Stojanovic Z. 2014. Direct Determination of Heavy Metals in Honey by Potentiometric Stripping Analysis. *International Journal of Food Processing Technology.* 1 (2):1-6. DOI: 10.15379/2408-9826.2014.01.02.1.
388. Szeles E., Borbely M., Prokisch J., Kovacs B., Hovanszki D., Gyori Z. 2006. Studying the nutritional properties and quality parameters in hungarian honey samples. *V-Alps-Adria Scientific Workshop, Opatija, Croatia,* 34 (1):833-836. DOI: 10.1556/CRC.34.2006.1.207.
389. Tabi J.A. 2015. Heavy metals and pesticide residues in honey from the major honey producing forest belts in Ashanti, Brong, Ahafo and westwrn regions of Ghana. A Thesis submitted to the Department of Chemistry, Kwame Nkrumah University of Science and

- Technology, Kumasi, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Philosophy (MPhil.) in Analytical Chemistry Department of Chemistry College of Science.
390. Tavares L., Figueira I., Mc Dougall G.J., Vieira H.L.A., Stewart D., Alves P.M., Ferreira R.B., Santos C.N. 2013. Neuroprotective effects of digested polyphenols from wild blackberry species. *Eur J. Nutr.* 52, (1):225-36. doi: 10.1007/s00394-012-0307-7. PMID: 22314351.
391. Tchounwou P.B., Yedjou C.G., Patlolla A.K., Sutton D.J. 2012. Heavy metals toxicity and the environment. *EXS.* 101:133-64. doi: 10.1007/978-3-7643-8340-4_6.
392. Teka A.E. 2018. Levels of some selected trace and essential elements in honey from selected Woredas of Sidama zone, southern region, Ethiopia. *J Agric Sci Bot.* 2 (1).18 p. DOI: 10.35841/2591-7897.2.1.12-18.
393. Teofilova T., Kodzabashev N., Gherasimov S., Markova E. 2010. Comparative characterization of the heavy metal contents in samples from two regions in Bulgaria with different anthropogenic load. *Natura Montenegrina, Podgorica,* 9 (3): 897:912.
394. Tibebe D., Hussen M., Mulugeta M., Yenealem D., Moges Z., Gedefaw G., Kassa Y. 2022. Assessment of selected heavy metals in honey samples using flame atomic absorption spectroscopy (FAAS), Ethiopia. *BMC Chemistry* 16, 87 <https://doi.org/10.1186/s13065-022-00878-y>.
395. Tinggi U., Maher W. 1986. Determination of trace elements in biological tissues by aluminium block digestion and spike-height flame atomic absorption spectrometry. *Microchemical Journal.* 33, (3):304-308. doi.org/10.1016/0026-265X(86)90003-2.
396. Tiwari B., O'donnell C., Muthukumarappan K., Cullen P. 2009. Anthocyanin and colour degradation in ozone treated blackberry juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies.* 10, (1): 70-75. doi.org/10.1016/j.ifset.2008.08.002.
397. Toma I., Jefferson J.N., Clifford L.B., Mofio B.M., 2020. Assessment of Heavy Metals and Pesticide Residues in Honey Samples Collected From Selected Villages in Five Local Government Areas of Adamawa State, Nigeria. *International Journal of Scientific and Research Publications.* 10 (9):383-392. DOI: 10.29322/IJSRP.10.09.2020.p10547.
398. Tong S.S.C., Morse R.A., Bache C.A., Lisk D.J. 1975. Elemental analysis of honey as an indicator of pollution. *Arch Environ Health* 30 (7):329-32. doi: 10.1080/00039896.1975.10666715.
399. Turker A.U., Yildirim A.B., Karakas F.P. 2012. Antibacterial and antitumor activities of some wild fruits grown in Turkey. *Biotechnology and Biotechnological Equipment.* 26, (1):2765-2772. DOI: 10.5504/BBEQ.2011.0156
400. Tutin T.G., Heywood V.H, Burgess N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A.1980. *Flora europea.* Cambridge University Press. 499 pp.
401. Tuzen M., Silici S., Mendil D., Soylak M. 2007. Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. *Food Chem.* 103(2):325-30. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.07.053.
402. Tuzen M., Soylak M. 2005. Trace heavy metal levels in microwave digested honey samples from middle Anatolia, Turkey. *Journal of Food and Drug Analysis* (13):343-347.
403. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) 2000: Data quality objectives process for hazardous waste site investigations. EPA QA/G-4HW, Final. Washington DC: USEPA. EPA/600/R-00/007.
404. United States, Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System (US-EPA, IRIS). Cadmium. Disponibil online: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0141_summary.pdf. (accesat in data de 18 martie, 2024).
405. USDA. 2018. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173946/nutrients>.
406. Van der Steen J.J.M., de Kraker J., Grotenhuis T. 2015. Assessment of the Potential of Honeybees (*Apis mellifera* L.) in Biomonitoring of Air Pollution by Cadmium, Lead and

- Vanadium. Journal of Environmental Protection, 6, 96-102. <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2015.62011>.
407. Vanhanen L.P., Emmertz A., Savage G. P. 2011. Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. Food Chem. 128(1): 236-40. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.02.064.
408. Vincevica-Gaile Z., Klavins M., Rudovica V., Viksna A. 2012. Potentially Toxic Metals in Honey from Latvia: Is there Connection with Botanical Origin? Book: Recent Researches in Environment, Energy Systems and Sustainability. Publisher: WSEAS Press. Editors: Rui Antonio Rodrigues Ramos, Inga Straupe, Thomas.
409. Vlad I.A., Goji G., Bartha S. 2023. Supply and distribution degree of some macronutrients in soils polluted with heavy metals nearby the city of Copșa Mică. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LXVI, (2):113-122.
410. Vlad I.A., Goji G., Dinulică F., Bartha S., Vasilescu M.M., Mihăiescu, T. 2019. Consuming Blackberry as a Traditional Nutraceutical Resource from an Area with High Anthropogenic Impact. Forests. 10, 246. <https://doi.org/10.3390/f10030246>.
411. Vollmanova A. , Zupka S., Bajcan D., Medvecký M., Daniel J. 2015. Dangerous heavy metals in soil and small forest fruit as a result of old environmental loads. In Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece, 3-5 September 2015.
412. von Hoffen L.P., Säumel I. 2014. Orchards for edible cities: Cadmium and lead content in nuts, berries, pome and stone fruits harvested within the inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. Ecotoxicology and Environmental Safety. 101: 233-239. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.11.02>
413. Vorlova L., Celechovska O. 2002. Activity of Enzymes and Trace Element Content in Bee Honey. Acta Vet. Brno. 71:375-378.
414. Vos G., Movens J.P.C. Delft W.V. 1987. Arsenic, cadmium, lead and mercury in meat, livers and kidneys of cattle slaughtered in the Netherlands during 1980-1985. Food Additives and Contaminants. 4, (1):73-88. doi:10.1080/02652038709373617. PMID: 3556678.
415. Wang S., Zhao F., Wu W., Lyu L., Li W. 2023. Proteins from Blackberry Seeds: Extraction, Osborne Isolate, Characteristics, Functional Properties, and Bioactivities. Int. J. Mol. Sci. 24, 15371. <https://doi.org/10.3390/ijms242015371>.
416. Wang S.Y., Bowman L., Ding M. 2008. Methyl jasmonate enhances antioxidant activity and flavonoid content in blackberries (*Rubus sp.*) and promotes antiproliferation of human cancer cells. Food Chem. 107, (3):1261-1269. doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.065.
417. Wang S.Y., Lin H.S. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. J Agric Food Chem. 48, (2):140-6. DOI: 10.1021/jf9908345.
418. Wang Y., Gou X., Yue T., Ren R., Zhao H., He L., Liu C., Cao W. 2021b. Evaluation of physicochemical properties of Qinling Apis cerana honey and the antimicrobial activity of the extract against Salmonella Typhimurium LT₂ in vitro and in vivo. Food Chemistry. 1: 337:127774. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127774.
419. Warakomska, Z. 1995. Contamination of nectar, honey and pollen collected from roadside plants. Pszczeln. Zesz. Nauk. 39 (2):129-144.
420. Wenlock R.W., Buss D.H., Dixon E.J. 1979. Trace nutrients 2. Manganese in British food. British Journal of Nutrition. 41, 253-61.
421. White J.W. Jr., Doner, L.W. 1980. Honey composition and properties. In Beekeeping in the United States. Agriculture handbook, no 335, p. 82-91.
422. White Jr W.J., Mary H., Subers M H., Schepartz A.I. 1963. The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey

- glucose-oxidase system. *Biochimica Biophys Acta*. 73:57-70. doi: 10.1016/0006-3002(63)90359-7.
423. WHO 2015. World Health Organisation expert committee on food additives. Summary and conclusions in: 74th meeting, Rome, 18-23.
424. WHO. The world health report 2002-Reducing risks, promoting healthy life. 2002. Retrieved 8 April 2013 from <http://www.who.int/whr/2002/en/index.html>.
425. Wieczorek J., Wieczorek Z., Mozolewski W. 2006. Can bee honey serve as an environmental marker? *Pol J Environ Stud*. 15:203-207.
426. World Health Organization. 2004. Fruit and vegetables for health: Report of a Joint FAO/WHO Workshop.
427. World Health Organization. 2007. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. Geneva, Switzerland.
428. World Health Organization. 2011. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials, Revised. Geneva, Switzerland.
429. World Health Organization. Food Additives Series 64. 73rd meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Geneva: World Health Organisation. 2011.
430. World Health Organization. WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2007.
431. Wu, W.L., Li, W.L., Lu, L.F. Wang, X.M. 2007: Comparison of nutrient constituents in fresh fruit of different cultivars of blackberry. *Journal of Plant Resources and Environment*, 16, 58-61.
432. Yang Z., Yang S., Qian S.Y., Hong J.S., Kadiiska M.B., Tennant R.W., Waalkes M.P. Liu J. 2007b. Cadmium-induced toxicity in rat primary mid-brain neuroglia cultures: role of oxidative stress from microglia. *Toxicol. Sci*. 98 (2): 488-94. doi: 10.1093/toxsci/kfm106.
433. Yedoyan R., Yedoyan T.V. 2012. The study of heavy metals (Ni, Zn, Cu, Pb) in the vegetative organs, harvest and growing soil of potatoes, wheat, and wild blackberry. *Food and Environment Safety - Journal of Faculty of Food Engineering, Ștefan cel Mare University - Suceava* Volume 11, Issue 2. ISSN 2559 - 6381.
434. Yilmaz H., Yavuz O. 1999. Content of some trace metals in honey from South Eastern Anatolia. *Food chemistry*. 65 (4):475-476. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00205-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00205-2).
435. Yilmaz K.U., Yasar Z., Ercisli S., Serce S., Gunduz K., Sengul M., Asma B.M. 2009. Some selected physico-chemical characteristics of wild and cultivated blackberry fruits (*Rubus fruticosus L.*) from Turkey. *Rom Biotechnol Lett*. 14, (1): 4152-4163.
436. Yohannes W., Chandravanshi B.S., Moges G. 2018. Assessment of trace metals and physicochemical parameters of commercially available honey in Ethiopia. *Chemistry International* 4 (2):91-101.
437. Yurukova L., Petrova S., Shopova N., 2010. Inorganic characteristics of polyfloral honey in Plovdiv (Bulgaria). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 24 (sup 1), 284-288. <https://doi.org/10.1080/13102818.2010.10817849>.
438. Zheng K., Fan J., Hu X., Zhang X., Liu X., Shen J. 2019. Distribution by influence factors of pyrene removal in chemical enhancers assisted microbial phytoremediation of *Scirpus triquetus* in co-contaminated soils. *Int J Phytoremediation*. 21, (12):1190-1196. doi: 10.1080/15226514.2019.1612846.
439. Zhou W. 2008. Method for Manufacturing Health Granules and Health Beverages from Natural Materials. China, CN101133789, 5.
440. Zhou X, Taylor M.P., Davies P.J., Prasad S. 2018. Identifying sources of environmental contamination in European honey bees (*Apis mellifera*) using trace elements

- and lead isotopic compositions. Environ. Sci. Technol. 52, (3):991-1001
<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04084>.
441. Zhu L., Ji X.J., Wang H.D., Pan H., Chen M., Lu T.J. 2012. Zinc neurotoxicity to hippocampal neurons in vitro induces ubiquitin conjugation that requires p38 activation. Brain Res. 1438:1-7. doi: 10.1016/j.brainres.2011.12.031.
442. Zia-Ul-Haq M., Riaz M., De Feo V., Jaafar H.Z., Moga M. 2014. *Rubus fruticosus L.*: constituents, biological activities and health related uses. Molecules. 19(8):10998-11029. doi: 10.3390/molecules190810998.
443. Zugravu C.A., Pârvu M., Pătrașcu D., Stoian A. 2009. Correlations between Lead and Cadmium Pollution of Honey and Environmental Heavy Metal Presence in Two Romanian Counties. Bulletin UASVM Agriculture, 66 (2). DOI: 10.15835/buasvmcn-agr:4238.
444. ***, 1997: Amenajamentul U.P. VIII Mihiș (O.S. Oradea), I.C.A.S. Oradea
445. ***, 1997a: Amenajamentul O.S. Oradea - studiu general, I.C.A.S. Oradea
446. ***, 1997b: Amenajamentul U.P. VII Boboștea (O.S. Oradea), I.C.A.S. Oradea
447. ***, 1999. Amenajamentul O.S. Medias, I.C.A.S. Brasov.
448. ***, 2003: Amenajamentul U.P. IV Chega (O.S. Tășnad), I.C.A.S. Oradea
449. ***, 2005: Amenajamentul U.B. I Beliu (O.S. Dumbrava-Arad)
450. ***, 2003: Amenajamentul U.P. V Supur (O.S. Tășnad), I.C.A.S. Oradea
451. ***, 2018: Amenajamentul U.P. I Boboștea (O.S. Sfânta Maria S.R.L. Oradea), SC Consulting Forest Royal S.R.L. Oradea.