

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ СВИНЦЮ І КАДМІЮ У НЕРОЗЧИННІЙ ФРАКЦІЇ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ ТА ПЕРГИ

Разанов Олександр Сергійович

науковий співробітник лабораторії апітерапії

Національний науковий центр «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича», м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-0676-5795

Razanovoleksandr@gmail.com

Каприца Віктор Олександрович

заступник директора

Фермерське господарство «Флора А. А.», смт. Крижопіль, Україна

ORCID: 0009-0006-1165-2014

viktorkapritsa@gmail.com

Тесля Дмитро Михайлович

аспірант

Львівський національний університет природокористування, м. Львів, Україна

ORCID: 0009-0009-0782-038X

tesliadm@lnup.edu.ua

Останніми роками через погіршення стану навколишнього середовища висувуються підвищені вимоги по відношенню до їх якості та безпечності продукції бджільництва. Утримання бджолиних сімей у зоні промислового забруднення або біля великих шляхів транспорту негативно впливає на якість продукції бджільництва. Шкідливі речовини, такі як важкі метали, можуть потрапляти в нектар і пилок, які використовують бджоли для виробництва меду та інших продуктів. Це може мати негативний вплив на якість та безпеку цих продуктів для споживачів. Віажливо впроваджувати стратегії зменшення забруднення в окремих регіонах та контролювати виробництво в зонах, де можливе забруднення навколишнього середовища. Метою дослідження було вивчення інтенсивності накопичення кадмію та свинцю у бджолиному обніжжі і перзі та в нерозчинних фракціях цих продуктів. Отримані результати досліджень показують певну залежність вмісту свинцю і кадмію у бджолиному обніжжі і перзі, вироблених в однакових екологічних умовах. Найвищий вміст даних токсикантів виявлено у даній продукції з трав'янистих пилконосів, конюшини білої та кульбаби лікарської, менший – з деревних пилконосів (клен татарський, глід, липа серцелиста). Виявлені відмінності за вмістом свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя залежно від ботанічного походження нектаропилконосів. У бджолиному обніжжі та у його нерозчинній фракції зафіксовано вищий вміст важких металів з конюшини білої та кульбаби лікарської порівняно з глоду, клену татарського та липи дрібнолистої. Найбільша частка свинцю відносно загального вмісту важких металів виявлено у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя з кульбаби лікарської, кадмію – з конюшини білої. Найменше забруднені свинцем і кадмієм проби обніжжя з клену татарського. Вищий вміст свинцю виявлено у перзі та нерозчинній її фракції з пилку нектаропилконосів саду, ріпаку озимого, глоду, кульбаби лікарської, кадмію – з соняшнику та буркуну білого.

Ключові слова: важкі метали, пилконоси, бджолине обніжжя, перга, нерозчинна фракція

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.1.10>

Техногенне навантаження на нектаропилконосні угіддя, які є основними для збору нектару та пилку бджіл, призвело до накопичення шкідливих речовин у продукції бджільництва. Велика частина цих речовин характеризується переходом від ґрунту до рослин, а потім до нектару та квіткового пилку. Цей процес впливає на якість продукції бджільництва, ставлячи певні виклики для виробництва безпечних продуктів бджільництва.

Відомо, що одними із небезпечних забруднювачів нектаропилконосних угідь є важкі метали, зокрема, свинець, кадмій, ртуть, цинк та ін. Забруднення цими елементами продовольчої сировини, в тому числі продукції бджільництва, представляє особливий ризик, оскільки значна частина їх є надзвичайно токсичною, навіть у мінімальних кількостях. Значне забруднення земельних угідь

цими металами спричинене потужним впливом важкої промисловості, автотранспорту та сільського господарства (Sharma and Singhvi, 2017; Bondareva et al., 2012). Особливістю забруднення ґрунтів важкими металами є їхня низька швидкість самоочищення (Alloway, 2013).

Навіть при загальній тенденції до 2022 року зменшення концентрації певних небезпечних речовин у навколишньому середовищі, екологічна обстановка в окремих областях України залишається не зовсім сприятливою для виробництва якісної продукції бджільництва. В окремих випадках ця ситуація навіть досягає критичного рівня, особливо в тих регіонах, що постраждали від аварій в промисловості або зазнали впливу воєнних дій. Це призводить до ряду механічних, фізичних та хімічних впливів на поверхню ґрунту. Ці впливи

викликають руйнування структури та функцій ґрунтової екосистеми та призводять до погіршення фізико геохімічних властивостей ґрунту. Результатом воєнно-техногенного навантаження є знищення рослинності, порушення та забруднення ґрунтового покриву (Holubtsov et al., 2023; Hu et al., 2013; Omelchuk, 2022; Skalny et al., 2021). Ці наслідки різко зменшують рівень біорізноманіття, що, в свою чергу, погіршує нектаропилконосною бази та рівень забезпеченості бджіл кормом та якість виробленої продукції. При цьому знижується якість рослинної сировини (нектару та квіткового пилку), що використовується бджолами для виробництва меду, бджолиного обніжжя та перги (Rewiev et al., 2023). За умов високого вмісту важких металів у ґрунті, вони активно нагромаджуються в рослинах у надлишковій кількості, включаючи пилок, та потрапляють у трофічний ланцюг системи: ґрунт – рослина – бджола – продукти бджільництва – людина (Porrini et al., 2003; Bianu and Nica, 2006; Razanova and Skoromna, 2021). Концентрація важких металів, таких як цинк, мідь, свинець та кадмій, залежить від рівня забруднення нектаропилконосних угідь, виду медоносних рослин, використання мінеральних добрив у ґрунті та інших факторів (Madras-Majewska and Jasinski, 2003; Conti and Botre, 2001).

Екологічні умови з різним антропогенним навантаженням на довкілля та способи утримання медоносних бджіл мають певний вплив на концентрацію токсикантів у перзі та поліфлорному меді, а також і на показники мінерального складу продукції бджільництва (Crane, 1984; Kovalchuk and Fedoruk, 2013; Dubin and Vasylenko, 2017). Деякі рослини можуть менше акумулювати важкі метали, тому вибір певних видів медоносних рослин для бджіл може сприяти зниженню ризику забруднення продукції бджільництва (Kovalchuk and Fedoruk, 2013).

Kalinina and Dolgaia (2015) виявили, що існує корелятивне зменшення концентрації цинку і кадмію, а також збільшення концентрації купруму і свинцю в бджолиному обніжжі у серпні. Мінімальна концентрація купруму і цинку спостерігалася в бджолиному обніжжі, зібраному у першій декаді липня, тоді як мінімальна концентрація свинцю і кадмію в обніжжі зафіксована у першій декаді серпня.

Виробництво продукції в галузі бджільництва в умовах такого техногенного впливу на нектаропилконосні угіддя виявлено, що квітковий пилок, перга та воскова сировина переважно більше забруднені, порівняно з меншим ступенем забруднення мед та гомогенат трутневих личинок. Результати проведених досліджень в умовах Лісостепу правобережного свідчать про меншу концентрацію свинцю, кадмію, цинку та міді у бджолиному обніжжі, перзі та гомогенаті, які були вироблені бджолами з пилку лісопаркових медоносів, таких як клен, акація біла та липа, у порівнянні з продукцією, отриманою від сільськогосподарських медоносів, таких як озимий ріпак, гречка та соняшник (Razanov, 2009).

Використання мінеральних добрив у сільському господарстві призводить до щорічного надходження важких металів у ґрунт, що впливає на накопичення цих токсикантів у продукції бджільництва. Зокрема, при внесенні

під медоноси добрив, які містять азот, спостерігається збільшення концентрації важких металів у бджолиному обніжжі. Це негативно позначається на якості бджолиного обніжжя, а також призводить до закислення ґрунтів у нектаропилконосних угіддях. Так, зниження рівня рН ґрунту через внесення дефекату призводить до зменшення вмісту свинцю, кадмію, цинку та міді в бджолиному обніжжі (Razanov and Shvets, 2012; Razanov et al., 2011; Shvets, 2013, 2014).

Проте, при аналізі результатів проведених досліджень зазначеної проблеми, слід відзначити недостатність інформації щодо накопичення важких металів у різних фракціях бджолиного обніжжя та перги, зокрема в нерозчинній, яка утворюється переважно з пильцевих зерен, що покриті целюлозою, та розчинній, яка включає виділення слинних залоз бджіл, нектару та інших речовин з навколишнього середовища. Розкриття цих особливостей може розширити наукові знання про механізми надходження кадмію і свинцю у бджолиному обніжжі, що стане ключовим аспектом при розробці методів підвищення якості продукції, виробленої в умовах техногенного навантаження на нектаропилконосні угіддя. Таким чином, метою проведеного дослідження було вивчення інтенсивності накопичення кадмію та свинцю в нерозчинних і розчинних фракціях бджолиного обніжжя та перги.

Матеріал та методи досліджень. Відбір квіткового пилку, який є складовою бджолиного обніжжя, виконували за допомогою пилковловлювачів під час періоду цвітіння нектаропилконосів, використовуючи метод, описаний В.П. Поліщуком (2001). Визначення походження пилку проводили з урахуванням його кольору та аналітичної структури пильцевих зерен. Для розділення нерозчинної фракції квіткового пилку від розчинної використовували дистильовану воду в співвідношенні одна частина цієї продукції до двох частин дистильованої води. Вилучення розчинної фракції з бджолиного обніжжя проводили до того моменту, коли не відбувалося зміни кольору розчинника, тобто дистиліара.

Технологія виробництва перги включала такі етапи: відбір пергових стільників, їх обсушка, під час якої бджоли видаляють покривний та стільниковий мед, сушка пергових стільників, проморожування, видалення перги зі стільників, механічне подрібнення та видалення воскових часток з перги.

Концентрацію важких металів у бджолиному обніжжі та перзі визначали атомно-абсорбційним методом визначення токсичних елементів у харчових продуктах та харчовій сировині.

Отримані результати досліджень були оброблені за допомогою загальноприйнятих статистичних методів. При цьому враховували середні арифметичні величини (M), середнє квадратичне відхилення (m) та достовірність різниці між середніми величинами (критерій P). Для показу ймовірності в таблицях використовується умовне позначення $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$ і відповідно позначені зірочками (*; **; ***).

Результати досліджень. Бджолине обніжжя формується завдяки зусиллям бджіл, які збирають пилкові зерна, утворені пиляками тичинок квіток. Досліджено,

що в структурі бджолиного обніжжя присутні як розчинні у воді, так і нерозчинні фракції. До нерозчинних фракцій відноситься целюлоза, яка утворює зовнішню оболонку пилкових зерен, всередині яких розташований білок. Розчинні складові включають секрет слинних залоз бджіл, нектар та інші токсичні речовини, які можуть потрапити на пилки через опади та техногенні викиди.

Аналіз отриманих результатів досліджень, що подані на рисунку 1, показує, що частка концентрації свинцю у нерозчинній фракції від загального вмісту важких металів у бджолиному обніжжі становила з конюшини білої – 52,6%, глуду – 33,3%, кульбаби лікарської – 56,0%, клену татарського – 35,7% і липи серцелистої – 45,0%. Тоді як частка кадмію відповідно становила 51,7%, 40,0%, 51,8%, 38,8% і 58,3%. Найбільша частка свинцю відносно загального вмісту важких металів виявлено у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя з кульбаби лікарської, кадмію – з конюшини білої.

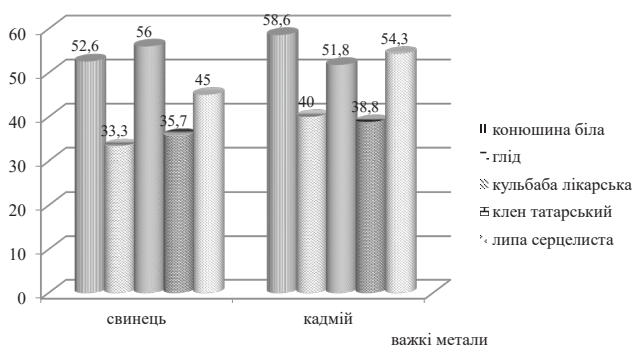


Рис. 1. Вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції відносно вмісту у бджолиному обніжжі, %

При визначенні концентрації важких металів у бджолиному обніжжі підтверджуються попередні результати науковців, в яких показники накопичення токсикантів залежали від медоносної рослини та періоду їх квітання. Найвищий вміст свинцю і кадмію виявлено в обніжжі з конюшини білої, найменший – з клену татарського. Концентрація свинцю вища у бджолиному обніжжі з конюшини білої у 2,1 рази порівняно з глудом, на 52,0% порівняно з кульбабою лікарською, у 2,7 рази порівняно з кленом татарським, в 1,9 рази порів-

няно з липою серцелистою. Різниця між концентрацією кадмію у різних пилконосах була дещо менша. Вищий показник виявлено у бджолиному обніжжі з конюшини білої на 45,0% порівняно з глудом, на 7,4% порівняно з кульбабою лікарською, на 61,1% порівняно з кленом татарським та на 20,8% порівняно з липою серцелистою (табл. 1).

Одночасно слід відзначити певні відмінності в концентрації свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя та висоті надземної вегетативної маси. Концентрація свинцю і кадмію після вимивання розчинних фракцій з бджолиного обніжжя конюшини білої склала 0,20 мг/кг і 0,015 мг/кг відповідно, для глуду – 0,06 мг/кг і 0,008 мг/кг, для кульбаби лікарської – 0,14 мг/кг і 0,014 мг/кг, для клену татарського – 0,09 мг/кг і 0,007 мг/кг та для липи серцелистої – 0,09 мг/кг і 0,014 мг/кг. Найвищі рівні концентрації свинцю і кадмію виявлено у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя з конюшини білої та кульбаби лікарської, порівняно з глудом, кленом татарським та липою серцелистою.

Так, концентрація свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя, виробленого бджолами з пилку конюшини білої, була відповідно вищою у 3,3 рази і 2,1 рази порівняно з глудом, у 4,0 рази і 2,4 рази порівняно з кленом та у 2,2 рази і на 41,6% порівняно з липою серцелистою. У нерозчинній фракції бджолиного обніжжя, виробленого бджолами з пилку кульбаби лікарської, концентрація свинцю та кадмію була відповідно вищою у 2,3 рази і 1,8 рази порівняно з глудом, у 2,8 рази і 2,0 рази порівняно з кленом та у 1,5 рази і на 16,7% порівняно з липою серцелистою.

Концентрація свинцю у перші з бджолиного обніжжя пилконосів першої групи (медоноси саду, ріпак озимий, глід, кульбаба лікарська) виявилася вищою порівняно з другою групою (клен, липа серцелиста та широколиста, іван-чай, синяк, конюшина повзуча) на 21,9% та третьою групою (соняшник, буркун білий) – на 5,4%. Концентрація кадмію найвища у третій групі пилконосів, порівняно з першою групою – на 6,2% та другою групою – на 25,9% (табл. 2).

Результати досліджень показали, що вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції перги, відібраної з бджолиних гнізд після квітання основних нектаропилконосів першої групи (медоноси саду, озимий ріпак, кульбаба

Таблиця 1

Концентрація важких металів у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя, мг/кг

Нектаро-пилконоси	Свинець		Кадмій	
	бджолине обніжжя	нерозчинна фракція	бджолине обніжжя	нерозчинна фракція
Конюшина біла	0,38± 0,044	0,20± 0,016***	0,029± 0,0015	0,017± 0,0012***
Глід	0,18± 0,021	0,06± 0,0031***	0,020± 0,0009	0,008± 0,0004***
Кульбаба лікарська	0,25± 0,013	0,14± 0,0030***	0,027± 0,0011	0,014± 0,0017***
Клен татарський	0,14± 0,024	0,05± 0,0014***	0,018± 0,0009	0,007± 0,00023***
Липа серцелиста	0,20± 0,017	0,09± 0,0027***	0,024± 0,0031	0,012± 0,0017***

Концентрація важких металів у нерозчинній фракції перги, мг/кг

Нектаропилконоси	Свинець		Кадмій	
	перга	нерозчинна фракція перги	перга	нерозчинна фракція перги
I група – сад, ріпак озимий, глід, кульбаба лікарська	0,39±0,034	0,22±0,020***	0,032±0,0041	0,023±0,0030***
II група – клен, липа серцелиста та широколиста, іван-чай, синяк, конюшина повзуча	0,32±0,012	0,14±0,003***	0,027±0,0014	0,017±0,0020***
III група – соняшник, буркун білий	0,37±0,032	0,20±0,017***	0,034±0,0027	0,027±0,0023***

лікарська), становив 56,4% і 71,9%, другої групи (клен, липа серцелиста та широколиста, іван-чай, синяк, конюшина повзуча) – 43,7% і 62,9% та третьої групи (соняшник, буркун білий) – 54,0 і 79,4% відповідно відносно вмісту важких металів у перзі (рис. 2).

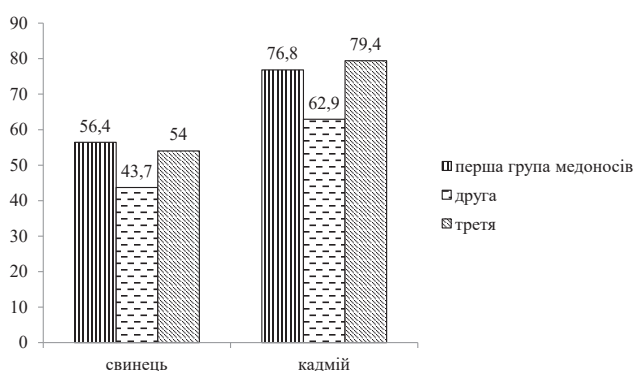


Рис. 2. Вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції відносно вмісту у перзі, %

Найвищий вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції, відносно вмісту у перзі, виявлений у перзі, виготов-

лений з пилку першої групи нектаропилконосів. Зокрема, вміст свинцю у нерозчинній фракції даної продукції був вищим порівняно з другою та третьою групами на 29,1 п.п. і 4,4 п.п. відповідно. Вміст кадмію вищий у третій групі порівняно з першою на 3,4 п.п. і другою – на 26,2 п.п.

Висновки. Отримані результати досліджень вказують на те, що у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя, виготовленого з пилку конюшини білої та кульбаби лікарської, зафіксовано вищий вміст свинцю і кадмію.

При виробництві бджолиного обніжжя в однакових екологічних умовах, особливості вмісту свинцю і кадмію були визначені конкретними видами нектаропилконосів. Найвищий вміст свинцю і кадмію виявився в продукції, виготовленій з пилку кульбаби лікарської та конюшини повзучої, порівняно із вмістом у бджолиному обніжжі, виробленому з пилку глоду, клена татарського та липи серцелистої.

Перга з пилку пилконосів саду, ріпаку озимого, глоду та кульбаби лікарської мала найвищий вміст свинцю, з соняшнику та буркуну білого – кадмію. Аналогічні результати отримано у нерозчинній фракції перги.

Бібліографічні посилання:

1. Alloway, B.J., 2013. Sources of heavy metals and metalloids in soils. *Heavy Metals in Soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability, environmental pollution*, 22, 11-50. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4470-7>
2. Bianu, E., Nica, D., 2006. Honeybees – bioindicators in a heavy polluted area, *Second European Conf. of Apidology, Prague 10–14th September, 2006*, 85.
3. Bondareva, O.B., Konovalenko, L.I., Milihula, O.M., 2012. Migrants and accumulation of lead and cadmium in soil and plants under the influence of fertilizers. *Ahroekologichnyi zhurnal*, 3, 20-23 (in Ukrainian).
4. Conti, M.E., Botre, F., 2001. Honey bees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination. *Environmental monitoring and assessment*, 69 (3), 267–82. DOI: 10.1023/a:1010719107006
5. Crane, E., 1984. Bees, honey and pollen as indicators of metals in the environment. *Bee World*, 1984, 55, 47–49.
6. Dubin O.M., Vasilenko O.V., 2017. Otsinka yakosti produktsii bdzhilnytstva v suchasnykh ekolohichnykh umovakh Cherkaskoi oblasti [Assessment of the quality of beekeeping products in modern ecological conditions of the Cherkasy region]. *Visnyk Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 1, 12-17 (in Ukrainian).
7. Holubtsov O., Sorokina L., Splodytel A., Chumachenko S., 2023. Vplyv viiny rosii proty Ukrainy na stan ukrainskykh gruntiv. Rezultaty analizu [The impact of Russia's war against Ukraine on the state of Ukrainian soils. Analysis results]. Kyiv: HO "Tsentralnyi ekolohichnyi initsiatyv «Ekodii» (in Ukrainian).
8. Hu, Y., Liu, X., Bai, J., Shih, K., Zeng, E. Y., Cheng, H., 2013. Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three decades of intense industrialization and urbanization. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 6150-6159. DOI: 10.1007/s11356-013-1668-z
9. Kalinina I.H., Dolgaia M.M., 2015. Bdzholyne obnizhzhia yak markernyi pokaznyk ekolohichnoho stanu dovkillia. *Biolojiia ta valeolojiia* [Bee pollen – as a marker indicator of ecological environment]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho pedagogichnoho universytetu imeni H.S. Skovorody*, 17, 123-128 (in Ukrainian). <http://orcid.org/0000-0003-3123-6641>.

10. Kovalchuk, I.I., Fedoruk, R.S., 2013. Vmist vazhkykh metaliv u tkanynakh bdzhil ta yikh produktsii zalezho vid ahroekolohichnykh umov Karpatskoho rehionu [Content of heavy metals in the bees tissues and products depending on agroecological conditions of carpathians region]. *Biolohiia tvaryn*, 15, 4, 54–65 (in Ukrainian).
11. Madras-Majewska, B., Jasinski, Z., 2003. Lead content of bees, brood and bee products from different regions of Poland. *Journal of Apicultural Science*, 47, 2, 47–55.
12. Metodichni vkazivky z atomno-absorbtsiinykh metodiv vyznachennia toksychnykh elementiv u kharchovykh produktakh ta kharchovii syrovyni [Methodical guidelines for atomic absorption methods for the determination of toxic elements in food products and food raw materials]. № 01-19/47-11 vid 25.12.1992 (in Ukrainian).
13. Omelchuk, O., Sadohurska, S., 2022. Nature and War: How Russian Invasion Destroys Ukrainian Wildlife. <https://www.yournec.org/nature-and-war-how-russian-invasion-destroys-ukrainian-wildlife/>
14. 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.
15. Razanov S.F. (2009). Vmist radionuklidiv i vazhkykh metaliv u produktsii bdzhilnytstva [Content of radionuclides and heavy metals in beekeeping products]. *Ahroekolohichni zhurnal*. 1, 9-11 (in Ukrainian).
16. Razanov S.F. Shvets V.V., 2012. Vplyv orhanichnykh i mineralnykh dobryv ta rivnia zvolozhennia gruntiv na kontsentratsiiu svyntsii u kvitkovomu pylku [The effect of organic and mineral fertilizers and the level of soil moisture on the concentration of lead in flower pollen]. *Ahroekolohichni zhurnal*, 2012, 4, 38–41 (in Ukrainian).
17. Razanov S.F., Didur I.M., Shvets V.V., 2011. Vplyv mineralnykh ta orhanichnykh dobryv na riven kontsentratsii kadmiiu u kvitkovomu pylku [Effect of mineral and organic fertilizers on the level of cadmium concentration in flower pollen]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva*, 5 (82), 87–89 (in Ukrainian).
18. Razanova O.P., Skoromna O.I. Lead and cadmium transition in soil–plant–honey system. *Știința agricolă*. 2021. № 2. C. 99–104. DOI: 10.55505/sa.2022.1.20.
19. Rewiew, A., Erhan, S., Matur, E., 2023. Honey can be used as an indicator of environmental pollution. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*, 108, 171-175. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.108.27>
20. Sharma, N., Singhvi, R., 2017. Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: a review. *International journal of agriculture, environment and biotechnology*, 10 (6), 675-679. <https://doi.org/10.5958/2230-732X.2017.00083.3>
21. Shvets V.V., 2013. Vplyv orhanichno-mineralnykh dobryv na nakopychennia svyntsii i kadmiiu u kvitkovomu pylku [The influence of organic-mineral fertilizers on the accumulation of lead and cadmium in flower pollen]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva*, 10 (105), 95–97 (in Ukrainian).
22. Shvets V.V., 2014. Kontsentratsiia Pb i Cd u bdzholynomu obnizhzi ta perzi za vapnuvannia kyslykh gruntiv medonosnykh uhid [Concentration of Pb and Cd in bee pollen and perze due to liming of acidic soils of honey-bearing lands]. *Ahroekolohichni zhurnal*, 1, 114–116 (in Ukrainian).
23. Skalny, A.V., Aschner, M., Bobrovniitsky, I.P., Chen, P., Tsatsakis, A., Paoliello, M.M.B., BuhaDjordevic, A., Tinkov, A.A., 2021. Environmental and health hazards of military metal pollution. *Environmental Research*, 201, 111568. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111568

Razanov O. S., *Researcher of the Laboratory of Apitherapy, National Scientific Center "Institute of Beekeeping named after P.I. Prokopovich", Kyiv, Ukraine*

Kapriza V. O., *Deputy Director, Farming "Flora A.A.", Kryzhopol, Ukraine*

Teslia D. M., *Postgraduate student, Lviv National University of Nature Management, Lviv, Ukraine*

Characteristics of the accumulation of lead and cadmium in the insoluble fraction of bee dump and perga

In recent years, due to the deterioration of the environment, increased requirements have been put forward in relation to the quality and safety of beekeeping products. Keeping bee colonies in the zone of industrial pollution or near major transport routes negatively affects the quality of beekeeping products. Harmful substances such as heavy metals can get into the nectar and pollen that bees use to make honey and other products. This may have a negative impact on the quality and safety of these products for consumers. It is important to implement pollution reduction strategies in individual regions and to control production in areas where environmental pollution is possible. The purpose of the study was to study the intensity of accumulation of cadmium and lead in bee honey and comb and in the insoluble fractions of these products. The obtained research results show a certain dependence of the content of lead and cadmium in bee honey and comb produced in the same environmental conditions. The highest content of these toxicants was found in this product from herbaceous pollinators, white clover and dandelion, and the lowest content from woody pollinators (Tatar maple, hawthorn, linden). Differences in the content of lead and cadmium in the insoluble fraction of bee pollen were revealed depending on the botanical origin of the nectaries. In bee honey and its insoluble fraction, a higher content of heavy metals was recorded from white clover and dandelion compared to hawthorn, Tatar maple and small-leaved linden. The largest share of lead relative to the total content of heavy metals was found in the insoluble fraction of bee pollen from dandelion, cadmium – from white clover. The least lead and cadmium-contaminated samples were made from Tatar maple. The highest content of lead was found in perga and its insoluble fraction from the pollen of garden nectarines, winter rapeseed, hawthorn, dandelion, cadmium – from sunflower and white burdock.

Key words: heavy metals, pollinators, bee pollen, perga, insoluble fraction.