

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

**ФАКТОРИ, ЯКІ СТРИМУЮТЬ ВИСОКУ МЕДОВУ
ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖІЛ ТА ПОГІРШУЮТЬ
ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ МЕДІВ У КАРПАТСЬКОМУ
РЕГІОНІ**

(науково-методичні рекомендації)



Оброшине, 2025

Фактори, які стримують високу медову продуктивність бджіл та погіршують якісні показники медів у Карпатському регіоні: науково-практичні рекомендації / Й. Ф. Рівіс, В. О. Постоєнко, І. І. Саранчук, О. Я. Клим, О. Б. Дяченко, О. І. Стадницька, А. В. Шелевач, О. О. Гопаненко. Оброшине, 2025, 29 с.

Науково-методичні рекомендації розроблено на матеріалах узагальнених власних досліджень, проведених співробітниками ІСТ Карпатського регіону НААН. Описано та наведено дані про вміст важких металів в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі, тканинах медоносних бджіл, бджолиних стільниках і натуральних поліфлорних медах, жирних кислот у бджолиному обніжжі, тканинах медоносних бджіл і бджолиних стільниках у різних природних зонах Карпатського регіону. Показано відтворну здатність бджолиних маток, льотно-збиральну та воскову продуктивність робочих бджіл і основні якісні показники натуральних поліфлорних медів у різних природних зонах Карпатського регіону.

Рекомендації розраховані на наукових працівників і практиків у галузі бджільництва.

Рекомендації підготували: Рівіс Й. Ф., Постоєнко В. О. – доктори с.-г. наук, Саранчук І. І., Клим О. Я., Дяченко О. Б., Стадницька О. І., Шелевач А. В. – кандидати с.-г. наук, Гопаненко О. О. – кандидат біол. наук.

Рецензенти:

Коник Г. С. – с.-г. наук, член-кореспондент НААН

Вовк С. О. – доктор біол. наук, професор

Рекомендації розглянуто і затверджено Вченою радою Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (протокол № 10 від 22 вересня 2025 р.).

Рівіс Й. Ф., Постоєнко В. О., Саранчук І. І.,
Клим О. Я., Дяченко О. Б., Стадницька О. І.,
Шелевач А. В., Гопаненко О. О., 2025
© Видавництво Інституту сільського
господарства Карпатського регіону НААН

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
1. Методичні підходи до проведення досліджень.....	5
2. Коротка екологічна характеристика гірської, передгірної та лісостепової зон Карпатського регіону.....	7
3. Вміст важких металів в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі, тканинах медоносних бджіл, бджолиних стільниках і натуральних поліфлорних медах у різних природних зонах Карпатського регіону. Коефіцієнти переходу важких металів із орного шару ґрунту в бджолине обніжжя та з бджолиного обніжжя і тканин черевця в бджолині стільники.....	8
4. Яйценосність бджолиних маток, льотно-збиральна та воскова продуктивність робочих бджіл і основні якісні показники натуральних поліфлорних медів у різних природних зонах Карпатського регіону.....	15
5. Рівень жирних кислот у бджолиному обніжжі, тканинах медоносних бджіл і бджолиних стільниках у різних природних зонах Карпатського регіону.....	21
Висновки.....	25
Джерела наукової інформації	26

ВСТУП

Джерела емісії важких металів і шляхи їх надходження в навколишнє середовище відрізняються різноманітністю, але загалом вони мають техногенне походження як наслідок урбанізації та індустріалізації [11]. Діяльність промисловості, сільського господарства, енергетики й транспорту, а також інтенсивне видобування корисних копалин – все це призвело до надходження у повітря, воду, ґрунт і рослини важких металів, у тому числі Плюмбуму, Кадмію й Арсену.

Як наслідок, одні види рослин поступилися місцем іншим і змінилися строки їх цвітіння, та тим самим умови медозбору бджолами. Наведене вище призвело також до накопичення важких металів у тканинах медоносних бджіл і продуктах бджільництва [2].

Важкі метали причетні до обмінних процесів жирних кислот у рослинних і тваринних тканинах [18]. У результаті цього змінюється забезпеченість тканин рослин і бджіл енергетичним, структурним, біологічно активним і антимікробним матеріалом. Все це відбивається на продуктивності бджолиних сімей та якісних показниках їх продукції. Тому актуальним є питання виробництва екологічно безпечних продуктів бджільництва. До якісних показників продукції медоносних бджіл ставляться дуже високі вимоги, оскільки на даний час Україна стала основним експортером медів в Європу [7].

З огляду на наведене вище значний науково-практичний інтерес становлять дослідження вмісту важких металів в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі, тканинах медоносних бджіл і бджолиних стільниках і жирних кислот у бджолиному обніжжі, тканинах медоносних бджіл і бджолиних стільниках, відтворної здатності бджолиних маток і продуктивних ознак робочих бджіл та основних якісних показників натуральних поліфлорних медів у різних природних зонах Карпатського регіону та на основі цього обґрунтування шляхів отримання бджолиної продукції найвищої якості.

1. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Піддослідні пасіки клінічно здорових медоносних бджіл породи карпатська (*Apis mellifera* (L.) *carpatica*), були підібрані на базі приватних пасічних господарств гірської (сmt. Славсько, Стрийського району), передгірної (с. Нижня Стинава, Стрийського району) та лісостепової (с. Миклашів, Львівського району) зон Львівської області.

Для оцінки інтенсивності техногенного навантаження на довкілля, де знаходяться піддослідні пасіки медоносних бджіл, визначався вміст важких металів, у тому числі токсичних, в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі, тканинах бджіл, свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках) і натуральних поліфлорних медах.

На початку літнього періоду в кожній з наведених вище природних зон Карпатського регіону на кожній з трьох пасік із трьох вуликів для лабораторних досліджень загальноприйнятими методами відбирались зразки бджолиного обніжжя, медоносних бджіл і бджолиних стільників. При цьому в кожному піддослідному вулику були бджолині матки 2-ох річного віку. В радіусі корисного льоту (2-4 км) медоносних бджіл відбирались зразки орного шару ґрунту.

Крім того, в кожній з наведених вище природних зон Карпатського регіону на кожній з трьох пасік у трьох вуликах на початку літнього періоду впродовж 36 днів що дванадцятий день досліджувалася інтенсивність яйцекладки бджолиних маток. Для цього використовувалися вимірювальні рамки.

У кожній з наведених вище природних зон Карпатського регіону впродовж весняно-літнього періоду на кожній з трьох пасік у п'яти вуликах досліджувалась льотно-збиральна щодо обніжжя та воскова продуктивність бджолосімей шляхом відповідно накладання пилковловлювачів на льоток вулика та витоплюванням воску з рамок. Одночасно для лабораторних досліджень відбирались зразки відповідно бджолиного обніжжя та свіжопобудованих бджолиних стільників (язиків).

Також у кожній з наведених природних зон Карпатського регіону впродовж літнього періоду на кожній з трьох пасік у п'яти вуликах досліджувалась медова продуктивність бджолосімей шляхом

відкачуванням медових рамок. Одночасно для лабораторних досліджень відбирались зразки натуральних поліфлорних медів.

У відібраних зразках орного шару ґрунту, бджолиного обніжжя, тканин медоносних бджіл, свіжопобудованих бджолиних стільників (язиків) і медів визначався вміст важких металів, а в зразках бджолиного обніжжя, тканин медоносних бджіл і бджолиних стільників – жирних кислот.

Вміст важких металів у відібраних зразках орного шару ґрунту, бджолиного обніжжя, тканин медоносних бджіл, свіжопобудованих бджолиних стільників (язиків) і медів визначався на атомно-абсорбційному спектрофотометрі (Селмі-115) за В. В. Влізлом та ін. [1], а жирних кислот бджолиного обніжжя, тканин медоносних бджіл і бджолиних стільників – на газорідному хроматографічному апараті (Chrom-5) за Й. Ф. Рівісом та ін. [19]

Отриманий цифровий матеріал опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента [6]. Вираховувалися середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних ($\pm m$). Різниці вважалися вірогідними за $p < 0,05$. Для розрахунків використана комп'ютерна програма Origin 6.0, Microsoft Excel.

2. КОРОТКА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІРСЬКОЇ, ПЕРЕДГІРНОЇ ТА ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОН КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Стан екобезпеки в Карпатському регіоні, за шестиступеневою шкалою загальної забрудненості навколишнього середовища, характеризується наступним чином [7]. Гірська екосистема розташована у Карпатській фізико-географічній місцевості в умовно чистій (1 ступінь) зоні, передгірна – у Передкарпатській височинній області в помірно забрудненій зоні (2 ступінь), а лісостепова – у Західному Лісостепі в забрудненій (3 ступінь) зоні, яка межує з дуже забрудненою (4 ступінь).

Дані статистики говорять про те, що дотепер лісові угіддя гірської зони Карпатського регіону (сmt. Славсько Стрийського району, порівняно зі передгірною (с. Нижня Стинава Стрийського району) і лісостепоною (с. Миклашів Львівського району), становлять найбільшу частку земель. Проте, власне, ліси займають лише 63% території від загальної площі району. Це означає, що певна частка лісових земель не зайняті деревостаном, а в кращому випадку чагарниками або пустищами. Екофункції цього покриву сприятливі для медозбору [7].

3. ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРНОМУ ШАРІ ҐРУНТУ, БДЖОЛИНОМУ ОБНІЖЖІ, ТКАНИНАХ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ, БДЖОЛИНИХ СТІЛЬНИКАХ І НАТУРАЛЬНИХ ПОЛІФЛОРНИХ МЕДАХ У РІЗНИХ ПРИРОДНИХ ЗОНАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ.

КОЕФІЦІЄНТИ ПЕРЕХОДУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ ОРНОГО ШАРУ ҐРУНТУ В БДЖОЛИНЕ ОБНІЖЖЯ ТА З БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ І ТКАНИН ЧЕРЕВЦЯ В БДЖОЛИНІ СТІЛЬНИКИ

В орному шарі ґрунту передгірної та лісостепової зон Карпатського регіону, порівняно з умовно чистою гірською зоною, є більший вміст важких металів (табл. 1).

1. Валовий вміст важких металів, у тому числі токсичних, в орному шарі ґрунту в різних природних зонах Карпатського регіону, г·10⁻³/кг повітряно-сухої маси (M±m, n=3)

Метал та його символ	Природні зони Карпатського регіону		
	Гірська	Передгірна	Лісостепова
Ферум, Fe	14325,0±294,214	15184,3±454,862*	16573,0±294,429**
Цинк, Zn	47,58±4,488	78,52±3,722**	96,13±4,890***
Купрум, Cu	21,60±1,391	34,56±1,828**	45,64±2,264***
Кобальт, Co	11,76±0,375	13,63±0,560**	17,20±1,830***
Хром, Cr	41,69±2,283	63,65±3,584**	87,53±4,163***
Нікол, Ni	21,24±1,625	41,33±2,512***	59,42±3,214***
Плюмбум, Pb	19,37±0,784	25,83±1,442*	33,30±2,870***
Кадмій, Cd	2,03±0,088	2,60±0,115*	3,20±0,271***

Примітка. Тут і далі різниці вірогідні порівняно з гірською зоною:

* – p < 0,05–0,02; ** – p < 0,01; *** – p < 0,001.

Із наведеної вище таблиці видно, що в орному шарі ґрунту лісостепової зони Карпатського регіону міститься найвищий рівень досліджуваних важких металів. При цьому вміст токсичних Плюмбуму і Кадмію в орному шарі ґрунту в цій зоні є в 1,1 рази більшим за гранично допустиму концентрацію [5]. Вважається, що високий рівень Плюмбуму в орному шарі ґрунту зумовлений рухом автотранспорту [11], а Кадмію – з внесенням у ґрунт меліорантів і мінеральних добрив, відповідно фосфогіпсу та суперфосфату [2].

Отримані дані характеризують рівень техногенного забруднення довкілля на піддослідних територіях. Високий рівень

Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту, Хрому, Ніколу, Плюмбуму та Кадмію у ґрунтах є причиною збільшення їх концентрації в бджолиному обніжжі, отриманого в передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону (табл. 2).

2. Вміст важких металів, у тому числі токсичних, у бджолиному обніжжі в різних природних зонах Карпатського регіону, $\text{г} \cdot 10^{-3} / \text{кг}$ повітряно-сухої маси ($M \pm m$, $n=3$)

Метал та його символ	Природні зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Ферум, Fe	33,52±0,830	37,11±0,781*	43,39±2,253**
Цинк, Zn	34,39±1,91	39,20±0,900*	42,72±0,872**
Купрум, Cu	2,01±0,089	3,02±0,169*	4,20±0,170***
Кобальт, Co	1,01±0,029	1,14±0,050*	1,44±0,112***
Хром, Cr	4,10±0,177	5,02±0,180*	6,68±0,149***
Нікол, Ni	0,58±0,015	0,65±0,015*	0,74±0,023**
Плюмбум, Pb	0,12±0,007	0,18±0,009*	0,26±0,012**
Кадмій, Cd	0,04±0,003	0,07±0,007*	0,10±0,009**

Особливо вагомо у бджолиному обніжжі підвищується рівень небезпечного елемента першого класу токсичності Кадмію – у 2,5–4,0 рази, порівняно з умовно чистим гірським довкіллям. Також помітно збільшується концентрація Хрому – елемента другого класу токсичності (у 1,6–2,7 рази) [8]. Все це є наслідком більшої урбанізації та індустріалізації наведених вище територій.

Дані літератури вказують на те, що хоча Цинк, Купрум, Кобальт, Плюмбум і Кадмій є двовалентними мінеральними елементами, але вони мають дуже різні коефіцієнти переходу з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя. Встановлено, що в Карпатському регіоні дуже високий коефіцієнт переходу з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя має Цинк (табл. 3). Набагато нижчий коефіцієнт має Купрум, ще нижчий – Плюмбум і Хром й особливо Кадмій та Нікол.

Встановлено, що в напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зони Карпатського регіону зростає засвоєння рослинами Кадмію, який вкрай негативно впливає на рослинні та бджолині організми. Можливо в цьому випадку, із-за наявного в рослинах високого рівня Кадмію, рослинні тканини вже не можуть

захищатися від надмірного надходження до них згадуваного мінерального елемента.

3. Коефіцієнти переходу важких металів, у тому числі токсичних, із орного шару ґрунту в бджолине обніжжя в різних природних зонах Карпатського регіону

Метал та його символ	Природні зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Ферум, Fe	0,002	0,002	0,003
Цинк, Zn	0,723	0,499	0,444
Купрум, Cu	0,093	0,087	0,092
Кобальт, Co	0,086	0,084	0,084
Хром, Cr	0,098	0,079	0,076
Нікол, Ni	0,027	0,016	0,012
Плюмбум, Pb	0,060	0,069	0,078
Кадмій, Cd	0,020	0,027	0,031

Підвищений коефіцієнт переходу Цинку з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя можливо викликаний тим, що цей мінеральний елемент вкрай необхідний для регуляції обмінних процесів та нормального функціонування й високої активності чоловічих і жіночих гаметофітів [18]. Наведене вище видно пов'язане з тим, що Цинк входить в склад ензимів, які з одного боку в рослинних тканинах сприяють охороні ненасичених жирних кислот від надмірного пероксидного окиснення [18], а з другого – утворенню з α -ліноленою, α -лінолевою та α -олеїною кислот ще більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот родин відповідно омега-3, омега-6 і омега-9, а з ще більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 – цілої низки біологічно активних речовин, насамперед оксипінів і простагландинів, котрі причетні до відтворної здатності відповідно рослин і бджіл.

Слід відзначити, що в лісостеповій зоні Карпатського регіону, порівняно з гірською, в бджолиному обніжжі є досить високий вміст пробіотичних Цинку, Купруму, Кобальту. Наведені вище важкі метали в допустимих кількостях вкрай необхідні для нормальної життєдіяльності рослин і бджіл. Але підвищений в бджолиному обніжжі рівень токсичних Плюмбуму та Кадмію видно здатний нівелювати позитивний вплив пробіотичних важких металів на організм бджіл.

Зафіксовано також, що високий рівень важких металів у бджолиному обніжжі в свою чергу є причиною зростання їх вмісту в тканинах медоносних бджіл (табл. 4).

4. Вміст важких металів, у тому числі токсичних, в тканинах черевця медоносних бджіл в різних природних зонах Карпатського регіону, $\text{г} \cdot 10^{-3} / \text{кг}$ сирової маси ($M \pm m$, $n=3$)

Метал та його символ	Природні зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Ферум, Fe	46,48 $\pm$ 1,046	63,72 $\pm$ 1,220***	77,03 $\pm$ 1,630***
Цинк, Zn	77,08 $\pm$ 1,190	91,32 $\pm$ 1,536**	104,24 $\pm$ 2,060***
Купрум, Cu	0,34 $\pm$ 0,012	0,47 $\pm$ 0,014**	0,59 $\pm$ 0,014***
Кобальт, Co	0,31 $\pm$ 0,009	0,36 $\pm$ 0,014*	0,43 $\pm$ 0,017**
Хром, Cr	2,43 $\pm$ 0,070	3,12 $\pm$ 0,082*	3,78 $\pm$ 0,112**
Нікол, Ni	2,43 $\pm$ 0,035	3,40 $\pm$ 0,067***	4,13 $\pm$ 0,059***
Плюмбум, Pb	0,88 $\pm$ 0,035	1,21 $\pm$ 0,038**	1,50 $\pm$ 0,046***
Кадмій, Cd	0,09 $\pm$ 0,009	0,16 $\pm$ 0,006**	0,21 $\pm$ 0,012**

При цьому в тканинах черевця, грудей та голови медоносних бджіл передгірної й особливо лісостепової зон, порівняно з умовно чистим гірським довкіллям, є вищий рівень небезпечних елементів першого класу токсичності – Плюмбуму та особливо Кадмію.

У тканинах медоносних бджіл передгірної й лісостепової зон, порівняно з умовно чистим гірським довкіллям, підвищується рівень небезпечних елементів першого класу токсичності – Плюмбуму (у 1,33–4,00 рази) та Кадмію (у 1,78–4,00 рази). Також помітно збільшується концентрація елемента другого класу токсичності – Хрому (у 1,18–1,60 рази).

Слід звернути увагу також на те, що тканини черевця медоносних бджіл є значно активнішим акумуляторами важких металів, порівняно з тканинами грудей та голови. Практично всі важкі метали в 1,61–2,04 рази більшої кількості нагромаджуються у тканинах черевця медоносних бджіл, ніж у тканинах грудей та голови.

В напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зон Карпатського регіону зростає вміст Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту, Хрому, Ніколу, Плюмбуму та Кадмію в свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках) (табл. 5).

5. Вміст важких металів, у тому числі токсичних, в бджолиних стільниках (язиках) у різних зонах Карпатського регіону, $г \cdot 10^{-3}/кг$ натуральної маси ($M \pm m, n=3$)

Метал та його символ	Зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Ферум, Fe	21,31 $\pm$ 0,425	41,02 $\pm$ 2,682*	84,11 $\pm$ 2,523*
Цинк, Zn	2,13 $\pm$ 0,125	5,01 $\pm$ 0,158**	8,10 $\pm$ 0,255**
Купрум, Си	0,06 $\pm$ 0,005	0,12 $\pm$ 0,003**	0,15 $\pm$ 0,006**
Кобальт, Со	0,03 $\pm$ 0,003	0,12 $\pm$ 0,006**	0,18 $\pm$ 0,003**
Хром, Сг	0,85 $\pm$ 0,010	1,19 $\pm$ 0,035**	1,36 $\pm$ 0,023**
Нікол, Ni	0,32 $\pm$ 0,005	0,53 $\pm$ 0,020*	0,75 $\pm$ 0,020**
Плюмбум, Рb	0,42 $\pm$ 0,003	0,64 $\pm$ 0,025*	0,94 $\pm$ 0,047**
Кадмій, Cd	0,02 $\pm$ 0,047	0,05 $\pm$ 0,073*	0,07 $\pm$ 0,006*

Одночасно в наведеному вище напрямку сильно зростають коефіцієнти переходу Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Ніколу та особливо Плюмбуму й Кадмію з бджолиного обніжжя; Феруму, Цинку, Кобальту, Ніколу та особливо Плюмбуму й Кадмію з тканин черевця в бджолині стільники (табл. 6 і 7).

6. Коефіцієнти переходу важких металів, у тому числі токсичних, із бджолиного обніжжя в бджолині стільники (язики)

Важкі метали та їх символ	Зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Ферум, Fe	0,640	1,112	2,020
Цинк, Zn	0,062	0,160	0,170
Купрум, Си	0,030	0,040	0,100
Кобальт, Со	0,079	0,105	0,125
Хром, Сг	0,350	0,237	0,204
Нікол, Ni	0,637	0,815	1,014
Плюмбум, Рb	0,325	3,556	3,615
Кадмій, Cd	0,200	0,571	0,700

Представляє інтерес той факт, що при цьому в наведеному вище напрямку сильно знижується коефіцієнт переходу Хрому з бджолиного обніжжя в бджолині стільники. Слід відзначити, що коефіцієнт переходу Хрому з тканин черевця в бджолині стільники є високим тільки в передгірній зоні Карпатського регіону, бо вже у лісостеповій зоні даний коефіцієнт переходу не зростає.

7. Коефіцієнти переходу важких металів, у тому числі токсичних, із тканин черевця бджіл у бджолині стільники (язики)

Важкі метали та їх символ	Зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Ферум, Fe	0,458	0,644	1,092
Цинк, Zn	0,028	0,055	0,078
Купрум, Cu	0,176	0,255	0,254
Кобальт, Co	0,097	0,333	0,343
Хром, Cr	0,132	0,381	0,360
Нікол, Ni	0,132	0,156	0,182
Плюмбум, Pb	0,477	0,529	0,627
Кадмій, Cd	0,222	0,323	0,333

Наведене вище вказує на те, що бджолине обніжжя через травний канал і його стінку та далі через лімфу має сильний вплив на коефіцієнти переходу та вміст важких металів у бджолиних стільниках.

Як відомо, бджолині стільники будують дуже молоді робочі бджоли, яким від сили півтора-два з половиною тижні життя, та які харчуються бджолиним обніжжям і медом. Причому, на активність воскосинтезувальних залоз молодих робочих бджіл бджолине обніжжя має більш значний вплив, порівняно з медом [12]. Ці дані дають відповідь на питання звідки в свіжопобудованих стільниках беруться важкі метали, в тому числі токсичні Плюмбум і Кадмій.

Потрібно відзначити наступне. Високі коефіцієнти переходу з бджолиного обніжжя в бджолині стільники мають Ферум, Нікол і особливо Плюмбум; середні – Цинк, Кобальт, Хром і Кадмій; низькі – Купрум. Високі коефіцієнти переходу з тканин черевця в бджолині стільники мають Плюмбум і особливо Ферум; середні – Купрум, Кобальт, Хром, Нікол і Кадмій; низькі – Цинк. Видно, організм бджоли може в деякій мірі регулювати міжтканинний перехід важких металів. Це підтверджується наступними фактами. Високі коефіцієнти переходу з бджолиного обніжжя та тканин черевця в бджолині стільники Феруму, Ніколу та особливо Плюмбуму можуть вказувати на те, що організм бджоли таким чином може в деякій мірі звільнятися від менш потрібних йому мінеральних елементів. Низькі або середні коефіцієнти переходу в бджолині стільники найбільш пробіотичних мінеральних елементів Цинку, Купруму та Кобальту можуть вказувати на те, що в складі воску вони зовсім не потрібні. Високі коефіцієнти переходу з бджолиного обніжжя та тканин черевця в бджолині

стільники Плюмбуу видно зумовлені звільненням організму бджіл від цього токсичного мінерального елемента.

Важкі метали причетні до обмінних процесів у тканинах рослин та в тканинах організму бджіл. Зокрема Цинк і Купрум у тканинах рослин та в тканинах організму бджіл, за фізіологічно обумовленого рівня мають добре виражену антиоксидантну дію, адже обидва вони є складовими такого ензиму, як супероксиддисмутаза, котрий сильно гальмує розвиток пероксидних процесів і знищення амінокислот, зокрема незамінних, жирних кислот, у першу чергу поліненасичених, і вітамінів, насамперед жиророзчинних [18]. І це при тому, що Купрум в лімфі бджіл виконує таку саму функцію, як Ферум у крові людини та тварин – окисно-відновну. Вважається, що за малої, середньої та високої концентрації такі важкі метали, як Плюмум та Кадмій, є токсикантами для рослинних тканин і тканин організму бджіл.

Слід відзначити, що за високого рівня Цинк, Купрум, Кобальт, Нікол і Хром у рослинних тканинах і в тканинах організму бджіл також стають токсикантами. При цьому Цинк, Купрум, Кобальт, Нікол й Хром як і Плюмум та Кадмій, у лімфі бджіл інтенсивніше зв'язуються з сульфгідрильними групами термостійких протеїнів та транспортуються в хітин. В останньому згадувані важкі метали депонуються. Названі вище важкі метали через воскосинтезувальні залози бджіл також здатні депонуватися в стільниках при синтезі воску.

Кобальт, входячи в склад такого вітаміну, як ціанкобаламін або вітамін В₁₂, забезпечує синтез протеїнів у рослинних тканинах і тканинах організму бджіл. Ініційований ціанкобаламіном синтез протеїнів у тканинах бджіл як правило супроводжується процесом акумуляції ненасичених жирних кислот, насамперед поліненасичених, необхідних для побудови клітинних і цитоплазматичних мембран.

4. РІВЕНЬ ЖИРНИХ КИСЛОТ У БДЖОЛИНОМУ ОБНІЖЖІ, ТКАНИНАХ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ І БДЖОЛИНИХ СТІЛЬНИКАХ У РІЗНИХ ПРИРОДНИХ ЗОНАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Важкі метали за фізіологічно обумовленого рівня причетні до синтезу, окиснення, депонування та обміну жирних кислот у рослинних тканинах і в тканинах організму бджіл. Зокрема Цинк і Купрум у тканинах рослин і в тканинах організму бджіл здатні ефективно пригнічувати перебіг пероксидних процесів ненасичених жирних кислот, насамперед поліненасичених. При цьому Цинк і Купрум беруть участь в синтезі більш довголанцюгових ненасичених жирних кислот. Більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родин омега-3 і омега-6 є дуже цінними для організму бджіл. Ці кислоти є основним структурним матеріалом для побудови клітинних і цитоплазматичних мембран тканин, спермів трутнів і ооцитів бджолиних маток. Із цих кислот у бджолиному організмі синтезуються біологічно активні речовини – простагландини, тромбосани та лейкотриєни. Зафіксовано, що загальний вміст мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у бджолиному обніжжі (табл. 8), тканинах медоносних бджіл (табл. 9) і бджолиних стільниках (табл. 10), отриманих із вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиним обніжжям, відібраним із вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший.

8. Вміст жирних кислот у бджолиному обніжжі, отриманого з вуликів, розміщених у різних природних зонах Карпатського регіону, г/кг повітряно-сухої маси ($M \pm m$, $n=3$)

Жирні кислоти та їх код	Природні зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Капринова, 10:0	0,85±0,038	0,74±0,020*	0,62±0,026**
Лауринова, 12:0	2,40±0,055	2,14±0,070*	1,82±0,074**
Міристинова, 14:0	0,93±0,020	0,81±0,026*	0,68±0,032**
Пентадеканова, 15:0	0,02±0,003	0,01±0,000**	0,01±0,000**
Пальмітинова, 16:0	4,00±0,128	3,61±0,072*	3,24±0,099**
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,25±0,012	0,19±0,012*	0,16±0,009**
Стеаринова, 18:0	3,70±0,130	3,23±0,112*	2,69±0,171**
Олеїнова, 18:1	3,48±0,162	2,95±0,081*	2,53±0,084**
Лінолева, 18:2	3,54±0,136	2,98±0,078*	2,56±0,113**
Ліноленова, 18:3	16,20±0,358	14,23±0,535*	12,32±0,388**

9. Вміст жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл в різних природних зонах Карпатського регіону, г/кг сирієї маси (M±m, n=3)

Кислота та її код	Природні зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Каприлова, 8:0	0,08±0,003	0,04±0,003**	0,03±0,003**
Капринова, 10:0	0,05±0,003	0,03±0,003*	0,02±0,003**
Лауринова, 12:0	0,06±0,003	0,04±0,003*	0,03±0,003**
Міристинова, 14:0	0,07±0,003	0,05±0,003*	0,04±0,003**
Пентадеканова, 15:0	0,09±0,003	0,07±0,003*	0,06±0,003**
Пальмітинова, 16:0	1,20±0,028	0,93±0,024**	0,92±0,012***
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,08±0,003	0,05±0,003*	0,04±0,003**
Стеаринова, 18:0	1,30±0,032	1,04±0,045**	0,95±0,024***
Олеїнова, 18:1	3,91±0,085	3,36±0,031**	3,21±0,059**
Лінолева, 18:2	2,79±0,074	2,28±0,080**	2,23±0,038**
Ліноленова, 18:3	4,05±0,113	3,31±0,052**	3,20±0,067**
Арахінова, 20:0	0,17±0,007	0,11±0,005**	0,10±0,006**
Ейкозаєнова, 20:1	0,21±0,006	0,17±0,003*	0,15±0,003**
Ейкозадиснова, 20:2	0,21±0,009	0,17±0,003*	0,15±0,003**
Ейкозатриєнова, 20:3	0,31±0,009	0,23±0,009**	0,21±0,006**
Арахідонова, 20:4	3,18±0,076	2,67±0,035**	2,60±0,032**
Ейкозапентаєнова, 20:5	2,17±0,071	1,74±0,023**	1,71±0,017**
Докозадиснова, 22:2	0,28±0,012	0,21±0,006**	0,19±0,007**
Докозатриєнова, 22:3	0,32±0,010	0,23±0,006**	0,21±0,006**
Докозатетраєнова, 22:4	0,32±0,009	0,25±0,006**	0,23±0,007**
Докозапентаєнова, 22:5	0,53±0,015	0,43±0,006**	0,40±0,007**
Докозагексаєнова, 22:6	0,54±0,009	0,47±0,015*	0,45±0,007**

Дані літератури вказують на те, що бджоли відчують запах і смак різних жирних кислот [20]. Запах жирних кислот пилку сильно приваблює бджіл до медоносних рослин. Разом із тим з-поміж жирних кислот пилку рослин, які привертають особливу увагу медоносних бджіл, є мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти, що містять в своєму складі 16 і більше атомів Карбону. При цьому жирні кислоти пилку рослин в енергетичному відношенні для організму бджіл є набагато ціннішими, ніж амінокислоти. Атрактивна функція жирних кислот пилку рослин зумовлена їх відносно високою летючістю та специфічним запахом, а енергетична – високим співвідношенням в їх складі атомів Гідрогену та Карбону до атома Оксигену.

10. Вміст жирних кислот у бджолиних стільниках (язиках) у різних природних зонах Карпатського регіону, г/кг натуральної маси (M±m, n=3)

Жирні кислоти та їх код	Зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Каприлова, 8:0	5,82±0,108	3,89±0,231*	2,94±0,248**
Капринова, 10:0	2,71±0,159	1,14±0,058*	0,59±0,034**
Лауринова, 12:0	3,35±0,050	1,12±0,065**	0,61±0,024**
Міристинова, 14:0	3,60±0,312	1,83±0,051*	1,23±0,067*
Пентадеканова, 15:0	24,48±1,628	18,64±1,832*	17,47±3,222**
Пальмітинова, 16:0	230,14±1,560	186,38±3,128*	163,38±1,861*
Пальмітоолеїнова, 16:1	5,84±0,229	3,12±0,039*	2,60±0,044**
Стеаринова, 18:0	52,52±2,221	36,67±1,987*	35,68±1,485
Олеїнова, 18:1	182,48±3,70	132,70±0,514*	114,90±0,514**
Лінолева, 18:2	22,14±0,032	12,74±0,688*	9,27±0,402**
Ліноленова, 18:3	231,10±9,03	222,39±8,22*	196,40±8,54*

До того ж, мононенасичені й поліненасичені жирні кислоти пилку рослин (бджолиного обніжжя) забезпечують антибактеріальний та антигрибковий захист організму медоносних бджіл, бджолиних стільників і вулика [14]. Зокрема, виявлено високу антибактеріальну активність наведених вище кислот щодо гнильця бджіл [16]. Особливо активними в цьому відношенні є неестерифіковані форми жирних кислот [13].

Жирні кислоти, особливо ненасичені, бджолиного обніжжя володіють антимікробною дією за рахунок високої здатності підвищувати поверхневу активність тканин мікроорганізмів і тим самим за нормального осмотичного тиску оточуючого середовища сильно пригнічувати їх життєдіяльність. Встановлено, що вміст жирних кислот, які є атрактивним і енергетичним матеріалом для бджіл та забезпечують антимікробний захист їх організму, бджолиних стільників і вулика, у бджолиному обніжжі, отриманого з вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиним обніжжям, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший.

Основна маса жирних кислот родин омега-3 і омега-6 у складі фосфоліпідів входять в структуру клітинних і цитоплазматичних мембран тканин організму й забезпечує їх функціональну активність

та в кінцевому результаті працездатність робочих бджіл, спермопродукцію трутнів і продукцію ооцитів бджолиними матками. Ліноленова й ліолева кислоти та їх більш довголанцюгові й ненасичені похідні безпосередньо діють на організм бджіл через відповідні цитокіни пептидного характеру та такі ейкозаноїди, як різні види простагландинів жирнокислотного походження.

Дані літератури вказують, що простагландини синтезуються в кожній тканині організму бджіл тільки з поліненасичених жирних кислот, котрі мають в своєму ланцюгу 20 і більше атомів Карбону [17]. При синтезі простагландинів більш довголанцюгові й ненасичені похідні ліолевої та ліноленової кислот у місцях знаходження подвійних зв'язків, за допомогою таких ензимів, як циклази, утворюють кільце, яке має так звані хвостики, котрі з одного боку є гідрофільними за рахунок карбоксильної групи, а з другого – гідрофобними з боку метильної групи. Гідрофільні та гідрофобні хвостики молекули простагландинів мають різну довжину та внаслідок цього функціональну активність. За рахунок гідрофільних хвостиків молекули простагландинів у тканинах організму бджіл добре та сильно регулюються обмінні процеси протеїнів й амінокислот, а гідрофобних – ліпідів і жирних кислот [17]. Найбільш активні простагландини в організмі бджіл належать до груп E і F. До того ж дуже активні простагландини позначені символами α або β . Дуже активний простагландин $F_{2\alpha}$ має пряме відношення до відтворної здатності трутнів і бджолиних маток. Згадуваний вид простагландину синтезується в тканинах бджіл із ейкозатетраєнкової-арахідонової кислоти, яка має в своєму ланцюгу 20 атомів Карбону. У свою чергу ейкозатетраєнкова-арахідонова кислота синтезується в тканинах бджіл із ліолевої кислоти, котра має в своєму ланцюгу тільки 18 атомів Карбону. Як відомо ліолева кислота не синтезується в тканинах бджіл та повинна надходити в їх організм із кормом. Простагландин $F_{2\alpha}$ в статевих шляхах трутнів і бджолиних маток сильно регулює відповідно ріст спермій та ріст і запліднюваність ооцитів [17].

Слід наголосити на тому, що прозапальні ейкозаноїди (певні групи простагландинів) в організмі бджіл синтезуються з поліненасичених жирних кислот родини ω -6 (ейкозатриєнкової, ейкозатетраєнкової-арахідонової, докозатетраєнкової). Дані літератури вказують на те, що найбільш активним прозапальним ейкозаноїдом в організмі бджіл є простагландин $F_{2\alpha}$, котрий синтезується в їх тканинах із ейкозатетраєнкової-арахідонової кислоти, а та в свою чергу з ліолевої. Прозапальний простагландин $F_{2\alpha}$ сприяє росту й дозріванню спермій та росту і запліднюваності ооцитів в статевих шляхах

відповідно трутнів і бджолиних маток. Таким чином через функціонально активні клітинні й цитоплазматичні мембрани та біологічно активні речовини, зокрема простагландини, ненасичені жирні кислоти, насамперед поліненасичені, родин омега-3 і омега-6, найбільш повно й виражено впливають на організм бджіл.

Дуже низький рівень ненасичених жирних кислот, зокрема поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 у рослинному пилку, який є основою бджолиного обніжжя, може викликати зменшення проникливості його структурних складових для води та водорозчинних речовин і тим самим гальмувати в ньому інтенсивність обмінних процесів. У свою чергу низький рівень ненасичених жирних кислот у бджолиному обніжжі може сприяти зменшенню функціональної активності клітинних і цитоплазматичних мембран організму медоносних бджіл і таким чином пригнічувати їх життєдіяльність.

Встановлено, що загальний вміст ненасичених жирних кислот у бджолиному обніжжі та тканинах черевця, грудей і голови медоносних бджіл, отриманих із вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з тканинами черевця, грудей і голови медоносних бджіл, відібраних із вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший.

Виявлено, що в тканинах, особливо черевця, медоносних бджіл гірської зони Карпатського регіону, порівняно з передгірною та лісостепою, є найбільший вміст прямого попередника високоактивного простагландину $F_{2\alpha}$ – ейкозатетраєнової-арахідонової кислоти. Синтезований з цієї кислоти простагландин $F_{2\alpha}$ може підтримувати працездатність робочих бджіл та відтворну здатність трутнів і особливо бджолиних маток на дуже високому рівні.

Таким чином у лісостеповій природній зоні Карпатського регіону, з-поміж інших зон, через зменшення вмісту, найбільш інтенсивно знижується цінність ненасичених жирних кислот бджолиного обніжжя для організму бджіл, бджолиних стільників і вулика. Зменшення вмісту ненасичених жирних кислот у бджолиному обніжжі та в тканинах медоносних бджіл передгірної та особливо лісостепової зон Карпатського регіону, порівняно з бджолиним обніжжям і тканинами медоносних бджіл гірської зони, видно пов'язано з їх більшим переходом в аніонну форму та утворенням солей. Це зумовлено насамперед зв'язуванням жирних кислот катіонами важких металів.

З наведеного вище випливає, що в напрямку від гірської зони Карпатського регіону до передгірної та далі до лісостепової, через

високий рівень важких металів, у тому числі токсичних, знижується атрактивна, енергетична, структурна, біологічно активна, антимікробна та протизапальна цінність ненасичених жирних кислот бджолиного обніжжя для організму бджіл, бджолиних стільників і вулика. У згадуваному вище напрямку також за вказаною причиною знижується енергетична, структурна, біологічно активна, антимікробна та протизапальна цінність ненасичених жирних кислот в тканинах медоносних бджіл. Тим самим високий рівень Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту, Хрому, Ніколу, Плюмбуму та особливо Кадмію, але – низький ненасичених жирних кислот, зокрема поліненасичених, у бджолиному обніжжі та в тканинах бджіл може негативно впливати на працездатність робочих бджіл та відтворну здатність трутнів і бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у згадуваних зонах Карпатського регіону.

5. ЯЙЦЕНОСНІСТЬ БДЖОЛИНИХ МАТОК, ЛЬОТНО-ЗБИРАЛЬНА ТА ВОСКОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОБОЧИХ БДЖІЛ І ОСНОВНІ ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ НАТУРАЛЬНИХ ПОЛІФЛОРНИХ МЕДІВ У РІЗНИХ ПРИРОДНИХ ЗОНАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони, у другій половині весняного періоду є меншою відповідно в 1,12-1,14 і 1,17-1,25 рази (табл. 11).

11. Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток у другій половині весняного періоду в різних природних зонах Карпатського регіону, штук яєць ($M \pm m$, $n=3$)

Обліковий Період	Природні зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
19 квітня	826,0 $\pm$ 24,62	739,3 $\pm$ 19,60*	702,7 $\pm$ 11,02**
1 травня	1117,7 $\pm$ 20,94	930,2 $\pm$ 13,56*	879,3 $\pm$ 15,24**
13 травня	1391,0 $\pm$ 11,52	1307,7 $\pm$ 10,10*	1274,0 $\pm$ 6,81**
Разом за обліковий період, 19 квітня-13 травня	3334,7	2977,2	2856,0

Зниження інтенсивності яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони, в подальшому, через зменшення кількості робочих бджіл, може вкрай негативно впливати на продуктивні ознаки бджолої сім'ї.

Слід відзначити, що зниження інтенсивності яйцекладки бджолиних маток видно є інтегрованим показником впливу екологічного стану довкілля, оскільки останнє також рівнозначно впливає на відтворну здатність трупнів, зокрема на їх кількісні та якісні показники спермопродукції. На такий же негативний вплив територій, забруднених важкими металами, на репродуктивні ознаки бджіл вказують також інші вчені. [15].

Встановлено, що льотно-збиральна щодо обніжжя, медова та воскова продуктивність бджолосімей в гірській зоні Карпатського регіону є найвищою, у передгірній є середньою, а в лісостеповій є найнижчою.

Встановлено також, що в натуральних поліфлорних медах, відібраних із вуликів, розміщених у передгірній і особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з гірською, впродовж літнього періоду є вірогідно більший вміст Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту, Хрому й Ніколу та токсичних Плюмбуму і Кадмію. У натуральних полфлорних медах, відібраних із вуликів, розміщених у гірській, передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону впродовж літнього періоду є тенденція до зростання діастазного числа, вмісту відновлювальних цукрів і гідроксиметилфурфуролу, але зменшення γ -проліну. Слід відмітити, що при цьому меди, відібрані з вуликів, розміщених в гірській, передгірній та лісостеповій зонах Карпатського регіону за вмістом важких металів, у тому числі токсичних, і за основними їх якісними показниками, відповідають вимогам чинного Національного стандарту [4].

Як відомо, мед утворюється з нектару, після обробки останнього в дзьобіку робочих бджіл соком мандибулярних залоз, який містить інвертазу та який перетворює менш стійкі до зберігання лівообернені цукри нектару в більш стійкіші правообернені цукри меду. Оброблений інвертазою нектар складається в комірці, в яких за допомогою активної роботи крил робочих бджіл звільняється від надлишкової вологи. При цьому наявні в нектарі важкі метали не зазнають будь-якого впливу. Їхня кількість в меді є еквівалентною їхній кількості в нектарі.

Встановлено, що в медах, відібраних із вуликів, розміщених в передгірній та особливо лісостеповій зонах, порівняно з гірською, міститься вірогідно більша кількість важких металів, у тому числі токсичних Плюмбуму та Кадмію (табл. 12).

Але слід відмітити, що вміст важких металів у досліджуваних медах згідно вимог чинного Національного стандарту [4] знаходиться в допустимих межах. Хоча, слід також відмітити, що більший вміст важких металів, особливо токсичних Плюмбуму і насамперед Кадмію, видно шкодочинно впливає на якісні показники досліджуваних медів.

Відносно високе діастазне число досліджуваних медів вказує на більшу інтенсивність розщеплення поліцукрів α - і β -амілазою. Відносно високий вміст відновлювальних цукрів і проліну в досліджуваних медах підтверджує їх природне походження. Низький рівень гідроксиметилфурфуролу в цих медах вказує на їхню резервну здатність до тривалого зберігання.

12. Вміст важких металів, у тому числі токсичних, в натуральних поліфлорних медах, відібраних із вуликів, розміщених в різних природних зонах Карпатського регіону, $г \cdot 10^{-3}/кг$ натуральної маси ($M \pm m$, $n=3$)

Метал та його символ	Природні зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Ферум, Fe	2,36 $\pm$ 0,081	2,64 $\pm$ 0,026*	2,75 $\pm$ 0,028*
Цинк, Zn	2,34 $\pm$ 0,029	2,72 $\pm$ 0,036*	2,82 $\pm$ 0,034*
Купрум, Cu	0,19 $\pm$ 0,011	0,23 $\pm$ 0,006*	0,28 $\pm$ 0,030*
Кобальт, Co	0,15 $\pm$ 0,018	0,22 $\pm$ 0,012*	0,26 $\pm$ 0,009***
Хром, Cr	0,15 $\pm$ 0,012	0,21 $\pm$ 0,009*	0,24 $\pm$ 0,007**
Нікол, Ni	0,17 $\pm$ 0,007	0,23 $\pm$ 0,012*	0,26 $\pm$ 0,017**
Плюмбум, Pb	0,19 $\pm$ 0,003	0,25 $\pm$ 0,012*	0,26 $\pm$ 0,006**
Кадмій, Cd	0,15 $\pm$ 0,012	0,21 $\pm$ 0,015*	0,23 $\pm$ 0,003**
Арсен, As	Сліди	Сліди	Сліди

Встановлено, що в натуральних поліфлорних медах, відібраних з вуликів, розміщених у гірській, передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону є менші діастазне число та вміст відновлювальних цукрів, але більші γ -проліну й гідроксиметилфурфуролу (табл. 13).

13. Основні якісні показники натуральних поліфлорних медів, відібраних на початку літнього періоду з вуликів, розміщених в різних природних зонах Карпатського регіону ($M \pm m$, $n=3$)

Показник	Природні зони Карпатського регіону		
	гірська	передгірна	лісостепова
Діастазне число (до безводної речовини), од. Готе	42,4 $\pm$ 0,80	21,4 $\pm$ 7,14*	19,4 $\pm$ 1,06***
Вміст відновлювальних цукрів (до безводної речовини), %	83,9 $\pm$ 3,39	78,4 $\pm$ 3,44*	73,4 $\pm$ 2,36*
Вміст проліну, $г \cdot 10^{-3}/кг$ натуральної маси	341,7 $\pm$ 7,06	367,8 $\pm$ 9,73*	383,3 $\pm$ 4,78*
Вміст гідроксиметилфурфуролу, $г \cdot 10^{-3}/кг$ натуральної маси	5,3 $\pm$ 0,21	6,4 $\pm$ 0,23*	7,2 $\pm$ 0,26**

Це вказує на деяке погіршення основних якісних показників натуральних поліфлорних медів в передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону. Видно, що це є результатом шкодочинної дії високого вмісту в медах Кадмію.

Високий рівень Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту, Хрому, Ніколу, Плюмбуму та особливо Кадмію, але низький – жирних кислот, зокрема поліненасичених, у бджолиному обніжжі в передгірній та особливо в лісостеповій зоні Карпатського регіону вагомо призводить до зниження льотно-збиральної активності робочих бджіл щодо бджолиного обніжжя та меду [9, 10].

Виходячи з наведеного вище для збільшення льотно-збиральної активності робочих бджіл щодо обніжжя і меду та покращення його якісних показників слід розмішувати пасіки на територіях, які найменше забруднені важкими металами, насамперед такими токсичними, як Плюмбум і особливо Кадмій. З цією ж метою пасіки також можна вивозити поближче до гірських територій, котрі впродовж весняно-літнього періоду знизу до самого верху вкриті рослинністю в стадії цвітіння. До того ж, мед, отриманий на гірських територіях характеризується вищими якісними показниками і тому є високоцінним. У такому меді міститься невелика кількість важких металів і обмаль токсичних.

У всьому світі ведуться пошуки засобів біоіндикації екологічного стану довкілля [3, 15]. Це пов'язано з тим, що важкі метали, як і інші забруднювачі навколишнього середовища, мають неодинаковий рівень переходу в ланцюгу ґрунт–рослина–тканини бджіл–бджолина продукція.

В умовах Карпатського регіону найкращим біоіндикатором екологічного стану довкілля, через оптимальний вміст важких металів і жирних кислот, може служити пилوک кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg). Позитивним в цьому біоіндикаторі є те, що він дозволяє визначати різні рівні нагромадження важких металів і жирних кислот та тим самим давати більше інформації. Біоіндикаторами екологічного стану довкілля за вмістом важких металів і жирних кислот можуть служити також тканини медоносних бджіл, інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, свіжопобудовані бджолині стільники (язики), льотно-збиральна активність робочих бджіл щодо бджолиного обніжжя і меду та такі якісні показники останнього, як вміст важких металів, діастазне число, вміст відновлювальних цукрів, проліну та гідроксиметилфурфуролу.

ВИСНОВКИ

Високий рівень важких металів, у тому числі токсичних, але низький – жирних кислот у бджолиному обніжжі та тканинах медоносних бджіл, отриманих із вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, є наслідком урбанізації та індустріалізації території. У напрямку від гірської зони Карпатського регіону до передгірної та далі до лісостепової, через високий рівень важких металів, у тому числі токсичних, насамперед Кадмію, знижується енергетична, структурна, біологічно активна, антимікробна та протизапальна цінність жирних кислот для медоносних бджіл. Високий рівень важких металів, у тому числі токсичних, насамперед Кадмію, у бджолиному обніжжі та в тканинах бджіл негативно впливає на продуктивні ознаки робочих бджіл, відтворну здатність бджолиних маток та основні якісні показники натуральних поліфлорних медів, отриманих із вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону. Для збільшення льотно-збиральної активності робочих бджіл щодо обніжжя і нектару та покращення якісних показників меду пасіки слід розміщувати на територіях, які найменше забруднені важкими металами, насамперед такими токсичними, як Плюмбум і особливо Кадмій. Для підвищення медової продуктивності та покращення якісних показників меду пасіки за можливості необхідно вивозити поближче до гірських територій, котрі впродовж весняно-літнього періоду вкриті рослинністю в стадії цвітіння.

ДЖЕРЕЛА НАУКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1. Влізло В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. / За ред. В. В. Влізла. Львів: 2012. 759 с.
2. Вожегова Р. А., Влащук А. М., Дробіт О. С. Поліпшення еколого- меліоративного стану ґрунтів на засадах смарт-спеціалізації. Матеріали Х Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: сталий розвиток сільського господарства в умовах змін клімату». с. Оброшине, 11 листопада 2021 р. Львів-Оброшино. 2021 С. 15–16.
3. Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Київ: Наукова думка, 2012. 344 с.
4. Мед натуральний. Технічні вимоги. ДСТУ 4497:2005 (Чинний).
5. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. Яцука І. П., Балюка С. А. 2-ге вид. допов. Київ, 2019. 108 с.
6. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві /За ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. Київ: *Аграрна наука*, 2017. 328 с.
7. Навколишнє середовище (Статистична інформація). Головне управління статистики у Львівській області. URL: https://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/si/metod_15.php?ind_page=si&vid=1&ozn_news=46&code=22&show2=1
8. Обніжжя бджолине (пилок квітковий) і його суміші. Технічні умови. ДСТУ 3127–95. [Чинний від 1995-02-21], Київ, 1995. 26 с. (Інформація та документація).
9. Патент № 152753 Україна, А23К 50/90, А01К 67/033. Спосіб підвищення медової продуктивності робочих бджіл / Й. Ф. Рівіс, В. О. Постое́нко, О. Ф. Стасів, І. І. Саранчук, О. Я. Клим, О. Б. Дяченко, В. Я. Віщур, О. І. Стадницька, В. Д. Федак; Заявник і патентовласник Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. – Заявка № у 2021 06463; Заявл. 16. 11. 2021; Опубл. 12.04.2023, Бюл. № 15. – 6с.
10. Патент № 153202 Україна, А23К 50/90, А01К 67/033. Спосіб підвищення льотно-збиральної щодо обніжжя та медової продуктивності робочих бджіл / Й. Ф. Рівіс, В. О. Постое́нко, О. Ф. Стасів, І. І. Саранчук, О. Я. Клим, О. Б. Дяченко, О. І. Стадницька, В. Д. Федак, В. М. Братюк; Заявник і патентовласник Інститут сільського

господарства Карпатського регіону НААН. – Заявка № у 2021 06464; Заявл. 16. 11. 2021; Опубл. 07.06.2023, Бюл. № 23. – 6с.

11. Разанов С. Ф., Дідур І. М., Первачук М. В. Ефективність зниження забруднення ґрунтів свинцем і кадмієм за бджолозапилення сільськогосподарських культур в умовах їх мінерального підживлення. *Сільське господарство та лісівництво : зб. наук. пр. ВНАУ*. 2015. № 2. С. 94–101

12. Федак В. В. Вплив якості корму на показники розвитку восковицьної залози в медоносних бджіл (*Apis mellifera* L.). *Бджільництво України*. 2022. Вип. 9, № 15. С. 109–113.

13. Desbois A. P., Smith V. J. Antibacterial free fatty acids: activities, 5 mechanisms of action and 6 biotechnological potential P. 1-50. Електронний ресурс: <https://core.ac.uk/download/pdf/9821228.pdf> (accessed 11.10.2022).

14. Didaras N. A., Karatasou K., Dimitriou T. G., Amoutzias G. D., Mossialos D. Antimicrobial Activity of Bee-Collected Pollen and Beebread: State of the Art and Future Perspectives. *Antibiotics*. 2020. Vol. 9. № 11. P. 811-840. doi: 10.3390/antibiotics9110811

15. Di Fiore C., Nuzzo A., Torino V. De Cristofaro A., Notardonato I., Passarella S., Di Giorgi S., Avino P. Honeybees as Bioindicators of Heavy Metal Pollution in Urban and Rural Areas in the South of Italy. *Atmosphere*. 2022. Vol. 13, № 624. P. 1-12. <https://doi.org/10.3390/atmos13040624>

16. Hsu P.-S., Wu T.-H., Huang M.-Y., Wang D.-Y., Wu M.-C. Nutritive Value of 11 Bee Pollen Samples from Major Floral Sources in Taiwan. *Foods*. 2021, Vol. 10. Issue 9, P. 2229-2244. <https://doi.org/10.3390/foods10092229>

17. Kwon H., Yanga Y., Kumarb S., Leea D.-W., Bajracharya P., Calkinsa T. L., Kimb Y. P., Pietrantonio V. Characterization of the first insect prostaglandin (PGE₂) receptor: Manse PGE₂R is expressed in oenocytoids and lipoteichoic acid (LTA) increases transcript expression. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2020. Vol. 117. P. 1-49. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2019.103290>

18. Matuszewska E., Klupczynska A., Maciołek K., Kokot Z. J., Matysiak J. Multielemental Analysis of Bee Pollen, Propolis, and Royal Jelly Collected in West-Central Poland. *Molecules*. 2021 Vol. 26. Issue 9. P.1-18. doi: 10.3390/molecules26092415

19. Rivis Y., Zaborski D., Gutyj B., Hopanenko O., Diachenko O., Stadnytska O., Klym O., Saranchuk I., Bratyuk V., Fedak V. Quantitative and simultaneous gas chromatographic determination of various forms long-chain

fatty acids in biological material. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. Bucharest, 2022. Vol. 65, №. 2. P. 24-29.

20. Ruedenauer F. A., Biewer N. W., Nebauer C. A., Scheiner M., Spaethe J., Leonhardt S. D. Honey Bees Can Taste Amino and Fatty Acids in Pollen, but Not Sterols. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2021. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.684175> Электронный ресурс: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2021.684175/full>

Науково-практичне видання

**ФАКТОРИ, ЯКІ СТРИМУЮТЬ ВИСОКУ МЕДОВУ
ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖІЛ ТА ПОГІРШУЮТЬ ЯКІСНІ
ПОКАЗНИКИ МЕДІВ У КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ**
(науково-методичні рекомендації)

Підписано до друку 22.09.2025

Формат 30х42/4. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman

Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 1,4

Тираж 100 прим.

Видавець та виготовлювач

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну, Львівської обл., 81115

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 7457 від 28.09.2021 р.

inagrokarpat@isgkr.com.ua

www.isgkr.com.ua