

Міністерство освіти і науки України  
Департамент науки і освіти Харківської обласної державної адміністрації  
Комунальний заклад «Харківська обласна Мала академія наук Харківської  
обласної ради»

Відділення екології та аграрних наук

Секція: екологія

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ  
ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА З МЕТОЮ АПІМОНІТОРИНГУ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Роботу виконала:

Гнідіна Єлизавета Володимирівна,  
учениця 11 класу Комунального  
закладу «Харківський ліцей № 107  
Харківської міської ради»

Наукові керівники:

Кривицька Іветта Анатоліївна, доцент  
кафедри екологічної безпеки та  
екологічної освіти Навчально-  
науковий інститут екології  
Харківського національного  
університету імені В.Н. Каразіна,  
кандидат біологічних наук;

Носікова Оксана Петрівна,  
учитель біології, Комунального  
закладу «Харківський ліцей № 107  
Харківської міської ради»

Харків – 2024

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА З МЕТОЮ АПІМОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Гнідіна Єлизавета Володимирівна;** Комунальний заклад «Харківська обласна Мала академія наук Харківської обласної ради»; Комунальний заклад «Харківський ліцей № 107 Харківського міської ради», 11 клас; м. Харків.

**Кривицька Іветта Анатоліївна;** доцент кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти Навчально-науковий інститут екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, кандидат біологічних наук;

**Носікова Оксана Петрівна,** учитель біології Комунального закладу «Харківський ліцей № 107 Харківської міської ради»

У реаліях сьогодення актуальності набирає питання вивчення стану навколишнього середовища, розроблення заходів щодо його збереження та охорони. Ця тема є мало дослідженою. Останнім часом спостерігається зростання впливу антропогенних факторів що призвели до зменшення кількості популяцій бджіл та загрози біорізноманіттю. Саме це й обумовлює мету роботи, ключовим завданням якої є оцінка стану навколишнього середовища за допомогою апімоніторингу.

Для досягнення мети вирішувались наступні завдання: ознайомлення з нормативними документами щодо якості продуктів бджільництва; аналіз наукової літератури щодо використання бджіл та продуктів бджільництва з метою моніторингу навколишнього середовища; визначення вмісту важких металів у продуктах бджільництва; порівняння якості продуктів бджільництва, зібраних у різних районах Харківської області; узагальнення результатів дослідження.

У роботі було проаналізовано та визначено вміст важких металів у тілах бджіл, у меду, пилку, прополісі, воску, воді та цукровому сиропі, якими підгодовували бджіл. З усіх продуктів бджільництва найменшу

кількість важких металів акумулював мед. Найбільшу кількість токсикантів (Cd, Pb) містив віск, біогенних елементів (Cu, Zn) - віск і прополіс. У воді, якою напувають бджіл, вміст жодного із металів не перевищував ГДК згідно з нормативними документами. При порівнянні вмісту важких металів у тілах бджіл та продуктах бджільництва було встановлено, що їх вміст був вищий у зразках з м. Валки. Ми припускаємо, що це пов'язано з використанням добрив та пестицидів, якими послуговуються під час вирощування сільськогосподарських культур, а також більшим антропогенним навантаженням.

У результаті було встановлено, що виявлені закономірності накопичення важких металів у продуктах бджільництва дозволяють розглядати прополіс як індикатор забруднення при апімоніторингу навколишнього середовища.

**Ключові слова:** екологічна якість, важкі метали, апімоніторинг, атомно-абсорбційна спектрометрія, мед, віск, прополіс, пилок, цукровий сироп

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. Стан та перспективи бджільництва в Україні.....	8
1.1 Сучасний стан бджільництва в Україні.....	8
1.2 Міжнародні стандарти якості медової продукції.....	10
1.3 Особливості апімоніторингу навколишнього середовища.....	12
РОЗДІЛ 2. Методи дослідження продуктів бджільництва.....	18
РОЗДІЛ 3. Результати дослідження якості продуктів бджільництва.....	21
ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	35
ДОДАТКИ.....	38

## ВСТУП

Галузь бджільництва України є важливою складовою економіки держави, що визначає обсяги, пропозиції та вартість основних видів продовольства для населення країни. Бджільництво є базою та джерелом сталого розвитку для низки галузей, зокрема, галузі рослинництва, основою функціонування якої є розведення, утримання і використання бджіл для запилення ентомофільних рослин сільськогосподарського призначення та підвищення їх урожайності, фармацевтичної і харчової цінності.

Продукти бджільництва (мед, пилкове обніжжя, маточне молочко, прополіс, віск), будучи похідним біологічних ресурсів, містять в своєму складі велику кількість біологічно активних компонентів. Вони широко використовуються не тільки як харчові продукти, але і як лікарські засоби в народній і офіційній медицині. Зрозуміло, що якість і екологічна безпека продуктів, що використовуються в харчових та лікувальних цілях, повинні відповідати найвищим вимогам. В свою чергу якість цих продуктів суцільно залежить від стану навколишнього середовища, а саме тому, що мінеральна складова меду, яка представлена макро- і мікроелементами, вилучаються рослинами з ґрунту, води і повітря і попадають в нектар. Тому оцінка якості продуктів бджільництва є показником безпеки як самого продукту, так і навколишнього середовища [1].

Також треба відмітити, що в місцях ведення бойових дій внаслідок забруднення ґрунту нафтопродуктами та важкими металами, існує загроза екологічної небезпеки для продукції бджільництва, і такі ділянки можуть стати непридатними для збору екологічно безпечного меду.

Україні необхідно боротися за статус надійної країни-експортера якісного бджолиного меду, враховуючи наші можливості щодо виробництва цього дуже цінного продукту. Тому для становлення бджільництва в Україні саме як експортноорієнтованої галузі, необхідно проаналізувати фактори, які

можуть негативно впливати на показники якості та безпечності продуктів бджільництва, з метою їх мінімізації [15].

Крім того, актуальність питання визначається інтересом до розробки системи апімоніторингу стану навколишнього середовища — одного з перспективних напрямків екологічного моніторингу, де в якості індикаторів кількості важких металів та інших забруднювачів використовують бджіл і продукти бджільництва [26].

**Мета дослідження:** порівняльна оцінка якості продуктів бджільництва, зібраних в різних районах Харківської області.

Дослідження проводилися в умовах приватних пасік, розташованих в межах Харківської області місті у місті Валки Богодухівського району та смт. Нова Водолага Нововодолазького району.

**Завдання дослідження:**

- ознайомитися з нормативними документами щодо якості продуктів бджільництва;
- проаналізувати літературні джерела щодо використання бджіл та продуктів бджільництва з метою моніторингу навколишнього середовища;
- визначити вміст важких металів у продуктах бджільництва;
- порівняти якість продуктів бджільництва, зібраних в різних районах Харківської області;
- узагальнити результати дослідження та зробити висновки.

**Об'єктом дослідження** є бджоли, продукти бджільництва (мед, прополіс, віск, пилок), а також вода та цукровий сироп, яким підгодовують бджіл.

**Предметом дослідження** є якість продуктів бджільництва.

**Методи дослідження.** Польові: збір зразків медової продукції. Спеціальні: аналітичні дослідження проводились в акредитованій лабораторії екологічного факультету ХНУ імені В.Н. Каразіна за допомогою атомно-абсорбційної спектрометрії.

При обробці результатів досліджень головним методом оцінки якості рослинної продукції було порівняння отриманих значень з відповідними ГДК.

Для написання роботи були використані літературні джерела, нормативні документи щодо якості продуктів бджільництва, результати власних спостережень.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ БДЖІЛЬНИЦТВА В УКРАЇНІ

#### 1.1 . Сучасний стан бджільництва в Україні

Україна – це справжній медовий край і медовий рай Європи, адже тут є всі умови для успішного ведення пасічницької справи. Сприятливий клімат, а також близько тисячі різноманітних видів медоносів, серед яких половина – це лікарські рослини. Але через повномасштабне вторгнення Росії, потенціал бджільництва в Україні скоротився. Унаслідок воєнних дій відбулося значне руйнування пасік, а також скорочення виробництва меду на експорт [10].

Через війну медовий пояс України знаходиться під обстрілами або окупований. На заході України завжди не добирали меду, а південь, схід і центр України — були генераторами товарного меду, який експортувався та вивозився з країни.

Попит на мед з початку широкомасштабного вторгнення різко впав, що змусило багатьох бджолярів взагалі піти з цього бізнесу. Також за останній рік помітно зросли витрати пасічників. Головним чином – через подорожчання палива. Щоб було багато меду, вулики потрібно постійно перевозити на нові місця, а це десятки кілометрів, які чи не щодня проїжджають пасічники. Також — удвічі за останній рік подорожчала тара [7].

Пасіки постійно закриваються. Деякі власники пішли на фронт, хтось поїхав до Європи, хтось просто збанкрутував.

Тільки у Харківській області зафіксовано пошкодження 26 господарств з розведення бджіл. Збитки сягають сотень мільйонів гривень для наших пасічників. В Харківській області зареєстровані дві тисячі пасік, але скільки з них пошкоджені або повністю знищені досі порахувати неможливо.



Україна є одним зі світових постачальників меду, особливо для американського та європейських ринків. Вона посідала перше місце у Європі та четверте у світі – після Китаю, Аргентини і США .

Також попит на мед суттєво впав через розслідування європейських комісій щодо якості та фальсифікацій меду. На сьогодні експорт не зупинився, але має певні обмеження. Польща взагалі закривала транзит, зокрема, сільськогосподарської продукції через свою територію. А Словаччина, Угорщина і Польща — одні із найбільших споживачів українського меду. Польща купувала, фасувала і перепродавала наш мед. Адже він у нас якісний, натуральний, гарний і має попит [7].

Через війну й острах, імпортери Європи закупили дуже багато азіатського меду: китайського та в'єтнамського, який виявився не дуже якісним і з великою кількістю підробок, адже там існує фальсифікація цукровими сиропами. Це дуже вплинуло на ринок Європи, на довіру до цього продукту, і зараз європейські комісії ведуть розслідування щодо походження цих несправжніх зразків меду.

Самостійно бджоли не дуже усвідомлюють, що таке війна, у них біологічно-природний цикл, але пасічники, які ведуть ці господарства, дуже багато втратили через обстріли, окупацію, заміновані території і неможливість кочівлі [6]. Це дуже вплинуло як на кількість, так і на якість меду. Україна у 2022 році не добрала близько 25-30% товарного меду.

Таким чином, можна констатувати, що військові дії, які відбувалися і відбуваються в нашій країні, спричинили появу низки факторів, насамперед, екологічних, які деструктивно вплинули на стан та розвиток бджільництва, особливо – це фактори безпосередньої дії (механічне знищення пасік, шумове та сейсмічне забруднення місць утримування бджіл та територій медозбору), а також фактори опосередкованого впливу – соціальні та техногенно-хімічні.

Більш-менш стабільна ситуація складається у тих, хто експортує мед до Європи. Україна має невелику, але стабільну квоту на безмитне

постачання меду до Європи. Водночас там є нюанси – необхідно проходити сувору сертифікацію за європейськими стандартами. Також європейці вимагають, щоб поля, на яких «працюють» бджоли, не підлягали обробці пестицидами. Всі ці проблеми – і внутрішні, і зовнішні — вганяють бджільництво у системну кризу.

Зокрема, Німеччина, Франція та Польща дуже цінують український органічний мед [21].

Нині Україна залишається одним з основних постачальників меду до ЄС, однак, перший рядок у рейтингу (у натуральному виразі) посідає Китай.

Майже половина меду, що імпортується до Євросоюзу – 46% постачань – не відповідає нормам ЄС.

Такі дані Європейського бюро боротьби з шахрайством. Неякісним продуктом виявились 74% імпорту з Китаю, 93% турецького меду та 100% меду з Великобританії. Комісія перевірила 320 зразків у всій Європі.

Попередня перевірка шість років тому показувала лише 14% неякісного імпорту.

Переважає частка порушень — додавання до меду чужорідного цукру, наприклад, бурякового або рисового сиропу. Це не є небезпечним для здоров'я, але знижує корисні властивості меду — як і його собівартість.

## **1.2. Міжнародні стандарти якості медової продукції**

Якість меду було визначено Європейською Директивою ЄД та Кодексом Харчових Стандартів КХС (Codex Alimentarius standard). Міжнародна комісія по меду, яка була створена у 1996 р., переглянула вміст цих документів протягом останніх років та запропонувала певні параметри якості меду та методи їх оцінки [14]. Для інших продуктів бджільництва переважно такі дослідження не проводяться, адже похідні продукти є менш розповсюдженими та вживаними, тому ми маємо дані для показників меду та загальні положення про хімічний склад отриманих продуктів.

*Вміст води.* Важливою характеристикою є гігроскопічність – здатність поглинати й утримувати воду. Вміст води істотно впливає на якість продукції. Низький рівень води в продукті запобігає росту диких дріжджів, що знаходяться, наприклад, у меду, оскільки при високій концентрації цукру вода вилучається з дріжджів завдяки осмосу і дріжджі знаходяться у стані спокою через збездоднення. Збільшення частки води спричиняє активність дріжджів та стимулює процеси ферментації. Згідно з міжнародними стандартами, максимально допустимий рівень води становить 21 г/100 г.

*Зольність.* Вміст золи використовують як критерій ботанічного походження медової продукції, оскільки, наприклад, квітковий мед характеризується меншим рівнем зольності, ніж падевий.

*Кислотність.* Рівень рН має варіювати від 3,4 до 6,0; середнє значення становить 3,9. Первинними кислотами є глюконова кислота; до інших можна віднести лимонну, яблучну, бурштинову, мурашину, оцтову, масляну, молочну та різні амінокислоти. Вміст та різноманіття кислот визначає характер аромату продукції. Високі рівні кислотності меду визначають його бактерицидні властивості. Допускається кислотність, що не перевищує 40 мекв/кг згідно стандарту ЕД та 50 мекв/кг – згідно стандарту КХС.

*Вміст піроксиметилфурфуролу.* Цей параметр якості є найважливішим із точки зору оцінки свіжості продукції та її перегріву. Піроксиметилфурфурол (ГМФ) практично відсутній у свіжому меду, але його кількість зростає протягом старіння продукту. Кількість ГМФ залежить також від рівня рН та температури зберігання. За міжнародними стандартами максимально допустимий рівень ГМФ становить 40 мг/кг (ЕД) та 50 мг/кг (КХС).

*Діастазна активність.* Діастаза – це фермент, який сприяє розщепленню крохмалю; діастазне число є кількісним показником натуральності та якості продукції. Значення діастазного числа можуть коливатися від 5 до 23 одиниць. За міжнародними стандартами мінімально допустимий рівень діастазного числа становить 3 (ЕД) та 8 (КХС).

*Нерозчинені у воді тверді речовини.* Вимірювання вмісту нерозчинених у воді твердих речовин дає можливість оцінити рівень домішок у меду, серед яких одне з основних місць посідає віск. За міжнародними стандартами рівень нерозчинених у воді твердих речовин у меду має дорівнювати 0,1 г/100г.

*Вміст цукрів.* Основними цукрами є фруктоза (38,2%) та глюкоза (31,3%), які легко засвоюються організмом. До інших цукрів відносяться мальтоза (7,3%) та цукроза (1,3%). В цілому, абсолютна та відносна кількість цукрів у продукті визначається флористичним ареалом, що відвідується бджолою, та умовами зберігання продукції. За міжнародними стандартами максимально допустимий рівень загального вмісту фруктози та глюкози у меду становить 60 г/100г (ЕД) та 45г/100г (КХС).

*Електропровідність.* Електропровідність – це здатність тіла пропускати електричний струм під впливом електричного поля, а також фізична величина, що кількісно характеризує цю здатність. Електропровідність медової продукції є критерієм її ботанічного походження. Крім того, цей параметр залежить від рівня зольності та кислотності продукту [8].

За міжнародними стандартами рівень питомої електропровідності не може перевищувати  $0,8 \text{ мСі} \cdot \text{см}^{-1}$  для квіткового меду та суміші квіткового та падевого медів, тоді як для падевого меду рівень питомої електропровідності мусить бути більшим ніж  $0,8 \text{ мСі} \cdot \text{см}^{-1}$

### **1.3. Особливості апімоніторингу навколишнього середовища**

Різні галузі хімічної, нафтопереробної, гірничорудної промисловості, сільське господарство і транспорт стали пріоритетними забруднювачами довкілля людини різними екотоксикантами, в тому числі важкими металами і їх солями [8].

Для контролю рівня важких металів в об'єктах навколишнього середовища використовують різні види екологічного моніторингу, одним з яких є оцінка навколишнього середовища з використанням медоносних бджіл та продуктів бджільництва (апімоніторинг) [26].

Як відомо, охорона навколишнього середовища стала однією з найважливіших проблем сучасності. Доля бджільництва залежить від того, в якій мірі людині вдасться зберегти екологічну рівновагу в природі. Надзвичайну шкоду бджільництву наносить безсистемне застосування інсектицидів. Також промислові відходи: свинець, миш'як, сірка, фтор, канцерогенні речовини, потрапляючи в нектар і пилок завдають шкоди бджолам і, в кінцевому рахунку – людині [14].

Апімоніторинг – це оцінка навколишнього середовища з використанням медоносних бджіл і продуктів бджільництва. Роботи останнього десятиліття в області екологічного моніторингу показали, що продукти бджільництва (мед, прополіс, віск, обніжжя) разом з бджолами можуть слугувати індикаторами накопичення поллютантів у біоценозах [26].

Бджоли, як тест-об'єкти моніторингу, мають цілий ряд переваг у порівнянні з іншими організмами наземних біоценозів. До основних переваг бджіл відносяться наступні:

1) Повсюдне поширення. Бджоли живуть майже в усіх широтах, витримуючи коливання факторів середовища (температура, вологість і т.д.) в дуже широкому діапазоні. Бджолині пасіки є готовою моніторинговою мережею. Крім цього, можливе розміщення додаткових вуликів в місцях, де необхідна оцінка екологічної ситуації.

2) Бджоли працюють рівномірно в радіусі 2-3 км від пасіки.

3) Крім тканин бджіл, інформацію про забруднення можуть дати мед, перга, пилок, прополіс, віск, які є усередненою пробєю, що характеризує рівень забруднення припасічної зони.

4) При моніторингу екосистем, які займають площу в кілька кв. км, відбір проб будь-яких об'єктів для отримання об'єктивної та якісної

інформації призведе до значних матеріальних витрат. Відбір проб бджіл і продуктів бджільництва не представляє труднощів і не завдає шкоди популяціям медоносної бджоли.

б) Бджоли і продукти бджільництва можуть бути використані як акумулятивні індикатори (при визначенні в них накопичення хімікатів) і як реакційні (при визначенні впливу забруднюючих речовин на розплід, дорослих бджіл, виробництво меду).

Фізіологічною особливістю бджіл є їх здатність накопичувати небажані елементи, такі як пестициди, важкі метали та інші токсиканти. Оцінка вмісту цих речовин в комах дозволяє простежити їх динаміку накопичення в часі та просторі [5, 8].

Медоносні бджоли є доволі зручним та найбільш доцільним об'єктом не тільки екологічного моніторингу, що забезпечує збереження і раціональне використання природних ресурсів, а й соціально-економічного моніторингу, який дає інформацію про вплив на певні галузі економіки, виділяючи ті з них, які найсильніше впливають на соціально-економічну сферу, дозволяють зробити об'єктивні оцінки в пошуках виходу з екстремальних ситуацій, що виникають при антропогенному впливі на аграрні й лісові ландшафти [26].

Вивчення екологічної ситуації з використанням медоносних бджіл підтвердило, що бджоли, будучи біологічним природним фільтром, затримують у своєму організмі більшу частину полютантів (важкі метали, радіонукліди, пестициди), забезпечуючи цим отримання екологічно чистої пасічної продукції. Дослідження з використанням медоносних бджіл і продуктів бджільництва для визначення забруднення важкими металами виявили велику кількість Zn і Cd на поверхні бджіл. Відзначено сильне забруднення важкими металами мертвих бджіл, а також меду і маточного молочка [8]. Тканини бджіл, а також мед, віск, пилок, перга, прополіс, в яких накопичуються радіоактивні нукліди, важкі метали, пестициди та інші шкідливі речовини, дають інформацію про забруднення навколишнього

середовища [14]. Відбір і транспортування проб комах зазвичай викликають певні труднощі і пов'язані з додатковими матеріальними витратами. Ці проблеми можуть бути вирішені, якщо використовувати не комах, а продукти бджільництва [6].

Незважаючи на те, що показники накопичення важких металів в організмі медоносних бджіл для цілей біомоніторингу використовуються на території України вже близько двадцяти років, достовірних інформативних критеріїв для оцінки рівня забруднення компонентів довкілля не розроблено. Це викликано тим, що на акумуляцію важких металів безхребетними тваринами впливає велика кількість чинників: біотичні (вид, стать, вік, харчування, орган, участь елементів в обмінних процесах організму); абіотичні (локальне забруднення металами, геохімічні провінції, температура).

Що стосується медоносних бджіл, то на вміст металів в їх організмі суттєво впливає також ботанічне походження споживаного корму (нектару і пилку) та породна (расова) приналежність [16].

Крім того, вміст важких металів в організмі робочих бджіл залежить від приналежності до певної часової (сезонної) генерації і функціонально - віковій групі, що визначається відмінностями в харчуванні і в ступені контакту з атмосферним повітрям [14].

Інформація про відмінності в накопиченні важких металів особинами різних категорій робочих бджіл представлена в літературі лише епізодично і вкрай суперечлива через певні методичні та технічні труднощі при відборі зразків бджіл (за винятком зимового підмору).

При дослідженні продуктів бджільництва в індикації навколишнього середовища найбільш показовим виявилось пилкове обніжжя. Воно формується бджолами з пилових зерен медоносів, які можуть бути контаміновані як механічним шляхом (з поверхні), так і біохімічним (з ґрунту). Слід зазначити, що пилок є генеративним органом рослини, що значною мірою стійкий до змін мікроелементного складу ґрунтів і підтримує

генетично детерміноване співвідношення елементів, яке може бути порушено тільки при істотних змінах мікроелементного ґрунтового балансу. Однак, воно не захищене від потрапляння полютантів через повітря. Крім цього, обніжжя відбирають до заносу в гніздо, тому воно не піддається впливу специфічних факторів мікроклімату вулика. Також необхідно враховувати, що спектр пилконосних рослин ширше медоносних [18].

Багатьма дослідниками були розроблені та апробовані системи апімоніторингу в різних країнах. Успішні спроби використання бджолиних сімей з метою апімоніторингу були зроблені в Англії. Відловлюючи бджіл в різних частинах долини у верхів'ях р. Снейк, були складені карти розподілу фторидів антропогенного і природного походження по території [26].

У ряді зарубіжних країн, починаючи з 80-х років, протягом тривалого часу функціонують мережі з контрольних вуликів на великих територіях. У США бджоли рекомендовані для повсюдного використання Агентством з охорони навколишнього середовища, з метою контролю екологічної ситуації, зокрема, для контролю рівня забруднення важкими металами, що відносяться до пріоритетних забруднюючих речовин і входять в програми моніторингу всіх компонентів навколишнього середовища.

В даний час надається велика увага вивченню властивостей важких металів, міграції їх у навколишньому середовищі і наявності в різних продуктах харчування, в тому числі й продуктах бджільництва. Проводяться дослідження динаміки просування їх по трофічному ланцюжку «ґрунт – рослини – бджоли – продукти бджільництва – людина» [8]. При цьому різні автори іноді приходять до протилежних думок.

Встановлено, що концентрація важких металів у медоносних рослинах може зростати або зменшуватися по відношенню до їх вмісту в ґрунті, а в тілі бджіл може бути більше або менше, ніж в рослинах [14]. У процесі переробки нектару в мед вміст важких металів в ньому зменшується, у воску їх досить багато, а в прополісі стільки ж, скільки в навколишньому



середовищі або вище. Вважається, що бджоли, завдяки своїй життєдіяльності, виробляють екологічно чисті продукти [17].

Також існує думка, що забруднюючі речовини в продуктах бджільництва головним чином накопичуються у воску і меду.

Таким чином бачимо, що медоносні бджоли, а також продукти бджільництва можуть бути біоіндикаторами. Досліджуючи їх і продукти їхньої життєдіяльності, можна отримати широкий комплекс екологічних характеристик стану навколишнього середовища .

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА

Методика дослідження якості та хімічного складу продуктів бджільництва включає в себе сукупність методів вибору місць проведення досліджень, методів відбору та транспортування і зберігання проб, методів визначення вмісту хімічних елементів та методів обробки результатів досліджень.

На підготовчому етапі визначають конкретні місця відбору проб та збирають доступні літературні матеріали щодо природних і антропогенних особливостей території дослідження. Проби меду та продуктів бджільництва відбираються з різних вуликів, змішуються і беруть середню пробу.

Нами були проведені дослідження з вивчення забруднення продуктів бджільництва кадмієм, цинком, міддю, свинцем, залізом, хромом і свинцем в різних районах Харківської області. З'ясовано, як відрізняється вміст важких металів в продуктах бджільництва, зібраних в різних районах Харківської області. Також простежена міграція важких металів від бджоли до продуктів бджільництва.

Дослідження проводилися в умовах приватних пасік, розташованих у місті Валки Богодухівського району Харківської області та смт. Нова Водолага Нововодолазького району Харківської області.

Нами було проаналізовано вміст важких металів у тілі бджіл, меду, прополісі, воску, також було проаналізовано вміст важких металів у воді та цукровому сиропі, якими підгодовують бджіл (Додатки А, Б).

При проведенні моніторингу забруднення важкими металами продукції бджільництва, заготівлю її, проводили з основних сільськогосподарських медоносів.

Для визначення вмісту забруднюючих речовин у різних продуктах бджільництва використовується атомно-абсорбційний метод, що має деякі

переваги порівняно з іншими фізичними методами: простота виконання, висока продуктивність, висока чутливість.

Аналіз меду та продуктів бджільництва на кількісний вміст важких металів було проведено прямим визначенням полум'яною атомно-абсорбційною спектрометрією у лабораторії хіміко-аналітичних досліджень навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.



Рис. 2.1. Фото атомно-абсорбційного спектрометра в акредитованій лабораторії ХНУ ім. В.Н. Каразіна

Атомно-абсорбційний спектральний аналіз засновано на використанні здібності вільних атомів елементів, що визначаються, селективно поглинати резонансне випромінювання певної для кожного елемента довжини хвилі.

*Принцип дії атомно-абсорбційного спектрофотометра.*

Розчин, що досліджується у вигляді аерозолі, вводять у полум'я горілки. У полум'ї відбувається випаровування розчинника, плавлення та випаровування проби, термічна дисоціація молекул та заснування вільних атомів. Вони можуть поглинати випромінювання від джерела. Далі виміряють поглинання світла атомами елемента, що досліджується. Потік світла, що виходить, реєструється.

Під час підготовки до хімічного аналізу проби розташовують у колбу ємністю 100 мл, доливають 50 мл ацетатно-амонійного буферного розчину з рН 4,8, (для приготування буферного розчину необхідно 108 мл 98%  $\text{CH}_3\text{COOH}$  та 75 мл 25% розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  додати до 800-900 мл бідисцильованої води, перемішати, заміряти рН, якщо необхідно, довести

його до 4,8, після чого розчинити водою до 1 л. Реактиви для приготування буфера повинні бути кваліфікації особової чистоти, суспензію бовтають 1 годину (або настоюють упродовж доби). Витяжку фільтрують через сухий складчастий фільтр у пробірку, першими порціями ополіскують пробірку та їх викидають. Після екстрагування виконують концентрування рухомих форм важких металів.

Наступні етапи пов'язані безпосередньо з визначенням вмісту мікроелементів у зразках продуктів бджільництва. При виборі методів хімічного аналізу для дослідження меду обов'язковим є врахування певних чинників. Згідно вимог чинних стандартів, чутливість методу дозволяє визначити елементний склад на рівні 10% ГДК та більше.

Оскільки елементи поглинають випромінювання в атомізованому стані лише у надзвичайно вузьких специфічних ділянках спектру, даний метод є надзвичайно чутливим та специфічним. В цьому перевага даного методу у порівнянні з іншими.

При контролі забруднення навколишнього середовища важкими металами атомно-абсорбційний метод займає ведуче положення, особливо для таких металів як Pb, Zn, Cd, Hg, As, Si, Fe, Ca, Co, Mg, Mn, K, Se, Cu. Відтворення цього методу 1-3%. У наш час цим методом можливо дослідити більше 70 хімічних елементів у різних об'єктах [13].

При обробці результатів досліджень головним методом оцінки якості рослинної продукції є порівняння отриманих значень з відповідними ГДК. Згідно з нормативними документами ГДК свинцю складає 1,0 мг/кг, а кадмію 0,05 мг/кг [19, 20].

### РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА

Полеві дослідження полягали у відборі проб бджіл та продуктів бджільництва.

Дослідження проводилися в умовах приватних пасік, розташованих у місті Валки Богодухівського району Харківської області (рис. 3.1) та смт Нова Водолага Нововодолазького району Харківської області (рис. 3.2).

Час відбирання зразків – 23.08.2023.

У смт. Нова Водолага потенційними джерелами забруднення є такі підприємства:

Молочно-товарна ферма,

ТОВ «МК РІАЛ».

М'ясокомбінат.

Нововодолазький молокозавод.

Завод ПП «Данко Декор».

ТОВ Нововодолазький масло-жировий комбінат,

«Буддеталь», Нововодолазький комбінат, КП.

Нововодолазький хлібокомбінат.

Нововодолазька районна друкарня, КП

Новоселівський ГЗК, ЗАТ, видобуток кварцового піску.

Нововодолазький плодоовочевий комбінат.

Нововодолазький абразивний завод.

Серед потенційних забруднювачів м Валки є такі підприємства:

– ТОВ «Валківський молочний завод» – перероблення молока, виробництво масла та сиру;

– ТОВ «Інтерфакт плюс» – виробництво керамічної цегли;

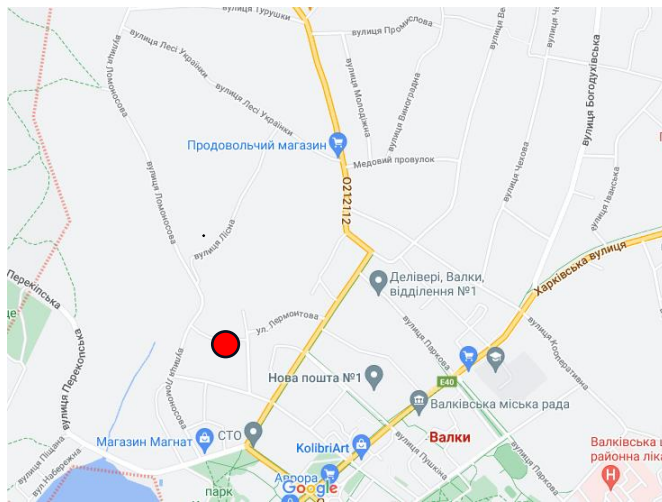
- ТОВ «Слобожанська технологічна компанія» - виробництво полімерної продукції;
- ТОВ «Ньютон-промсервіс»- виробництво лакокрасочної продукції;
- НВПІ «Метиз» - виробництво картону,
- ТОВ «ОВ ТЕХНОЛОДЖИ» - виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації.

Також через ці населенні пункти проходять декілька автомобільних доріг.

У місцях розташування пасік в межах відстані польоту бджоли була підрахована інтенсивність руху автотранспорту. Підрахунок проводився в робочі дні в години пік протягом 20 хвилин з перерахунком на кількість автомобілів на годину.

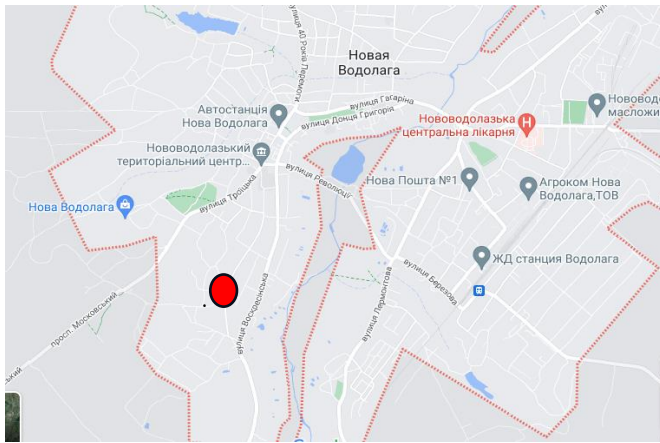
Інтенсивність руху автотранспорту у м. Валки становить - 40 од / год.

Інтенсивність руху автотранспорту у смт. Нова Водолага - 70 од / год.



- місце відбору зразків ●

Рис. 3.1. Місце відбору зразків. Приватна пасіка у м. Валки



– місце відбору зразків 

Рис. 3.2. Місце відбору зразків. Приватна пасіка у смт Нова Водолага

Нами було проаналізовано вміст важких металів у тілах бджіл, меду, прополісі, воску, також було проаналізовано вміст важких металів у воді та цукровому сиропі, якими підгодовують бджіл. Всього було відібрано 11 зразків продуктів бджільництва (рис. 3.3.) (табл. 3.1).



Рис. 3.3. Зразки меду, воску, прополісу, пилка

Використання медоносних бджіл для контролю забруднення в Україні (апімоніторинг) почалося порівняно недавно. В значній мірі вивчені закономірності акумуляції важких металів в продуктах бджільництва (перш за все в меду) у зв'язку з їх важливістю для здоров'я людини. Однак, визначення рівня накопичення важких металів біологічними об'єктами, в тому числі комахами, є важливою складовою біологічної індикації стану навколишнього середовища [26].

Таблиця 3.1

### Вміст хімічних елементів у продуктах бджільництва

Назва проби	Залізо, мг/кг	Хром, мг/кг	Цинк, мг/кг	Мідь, мг/кг	Свинець, мг/кг	Кадмій мг/кг
м. Валки						
Пилок	6,695	0,033	0,983	15,58	0,00599	0,0199

Цукровий сироп	1,884	0,165	2,187	1,94	0,716	0,0072
Бджола	1,685	0,018	5,403	4,177	0,042	0,012
Прополіс	0,967	0,116	9,406	0,684	0,0008	0
Віск (соти)	1,863	0,111	33,118	1,194	0,408	0,016
Мед	0,524	0,019	2,513	0,23	0,065	0,0029
Вода	0,0051	0	0	0,011	0,031	0
Смт Нова Водолага						
Мед	0,429	0,021	2,357	0,373	0,158	0,0033
Прополіс	1,065	0,214	11,623	1,821	0,014	0
Бджола	1,846	0,016	18,761	4,769	0	0,0169
Віск	0,441	0,012	2,835	0,225	0,355	0,0011

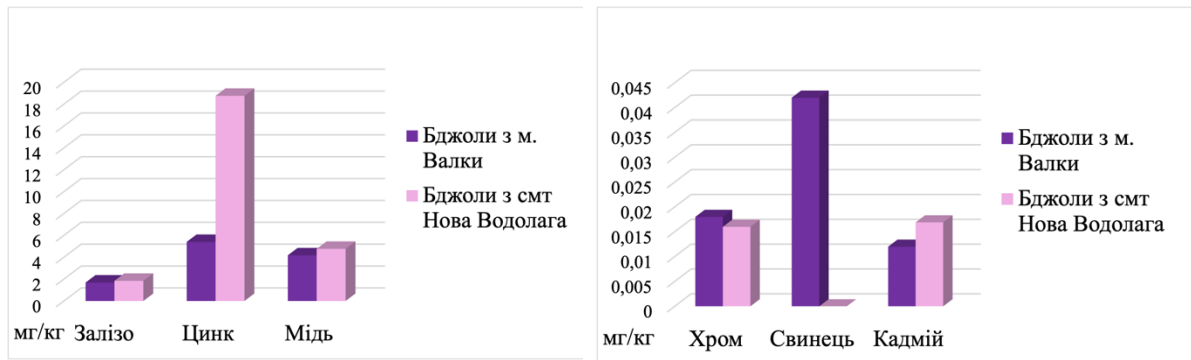


Рис. 3.4. Порівняння вмісту важких металів у бджолах з міста Валки та смт Нова Водолага

Розподіл хімічних елементів у зразках бджіл сильно варіює. (рис. 3.4.) Так, вміст заліза, цинку, міді та кадмію у бджіл з смт Нова Водолага був більший за зразки з м. Валки. Концентрація ж хрому, навпаки, у зразках з міста Валки була в 1,1 раз вище, ніж у зразках з смт Нова Водолага. Свинець у зразках бджіл з смт Нова Водолага зовсім не виявився. Найбільшу відмінність між пробами бачимо за вмістом цинку, який у бджіл з смт Нова Водолага був в 3,5 рази більше, ніж у бджіл з міста Валки.

Цинк свідчить переважно про загальний рівень техногенного впливу на навколишнє середовище. З техногенних джерел основним забруднювачем навколишнього середовища цинком є теплові електростанції, що використовують кам'яне вугілля, кольорову і чорну металургію. Деяку кількість важких металів приносить сільське господарство,



де застосовуються пестициди і мінеральні добрива, зокрема суперфосфат [8]. Результати наших досліджень з використанням медоносних бджіл свідчать про індикаторне значення цих елементів для оцінки ступеня забруднення територій. Що стосується інших досліджених елементів, відмінності між пробами бджіл за місцем відбору були несуттєві.

Відомо, що лікувально-профілактичний ефект продуктів бджільництва, що застосовуються для підтримки імунного статусу і поліпшення загального фізичного стану людини, визначається в тому числі змістом мікроелементів [11]. Ми провели порівняльне вивчення вмісту важких металів у продуктах бджільництва з метою визначення найбільш інтенсивного акумулятора важких металів. Серед продуктів бджільництва було обрано: бджолиний пилок або обніжжя, прополіс, мед та віск.

Бджолиний пилок або обніжжя, як називають її бджолярі, є звичайною квітковим пилом, який зібрали бджоли. Це концентрат незамінних амінокислот, які не утворюються в організмі людини, але необхідні для утворення клітин, ферментів, гормонів. Їх в пилку в 5 - 7 разів більше, ніж в продуктах тваринного походження (яловичині, сирі, яйці). Таким чином, бджолиний пилок є найціннішим продуктом і за складом відповідає плазмі крові людини.

Прополіс – цінний продукт, який виробляють бджоли протягом своєї життєдіяльності. Поряд з іншими продуктами бджільництва, прополіс володіє не менш корисними властивостями. Прополіс являє собою смолисту масу темного кольору, за допомогою якої бджоли замазують щілини і дезінфікують осередки, захищаючи від негоди і протягів.

Прополіс складається з 16 класів органічних речовин. З запашної смоли (близько 50-60% від загальної маси), яка включає в себе амінокислоти, білки, вуглеводи і бальзаміни. Також до його складу входять ферменти, антибіотики, вітаміни А, С, В1, В2, Е, РР, жирні олії, мікроелементи, флавоноїди, флавоноїди, пилок (до 5% від загальної маси), і віск (до 30% від

загальної маси ). Такий набір корисних і лікувальних компонентів виходить в результаті бджолиних травних секретів [11].

Бджолиний віск виробляється бджолами в результаті вживання ними квіткового пилку, меду або перги за допомогою спеціальних воскових залоз. Завдяки багатому складу, що включає більше 300 речовин, і корисним якостям, віск знайшов застосування в медицині. Як відзначають дослідження, віск володіє відмінними бактерицидними властивостями, живить і захищає шкіру, тому він просто незамінний при виготовленні пластирів, мазей, кремів. Деякі кондитерські фабрики виготовляють спеціальні вітамінозні медово-воскові цукерки, що застосовуються для підвищеного утворення слини або шлункового соку задля очищення зубів від зубного каменю і нальотів. Бджолиний віск знайшов застосування в 40 видах промисловості. Адже він володіє чудовими пом'якшуючими, живильними і протизапальними властивостями. Засоби на основі бджолиного воску застосовують для поліпшення стану шкіри, а також якнайшвидшого загоєння ран, запалень, опіків [11].

Бджолиний мед є одним із найскладніших з біологічної точки зору продуктів, до складу якого, крім легко перетравлюваних вуглеводів, входять речовини, що мають велике значення для організму людини. Це підкреслює значення меду для людини в порівнянні з іншими продуктами харчування, тому мед зберіг своє значення в харчуванні людини, не дивлячись на збільшення виробництва цукру. Крім поживної цінності, мед займає перше місце серед лікувальних засобів, що виробляє природа з допомогою лікарських рослин [27].

Мед складається з більше, ніж 300 компонентів, що утворюються головним чином в рослинному організмі і частково – в організмі бджіл. До його складу входять, окрім різних цукрів, головним чином – глюкози і фруктози, зольні елементи, ферменти, органічні кислоти, азотисті сполуки, вітаміни, ароматичні, біологічно активні та інші речовини.

Друга складова меду – мінеральна, представлена макро- і мікроелементами, які вилучаються рослинами з ґрунту, води, повітря та попадають в нектар [6].

Поруч з цим слід відзначити, що в продуктах бджільництва накопичуються і токсичні речовини, особливо важкі метали, які потрапляють з території, забрудненої продуктами діяльності людини. Тому бджоли і продукти бджільництва можна використовувати в апімоніторингу навколишнього середовища.

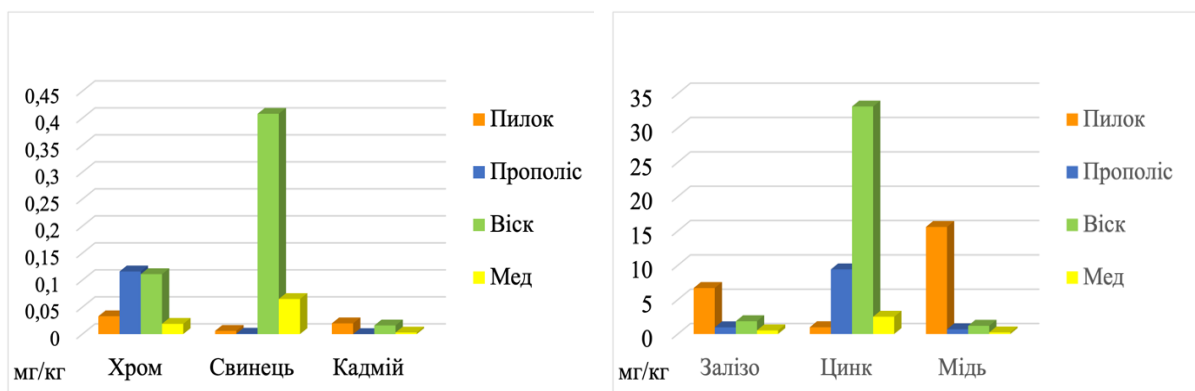


Рис. 3.5. Порівняння вмісту важких металів у продуктах бджільництва з міста Валки

Таким чином, бачимо, що за вмістом важких металів у зразках з міста Валки продукти бджільництва розподілилися наступним чином (рис.3.5.):

за вмістом міді: пилок > віск > прополіс > мед;

за вмістом цинку: віск > прополіс > мед > пилок;

за вмістом заліза: пилок > віск > прополіс > мед;

за вмістом хрому: прополіс > віск > пилок > мед;

за вмістом свинцю: віск > мед > пилок > прополіс;

за вмістом кадмію: пилок > віск > мед.

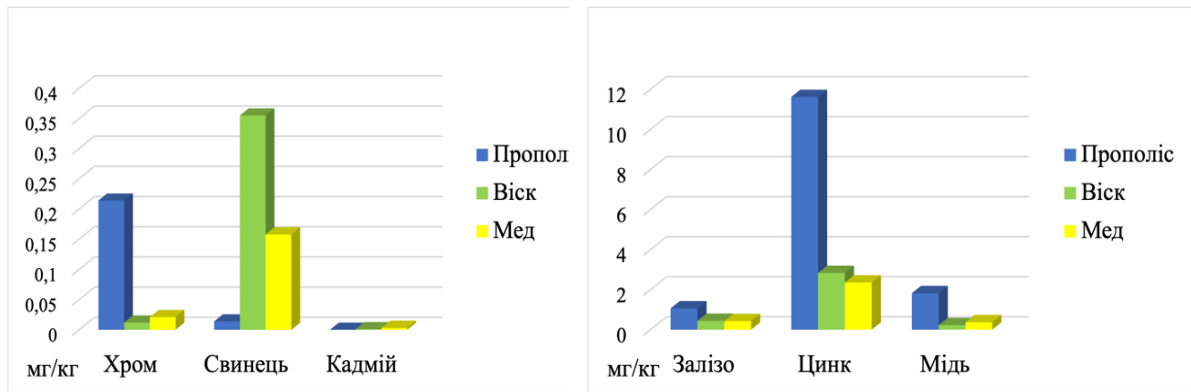


Рис. 3.6. Порівняння вмісту важких металів у продуктах бджільництва з с/мт Нова Водолага

У зразках з с/мт Нова Водолага за вмістом важких металів у продуктах бджільництва розподіли був наступним (рис.3.6.):

- за вмістом міді: прополіс > мед > віск;
- за вмістом цинку: прополіс > віск > мед;
- за вмістом заліза: прополіс > віск > мед;
- за вмістом хрому: прополіс > мед > віск;
- за вмістом свинцю: віск > мед > прополіс;
- за вмістом кадмію: мед > віск.

Таким чином, бачимо, що у процесі переробки нектару в мед, вміст важких металів в ньому зменшується. Тобто, з усіх продуктів бджільництва найменшу кількість важких металів акумулює мед. Найбільша кількість токсикантів (кадмій, свинець) містить віск, біогенних елементів (мідь, цинк) – віск і прополіс. Накопичення мікроелементів визначається як видом бджолиного продукту, так і екологічними умовами року збору. На вміст свинцю і кадмію, джерела яких мають техногенну природу, крім кормової бази бджіл і погодних умов, впливає забрудненість ґрунту, рослин та повітря. Виявлені закономірності накопичення важких металів в продуктах бджільництва дозволяють розглядати саме віск як індикатор забруднення при апімоніторингу навколишнього середовища.

Прополіс і віск користуються великим попитом, застосовуються для лікування. У зв'язку зі складною екологічною обстановкою, необхідно звертати увагу на чистоту цих продуктів [13].

Порівняння вмісту важких металів в продуктах бджільництва між зразками, що відбиралися у місті Валки та смт Нова Водолага мають наступний вигляд.

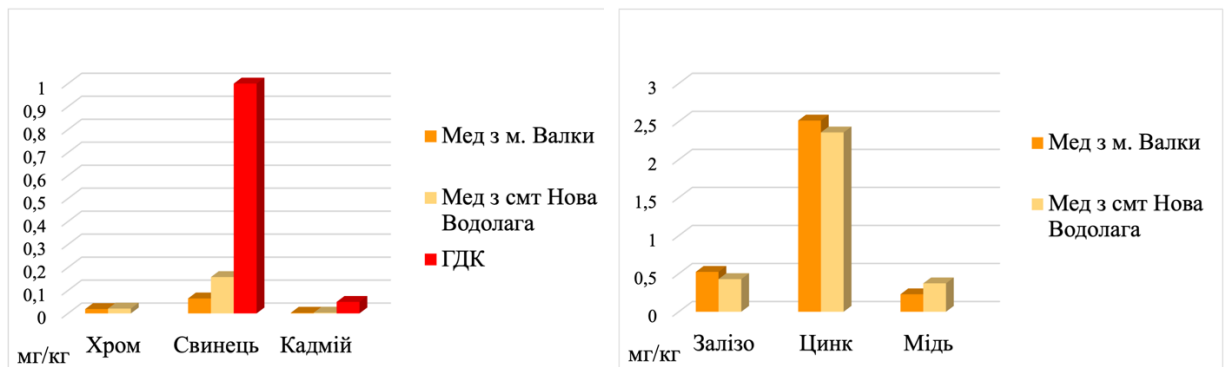


Рис. 3.7 Порівняння вмісту важких металів у зразках меду з міста Валки та смт Нова Водолага

Усі зразки меду, що досліджувалися (рис. 3.7) не мали перевищень ГДК за свинцем та кадмієм. У зразках меду з смт Нова Водолага менший вміст мали тільки залізо та цинк, концентрація інших металів, що досліджувалися, там була більшою.

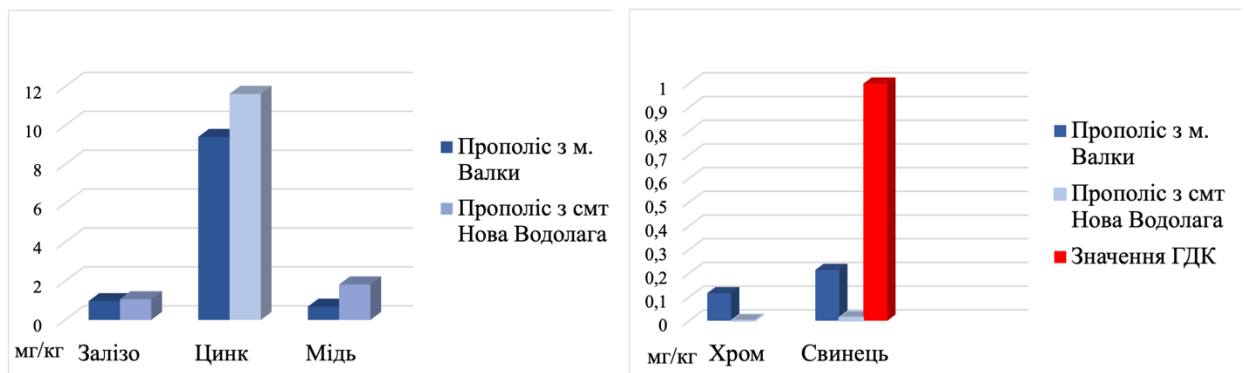


Рис. 3.8 Порівняння вмісту важких металів у зразках прополісу з міста Валки та смт Нова Водолага

Як бачимо, вміст важких металів у зразках прополісу переважно був більшим у зразках з с/мт Нова Водолага (рис. 3.8).

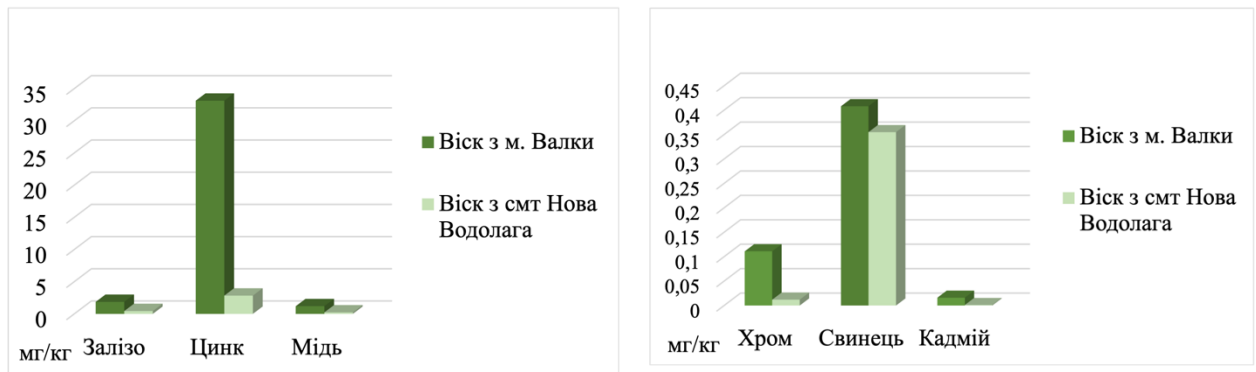


Рис. 3.9. Порівняння вмісту важких металів у зразках воску з міста Валки та с/мт Нова Водолага

При порівнянні вмісту важких металів у воску (рис. 3.9.) бачимо зовсім іншу картину. Концентрація усіх металів, що досліджувалися у зразках з міста Валки, була вищою за зразки з с/мт Нова Водолага. Особливо це видно на прикладі цинку, концентрація якого у зразках з міста майже в 12 разів вище за зразки з с/мт Нова Водолага.

Відомо, що рівень накопичення важких металів у воску залежить від рівня забруднення воскової сировини цими речовинами. Це пов'язано з особливостями добування воску. На пасіках для цього використовують будівельні рамки, в яких вирощуються личинки трутневого розплоду. В них відбувається линька личинок та звільнення їх від продуктів життєдіяльності, що і призводить до накопичення у восковій сировині не воскових компонентів, які стають джерелом забруднення цієї сировини різними речовинами, в тому числі й важкими металами [14].

Бджолині сім'ї тісно пов'язані з середовищем існування. Їх розвиток і продуктивність залежать не тільки від стану навколишнього середовища, від складу культурної та дикоростучої рослинності, але й від якості тих

компонентів, якими підгодовують бджіл, зокрема це стосується цукрового сиропу та води.

Бджолам, як і всім живим організмам, потрібна вода. Водою вони розріджують мед при приготуванні корму для личинок, також використовують її для підтримки оптимального мікроклімату в спекотні дні.

У практиці бджільництва широко використовується підживлення бджолиних сімей. Причин використання цукру як корму — безліч. Найчастіше — це заміна або поповнення кормів на зиму. Цукровий сироп застосовується також для стимулювання розвитку сімей навесні та для нарощування молодих бджіл восени. Тому ми зробили аналіз вмісту важких металів у воді та цукровому сиропі, якими підгодовували бджіл (рис.3.10).

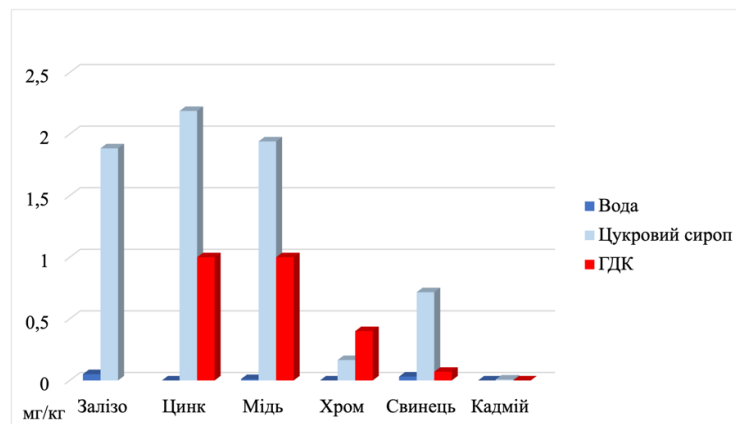


Рис. 3.10. Вміст важких металів у пробах води та цукрового сиропу

У воді вміст жодного із металів не перевищує ГДК згідно з нормативними документами (рис. 3.10.). Проте, виявилась особливість: життєво важливі елементи знаходяться у воді у надто низьких концентраціях. Але вміст металів у цукровому сиропі значно вищий, що може слугувати додатковим джерелом живлення. Особливо це стосується заліза, цинку та міді, які належать до достатньо активних елементів та впливають на нормальний розвиток і функціонування організму бджіл.

Таким чином, бачимо, що бджоли, відвідуючи рослини, безпосередньо стикаються з навколишнім середовищем і, наражаючись на небезпеку,

можуть акумулювати в собі різні полютанти. Мед, віск і пилок можуть бути біоіндикаторами, що накопичують в собі різні концентрації важких металів.

Ми вважаємо, що створення системи моніторингу навколишнього середовища за допомогою бджіл (апімоніторинг), дозволить ефективно відстежувати стан екосистем, а також забезпечить передумови для створення в країні екологічно чистого бджільництва.



## ВИСНОВКИ

1. Військові дії, які відбувалися і відбуваються на території нашої країни, спричинили появу низки факторів, насамперед екологічних, які деструктивно вплинули на стан та розвиток бджільництва. В ході роботи був проведений аналіз літературних джерел з означеної тематики, а також проведено ряд польових і лабораторних досліджень.

2. Нами було проаналізовано вміст важких металів у тілах бджіл, меду, пилку, прополісі, воску, також було проаналізовано вміст важких металів у воді та цукровому сиропі, якими підгодовують бджіл. Всього було відібрано 11 зразків продуктів бджільництва. Розподіл хімічних елементів у зразках бджіл сильно варіює. Вміст заліза, цинку міді та кадмію у бджіл з міста Валки був менший за зразки з смт Нова Водолага. Концентрація хрому у зразках з міста була в 1,1 раз вище, ніж у зразках з смт Нова Водолага. Свинець у зразках бджіл з смт Нова Водолага зовсім не виявився. Найбільшу відмінність між зразками за вмістом цинку, який у бджіл з смт Нова Водолага був в 3,5 рази більше, ніж у бджіл з міста Валки.

3. З усіх продуктів бджільництва найменшу кількість важких металів акумулює мед. Найбільшу кількість токсикантів (Cd, Pb) містить віск, біогенних елементів (Cu, Zn) — віск і прополіс. Виявлені закономірності накопичення важких металів в продуктах бджільництва дозволяють розглядати прополіс та віск як індикатор забруднення при апімоніторингу навколишнього середовища. Зразки меду, що досліджувалися, не мали перевищень ГДК за свинцем та кадмієм. В зразках меду з смт Нова Водолага менший вміст мали тільки залізо та цинк, концентрація інших металів, що досліджувалися, була більшою. Вміст усіх важких металів в зразках прополісу був більший в зразках з смт Нова Водолага.

4. При порівнянні вмісту важких металів у воску, концентрація усіх металів у зразках з міста Валки була вищою за зразки з смт Нова Водолага. Концентрація цинку в зразках воску з міста Валки в 12 разів вище за зразки з

сміт Нова Водолага. При порівнянні вмісту важких металів у бджолах та продуктах бджільництва, їх вміст був вищий у зразках з сміт Нова Водолага, що могло бути пов'язано з використанням добрив та пестицидів при вирощуванні сільськогосподарських культур.

5. У воді, якою напувають бджіл, вміст жодного із металів не перевищує ГДК згідно з нормативними документами. Але вміст металів у цукровому сиропі значно вищий, що може слугувати додатковим джерелом живлення. Особливо це стосується заліза, цинку та міді, які належать до достатньо активних елементів та впливають на нормальний розвиток і функціонування організму бджіл. Бджоли відвідуючи рослини, безпосередньо стикаються з навколишнім середовищем і можуть акумулювати в собі різні полютанти. Мед, віск і пилок можуть бути біоіндикаторами, що накопичують в собі різні концентрації важких металів. Ми вважаємо, що створення системи моніторингу навколишнього середовища за допомогою бджіл (апімоніторинг), дозволить ефективно відстежувати стан екосистем, а також забезпечить передумови для створення в країні екологічно чистого бджільництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aghamirlou, H. M., Khadem, M., Rahmani, A., Sadeghian, M., Mahvi, A., Akbarzadeh, A., & Nazmara, S.(2015). Heavy metals determination in honey samples using inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*,13, 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40201-015-0189-8>.
2. Артиш В. І. Особливості органічного агровиробництва в концепції сталого розвитку АПК України / В. І. Артиш // К. : Економіка АПК. – 2012. – №7. – С. 19–23.
3. Бажин А. Обсяги виробництва видів меду в Україні / А. Бажин // Бджолярський круг: За рентабельну пасіку. – 2015. – № 3. – С. 40.
4. Бджільництво України : монографія / В.О. Постоєнко та ін.; за заг. ред. В.О. Постоєнка. Київ : Ліра-К, 2021. 464 с.
5. Броварський В.Д., Турдалієва А.Т., Мірзахмедова Г.І. Вплив довкілля на рослини і медоносну бджолу. *АгроТерра: освіта, наука та бізнес*.2020. 1(8). С. 30–33.
6. Броварський В. Д., Бріндза Я., Отченашко В. В., Повозніков М. Г., Адамчук Л. О. Методика дослідної справи у бджільництві: навчальний посібник. К. : Видавничий дім «Вініченко» , 2017. 166 с.
7. Бублик О. У 2023 році галузь бджільництва може скоротитися наполовину. *AgroTimes*.11 листопада 2022. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/u-2023-roczy-galuz-bdzhilnycztva-mozhe-skorotytsya-napolovynu/>(дата звернення: 26.11.2022).
8. Валерко Р. А. Особливості акумуляції свинцю у едафотопах і фітоценозах Житомира / Р. А. Валерко, Т. М. Мислива, Л. О. Герасимчук // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. Науково-теоретичний збірник. – 2011. – №1 (28). – Том 1. – С. 179–189.

9. Віск бджолиний пасічний. Технічні умови. ДСТУ 4229:2003 4229:2003 Видання офіційне ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ Київ 2007.
10. Гурман А. Бджільництво України під час війни. Пасіка від А до Я. 13 липня 2022. URL: <https://pasika.news/bdzhilnyctvo-ukrayiny-pid-chas-vijny/>
11. Данилюк Г. Бальзам з продуктів бджільництва / Г. Данилюк // К.: Пасіка. – 2010. – №12. – С. 23–24.
12. Зіновчук Н. В. Сучасні чинники розвитку органічного сільського господарства в Україні / Н. В. Зіновчук, В. А. Чудовська // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. Науковотеоретичний збірник, 2013. – №1-2 (37). – Том 2. – С. 296–303.
13. Ковальчук І.І. Формування органічного виробництва продукції бджільництва та його наукове і нормативне забезпечення / І.І. Ковальчук, Р.С. Федорук // Аграрний тиждень. – 2013. – № 8 – 9. – С. 262.
14. Ковальчук І.І., Федорук Р.С. Вміст важких металів у тканинах бджіл та їх продукції залежно від агро-екологічних умов Карпатського регіону. Біологія тварин. 2013. Т. 15. № 4. С. 54–65.
15. Кроки бджільництва України до ЄС та органічної продукції / В. М. П'ясківський, М. М. Кривий, С. П. Вербельчук, Т. В. Вербельчук // Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції «Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід України» (17-18 листопада 2015 р). – Житомир. – 2015. – С. 376 – 381.
16. Криворучко В. І. Особливості отримання екологічно-безпечної продукції бджільництва в умовах Вінницької області //для перевірки на плагіат. – 2020.
17. Лосєв О.М. Розвиток органічного виробництва продукції бджільництва у світі та в Україні / О. М. Лосєв, І.І. Головецький, Д.О. Білоус. – Пасіка. – 2015. – № 11. – С. 2 – 4.
18. Лукаш О.В., Давиденко А.А., Пірожков Є.П. Бджільництво як традиційна екологічна галузь поліської частини Чернігівської області

та чинники загрози їй внаслідок військових дій. Екологія. Довкілля. Енергозбереження. 2022: збірник матеріалів III міжнар. наук.-практ конф. (Полтава, 1–2 груд. 2022р.). Полтава: НУПІ, 2022. С. 160–163.

19. Національний стандарт України. Мед натуральний (ДСТУ 4497:2005) Київ, 2007. - 21с.

20. Національний стандарт України. Прополіс (Бджолиний клей) Технічні умови. (ДСТУ 4662:2006) Видання офіційне Держспоживтандарт України. Київ 2007. - 19с.

21. Постоєнко В. О., Лазарева Л. М., Яремчук О. С. Основні показники оцінки якості і безпечності меду бджолиного в Україні та їх гармонізація з вимогами ЄС. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. 2019. 2 No 12 (52). С. 14-21.

22. Разанов С.Ф. Вплив якості бджолиного гнізда на питому активність радіонуклідів та концентрацію важких металів у меді // *Безпека продуктів харчування та технологія переробки.* – 2013. - № 3(73). – С. 219-222.

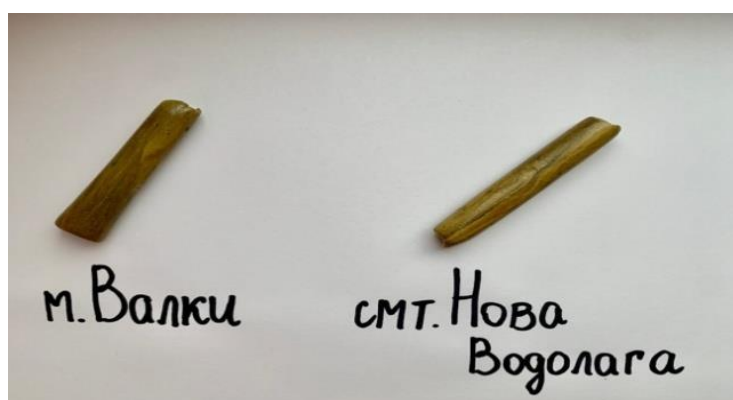
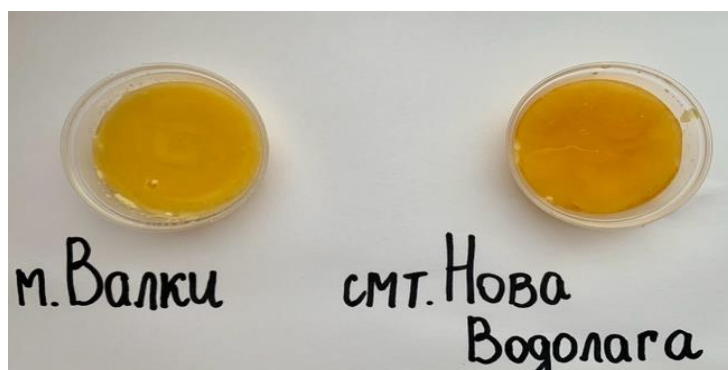
23. Рутицька В. Україна – Європейський лідер з виробництва меду / В. Рутицька // *Пасічник.* – 2015. – № 10. – С. 3 – 4.

24. Сенчук Т. Ю., Гречка Г. М., Рак Т. М. Апімоніторинг як фактор агроекологізації. Стійкий розвиток сільських територій у контексті реалізації державної екологічної політики та енергозбереження: кол. моногр. / за заг. ред. Чайки Т. О. Полтава: Видавництво ПП «Астроя», 2021. С. 106–114.

25. Ульянич М. Новини апітерапії на конгресі Апімондії у Франції / М. Ульянич // *Львів : Український пасічник.* – 2010. – №4. – С. 37–38.

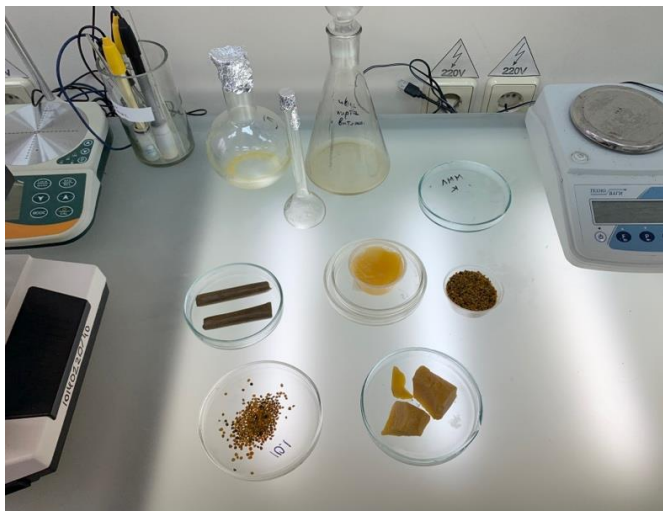
26. Чернік М. І., Радюш І. С., Адамчук Л. О. Інноваційні підходи до безпечності та якості продуктів бджільництва //122й річниці заснування Національного університету біоресурсів і природокористування України. – С. 10.

## Зразки відібраної продукції

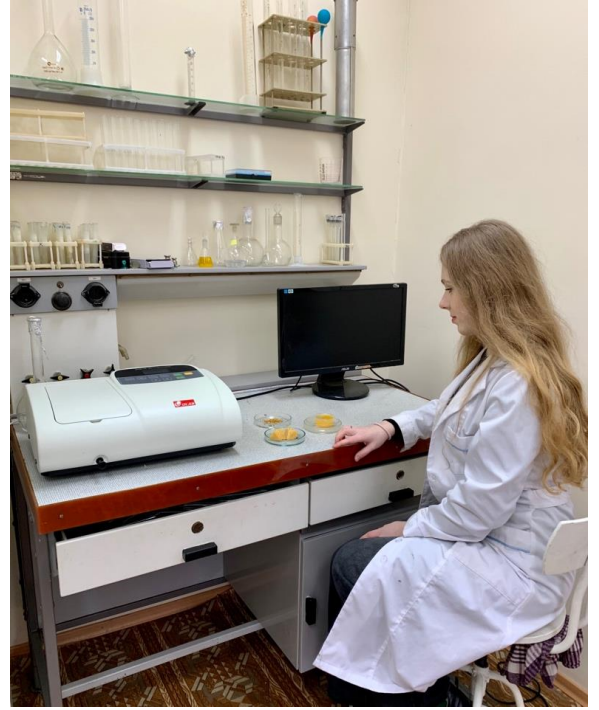


## ДОДАТОК Б

## Підготовка зразків до хімічного аналізу









## ДОДАТОК В

## Фото атомно-абсорбційного спектрометра

