

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

07.06 – КМР. 1801 “С” 2023.10.11. 001 ПЗ

**САХАНДИ АРТЕМА БОГДАНОВИЧА**  
**2023 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Тваринництва та водних біоресурсів

УДК 338.14.03:577.112.34:613.28(477)

ПОГОДЖЕНО:

Декан факультету  
тваринництва та водних біоресурсів  
Кононенко Р.В.

(підпис)

2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ:

Завідувач кафедри  
бджільництва:

Повозніков М.Г.

(підпис)

2023 р.

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему: ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ КОНДЕНСАТУ З  
ПОВІТРЯ БДЖОЛИНОГО ГНІЗДА

Спеціальність: технологія виробництва і переробки продукції тваринництва  
Магістерська програма: Технологія продуктивного використання потенціалу  
бджолиних сімей

Програма підготовки: освітньо-професійна

**Керівник магістерської роботи:**

кандидат с.-г. наук, доцент  
(наукова ступінь та вчене звання)

(підпис)

Войналович М.В.

(ПІБ)

**Виконав:**

(підпис)

Саханда А.Б.

(ПІБ)

Київ 2023

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет Тваринництва та водних біоресурсів**

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

**Завідувач кафедри  
бджільництва**

Повозніков М.Г.

(підпис)

«    » 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ВИКОНАННЯ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Саханді Артему Богдановичу  
(прізвище, ім'я та по бацькові)

Спеціальність: технологія виробництва і переробки продукції  
тваринництва

Магістерська програма: Технологія продуктивного використання  
потенціалу бджолиних сімей

Програма підготовки: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: вдосконалення технології одержання  
конденсату з повітря бджолиного гнізда

Затверджена наказом ректора НУБІП України від 11.10.2023 р. 1804 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 23.10.2023 р.

Вихідні дані до магістерської роботи: бджолині сім'ї, обладнання для  
одержання конденсату з бджолиного гнізда.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Вдосконалити обладнання для отримання конденсату з повітря  
бджолиного гнізда;
2. Апробувати обладнання в стаціонарних умовах та при кочівлі;
3. Дослідити біохімічний склад конденсату з повітря бджолиного гнізда  
отриманого під час цвітіння різних медоносних рослин методом обернено-  
фазової високоефективної рідинної хроматографії.

**Дата видачі завдання «    » 2023 р.**

**Керівник магістерської роботи:**

Войналович М.В.  
(підпис) (ПІБ)

**Завдання прийняв до виконання:**

Саганда А.Б.  
(підпис) (ПІБ)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота на тему: «Вдосконалення технології одержання конденсату з повітря бджолиного гнізда» викладена на

77 сторінках комп'ютерного тексту, кількість сторінок основного тексту 64.

Робота ілюстрована 14 рисунками, містить 2 таблиці. Список літератури налічує 67 найменувань, з них 12 – іноземними мовами.

Робота включає такі розділи: реферат; вступ; огляд літератури; матеріал і методика досліджень; результати досліджень; аналіз та узагальнення результатів досліджень; висновки; пропозиції; список використаних джерел літератури.

**Актуальність теми.** Протягом активного періоду нагромадження кормових запасів та життєдіяльності бджолиної сім'ї у повітря бджолиного гнізда потрапляють летючі сполуки як від життєдіяльності розплоду і бджіл, так і від виробництва продуктів бджільництва.

Виділення та дослідження цих сполук сприятиме поглибленню теоретичних знань, які стосуються життєдіяльності бджіл і впливу на них різних факторів, екології навколишнього середовища, розробки технології виділення метаболітів і використання їх сполук для потреб людини.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи було вдосконалити обладнання, дослідити вплив забору повітря на розвиток бджолиної сім'ї, збільшити вихід об'єму конденсату повітря бджолиного гнізда та дослідити його біохімічний склад методом обернено-фазової вискоефективної рідинної хроматографії, з'ясувати оптимальні проміжки часу забору повітря та паузи між ними.

*Об'єкт дослідження:* біологічно активні сполуки повітря бджолиного гнізда.

*Предмет дослідження:* технологія одержання, біохімічний склад конденсату повітря бджолиного гнізда.

*Методи дослідження:* Поставлені в роботі задачі вирішувались за допомогою технічних (розробка та вдосконалення обладнання), зоотехнічних (проведення науково-господарських дослідів на бджолиних сім'ях), біохімічних (визначення біохімічного складу конденсату і біологічно активних речовин) та статистичних (біометрична обробка даних) методів досліджень.

Магістерська робота виконана впродовж 2022 року на кафедрі бджільництва Національного університету біоресурсів і природокористування України та на базі "Великоснітинківського навчально-дослідного господарства ім. О.В. Музиченка". Досліди з окремих питань проводили на базі Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України.

Ключові слова: конденсат повітря з бджолиного гнізда, вдосконалення обладнання, автоматизація, біохімічний склад конденсату.

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b> .....	4
<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ</b> .....	8
<b>ВСТУП</b> .....	9
<b>РОЗДІЛ 1 БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В АКТИВНИЙ ПЕРІОД ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ БДЖОЛИНОЇ СІМ'І (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)</b> ..	12
1.1. Біохімічні властивості та хімічний склад продуктів бджолоїної сім'ї під час активного періоду життєдіяльності .....	13
1.2. Сезонні зміни у процесі життєдіяльності бджолоїної сім'ї .....	20
1.3. Підтримання умов мікроклімату під час вирощування розплоду та сезонного зосередження продукції у бджолоїному гнізді.....	24
<b>ВИБІР НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	27
<b>РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	29
2.1. Загальна схема та умови проведення досліджень .....	30
2.2. Матеріали і методика досліджень .....	32
<b>РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	39
3.1. Вдосконалення обладнання для конденсації повітря з бджолоїного гнізда .....	39
3.2. Визначення часових проміжків відбору повітря з бджолоїних гнізд....	50
3.3. Продуктивність бджолоїних сімей та залежність від погодних умов при утворенні конденсату .....	52
3.4. Біохімічний аналіз складу конденсату з повітря бджолоїного гнізда одержаного під час цвітіння акації білої методом обернено-фазової високоєфективної рідинної хроматографії.....	60
<b>РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	63
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	67

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКРОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

НУБІП України

ОБ-ВЕРХ – обернено-фазова високоефективна рідинна хроматографія;

CFM – неметрична одиниця швидкості переміщення повітряного

НУБІП України

потoku, що використовується зазвичай для вимірювання об'ємних витрат рідин і газів;

ПК – персональний комп'ютер;

НДІ – науково дослідні установи;

НУБІП України

УФ-від спектри – ультрафіолетова спектроскопія.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

Під час активного періоду життєдіяльності, бджолина сім'я утворює різноманітні продукти – мед, пергу, бджолиний віск, маточне молочко, бджолине обніжжя, прополіс, феромони. Всі вони мають унікальний біохімічний склад та велику кількість біологічно-активних сполук які потенційно накопичуються у бджолиному гнізді та його повітрі [1].

Одним із перспективних напрямків для отримання нової продукції бджільництва, розуміння механізмів бджолиної сім'ї та моніторингу стану навколишнього середовища поблизу пасік є дослідження конденсату повітря з бджолиного гнізда.

**Актуальність теми.** Протягом активного періоду нагромадження кормових запасів та життєдіяльності бджолиної сім'ї у повітря бджолиного гнізда потрапляють летючі сполуки як від життєдіяльності розплоду і бджіл, так і від виробництва продуктів бджільництва.

Виділення та дослідження цих сполук сприятиме поглибленню теоретичних знань, які стосуються життєдіяльності бджіл і впливу на них різних факторів, екології навколишнього середовища, розробки технології виділення метаболітів і використання їх сполук для потреб людини.

**Мета та завдання роботи.** Вдосконалити обладнання, дослідити вплив забору повітря на розвиток бджолиної сім'ї, збільшити вихід об'єму конденсату повітря бджолиного гнізда та дослідити його біохімічний склад методом обернено-фазової вискоефективної рідинної хроматографії, з'ясувати оптимальні проміжки часу забору повітря та паузи між ними.

Відповідно до мети були поставлені такі задачі:

Вдосконалити обладнання для отримання конденсату повітря бджолиного гнізда;

- Дослідити вплив забору повітря на життєдіяльність бджолиних сімей шляхом вмонтування датчиків температури, вологості та звуку у гнізда;

Дослідити біохімічний склад конденсату повітря бджолиного гнізда отриманого під час цвітіння різних медоносних рослин методом обернено-фазової високоефективної рідинної хроматографії.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Розроблено можливість онлайн моніторингу температури, вологості та звуку під час роботи обладнання, створено автоматизовану систему регулювання часових інтервалів забору повітря з бджолиних гнізд.

**Практичне значення одержаних результатів.**

*Об'єкт дослідження:* біологічно активні сполуки повітря бджолиного гнізда.

*Предмет дослідження:* технологія одержання, біохімічний склад конденсату повітря бджолиного гнізда.

*Методи дослідження:* Поставлені в роботі задачі вирішувались за допомогою технічних (розробка та вдосконалення обладнання), зоотехнічних (проведення науково-господарських дослідів на бджолиних сім'ях), біохімічних (визначення біохімічного складу конденсату і біологічно активних речовин) та статистичних (біометрична обробка даних) методів досліджень.

**Особистий внесок здобувача** полягає в самостійному опрацюванні наукової літератури, вдосконаленні та автоматизації обладнання по відкачуванню та конденсуванню повітря з бджолиного гнізда та освоєнні методик дослідження, виконанні програми досліджень за темою магістерської роботи у виробничих і лабораторних умовах, опрацюванні одержаних результатів, підготовці матеріалів до написання роботи.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення магістерської роботи викладені у виробничо-практичному, науково-практичному, науковому виданні «АГРОТЕРРА» 1(12) 2022.

**Обсяг і структура роботи.** Робота викладена на 77 сторінках комп'ютерного тексту. Вона включає такі розділи: реферат; вступ; огляд літератури; матеріал і методика досліджень; результати досліджень; аналіз та

узагальнення результатів досліджень; висновки; пропозиції; список використаних джерел літератури. Робота ілюстрована 14 рисунками, містить 2 таблиці. Список літератури налічує 67 найменувань, з них 12 – іноземними мовами.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1

# НУБІП УКРАЇНИ

## БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В АКТИВНИЙ ПЕРІОД ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ БДЖОЛИНОЇ СІМ'І (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Бджолина сім'я – унікальне угруповання комах, яке заготовляє, переробляє, генерує нове покоління під час активного періоду життєдіяльності та зберігає різноманітну кількість продукції яка постійно перебуває у бджолиному гнізді [8, 10, 42].

Загальновідомо [52, 4], що повітря бджолиного гнізда позитивно впливає на організм людини, за останні роки набуло широкої популярності використання в оздоровчих цілях апітерапевтичних будинків. Проте, цей спосіб потребує наукових та практичних дослідів, які б засвідчували позитивний вплив на людський організм, окрім цього, даний спосіб обмежений сезонністю, тобто активним періодом життєдіяльності бджолиної сім'ї [48, 45]. Необхідно мати інформацію щодо біохімічного складу повітря, впливу тих чи інших його сполук на організм людини, ефективність їх дії на збудника хвороби тощо.

Для розвитку та підтримання життєдіяльності, бджолиній сім'ї в активний період потрібні вуглеводний та білковий корми – мед, падь та перга, у складі яких є білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, азотисті та летючі сполуки. Весь комплекс цих речовин комахи отримують із нектару і пилку медоносних рослин [32, 8, 59]. Окрім накопичення білкового та вуглеводного кормів, бджоли виділяють маточне молочко, феромони, приносять до гнізда воду, а також продукують віск, який використовують для відбудовування стільників та утворюють на його основі проanelis із додаванням смолистих та дубильних речовин з різних видів дерев, кущів, квітів [8, 3, 23, 42].

Сукупно всі ці продукти життєдіяльності бджіл мають летючі сполуки, які потрапляють до повітря бджолиного гнізда та відрізняються біохімічними властивостями, хімічним складом і способом переробки залежно від періоду сезону, видового складу рослин, погодних умов тощо.

## 1.1. Біохімічні властивості та хімічний склад продуктів бджолої сім'ї під час активного періоду життєдіяльності

Загальновідомо [4, 43, 21], що життєдіяльність бджолої сім'ї поділяється на 2 періоди – активний (весняно-літній) та стан зимового спокою (осінньо-зимовий). Протягом активного періоду, у повітрі бджолої гнізда зосереджуються летючі сполуки як від метаболічних процесів життєдіяльності розилоду і бджіл, так і від переробки (нектар-мед, обніжжя-перга, смоли-віск-прополіс) та виробництва (віск, бджолої отрута, маточне молочко, феромони) продуктів життєдіяльності бджіл. Кожен з цих біологічно-активних продуктів має різний хімічний склад, різноманітну кількість летючих сполук [44, 43].

Загальновідомо [33, 21], що для бджіл вуглеводним кормом слугує мед – продукт створений шляхом переробки нектару рослин, а також медяної роси і пади. Під час збору нектару бджола виділяє секрет нижньощелепних залоз і відбувається фізіологічний процес, в результаті якого нектар втрачає значну частину води і насичується ферментами та органічними кислотами [21].

Дозрівання нектару відбувається в стільниках, де і перетворюється в мед.

Дослідженнями встановлено [25, 41], що значна частина вологи яка перебуває у складі нектару випаровується у гнізді в перший же день. Під час головного медозбору у гнізді має перебувати достатня кількість стільників, оскільки бджоли наповнюють комірки свіжопринесеним нектаром на 1/4-1/3 об'єму комірки [44].

Встановлено [49], що під час виготовлення меду бджоли насичують нектар ферментами і перемішують його у стільниках. Під впливом ферменту інвертази відбувається гідроліз сахарози, що збільшує вміст у нектарі глюкози та фруктози. Внаслідок цього хімічний склад продукту змінюється – він стає краще засвоюваним, густим та отримує кислу реакцію і стає придатним для тривалого зберігання [1, 8].

Ферменти бджіл є біологічними катализаторами, що прискорюють реакції розпаду та синтезу. У меді міститься інвертаза, діастаза, каталаза, кисла

фосфатаза, глюкозооксидаза, поліфенолоксидаза, пероксидаза, естераза і протеолітичні ферменти [34, 21].

З'ясовано [34], що хімічний склад натурального бджолиного меду складний і піддається коливанням внаслідок різного ботанічного походження.

Головними складовими меду є глюкоза та фруктоза, які складають близько 90 % всіх цукрів, властивості цих моносахаридів визначають якість меду: його солодкість, високу поживну цінність, кристалізацію, гігроскопічність [57, 80].

Вміст води визначає здатність меду не втрачати своїх властивостей під час зберігання, через високу гігроскопічність меду, вміст води непостійний і

коливається під час зберігання у діапазоні 15-23 % [50]. З мінеральних речовин у меді містяться як мікроелементи (залізо, цинк, мідь тощо), так і макроелементи (калій, натрій, кальцій, магній, фосфор тощо) мінеральні речовини складають в середньому 0,17 % з коливанням від 0,112 до 0,32 %.

[50, 48, 34].

Визначено [25, 20, 59], що азотні речовини в меді представлені білками і амінокислотами. Вітаміни містяться в меді в незначній кількості. В його складі знаходять нікотинову і пантотенову кислоти, піридоксин, рибофлавін (B2), тіамін (B1), біотин (B7), фолієву і аскорбінову кислоти (вітамін C) [48].

Дослідженнями встановлено [48, 50, 15], що у хімічному складі меду містяться наступні речовини: інвертовані цукри – 68,5-74,1 %; сахароза – від 1,3 до 5 %; декстрини – 3-4 %; азотні речовини – 0,08-1 %; мінеральні речовини – 0,17 % (0,112-0,32 %); вітаміни (мкг/100 г): вітамін B1 (тіамін) – 4-6; вітамін B2 (рибофлавін) – 20-60; вітамін B3 (нікотинова кислота) – 20-110; вітамін B6 (піридоксин) – 8-320; нікотинова кислота – 110-360; вітамін H (біотин) – в середньому 380; вітамін E (токоферол) – 1000; вітамін C (аскорбінова кислота) – близько 3000 та вода від 15 % до 20 %.

Наявність у бджолиному гнізді перги є невід'ємною умовою для вирощування розплоду в бджолиних сім'ях. Дослідниками встановлено прямий зв'язок між кількістю перги і розплоду [2, 1]. Запас перги у вулику зумовлює якість (біологічний стан) вирощуваних бджіл. Перга забезпечує

бджіл білковим кормом, продукт отриманий комахами шляхом консервації зібраного квіткового пилку та накопиченого в осередках стільників. Маса бджіл і вміст білка в їх тілі залежать від наявних запасів перги в період відкладання маткою яєць [10, 19]. Вкрай необхідні запаси перги в гнізді і надходження пилку у вулик в період весняного нарощування молодих бджіл.

З'ясовано [2, 23], що у процесі збору пилку і формування в гніздах білкових запасів, бджоли додають до корму ферменти слинних залоз, нектар і мед, починається процес ферментації, який триває 15 днів. Іншим важливим поживним компонентом перги є вуглеводи. У цю групу органічних речовин

входять: глюкоза, фруктоза, сахароза, галактоза та ін. [19, 26].

Доведено [1, 26], що перетворення обніжжя у пергу супроводжується біохімічними змінами, в яких беруть участь три роди мікроорганізмів – цукрові гриби, дріжджі, лактобацили, молочнокислі і водневі бактерії. Під їх дією починається молочнокисла ферментація [23]. Перга єдине джерело білку і мінеральних речовин для бджіл, вона має також цілу низку інших речовин, що беруть участь в обмінних процесах [2].

Дослідженнями доведено [44, 23], що хімічний склад перги тісно пов'язаний з видовим походженням бджолиного обніжжя, який, в свою чергу, залежить від сезонної мінливості вегетації рослин. Хімічний склад перги варіюється в залежності від видів рослин, тому він досить складний та різноманітний, у ній міститься велика кількість органічних речовин та їх сполук. Найбільш важливі компоненти: білки, вуглеводи, жири, вітаміни і мінеральні речовини [34, 26].

До складу перги входять: суха речовина – 76,4 %, сирий протеїн – 26,9 %, цукор – 21,7 %, сира зола – 1,3 %, молочна кислота – 3,8 %, вміст жирів перги варіює в залежності від видів рослин і частіше за все, знаходиться в межах 1-5 % [4, 2]. Вміст мінеральних речовин в перзі коливається від 1 до 7 % [37, 19]. Найбільше в ній калію, кальцію, фосфору і магнію. Кількість мінеральних солей в перзі більше, ніж в меді, тому вона є основним джерелом мінеральних речовин, які відіграють важливу роль у життєдіяльності бджіл.

Перга містить близько 50 ензимів – біологічних каталізаторів, що прискорюють хімічні реакції в організмі бджіл.

Визначено [12, 19], що в перзі є майже всі незамінні амінокислоти, вітаміни, каротиноїди, вітаміни, ферменти, гормони та інші цінні речовини, необхідні для життя і розвитку бджолиних сімей.

Окрім переробки вуглеводного та білкового кормів, бджолина сім'я виробляє прополіс – клейку суміш, яку бджоли отримують із смолистих речовин рослин з додаванням секрету слинних залоз, воску, оболонки

пилкових зерен [47]. Встановлено [44], що біологічне застосування прополісу

у бджолиному гнізді різноманітне. Бджоли використовують його для зменшення льоткових отворів, для дезинфекції та полірування воскових комірок, склеювання рамок, корпусів, замазування щілин [38].

Дослідженнями хімічного складу прополісу встановлено [34, 21], що він

має специфічний запах, схожий на запах рослинних джерел смолистих речовин і ефірних масел, але є і без запаху, гіркий, некуций та в'язкий. У прополісі міститься в середньому 22 % воску, 5-11 % квіткового пилку, механічні домішки та понад 50 органічних речовин [20]. У ньому виявлено

близько 200 активних речовин, які можна розділити на 3 основні групи:

рослинні смоли (30-60%), бальзами, які містять дубильні речовини (3-30%) та віск (7,8-36%, у середньому – 22%) [42, 47]. До складу прополісу входять фенольні сполуки, ефірні масла – 8%, ароматичні альдегіди, 17 амінокислот,

макро- і мікроелементи і більше 10 життєво важливих вітамінів. Флавоноїди (смолоутворюючі речовини) і фенолокіслоти визначають біологічні властивості прополісу [20].

Паралельно з переробкою продукції, бджолина сім'я за допомогою секреторної діяльності внутрішніх та зовнішніх залоз продукує віск, маточне молочко, бджолину отруту та феромони [4, 2].

Дослідженнями доведено [3, 14], що віск у бджолиній сім'ї виробляється восковими запозами молодих бджіл – видозміненими гіподермальними клітинами, що знаходяться під восковими дзеркальцями які розміщені на

чотирьох останніх (3-4-5-6) стернітах черевця, який утворюється у вигляді рідини, що формується краплинами, які являють собою вакуолі клітин [43]. Одночасно формується чотири пари воскових пластинок які проникають крізь отвори на воскові дзеркальця, тверднуть, утворюючи суцільний шар білого воску. Бджоли використовують віск для відбудовування гнізда у вигляді двосторонніх стільників [13].

Встановлено [47, 52], що за складом у бджолиному воску переважають складні ефіри 70,4-74,7 %, вільні жирні кислоти 13,5-15,0 %, які містять у собі церотинову, мелісинову, а також кислоти олеїнового ряду, граничні вуглеводні 12,5-15,5 %. За хімічним складом, віск відноситься до складних органічних речовин. Це нероздільна суміш складних ефірів, вільних жирних кислот, насичених вуглеводів, мінеральних солей, ароматичних речовин [1, 4].

Маточне молочко – це специфічний корм, основними виробниками якого є молоді бджоли, які виділяють його верхньощелепними та підглотковими залозами та використовують його для годівлі личинок робочих бджіл та маточних личинок, в складі цього продукту міститься значна кількість біологічно-активних речовин [15, 16, 20, 21].

Дослідженнями Комарова А.А. та Жерьобкіна М.В. вікових змін секреторної діяльності глоткових залоз бджіл [13, 12, 16, 62] описано ряд відмінностей їх морфологічного складу та секреторної діяльності, дослідженнями також було показано, що інтенсивність виділення бджолами маточного молочка залежить від вікових та сезонних змін. Встановлено, що у віці від 6 до 12 днів після виходу, основна функція молодих бджіл зводиться до годування цим продуктом молодих личинок віком менше трьох днів [15, 19].

За біохімічними властивостями та хімічним складом маточне молочко бджіл є особливим продуктом бджільництва, який містить цілу низку поживних та біологічно-активних речовин, що впливають на розвиток бджіл. [20, 21, 10]. Маточне молочко бджіл представляє собою складну полідисперсну багатокomпонентну систему в складі якої містить понад 110

різних речовин і зольних елементів [22, 7, 67]. Склад та властивості маточного молочка бджіл залежать також від рослинного різноманіття, географічного розташування та екологічного стану території на якій перебуває бджолина сім'я [21].

Детальнішими дослідженнями маточного молочка встановлено [7, 19, 21, 14, 20], що продукт містить 61-79 % води, 10-19 % протеїнів, 8-18 % вуглеводів, 4-8 % ліпідів, більше 1,4 % 10гдроксі-2-деценної кислоти, до 3 % солей і незначну кількість поліфенолів, вітамінів та ферментів.

Білки маточного молочка бджіл представлені п'ятьма різними глікопротеїнами та різними ензимами. Ліпіди маточного молочка бджіл складаються в основному із нейтральних жирів. Із вуглеводів до складу маточного молочка входять глюкоза, фруктоза, сахароза і мальтоза [40]. Воно також містить ряд замісних і незамінних амінокислот, але найбільше проліну, лізину, глутамінової кислоти, валаніну, фенілаланіну, аспарагінової кислоти і серину [52, 56].

Доведено [6, 21, 10], що маточному молочку властиві антиоксидантні властивості, обумовлено це наявністю у складі продукту фенольних сполук і флавоноїдів. В маточному молочці бджіл присутні вітаміни групи B, а саме панамін, рибофлавін, нікотинамід, цианкобаламін та інші [6]. Мінеральні речовини маточного молочка включають неорганічний фосфат, а також катіони – калій, натрій, кальцій, магній, залізо, марганець, мідь, нікель, кобальт, кремній, хром, золото, ртуть, вісмут, миш'як [17, 19]. Всього в складі маточного молочка виявлено більше 110 органічних сполук і зольних елементів [29].

Бджолина отрута – являє собою продукт секреторної діяльності двох отруйних залоз у тілі бджоли, яка виробляється у великій і малій отруйних залозах [52, 66]. Встановлено [44], що залози являють собою відгалуження в додаткових органах і виділяють прозору іноді з жовтуватим відтінком рідину – секрет [2]. При виділенні бджолиної отрути, запах її є збудливим та

сигналізує про небезпеку і мобілізує захисні реакції інших особин бджолиного гнізда [44].

З'ясовано [1, 9], що бджолина отрута складається із ряду білкових сполук, містить понад 50 різних речовин і зольних елементів. Основний компонент бджолиного секрету – це мелітин, вміст якого становить близько 50 %. Також присутні сполуки гертіапіна, гістаміну і апаміну [15, 20]. Окрім цих компонентів, отрута містить у своєму складі амінокислоти, ферменти, жири, нетоксичні білки, діючі компоненти яких – білкові групи, до складу яких входить меліттин, фосфоліпаза і гіалуронідаза. Біологічна активність бджолиної отрути обумовлена пептидами, гістаміном, мурашиною кислотою, ферментами та магнієм [20, 21, 34].

Окрім вищепописаних продуктів життєдіяльності, бджолина сім'я виділяє феромони та пахучі речовини, які мають безпосереднє відношення до регулювання фізіологічного стану й поведінки членів бджолиного угруповання [23, 2]. У робочих бджіл, маток і трутнів в секретії пахучих речовин (феромонів) беруть участь спеціалізовані органи, що локалізуються в різних частинах тіла [44, 40, 63].

Встановлено [24, 35], що феромони медоносних бджіл відіграють дуже важливу роль у координаційній діяльності всіх особин однієї сім'ї, передачі біологічно важливої інформації від однієї особини іншим та підтриманні її цілісності [43]. За сприйняття феромонів та пахучих речовин у бджіл відповідають нюхові рецептори – плакоїдні сенсили, які розташовуються на антенах комах. Кожна сенсила має у середньому від 10 до 30 чутливих клітин [43, 35].

Доведено [9, 43], що взаємозв'язок усіх особин бджолиної сім'ї обумовлений статевим феромоном (маточною речовиною) який виділяє матка, після спаровування з трутнями він постійно виробляється верхньощелепними залозами та поширюється на всю поверхню її тіла.

Функції по розповсюдженню феромону у бджолиному гнізді виконує свита бджіл, яка постійно перебуває у тісному контакті з маткою. Феромон

матки впливає на поведінку бджіл та фізіологічний стан і поведінку робочих бджіл – стимулює будівельну роботу, пригнічує розвиток і функції їх статевої системи, сигналізує про стан матки [24, 9]. Феромон робочих бджіл, забезпечує функції по розпізнаванню чужих особин, в деяких випадках бджоли можуть використовувати його як сигнал тривоги. Секрет пахучої залози Насонова використовується бджолами під час роїння, як орієнтир для місця осідання, важливого значення він має в льотній діяльності бджіл для раціонального розподілу на збиранні нектару з квіток [21, 38].

За хімічним складом феромони бджіл відносяться до різних класів органічних сполук. Серед них є альдегіди, кетони, спирти, карбонові кислоти, терпеноїди, стероїди [24].

Виходячи із проведеного аналізу літератури, біохімічних властивостей та хімічного складу продуктів життєдіяльності бджолиної сім'ї, можна зробити висновок, що вулик у якому перебуває бджолине гніздо під час активного періоду життєдіяльності слугує місцем зосередження різноманітної кількості унікальних за своїм біологічним походженням, біохімічними властивостями та хімічним складом продуктів які за допомогою секреторної діяльності внутрішніх та зовнішніх залоз продукує бджолина сім'я.

## 1.2. Сезонні зміни у процесі життєдіяльності бджолиної сім'ї

Загальновідомо [9], що у річному циклі життєдіяльності бджолиної сім'ї розрізняють два періоди – активний (весняно-літній) та стан зимового спокою (осінньо-зимовий). Бджолам властивий громадський спосіб життя, завдяки цьому сім'я спроможна в багатих медозбірних умовах утворювати 250 кг меду на сім'ю за сезон [16]. Зосередження значної кількості бджіл-збирачок дає змогу їй приносити за день 8-10 кг нектару і протягом короткого часу створювати значні запаси корму, яких вистачає для живлення під час осінньо-зимового періоду [23].

Встановлено [31], що під час кожного етапу активного періоду життєдіяльності бджолиної сім'ї у гнізді зосереджується різна кількість

продукції. Тривалість цих етапів пов'язана з умовами клімату і медозбору певної географічної зони.

З'ясовано [14], що у стані зимового спокою, бджолина сім'я зменшує споживання корму, в організмі комах сповільнюються обмінні процеси, температура у гнізді знижується, оскільки відсутній розплід [28]. Сукупно, ці процеси створюють можливість бджолиній сім'ї в повному обсязі пережити цей період, та прийняти участь у формуванні наступних поколінь на початку ранньої весни [28, 14].

Весняно-літній період характеризується підтриманням постійних умов мікроклімату у гнізді для формування розплоду та розмноженням бджолиною сім'ї, збору нектару та пилку, виділенням воску для будівництва стільників, активізації внутрішніх та зовнішніх залоз секреції комах [8, 3].

Активний період відмічається своєю сезонністю, який можна розділити на три етапи:

Підготовчий – розпочинається з відкладання бджолиною маткою перших яєць і заміні зимувалих бджіл на комах нової генерації та активізації діяльності бджіл, триває приблизно з кінця лютого і до середини квітня;

Другий період триває із середини квітня і до кінця липня та характеризується збільшенням яйценосності матки, активним розмноженням бджолиною сім'ї та підготовкою до головного медозбору і використання його потенціалу для заготівлі вуглеводного та білкового корму;

Під час третього періоду відбувається зменшення активності льоту і функціональної діяльності бджіл, триває процес підготовки до періоду зимового спокою, розпочинається з кінця липня і триває до середини вересня [33, 37, 44].

В умовах лісостепової зони України підготовчий етап розпочинається в кінці лютого або на початку березня та характеризується початком яйценосності матки, яка поступово збільшується, наявність розплоду активізує діяльність бджіл, відбувається принесення свіжого нектару й пилку у гніздо, бджоли починають виділяти за допомогою залоз внутрішньої секреції

маточне молочко та готувати на його основі корм для розплоду [46, 48]. У цей період значна кількість бджіл зайнята обігриванням гнізда, годуванням личинок та іншими внутрішньо-вуликowymi роботами [49].

Поступово, бджолина сім'я накопичує потенціал до переходу в другий та найголовніший у житті бджолиної сім'ї етап - головний медозбір. В умовах Лісостепової зони України, період цвітіння основних медоносів, що забезпечують бджолину сім'ю кормом триває у середньому 3-4 тижні та припадає на кінець травня – середину червня [31]. Перед основним медозбором у гнізді суттєво підвищується інтенсивність виведення молодих бджіл, добова яйцекладка матки досягає 1500-2000 яєць на добу [44].

Бджолина сім'я набуває здатності виконувати значний об'єм роботи у збиранні та накопиченні корму на осінь та зиму, регулюванні мікроклімату гнізда, вигодовуванні та догляду за розплодом, активізації восковидільних залоз для відбудовування стільників у гнізді [23, 18, 11].

На відміну від першого (підготовчого) етапу стан сімей влітку характеризується значним зростанням кількості робочих бджіл, яким стає легше вирощувати розплід [8]. Матка досягає найвищої продуктивності, настає такий стан сім'ї, коли здатність бджіл-годувальниць виділяти молочко

і готувати корм на його основі для личинок більша від фактичного споживання личинками корму [3, 1]. Тому, в цей період за сприятливих умов може проявитись інстинкт роїння – природний спосіб розмноження бджіл [44].

Сім'я стає здатною виконувати найбільший обсяг робіт із заготівлі кормових запасів, під час головного медозбору та сприятливих погодних умовах льотні бджоли за добу здійснюють близько 100 тис. вильотів, що дозволяє у середньому накопичити 5-6 кг нектару [8]. Окрім збирання вуглеводного корму, бджолина сім'я спрямовує зусилля на отримання білкового запасу корму, з обніжжям до гнізда повертаються у середньому 4-5 % від загальної кількості льотних бджіл, що дозволяє за добу отримати 400-500 г білкового корму [11, 19]

Дослідженнями Г.Ф. Таранова доведено [44], що з активним надходженням у бджолине гніздо свіжопринесеного нектару та пилку, у бджіл активізуються восковидільні залози для будівництва сотів у гнізді.

Властивість бджіл виділяти віск тільки при наявності взятку має важливе біологічне значення, це дозволяє бджолиній сім'ї економно витратити запаси кормів, коли в природі дефіцит взятку [3, 23]. Встановлено [45], що другий етап активного періоду є найбільш сприятливий для восковидільної діяльності бджіл.

Третій етап активного періоду життєдіяльності бджолиної сім'ї характеризується підготовкою до стану зимового спокою [8]. Функціональна діяльність залоз бджіл знижується, продуктивність матки відзначається незначними темпами відкладання яєць, у вересні-жовтні матка перестає відтворювати потомство, відбувається активне прополісування бджолиного гнізда, активність льоту бджіл зменшується коли температура зовнішнього повітря опускається нижче  $+ 8-10^{\circ}\text{C}$ , бджоли з гнізда не вилітають [22, 23, 28].

При цьому виводяться молоді бджоли для зимівлі, які за своїм фізіологічним станом дещо відрізняються від тих, які були виведені під час другого етапу, що працювали на медозборі, зокрема у них більше запасів поживних речовин [31]. Закінчення третього етапу відбувається в кінці жовтня, характеризується послабленням життєвих процесів в організмі бджіл: зменшується споживання корму, уповільнюється обмін речовин, знижується температура у гнізді [33, 1, 9].

Виходячи із вищеприписаного, можна зробити висновок, що життєдіяльність бджолиної сім'ї обумовлена сезонністю та поділяється на три періоди. Наявність у гнізді свіжопринесеної та виробленої продукції характерна для активного періоду, найбільше зосередження відбувається під час головного медозбору та підготовки до нього. Протягом цього нетривалого періоду, у бджолиному гнізді за короткий проміжок часу акумулюється

різноманітна кількість продукції як від виділення, так і від переробки продуктів життєдіяльності бджолиною сім'єю.

### 1.3. Підтримання умов мікроклімату під час вирощування розплоду та сезонного зосередження продукції у бджолиному гнізді.

В процесі еволюції, бджолина сім'я набула здатності постійно підтримувати умови мікроклімату у гнізді для існування як дорослих особин, так і для вирощування розплоду [44]. Загальновідомо [38, 3, 1], що бджолам притаманний громадський спосіб життя, який значною мірою сприяє регулюванню температурного режиму, вологості, повітряного обміну та режиму харчування. Інтенсивність цих процесів залежить від річного циклу, умов клімату, тривалості медозбору певної географічної зони [15].

Дослідженнями Єськова Є.М., Таранова Г.Ф. доведено [44, 45, 27], що під час терморегуляції у бджолиній сім'ї, відбуваються ендотермічні та біофізичні процеси, реакція відбувається при активізації обмінних процесів під час життєдіяльності бджіл та розплоду, функціонування цих процесів обумовлено споживанням в значному обсязі вуглеводного корму.

Встановлено [56], що механізм терморегуляції використовується бджолиною сім'єю для підтримання оптимальних температурних умов своєї життєдіяльності. Підвищення температури слугує важливим фактором, який визначає розвиток бджіл і впливає на їх фізіологічний стан. Коливання температури всередині гнізда значною мірою впливає на тривалість та перебіг розвитку робочих бджіл, маток та трутнів [33].

Доведено [44], що тривалість розвитку яйця до стадії личинки при температурі  $+38^{\circ}\text{C}$  становить 70 годин (близько 3 діб), а при  $+30^{\circ}\text{C}$  – 115 годин (близько 5 діб). До того ж при температурі  $+36^{\circ}\text{C}$  виходить з комірок 92 % личинок, при  $+30^{\circ}\text{C}$  – 85 %, а при  $+29^{\circ}\text{C}$  – тільки 5 %. Абсолютне значення та стабільність температури залежать від місця розташування розплоду [56]. Протягом весняно-літнього періоду розвитку сім'ї найбільш висока і стабільна температура буває в центральній зоні гнізда, де

розташований різновіковий розплід. В цій зоні слабко чи зовсім не простежується вплив добових коливань зовнішньої температури. Середнє значення температури в цій зоні гнізда становить  $+35^{\circ}\text{C}$  [27, 18, 11].

З'ясовано [27], що окрім терморегуляції в бджолиному гнізді підтримується відносна вологість, яка в активний період життя сім'ї залежить від ряду факторів. Серед них – вологість зовнішнього повітря, вміст вологи в кормі принесеного бджолами, ступінь активності бджіл та кількість розплоду в гнізді [45]. Під час весняно-літнього періоду відносна вологість повітря у різних зонах бджолиного гнізда коливається від 25 до 100 % [41, 43].

Дослідженнями Ф.С. Батгалова, Г.Ф. Таранова встановлено [44], що під час вирощування розплоду відносна вологість повітря у бджолиному гнізді не є постійною, а змінюється в залежності від накопичення вуглеводного корму та погодних умов. Протягом весняного розвитку вологість повітря частіше підтримується у діапазоні 76-88 % [27]. Проте, з надходженням до гнізда нектару, виникає потреба у швидкому випаровуванні надлишкової вологи, тому вологість в цей період може знижуватися до 40-65 % [31, 11].

Мінімальні значення відносної вологості характерні для періодів із низькою зовнішньою температурою, а максимальні – для періодів з високою температурою та вологістю повітря [56]. Тому, у добовому циклі коливань, відносна вологість у бджолиному житлі буває зазвичай найбільш високою в денні години і найменшою – у ніч [11]. Значне коливання вологості можна пояснити тим, що за одну ніч принесений у гніздо нектар під час головного взятку, може втратити понад половину вологи, що міститься в ньому.

Обумовлено це тим, що абсолютний вміст вологи в холодному нічному повітрі, завжди менший, ніж абсолютний вміст вологи в теплом повітрі гнізда [44, 45, 18, 27]. Тому холодне, але «сухе» зовнішнє повітря, надходячи в гніздо, нагріватиметься і осушатиме його. Тому, у процесі вентиляції бджоли прокачують через гніздо вночі «сухе» повітря, яке виносить назовні надлишок вологи з нектару. Швидке зневоднення нектару дуже важливе в життєдіяльності бджіл, оскільки він має властивість бродити [4, 9, 11].

Одним із механізмів регуляції вологості, пов'язаним із аерацією та концентрацією вуглекислого газу у бджолиному гнізді є атмосферне повітря – природна суміш різних газів, серед яких найбільший вплив на життєдіяльність бджіл створюють кисень та вуглекислий газ [3].

Склад газового середовища у бджолиному гнізді досить сильно відрізняється від атмосферного повітря. Це пов'язано з тим, що споживання сім'єю кисню та виділення вуглекислого газу завжди відбувається у замкнутому просторі бджолиного гнізда [17, 16]. Повітрообмін здійснюється

в основному через льоткові отвори та систему вентиляції у верхній частині вулика. За рахунок повітрообміну з довкіллям у гніздо надходить кисень, а видаляються вуглекислота і водяна пара. Повітрообмін (аерація) внутрішнього простору вулика здійснюється за рахунок активної та пасивної вентиляції, а також за рахунок фізичного процесу – дифузії [35, 27].

Кисень і вуглекислий газ по-різному розподіляються у бджолиному гнізді у зв'язку з нерівномірністю розміщення бджіл та розплоду на різних стадіях розвитку [38, 41]. Концентрація вуглекислого газу в центральній частині гнізда зазвичай вища, ніж на периферії. У протилежність цьому концентрація кисню у центрі нижче, але в периферії вище [1].

Експериментально доведено [27], що ці зональні відмінності концентрацій значною мірою залежать також і від зовнішньої температури. Так, при температурі зовнішнього повітря, яка змінюється на початку весняно-літнього періоду від  $-3$  до  $+9$  °C, концентрація вуглекислого газу в центральній частині гнізда підтримується бджолами лише на рівні 1,8-3,7 %, а кисню близько 6 % [44]. З підвищенням зовнішньої температури до кінця весни до  $+6-24$  °C, концентрація вуглекислого газу в цій зоні бджолиного житла зменшується до 1,3-0,15 %, а вміст кисню збільшується до 15,7-20,3 % [46, 3].

Активну вентиляцію забезпечує діяльність бджіл-вентилювальниць у льотка. Інтенсивність цієї вентиляції залежить від потреб сім'ї та її фізіологічного стану [27]. Пасивна вентиляція внутрішньо-гніздового простору відбувається через наявні в стелі вулика вентиляційні отвори, за

рахунок фізичного явища конвекції [9]. Суть його полягає в тому, що тепле повітря, маючи меншу щільність та вагу, завжди буде підніматися вгору і через вентиляційні отвори в стелі залишати гніздо. Вміст кисню та вуглекислого газу в бджолиному житлі пов'язаний також із фізіологічним станом сім'ї і тому змінюється у циклі її сезонного розвитку [56, 27].

Дослідженнями Ф.С. Батгалова встановлено [44], що інтенсивність вентиляції гнізда різко зростає під час значного надходження нектару. З'ясовано, що швидкість руху повітря із льотка у бджолине гніздо у сильної сім'ї становила від 0,8 до 2 м в секунду. Підрахунками показано, що із бджолиного гнізда за годину видалялося від 7200 до 18000 літрів повітря.

Отже, бджолиній сім'ї характерна здатність регулювати всі основні параметри мікроклімату гнізда. Бджолам та розплоду які перебувають на різних стадіях розвитку потрібні стабільні параметри температури та вологості незалежно від погодних умов зовнішнього середовища. Бджолиній сім'ї притаманна пластичність обміну речовин, що дозволяє при зниженні та підвищенні зовнішніх параметрів температури та вологості підтримувати оптимальні умови для своєї життєдіяльності.

### ВИБІР НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Опираючись на інформацію зібрану з літературних джерел щодо біологічних процесів в активний період життєдіяльності бджолиної сім'ї варто визнати наступне. Життєдіяльність бджолиної сім'ї обумовлена сезонністю та поділяється на два періоди – активний та стан зимового спокою. Інтенсивне накопичення та виділення продуктів в бджолиному гнізді відбувається протягом активного періоду [1, 9, 44].

З'ясовано [41], що зосередження різноманітної продукції відбувається протягом нетривалого періоду головного медозбору, коли у гнізді перебуває найбільша кількість різновікового розплоду, робочих бджіл які активно виділяють залозами внутрішньої секреції маточне молочко та готують на його основі корм для личинок, завдяки значній мобілізації сім'ї, у гніздо за добу

може бути принесено бджолами-збирачками 8-10 кг нектару та до 400-500 г обніжжя і протягом короткого часу накопичено значні запаси корму, яких вистає для живлення під час осінньо-зимового періоду. Окрім цього, нагромадження кормових запасів активізує воскову дільність бджіл, відбувається будівництво нових стільників, комахи утворюють на основі воску прополіс, яким активно герметизують своє гніздо [8, 15, 28, 41].

Проаналізувавши наведені літературні джерела, можна зробити припущення, що біохімічний склад та наявність летючих речовин у продуктах життєдіяльності бджолоїної сім'ї, які потрапляють та перебувають у повітрі гнізда залежать від різних видів медоносних рослин, інтенсивності накопичення кормових запасів та умов географічного розташування.

Частину цих речовин можна акумулювати одержуючи конденсат із повітря гнізда бджолоїної сім'ї. Виділенням та дослідженням цих сполук із повітря бджолоїного гнізда донині виконувалися незначною кількістю наукових співробітників. Оскільки не було проведено комплексного дослідження повітря бджолоїного гнізда, існує ціла низка актуальних питань, які потребують теоретичного та експериментального обґрунтування самої технології одержання цього продукту, впливу відбору конденсату на життєдіяльність бджолоїної сім'ї тощо.

Окрім одержання продукту, робота обладнання може мати позитивний вплив на вентиляцію бджолоїного гнізда. Встановлено [27, 41, 44], що під час головного медозбору та активного розвитку бджолоїної сім'ї у повітрі гнізда накопичується велика кількість парів води. Для регуляції мікроклімату бджоли вимушені здійснювати інтенсивну вентиляцію гнізда, внаслідок чого, до цієї роботи залучається значна частина робочих бджіл, яка потенційно могла бути задіяна у льотній діяльності по збору вуглеводного та білкового корму [44]. Примусово вентилуючи гніздо, вилучаючи з нього надмірно вологе повітря ми можемо спрямовувати діяльність бджіл не на вентилування вулика, а на виконання інших робіт (переробка нектару, вирощування

розплоду, будівництво стільників) чим сприяти підвищенню рівня продуктивності і розвитку сімей.

Аналізуючи дані літературних джерел за обраною темою, були визначені основні задачі магістерської роботи. Комплексне дослідження

конденсату з повітря бджолиного гнізда можливе в активний проміжок життєдіяльності бджолиної сім'ї, шляхом проведення біохімічних аналізів

отриманого продукту. Окрім цього, дослідження у цьому напрямку можуть розширити знання з питань біології медоносних бджіл, екології

навколишнього середовища, удосконалення систем утримання і розмноження сімей, удосконалення та розробки нових підходів у виробництві продуктів та

використанні в різних галузях.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Загальна схема та умови проведення досліджень

Магістерська робота виконана впродовж 2022 року на кафедрі бджільництва Національного університету біоресурсів і природокористування України та на базі "Великоснітинківського навчально-дослідного господарства ім. О.В. Музиченка". Досліди з окремих питань проводили на базі інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України.

У розділі описані основні методи досліджень, які використали у магістерській роботі. Деякі з них для кращого розуміння окремих питань наведено у відповідних розділах роботи. Обладнання, прилади та апаратура використані в дослідях пройшли метрологічний контроль, а також мали позначки щодо їх походження.

Дослідження проводили на бджолиних сім'ях української породи. Для досліджень було використано 1 зразок конденсату який одержали протягом цвітіння акації білої. Проведено його біохімічний аналіз методом обернено-фазової вискоефективної рідинної хроматографії. Застосовано зоотехнічні, морфологічні, біохімічні та статистичні методи, які було покладено в основу удосконалення технології отримання конденсату з повітря бджолиного гнізда та його біохімічного аналізу.

Загальну схему досліджень наведено на рис 2.1.1. Дослідження виконували в чотири етапи. На першому – вдосконалили обладнання для забору та конденсації повітря бджолиного гнізда та розробили можливість в онлайн режимі керувати обладнанням. На другому – апробували розроблене нами автоматизоване обладнання. На третьому – накопичували зразки під час цвітіння медоносних рослин. На четвертому – дослідили біохімічний склад отриманого продукту під час цвітіння акації білої методом обернено-фазової вискоефективної рідинної хроматографії.

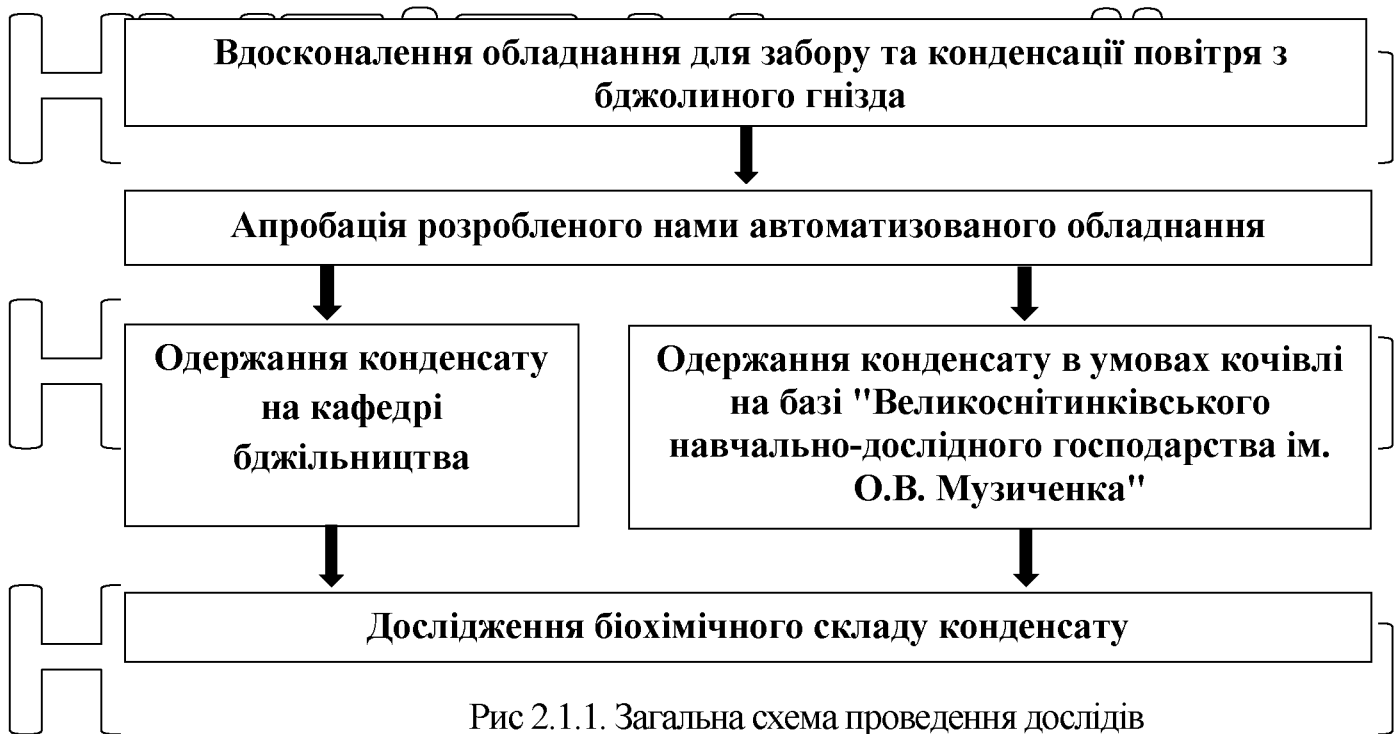


Рис 2.1.1. Загальна схема проведення дослідів

Базою проведення досліджень було використано Голосіївську навчально-дослідну пасіку яка перебуває на території кафедри бджільництва НУБіП України та розташовується у Національному природничому парку «Голосіївський». Ця пасіка нараховує 60 бджолиних сімей які зосереджені в одному точку, для кочівлі використовують точок який розташовується на базі "Великоснітинківського навчально-дослідного господарства ім. О.В. Музиченка". Пасічні точки облаштовані відповідно до ветеринарно-санітарних вимог. Для затінення вуликів на точках ростуть плодови дерева, а територія огорожена високим тином та природними лісовими насадженнями.

Ділянки мають прямокутну форм, розташовані на відстані від автомобільних доріг, тваринницьких приміщень.

На кафедрі бджільництва є сучасні типові споруди: склад, сотосховище, зимівник, кімната облаштована для забезпечення технологічних процесів зі штучного виведення маток. Окрім того на кафедрі присутні всі умови для виробництва продукції бджільництва, а також необхідне обладнання й інвентар. Більшу частину бджолиних сімей на кафедрі утримують в багатокорпусних вуликах. Також на території кафедри

розташовується апібудинок та демонстраційний майданчик з різними системами вуликів в яких утримують бджолині сім'ї.

Кормові ресурси місцевості у весняний період переважно представлені плодовими культурами, лісовим різнотрав'ям, акацією білою. Влітку бджоли в основному використовують для накопичення кормових запасів липу широколисту, а потім соняшник в умовах кочівлі.

## 2.2. Матеріали і методика досліджень

На підставі визначених завдань і розподілу їх за етапами виконання досліджень було відібрано 8 бджолиних сімей за принципом аналогів. На третьому етапі дослідження протягом цвітіння медоносних рослин (акації білої, липи широколистої, соняшника) та у безвзяточний період відбирали конденсат з повітря бджолиних гнізд. Відбір продукту виконували протягом 10 діб.

Після отримання зразків, на четвертому етапі дослідження, їх було відправлено у інститут фізико-органічної хімії (вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України. Дослідження біохімічного складу одержаного продукту виконували за допомогою автоматичного чотирьох каналного рідинного хроматографу Agilent 1100 з діодно-матричним детектором на колонці Zorbax Eclipse XDB-C18 4,6x150 мм з діаметром зерна 5 мкм.

Модульний хроматограф Agilent 1100 забезпечує реалізацію різноманітних вискоефективних хроматографічних методик досліджень, від найпростішого ізократичного елюювання з однохвильним детектуванням аж до повністю автоматизованих складних градієнтних схем з записом повного UV-VIS спектру. Застосування в роботі обладнання автосамплеру суттєво підвищує точність виконання досліджень при значній кількості досліджуваних об'єктів. Використання вакуумної дегазації елюентів, термостатування колонок та зразків, створює можливість з підвищеною точністю відтворювати кінцеві результати досліджуваних зразків. Спеціальні програми для

автоматичного протоколювання і діагностики окремих модулів приладу дозволяють відслідковувати працездатність хроматографа під час роботи.

Метод обернено-фазової вискоєфективної рідинної хроматографії [35, 41, 56, 60, 61, 67].

Метод оснований на розділенні компонентів у суміші за допомогою 2 фаз – рухомої та нерухомої в системі високого тиску. Процес розділення в вискоєфективній рідинній хроматографії відбувається в роздільній колонці, в якій перебуває нерухома фаза. Стаціонарна фаза, зазвичай складається з дрібних пористих частинок, як правило, виготовлених із гранульованого матеріалу, в нашому ж дослідженні використали компонентні модифікованого силікагелю (пористого  $\text{SiO}_2$ , на внутрішній поверхні пор привиті «хвости»  $\text{C}18$ ). Ці частинки забезпечують велику площу поверхні для взаємодії з компонентами досліджуваного зразку.

Рухома фаза, частіше розчинник або суміш розчинників, пропускається через роздільну колонку під високим тиском (від 2 до 40 МПа), застосовуючи неперервне детектування. Рухома фаза відповідає за перенесення досліджуваного зразку чере колонку, дозволяючи їй розділити компоненти.

Для введення зразка в потік рухомої фази використовується інжекційна система. Зазвичай це стосується клапана, підключеного до петлі зразка, яка є невеликою трубкою або капіляром із нержавіючої сталі. Зразок вводять у потік рухомої фази за допомогою шприца, дозволяючи йому змішатися з рухомою фазою перед тим, як потрапити в колонку.

При потраплянні в колонку, окремі компоненти зразка розпочинають диференціальну міграцію через колонку з різною швидкістю. Переміщення окремих компонентів зразка відбувається тому, що кожен компонент значною мірою взаємодіє зі стаціонарною фазою. Частинки, які мають значну взаємодію зі стаціонарною фазою, зберігаються довше та повільніше відбувається диференціальна міграція через колонку, тоді як ті, що мають слабшу взаємодію, рухатимуться через колонку швидше.

Після проходження через колонку розділення, окремі речовини виявляються відповідними детекторами. У ОБ-ВЕРХ використовують різні типи детекторів включаючи детектори УФ-видимого світла, детектори показника заломлення, флуоресцентні детектори та мас-спектрометри. Після проходження речовини через колонку розділення, детектор генерує сигнал, пропорційний концентрації розділених компонентів.

Потім сигнал детектора надсилається до програмного забезпечення ОБ-ВЕРХ на комп'ютері, де він обробляється та аналізується. Програмне забезпечення створює хроматограму, яка є графічним представленням сигналу детектора як функції часу. Хроматограма відображає піки, що відповідають розділеним компонентам, що дозволяє їх ідентифікувати та кількісно визначити.

Шляхом порівняння часу утримання піків на хроматограмі з часами утримання відомих стандартів або еталонних сполук можна ідентифікувати окремі речовини у зразку. У вискоефективній рідинній хроматографії якісний аналіз, виконується за даними утримання (за часом або об'ємом утримання). Кількісний аналіз у вискоефективній рідинній хроматографії, включає нормалізацію площ піків із введенням поправочних коефіцієнтів, побудову градувальних графіків, використання методу внутрішнього стандарту. Площі або висоти піків можна використовувати для кількісного визначення кожного компонента, присутнього в суміші.

Підсумовуючи, принцип обернено-фазової вискоефективної рідинної хроматографії передбачає розділення компонентів у суміші за допомогою нерухомої фази та рухомої фази в системі високого тиску. Завдяки взаємодії зі стаціонарною фазою компоненти мігрують через розділову колонку з різною швидкістю. Розділені компоненти виявляються та аналізуються за допомогою відповідних детекторів, а отримана хроматограма дозволяє ідентифікувати та кількісно визначити речовини, присутні у зразку.

Підсумовуючи вищеписане, алгоритм роботи обладнання полягає у наступному – роль насоса полягає в тому, щоб змусити рідину (рухливу фазу)

проходити через певну швидкість потоку (мілілітри в хвилину). Інжектор слугує для введення проби рідини в проточний потік рухомої фази. Колонка є найбільш центральним і важливим компонентом ОБ-ВЕРХ, а стаціонарна фаза колонки розділяє компоненти зразка, використовуючи різні фізичні та хімічні параметри. Детектор призначений для виявлення окремих молекул, які виділяються з колонки. Комп'ютер зазвичай функціонує як система даних, і не тільки контролює всі модулі приладу ОБ-ВЕРХ, але й приймає сигнал від детектора і використовує його для визначення часу утримання компонентів зразка та кількісного аналізу (рис. 2.1.2.).

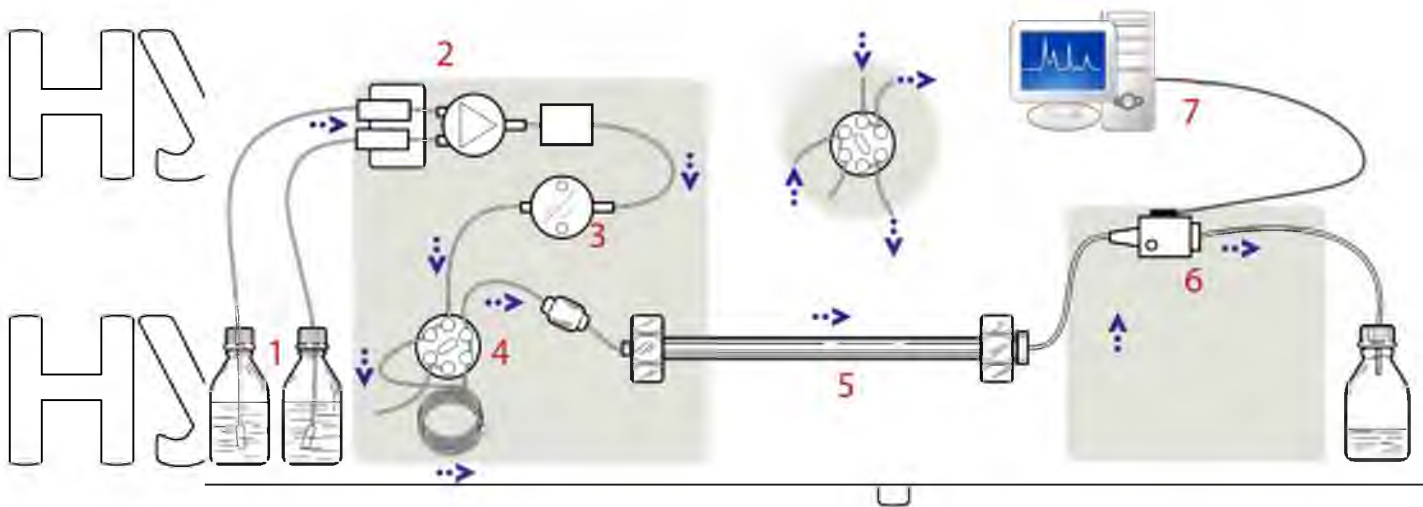


Рис. 2.1.2 Схематичне зображення системи ВЕРХ

1 – розчинник; 2 – градієнтний клапан; 3 – насос високого тиску; 4 – контур впроркування зразка; 5 – аналітична колонка; 6 – детектор; 7 – комп'ютер.

У вискоефективній рідинній хроматографії завдяки використанню сорбентів з малим розміром зерен 10-30 мкм, нагнітальних насосів і чутливих детекторів процес дослідження відбувається швидко та ефективно. Вискоефективна рідинна хроматографія отримала широке застосування для розділення та виявлення молекул (адсорбційна та розподільна хроматографія), для розділення та виявлення іонів в іонній хроматографії, для розділення макромолекул (ексклюзійна хроматографія).

Сорбція компонентів з рухомої фази в газовій та в рідинній хроматографії відбувається по-різному. На відміну від газу, який виконує лише транспортну функцію і не сорбується нерухомою фазою, рідинна рухома фаза є активним елюентом, молекули якої можуть сорбуватися на поверхні.

Під час проходження через колонку молекули компонентів, що аналізують, повинні витіснити елюент з поверхні сорбенту, що призводить до зменшення енергії взаємодії молекул аналізованих речовин з поверхнею сорбенту. Методами рідинної хроматографії можна аналізувати відносно великі проби незалежно від леткості та термічної стабільності.

#### Методика

Рухома фаза складалася з елюенту А (водний розчин орто-фосфорної кислоти 0,05 мл) та Б (метанолу). Елюювання проводили за наступним алгоритмом:

0-5 хв. А:Б=90:10 при швидкості потоку 1,0 мл/хв.;

35 хв. А:Б=0:100 з підвищенням швидкості потоку до 1,2 мл/хв.;

50 хв. А:Б=0:100 з підвищенням швидкості потоку до 2,0 мл/хв.;

60 хв. А:Б=0:100 при швидкості потоку до 2,0 мл/хв.

Час від моменту введення аналізуючої проби до моменту фіксації максимуму, називають часом елюювання. Час утримання складається з двох параметрів – часу перебування досліджуваного зразку в рухомій та нерухомій фазах і розраховується за формулою:

$$t_R = t_m + t_s \quad (2.2.1)$$

де  $t_R$  – час елюювання,

$t_m$  – час утримання досліджуваної речовини в рухомій фазі;

$t_s$  – час утримання досліджуваної речовини в нерухомій фазі.

Значення  $t_m$  фактично дорівнює часу проходження через колонку несорбованого компоненту.

Температура відділення колонок складала 40°C, а об'єм проби – 10 мкл. Хроматограми реєстрували при довжині хвиль 206, 254 та 300 нм. Віднесення піків до конкретних речовин має приблизний характер і було проведено базуючись на детекторах УФ спектрах, часі утримання та літературних даних.

Детектори УФ є найбільш економічним у порівнянні з іншими видами хроматографії. Цей метод особливо корисний при розділенні ОБ-ВЕРХ відповідно до розміру, а вимірювання прямо пропорційно концентрації полімеру практично не залежить від молекулярної маси. Чутливість становить  $10^{-6}$  г/мл, лінійний динамічний діапазон – від  $10^{-6}$  до  $10^{-4}$  г/мл, а індекс відгуку становить від 0,97 до 1,03.

УФ-детектори реагують тільки на ті речовини, які поглинають ультрафіолетове світло на довжині хвилі вихідного світла. Значну кількість сполук поглинають світло в УФ-діапазоні (180-350 нм), включаючи речовини, що мають один або кілька подвійних зв'язків, і речовини що мають нерозділені електрони. Зв'язок між інтенсивністю ультрафіолетового світла, що передається через клітину і концентрацією розчиненої речовини розраховується за формулами:

$$I_T = I_0 e^{-kcl}, \quad (2.2.2)$$

$$\ln(I_T) = \ln(I_0) - kcl. \quad (2.2.3)$$

де  $I_T$  – світло, що передається через клітину;

$I_0$  - інтенсивність світла, що надходить в клітину;

$k$  - молярний коефіцієнт поглинання розчиненої речовини;

$c$  - концентрація розчиненої речовини;

$l$  - довжина шляху клітини.

УФ-детектори включають фіксовану довжину хвилі та багатохвильовий

УФ-детектор. УФ детектор з фіксованою довжиною хвилі має чутливість  $5 \cdot 10^{-8}$  г/мл, лінійний динамічний діапазон між  $5 \cdot 10^{-8}$  і  $5 \cdot 10^{-4}$  г/мл, а індекс відгуку становить від 0,98 до 1,02. Багатохвильовий УФ-детектор має

чутливість  $10^{-7}$  г/мл, лінійний динамічний діапазон становить від  $5 \cdot 10^{-7}$  до  $5 \cdot 10^{-7}$  г/мл, а індекс відгуку становить від 0,97 до 1,03.

УФ-детектори можуть бути ефективно використані для зворотньо-фазового поділу та іонообмінної хроматографії. УФ-детектори мають високу чутливість, економічно доступні і прості в експлуатації.

Всі одержані нами дані обробляли біометрично загальноприйнятими методами варіаційної статистики на персональному комп'ютері ASUS VivoBook з використанням програмного забезпечення Excel-2000 та аналізували.

На підставі отриманих даних розробимо пропозиції щодо подальшого комплексного дослідження біохімічного складу конденсату з повітря білкового тнізда.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 3.1. Вдосконалення обладнання для конденсування повітря з бджолиного гнізда

Співробітниками НУБіП України на чолі з доктором с.-г. наук, професором – Броварським В.Д. у 2013 році було одержано новий продукт бджільництва – конденсат з повітря бджолиного гнізда. Концепція одержання конденсату базувалася на фізичних методах, а саме відкачуванні повітря за допомогою кулерів, які були розташовані поза бджолиним гніздом та його конденсації за допомогою елемента Пельтьє, вмонтованого у побутовий осушувач повітря.

Оскільки не було проведено комплексного дослідження з цієї теми, перед нами постала низка актуальних питань, які потребували теоретичного та практичного обґрунтування. На основі цих питань, було визначено мету дослідження, перш за все необхідно було встановити як впливає відкачування повітря на життєдіяльність бджолиної сім'ї, дослідити біохімічний склад одержаного продукту в різні етапи активного періоду життєдіяльності бджіл та порівняти його за різних умов медозбору, автоматизувати обладнання і створити можливість моніторити температуру, рівень вологості та звуковий діапазон бджіл. Поглиблення знань із цих питань має важливе теоретичне і практичне значення. Попередні дослідження біохімічного складу конденсату показали, що цей продукт потенційно може мати широке застосування у багатьох сферах життя людини.

Для досягнення мети дослідження, перед нами постало питання з вдосконалення попереднього обладнання. Щоб покращити роботу установки для відкачування та конденсації повітря бджолиного гнізда, нами було проведено аналіз попередньої розробки з метою виявлення конструкторських недоліків та їх вирішення. Проведений аналіз засвідчив, що головним недоліком цього обладнання, була відсутність автоматизації. Тому у команді

зі студенткою Факультету ветеринарної медицини Саркісовою М.В. розпочали роботи по вдосконаленню обладнання та технології отримання конденсату з повітря бджолиного гнізда.

Дослідження з теми випускної магістерської роботи проводили на Голосіївській навчально-дослідній пасіці кафедри бджільництва, та в умовах кочівлі на базі "Ведикоснітинківського навчально-дослідного господарства ім. О.В. Музиченка", впродовж 2022 року. У досліджах використовували бджолині сім'ї української породи.

Роботи по вдосконаленню обладнання було розпочато на кафедрі бджільництва. Оскільки, обладнання потребувало постійного живлення від електромережі та захисту від атмосферних опадів, місцем розташування обрали апібудинок.

Окрім цих умов, обладнання потребувало постійного під'єднання до мережі Wi-Fi, для відслідковування показників датчиків температури, вологості та звуку які були вмонтовані на стеліни бджолиного гнізда (рис. 3.1.1.). Завдяки наявності точки доступу до мережі Wi-Fi, отримали можливість в режимі реального часу аналізувати показники датчиків які відправлялися на сервер та відслідковувалися завдяки переадресації за активним посиланням в пошуковій системі [Google](https://www.google.com). Для дослідження було обрано 8 бджолиних сімей з апібудинку.

Для запуску обладнання та одержання конденсату провели такі роботи.

Підготовчий етап розпочали з виготовлення восьми потолочин з вентиляційними отворами, на зовнішні сторони яких були вмонтовані побутові лійки для забору повітря через силіконові трубки. Для уникнення потрапляння бджіл до системи силіконових трубок, прикріпили до потолочин захисні сітки.

Наступним етапом була пайка дротів живлення для датчиків температури, вологості (DHT 22), та звуку (модуль датчика звуку від WaveShare) які в подальшому були вмонтовані на внутрішні сторони потолочин (див. рис. 3.1.1.) та під'єднані до плати контролю (Arduino UNO

Wi-Fi gen 2). Оскільки датчики знаходилися у бджолиному гнізді, для зручності їхнього під'єднання до плати, припаяли до їх дротів живлення перехідники (тата), а до дротів живлення під'єднаних до плати на іншому кінці припаяли перехідники (мама). При з'єднанні яких утворювався ланцюг живлення.

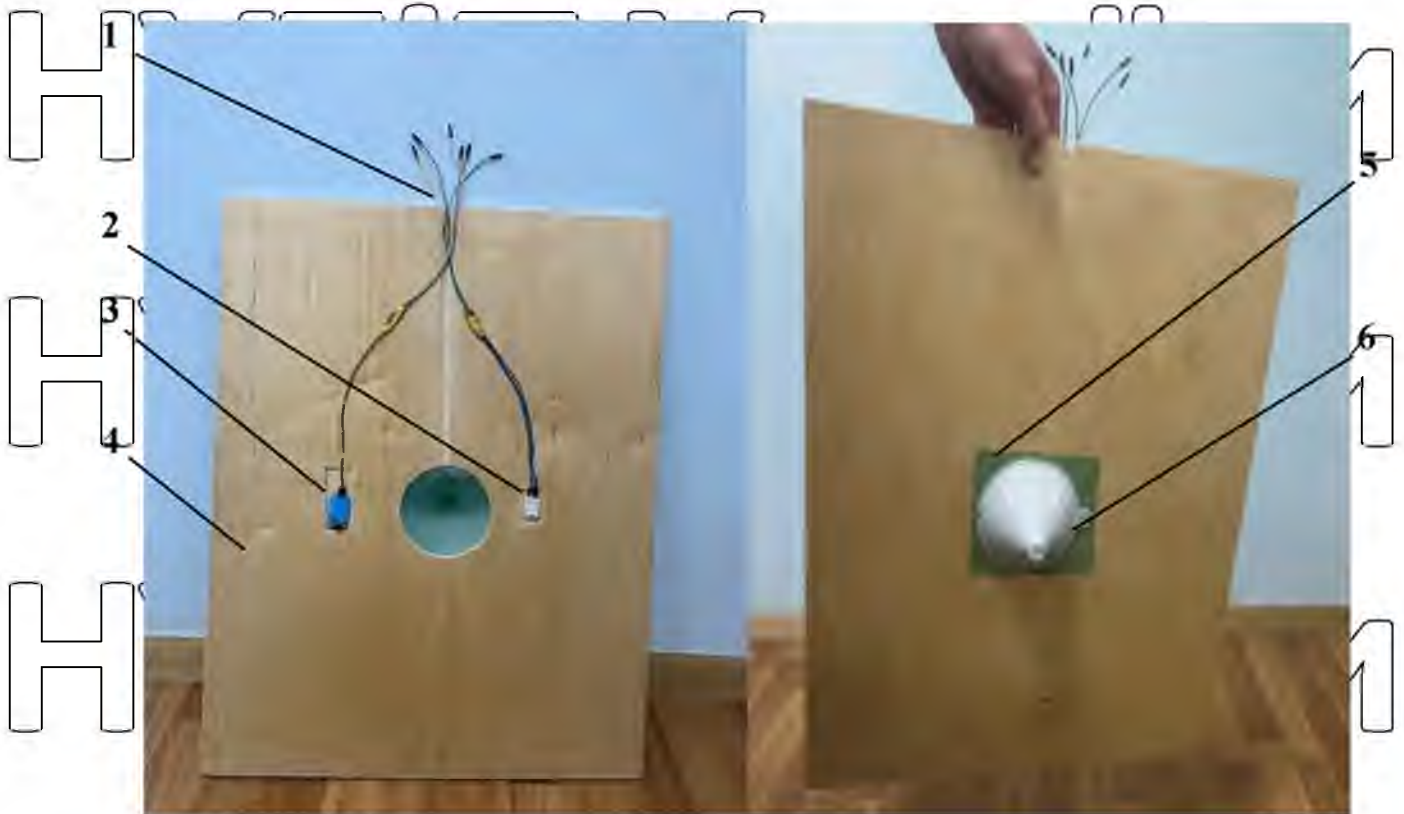


Рис. 3.1.1. Потолочина з вмонтованими датчиками температури, вологості та звуку

1 – дрони живлення з припаяними перехідниками; 2 – датчик температури та вологості (DHT 22); 3 – модуль датчика звуку від WaveShare; 4 – потолочина; 5 – захисна сітка; 6 – побутова лійка.

Для відкачування повітря з бджолиного гнізда використали 8 вентиляторів (MX-8025 80x80x25mm), з робочою напругою 12В та силою повітряного потоку 74,2 CFM, по одному на бджолину сім'ю. Щоб під'єднати силіконові трубки по яким відкачувалося повітря та герметизувати систему, до корпусів вентиляторів були прикріплені побутові лійки, які закріпили за допомогою термоклею. Було виготовлено планку прямокутної форми з непрозорого оргскла на яку встановили 8 вентиляторів з побутовими лійками. Для закріплення планки та приєднання до системи відкачування повітря,

використали корпус телескопічного монітору (рис. 3.1.2.), який попередньо герметизували за допомогою промашування шланги термоклеєм та використали епітений поліетилен товщиною 0,8 мм для уникнення утворення конденсату на внутрішніх стінках корпусу монітору під час роботи обладнання.

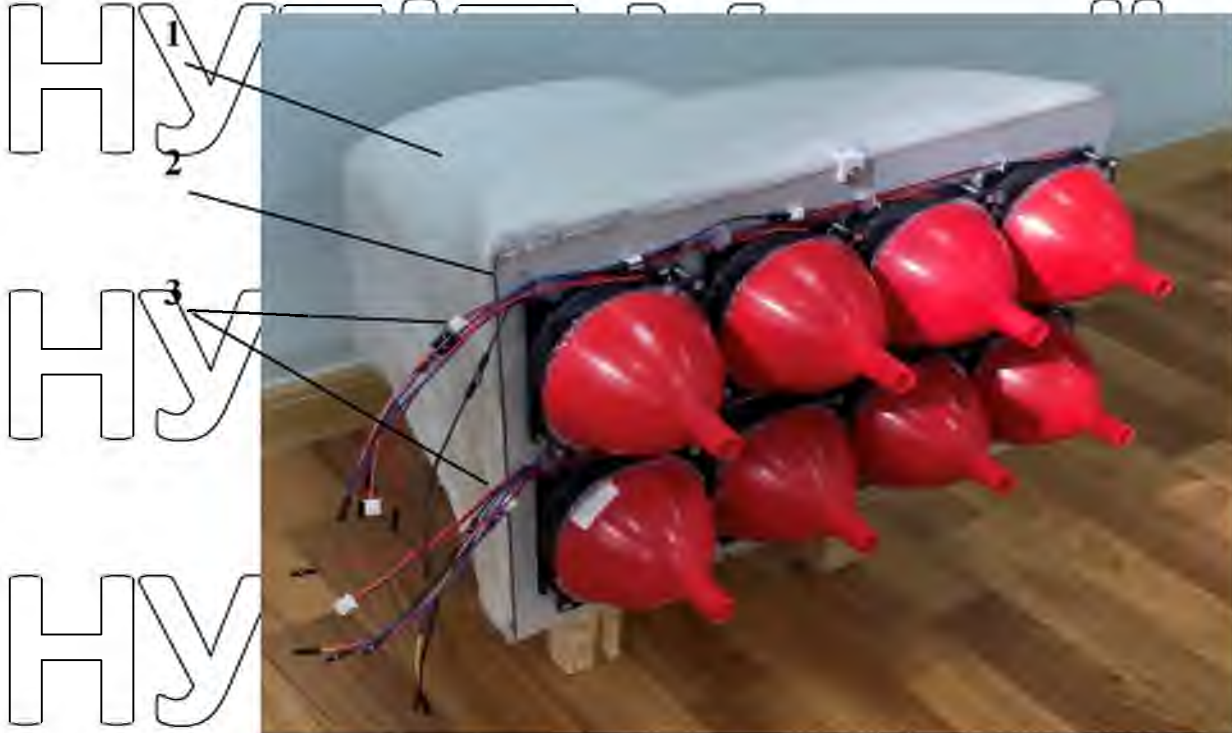


Рис. 3.1.2. Обладнання для відкачування повітря з бджолиного гнізда

1 – герметизований корпус монітору; 2 – планка з вмонтованими вентиляторами (MX-8025 80x80x25мм) та побутовими дійками; 3 – дроти живлення.

Закріплені в такому положенні вентилятори, створили можливість відкачувати повітря з бджолиних гнізд та направлено спрямовувати його у побутовий осушувач повітря (Deze DY-6006RB) з продуктивністю вологовидалення 0,6 л/добу та максимальним повітрообміном 250 куб.м/год, який вмонтували на кінці телескопічного монітору.

Для автоматизації роботи обладнання по відкачуванню і конденсації повітря з бджолиного гнізда та отримання доступу до даних з датчиків, придбали плату контролю (Arduino UNO WiFi rev 2) з новим 8-бітовим мікроконтролером від Microchip і вбудованим IMU (Inertial Measurement Unit).

Завданням нашої розробки, було створити обладнання завдяки роботі якого, ми б у реальному часі могли б отримувати показники з датчиків температури, вологості та звуку і змінювати часові проміжки забору повітря з

бджолиних гнізд. Для виконання поставленої мети розробили на персональному комп'ютері програмне забезпечення та завантажили його на

плату контролю. Для передачі інформації з датчиків, під'єднали плату контролю до Wi-Fi мережі кафедри оджильництва. Це дозволило нам отримувати дані з датчиків в режимі реального часу які потрапляли на сервер,

створене нами активне посилання дозволило відобразити параметри датчиків

у вигляді таблиці:

ID	Время	Воздух	Период,мин	Длительн	Темп.1,С	Темп.2,С	Темп.3,С	Темп.4,С	Темп.5,С	Темп.6,С	Темп.7,С	Темп.8,С	Влага.1	Влага.2	Влага.3	Влага.4	Влага.5	Влага.6	Влага.7	Влага.8	Звук.1	Звук.2	Звук.3	Звук.4
141065	2022-06-17 22:46:00.085623	0	15	5	28.4	28.0	27.0	28.0	27.2	26.6	28.1	27.6	75.1	56.5	76.7	68.6	86.5	74.5	48.4	83.6	212	184	288	353
141064	2022-06-17 22:45:26.894006	0	15	5	28.4	28.0	27.1	28.1	27.2	26.6	28.0	27.6	75.1	56.8	76.7	69.7	87.4	74.6	46.1	78.7	227	256	257	364
141063	2022-06-17 22:44:56.804678	0	15	5	28.3	28.0	27.0	28.0	27.2	26.6	28.1	27.6	74.8	57.2	76.6	65.6	87.2	74.6	45.6	82.1	278	226	347	391
141062	2022-06-17 22:44:26.738557	0	15	5	28.3	28.0	27.1	28.0	27.2	26.6	28.1	27.6	74.8	57.4	76.7	71.7	87.1	74.5	46.0	79.8	354	198	371	486
141061	2022-06-17 22:43:56.669452	0	15	5	28.3	27.9	27.1	28.0	27.2	26.6	28.1	27.6	74.8	57.6	76.8	77.2	87.2	74.5	45.9	82.0	902	211	251	423
141060	2022-06-17 22:43:26.600304	0	15	5	28.3	27.9	27.1	28.0	27.2	26.6	28.0	27.6	74.7	57.8	76.9	80.7	87.3	74.5	46.8	80.0	225	198	275	368
141059	2022-06-17 22:42:56.531080	0	15	5	28.3	27.9	27.1	28.0	27.2	26.6	27.9	27.5	74.4	57.5	76.7	79.7	86.7	74.5	47.5	75.7	186	204	291	362
141058	2022-06-17 22:42:26.464801	0	15	5	28.3	27.9	27.1	27.9	27.1	26.6	28.0	27.5	74.1	56.7	76.7	77.9	86.8	74.5	47.6	74.2	191	201	253	375
141057	2022-06-17 22:41:56.393733	0	15	5	28.3	27.9	27.2	27.9	27.1	26.6	27.9	27.5	73.7	56.1	76.8	69.1	86.6	74.5	49.1	77.0	213	234	247	369
141056	2022-06-17 22:41:26.332328	0	15	5	28.3	27.9	27.1	27.9	27.2	26.6	27.9	27.5	73.6	54.4	76.7	68.7	86.7	74.6	47.2	76.7	180	178	274	398
141055	2022-06-17 22:40:56.260922	0	15	5	28.2	27.9	27.1	27.8	27.1	26.6	28.0	27.5	73.7	54.5	76.7	71.1	86.9	74.6	46.6	76.3	277	244	306	416
141054	2022-06-17 22:40:26.192766	1	15	5	28.3	27.9	27.1	27.8	27.1	26.6	28.0	27.5	74.1	55.2	76.7	71.7	87.2	74.7	47.4	79.2	457	133	442	513

Рис. 3.1.3. Показники датчиків температури, вологості та звуку

Функціонал плати забезпечував зміну в онлайн режимі часових проміжків відкачування повітря з бджолиного гнізда. Для завантаження заданих параметрів на плату, використали розроблені нами активні посилання.

В кінці яких вписували задані часові проміжки роботи вентиляторів, перезапускали сервер та отримували задані параметри роботи обладнання

[134.209.90.29/monitoring/period/15](http://134.209.90.29/monitoring/period/15)

[134.209.90.29/monitoring/duration/5](http://134.209.90.29/monitoring/duration/5)

Рис. 3.1.4. Активні посилання для встановлення часових проміжків роботи обладнання

“Period” в активному посиланні визначає загальний проміжок часу виконання алгоритму, після закінчення якого, алгоритм починається знову.

“Duration”, визначає час роботи кулерів та побутового осушувача повітря в періоді. Тобто, в кінці посилання “period” встановлюємо часовий проміжок 15 хвилин, потім вписуємо в кінці посилання “duration” 5 хвилин, з цього отримуємо, що кулера та осушувач повітря працює в активному циклі 5 хвилин а потім 10 хвилин обладнання перебуває у стані спокою і цикл по закінченню періоду розпочинається знову.

Розроблене нами обладнання та програмне забезпечення плати, потребувало попередньої перевірки. Тому, перед тим як розпочинати вмонтовувати обладнання на стаціонарне місце в апібудинку, попередньо його апробували. Переконавшись, в коректному відображенні показників датчиків у вигляді таблиці за активним посиланням та запуску обладнання для відкачування повітря з бджолиних гнізд у встановлені часові проміжки, розпочали роботи по його вмонтуванню.

На гнізда бджолиних сімей встановили попередньо підготовлені потолочини з вмонтованими датчиками температури, вологості та звуку і побутовими лійками (див. рис. 3.1.1.). Утворені щілини між потолочинами та корпусами вуликів герметизували спіненим поліетиленом для уникнення потенційних втрат біологічно-активних сполук з повітря бджолиних гнізд.

Оскільки, апібудинок мав обмежений простір, тому для зручності контрольних оглядів бджолиних сімей та доступу до плати контролю і обладнання, розташували установку для відкачування та конденсації повітря у кінці апібудинку (рис. 3.1.7.). Для під'єднання плати з датчиками використали попередньо зпаєні дроти живлення з перехідниками (тато-мама).

Для з'єднання побутових ліжок вмонтованих на потолочинах та вентиляторів для відкачування повітря використали силіконові трубки діаметром 10 мм. Попередніми дослідженнями роботи обладнання встановлено, що у системі силіконових трубок під час відкачування повітря утворювався конденсат. Обумовлено це тим, що під час активного періоду життєдіяльності бджіл, у гнізді підтримується температурний режим на рівні +33-35 °C та відносна вологість 40-88 %. Оскільки, тепле та вологе повітря,

відкачується через силіконові трубки які розташовані поза бджолиним гніздом, через різницю температур повітря та стінок трубок утворювався конденсат, який необхідно було періодично зливати, щоб не виникало перешкод для проходження повітря до осушувача повітря. Одним із апробованих нами методів по вирішенню цієї проблеми, було утеплення силіконових трубок вспіненим поліетиленом товщиною 10 мм.



Рис. 3.1.5. Експериментальна установка №1 для відкачування повітря з бджолиних гнізд в апібудинку

1 – під'єднані силіконові трубки до поточин та обладнання для конденсації повітря; 2 – вмонтовані поточини на бджолині гнізда; 3 – плата контролю з під'єднаними дротами живлення до датчиків та вентиляторів; 4 – обладнання для конденсації повітря; 5 – підключені терех дники (мама-гато) до датчиків.

Озираючись на вищесписане, для кращого розуміння функціонування установки, описали алгоритм її роботи.

1) Плата контролю на яку завантажили програмне забезпечення, обумовлює функціонування вентиляторів, побутового осушувача

повітря та за допомогою Wi-Fi з'єднання передає показники датчиків на сервер які відображаються у вигляді таблиці;

2) У встановлені нами часові проміжки, плата подає живлення на вентилятори та побутовий осушувач повітря, обладнання перебуває в активній фазі роботи;

3) Вентилятори в активній фазі відкачують повітря з бджолиних гнізд та спрямовують його через систему силіконових трубок напрямленим потоком у телескопічний монітор, на кінці якого встановлений побутовий осушувач повітря;

4) Тепле та вологе повітря потрапляє в побутовий осушувач, в якому вмонтовано елемент Пельтьє між двома радіаторами охолодження на стінках яких утворюється конденсат, який накопичується у резервуарі.

Під час функціонування установки, на кафедрі бджільництва, було одержано конденсат в періоди цвітіння акації білої, липи широколистої та у беззяточний період. Відповідно до мети дослідження, нами було прийняте рішення продовжити роботи по отриманню конденсату протягом цвітіння соняшнику в умовах кочівлі на базі "Великоснітинківського навчально-дослідного господарства ім. О.В. Музиченка".

У ході проведення дослідження впливу роботи обладнання на життєдіяльність бджолиної сім'ї на попередній установці нами було виявлено, що під час спекотних літніх днів, на поточинах у місцях прилягання герметизуючого матеріалу до корпусів вуликів, бджоли активно прогризли його.

На нашу думку, це засвідчило, що у гнізді недостатній рівень вентиляції, тому для покращення повітрообміну виготовили поточини з шістьма отворами на кожній, закріпивши побутові лійки до них (рис. 3.1.6.).

Визначили, що висота від корпусу до даху вулика не дозволяла розмістити поточини з лійками, тому виготовили 8 додаткових піддашників з отворами під головні патрубки та розмістили їх над стаціонарними піддашниками (рис.

3.1.7.). Водночас, наявність додаткового піддашника дозволила зменшити кут нахилу силіконових трубок прикріплених до головного патрубку для уникнення утворення конденсату.



Рис. 3.1.6. Потолочина з вмонтованими лійками та під'єднаними силіконовими трубками до головного патрубку

1 – додатковий піддашник з отвором для головного патрубку; 2 – додаткові силіконові трубки; 3 – головний патрубок; 4 – потолочина з вмонтованими лійками

Концепція одержання продукту в умовах кочівлі базується на роботі попереднього обладнання з незначними вдосконаленнями, яке використовували на кафедрі конярства і бджільництва. Проте, через відсутність на точку мережі Wi-Fi не можливо було б відслідковувати параметри датчиків. Тому, прийняли рішення відмовитися від встановлення датчиків і використати плату контролю ATtiny85 (microUSB від Digispark) для запуску вентиляторів у визначені часові проміжки без Wi-Fi модуля.

Для виділення біологічно-активних сполук з повітря бджолиного гнізда використали попереднє обладнання (див. рис. 3.1.2.), замінивши лійки та збільшили отвори у них для кращого прилягання головного патрубку по якому поступало повітря у систему конденсації. Оскільки обладнання

потребувало захисту від атмосферних опадів, виготовили конструкцію з дахом, в якій розмістили установку для відкачування та конденсації повітря.

Для дослідження обрали 8 бджолиних сімей за принципом аналогів, встановили паралельно одне одному в ряд по 4 вулики. До вуликів де знаходилися бджолині сім'ї підвели головні патрубки до яких під'єднали додаткові силіконові трубки (рис. 3.1.6.). Встановили над гніздами бджолиних сімей виготовлені потолочини з вмонтованими захисними сітками та побутовими лійками, які слугували забірниками повітря та під'єднали до них силіконові трубки (див. рис. 3.1.6.). Головні патрубки під'єднали до планки з вмонтованими вентиляторами та побутовими лійками, на іншому кінці з'єднали його з шістьма додатковими силіконовими трубками та герметизували утворені отвори термоліпкою, потім під'єднали до закріплених лійок на потолочині додаткові силіконові трубки (див. рис. 3.1.6.).



Рис. 3.1.7. Експериментальна установка № 2 для відкачування повітря з бджолиних гнізд в умовах кочівлі

1 – головні патрубки; 2 – додаткові піддашки; 3 – вулики з бджолиними сім'ями; 4 – конструкція для захисту обладнання від атмосферних опадів; 5 – обладнання для відкачування та конденсації повітря бджолиного гнізда

Узагальнюючи результати проведеної роботи по вдосконаленню обладнання можна дійти висновків. Нами було експериментально встановлено, що використання по одному вентилятору на бджолину сім'ю, створює рівномірне відкачування повітря з гнізд сімей, яке по системі трубок направленим потоком спрямовується в осушувач повітря. Необхідність використання вентиляторів малої потужності та розміщення їх поза вуликами з бджолиними сім'ями обумовлено біологічними особливостями бджіл. Оскільки, додатковий шум створюваний роботою обладнання та надмірне вентилювання гнізда може негативно вплинути на розвиток сім'ї у весняно-літній період та зменшити концентрацію біологічно-активних сполук у повітрі.

Розроблене обладнання та програмне забезпечення плати дозволило нам отримувати дані з датчиків які були вмонтовані на поточини та безпосередньо перебували у бджолиному гнізді, аналізувати їхні показники у реальному часі та накопичувати на сервері для подальшої біометричної обробки. Для зручності зміни часових проміжків відкачування повітря з бджолиного гнізда та подальшого конденсування, створили активні посилання (див. рис. 3.1.5.). Це дозволило нам, окрім одержання конденсату у встановлених на нашу думку оптимальних часових періодах, отримати продукт і в збільшених часових проміжках роботи обладнання. Оскільки, потенційно, отриманий конденсат у різні інтервали відкачування повітря може відрізнятися за своїм біохімічним складом та концентрацією сполук.

На підставі проведених досліджень роботи установки № 1 по відкачуванню та конденсації повітря нами були виявлені конструкторські недоліки обладнання. Оскільки, при виготовленні поточин з одним вентиляційним отвором не було враховано те, що у сучасних вуликів вентиляційні канали розміщені по всьому периметру піддашнику, що забезпечують належний повітрообмін у бджолиному гнізді, то у нашому випадку, вентиляція відбувалася лише через один отвір який розташовувався над центральною частиною бджолиного гнізда, що унеможливило

підтриманню повітрообміну на належному рівні. Тому, для вирішення цієї проблеми, нами було виготовлено потолочини зі шістьма отворами, які в подальшому використали при роботі установки № 2 в умовах кочівлі.

Окрім цього, розташування установки в обмеженому просторі всередині апібудинка створювала труднощі при контрольних оглядах бджолиних сімей та відбору конденсату з резервуару осушувача повітря.

Враховавши недоліки попереднього обладнання при виготовленні установки № 2, в кінцевому результаті одержали безперешкодний доступ для

контрольних оглядів бджолиних сімей розташувавши вулики з сім'ями по 4 в

ряд паралельно, та встановивши їх на незначній відстані один від одного. До того ж, розташувавши обладнання для конденсування всередину виготовленої конструкції, яка перебувала поза бджолиними гніздами, отримали можливість

обслуговувати установку та зручно відбирати конденсат з осушувача повітря.

Тому, для продовження досліджень по вдосконаленню обладнання та виділенню шляхом конденсування біологічно-активних сполук з повітря бджолиного гнізда, доцільно використовувати апробовану нами експериментальну установку № 2. Оскільки, даний спосіб розміщення

бджолиних сімей та обладнання є найбільш сприятливим з технічної точки

зору, адже обладнання перебуває у доступності поза бджолиними гніздами, що дозволяє безперешкодно обслуговувати його, та з комфортом виконувати технологічні прийоми по утриманню бджолиних сімей.

### **3.2. Визначення часових проміжків відбору повітря з бджолиних гнізд**

Загальновідомо, що для нормального розвитку бджолиної сім'ї у гнізді підтримуються оптимальні температурні параметри, режиму вологості та повітрообміну. Сукупно, ці фактори створюють у бджолиному гнізді оптимальні умови мікроклімату для розвитку різновікового розплоду та функціональної діяльності бджіл.

Оскільки, виділення нами біологічно-активних сполук з повітря методом конденсації базувалося головним чином на повітрообміні бджолиного гнізда, перед нами постала низка актуальних теоретичних та практичних питань які потребували обґрунтування визначенню оптимальних на нашу думку часових проміжків відбору повітря з бджолиних гнізд.

Дослідженнями Ф.С. Батгалова повітрообміну бджолиних гнізд встановлено, що під час активного періоду життєдіяльності бджіл, швидкість потоку повітря яка проходила через гнізда в період головного медозбору становила від 0,8 до 2м в секунду. Підрахунками показано, що в цих випадках

бджоли видаляли з гнізда від 7,2 до 18,0 м<sup>3</sup> повітря за годину. Встановлено, що повітрообмін у бджолиному гнізді відбувається постійно, разом з яким видаляються біологічно-активні сполуки від переробки та виробництва продукції бджолами які зосереджуються у повітрі гнізда.

Врахувавши вищеописане, розпочали розрахунок оптимальних часових проміжків відкачування повітря. Для відкачування повітря з бджолиних гнізд обрали вентилятори з силою повітряного потоку 32,5 CFM (неметрична одиниця швидкості переміщення повітряного потоку, що використовується зазвичай для вимірювання об'ємних витрат рідин і газів). Відомо, що 1 CFM

становить 0,03 кубічних метри в хвилину (м<sup>3</sup>/хв). Підраховали, що один вентилятор при 2800 об/хв перекачує 0,975 м<sup>3</sup>/хв повітря, відповідно, за годину цей показник становить 58,5 м<sup>3</sup>/год повітря. Встановили, що визначений об'єм перекачуваного повітря вентиляторами, суттєво перевищував природні показники повітрообміну у бджолиному гнізді.

Вентилятори зі збільшеною швидкістю переміщення повітряного потоку яка становить 58,5 м<sup>3</sup>/год, обрали навмисне. Оскільки, нами був запропонований метод відбору повітря який передбачав два цикли – активний та стан спокою. Концепція методу полягала в наступному – під час активного

циклу, протягом незначного проміжку часу вентилятори відкачують насичене біологічно-активними сполуками повітря з бджолиних гнізд та спрямовують його через систему силіконових патрубків в побутовий осушувач повітря в

якому воно конденсується. У стані спокою, обладнання не працює, відповідно не відбувається повітрообмін у гнізді, тому потенційно в повітрі значно збільшується концентрація біологічно-активних сполук, які ми виділяли в активний цикл.

Відкачування повітря за такої схеми здійснювали впродовж 10 днів у періоди цвітіння акації білої, липи широколистої, соняшника та у беззвітний період. Цикл роботи обладнання становив 15 хвилин, вентилятори відкачували повітря 5 хвилин та 10 хвилин перебували у стані спокою, після завершення циклу він розпочинався знову. В сумі за одну годину обладнання відкачувало повітря протягом 20 хвилин, а 40 хвилин перебувало у паузі.

Загалом вважаємо, що запропонований нами спосіб відбору повітря з бджолиного гнізда не є досконалим. Оскільки, на даному етапі досліджень неможливо стверджувати який проміжок часу відбору повітря забезпечить належне вентиляцію гнізда та концентрацію в кінцевому продукті біологічно-активних речовин. Для визначення цих взаємопов'язаних чинників необхідно виконати ряд досліджень по вентиляції бджолиних гнізд, часових проміжків відбору повітря, впливу на розвиток та продуктивність бджолиних сімей в умовах обмеженого вентиляції.

### **3.3. Продуктивність бджолиних сімей та залежність від погодних умов при утворенні конденсату.**

Для визначення продуктивності бджолиних сімей по утворенню конденсату через кожні 2 доби у періоди цвітіння акації білої липи широколистої, соняшника та у беззвітний період, протягом 10 діб мірним циліндром на 100 мл з ціною поділки 5 (ГОСТ 1771-74) визначали кількість одержаного конденсату, отримані дані вносили до облікового журналу дослідів. Також фіксували середньодобові показники температури, вологості та кількість опадів у районі проведення досліджень, дані стримували з офіційної сторінки [Українського гідрометеорологічного центру](#).

За результатами відбору конденсату та біометричної обробки даних одержано такі результати (табл. 3.3.1.)

Таблиця 3.3.1.

Кількість одержаного конденсату у розрахунку на 1 бджолину сім'ю за різних умов медозбору та у безвзяточний період, n=5

Показник	Отримано конденсату повітря за 10 днів, мл			
	у період цвітіння акації білої	у період цвітіння липи широколистої	у безвзяточний період	У період цвітіння соняшнику
M±m	98,44±20,635	46,30±54,047	23,60±16,243	54,00±12,960
Lim	74–121	26–88	18–28	46–63
$\sigma$	20,313	25,024	3,833	6,998
Cv, %	10,157	12,512	1,917	3,499

На підставі одержаних результатів біометричної обробки, встановили, що Lim, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіювання продуктивності сімей відносно утворенню конденсату мають значні коливання, що вказує на вплив комплексу факторів на цей показник.

Нами встановлено, що продуктивність бджолиних сімей по накопиченню конденсату у ємності осушувача повітря, залежить значною мірою від погодних умов та наявності поруч з місцем виконання досліду медоносних рослин. Так, найменшу кількість конденсату було одержано під час безвзяточного періоду – 23,60 мл у розрахунку на 1 бджолину сім'ю впродовж 10 днів. Така низька продуктивність в цей період на нашу думку, пов'язана з сукупністю факторів – відсутністю взятку у природі та висока середньодобова температура, низька відносна вологість атмосферного повітря та мінімальна кількість опадів (рис. 3.3.2.).

Навпаки, коли бджолині сім'ї інтенсивно працювали над заготівлею кормів під час квітання акації білої, липи широколистої та соняшнику, кількість одержаного конденсату суттєво зросла – на 316,96 і на 128 %. Ми припускаємо, що на збільшення кількості одержаного конденсату вплинув ряд факторів. Наприклад, в кінці третьої декади травня та на початку першої декади червня під час інтенсивного цвітіння акації білої, бджолині сім'ї в апібудинку займали 14-16 вуликів, а інтенсивність заготівлі нектару коливалася від 0,5-1,5 кг за добу.

Також варто зазначити те, що довкола місця виконання досліду в безпосередній близькості ростуть лісові насадження акації білої, з якої протягом 01.06.22-06.06.22 одержали найбільшу кількість конденсату у порівнянні з іншими періодами (рис. 3.3.1-3.3.4.). Окрім цього фактору, на графіку (рис. 3.3.1.) продемонстровано взаємозалежність між середньодобовими погодними умовами у місці проведення дослідження та кількості одержаного конденсату з акації білої.

Однак, стверджувати, що саме близьке розташування акації білої поблизу виконання досліду, вплинуло на збільшення одержаного конденсату від бджолиних сімей ми не зможемо, оскільки цих досліджень не проводили.

Теж саме стосується впливу кількості принесеного нектару до гнізд сімей на збільшення вологості повітря у вуликах. Проте, ймовірно, що саме поєднання

кількості принесеного бджолами нектару та сприятливих погодних умов найбільш суттєво впливають на зростання відносної вологості повітря у гнізді, відповідно це позначається на інтенсивності накопичення конденсату в ємності осушувача повітря.

Окрім вищеописаних факторів, атмосферні опади у місцях виконання досліджень також вплинули на кількість одержаного конденсату (див. рис. 3.3.1.-3.3.4.). На нашу думку, обумовлено це тим, що зі збільшенням кількості атмосферних опадів (мм), підвищуються показники середньодобової відносної вологості повітря (%), а середньодобова температура (°C) знижується.

Насичене водяними парами повітря, потрапляючи до гнізд бджолиних сімей, значною мірою підвищує його показник відносної вологості. Так, аналізуючи дані з графіків (див. рис. 3.3.1.-3.3.4.) можна простежити, як кількість атмосферних опадів (мм) впливає на кількість одержаного конденсату від бджолиних сімей.

Варто зазначити, що під час цвітіння липи широколистої з 18.06.22. по 19.06.22. (рис. 3.3.2.) випала значна кількість атмосферних опадів у порівнянні з іншими періодами відбору зразків – 8 мм. Порівнюючи у відсотковому співвідношенні кількість одержаного конденсату протягом 18.06.22. по 19.06.22. з періодом відбору зразків 16.06.22.-17.06.22., маємо наступні результати – зростання кількості конденсату на 91,7%. А у наступному періоді відбору зразків – 20.06.22.-21.06.22. у порівнянні з попереднім періодом, показники зменшилися на 58,2%.

Дані з графіку (див. рис. 3.3.2.) засвідчують, що зі значним збільшенням атмосферних опадів, відбувається інтенсивне накопичення конденсату у ємності осушувача повітря. Проте, аналізуючи графіки періодів відбору зразків (див. рис. 3.3.1.-3.3.4.), прослідковується наступна закономірність – при незначній кількості атмосферних опадів, кількість одержаного конденсату майже не збільшується у середньому цей показник коливається на рівні 1,2-3,6% у порівнянні з періодами відбору без атмосферних опадів.

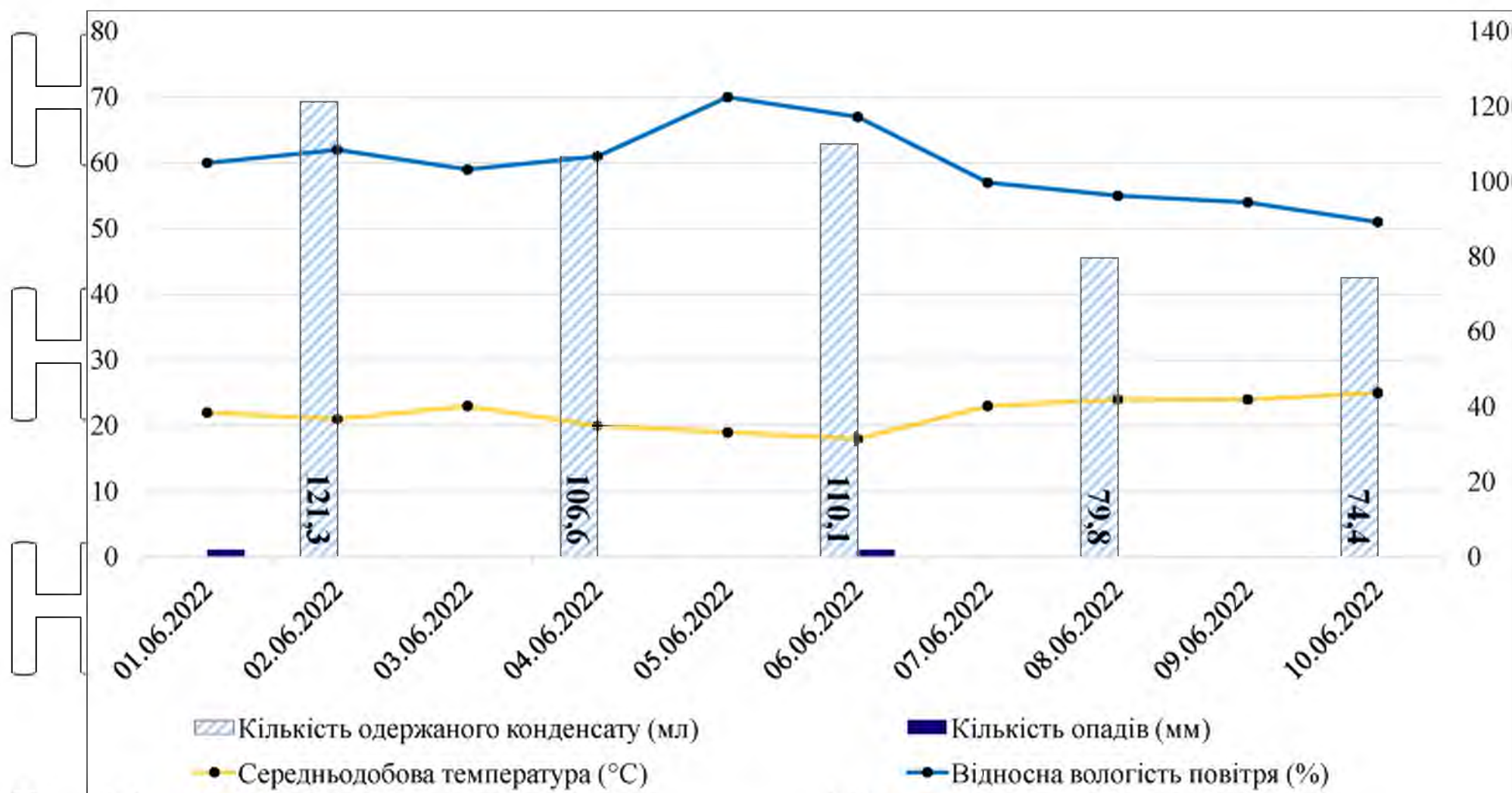


Рис. 3.3.1. Взаємозалежність між продуктивністю бджолиних сімей по утворенню конденсату (мл) та погодними умовами під час цвітіння акації білої

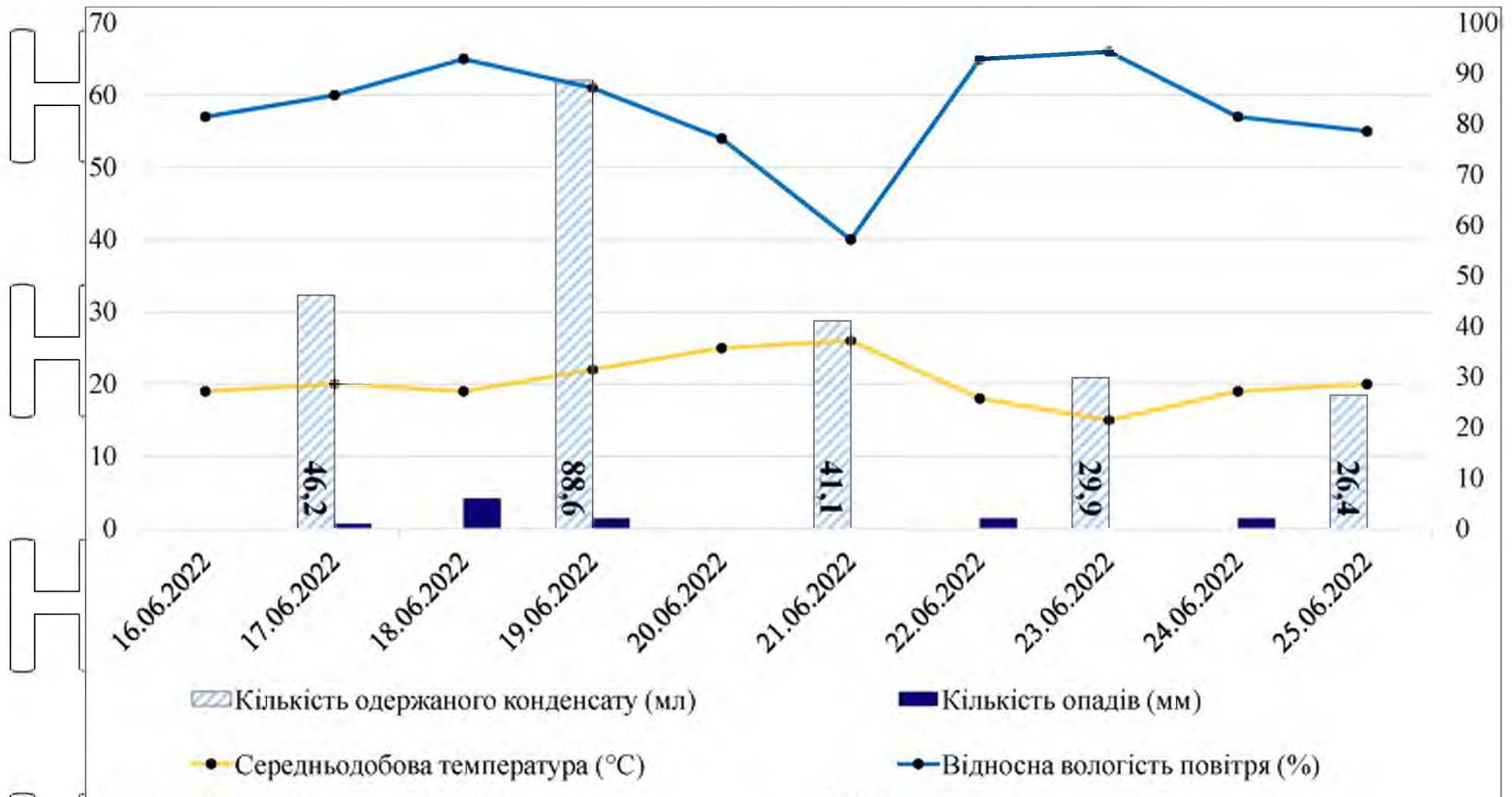
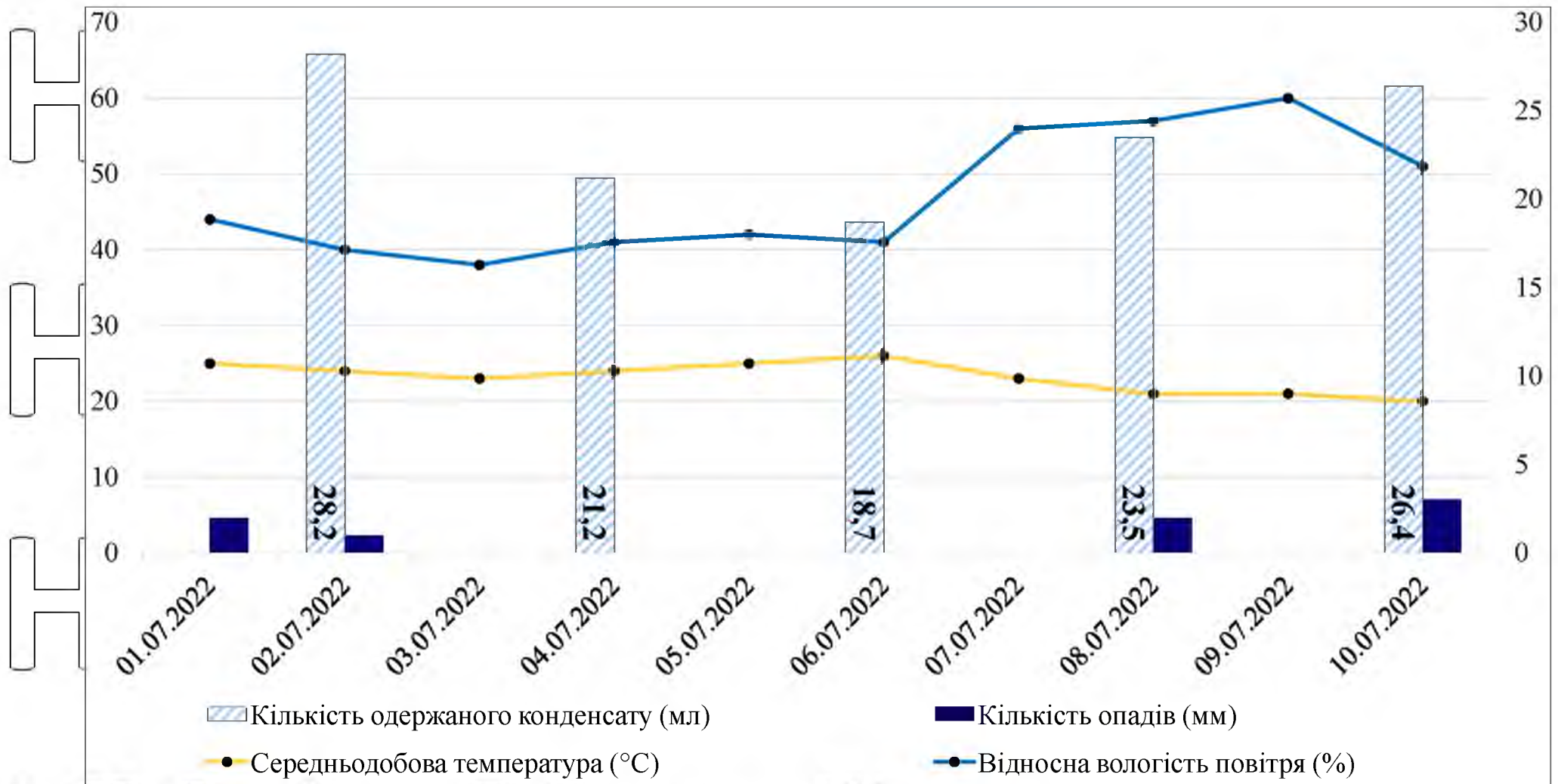


Рис. 3.3.3. Взаємозалежність між продуктивністю бджолиних сімей по утворенню конденсату (мл) та погодними умовами під час цвітіння липи широколистої



НУБІП України

Рис. 3.3.3. Взаємозалежність між продуктивністю бджолиних сімей по утворенню конденсату (мл) та погодними умовами під час безвзяточного періоду

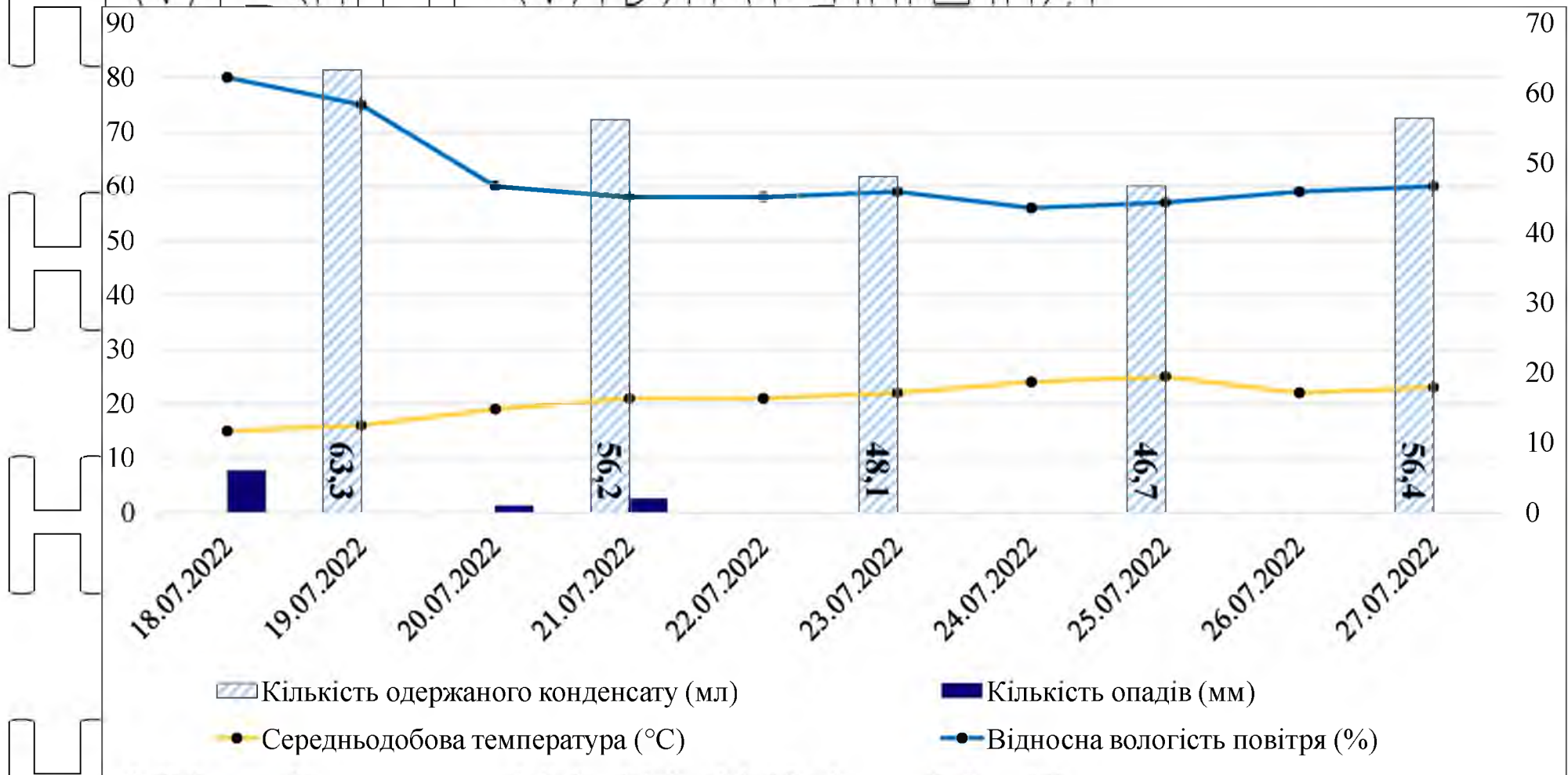


Рис. 3.3.4. Взаємозалежність між продуктивністю бджолиних сімей по утворенню конденсату (мл) та погодними умовами під час цвітіння соняшнику

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Окрім вищеписаних чинників, припускаємо, що на збільшення кількості конденсату в ємності осушувача повітря, також впливає і стан бджолиних сімей. Загальновідомо, що сильні сім'ї найкраще використовують потенціал по заготівлі вуглеводних кормів під час інтенсивного цвітіння медоносних рослин. Значне нагромадження нектару у бджолиному гнізді, суттєво підвищує його відносну вологість, яка в кінцевому результаті може впливати на кількість одержаного конденсату.

Загалом вважаємо, що на продуктивність бджолиних сімей по утворенню конденсату, впливають сукупність взаємопов'язаних факторів.

Помірні середньодобові показники температури та відносної вологості повітря, які сприяють інтенсивному виділенню нектару під час квітування медоносних рослин, сильні бджолині сім'ї, які здатні ефективно використати потенціал по заготівлі нектару. Припускаємо, що саме ці фактори на даному етапі досліджень технології одержання конденсату з повітря бджолиного гнізда істотно впливають на кількість одержаного продукту.

#### **3.4. Біохімічний аналіз складу конденсату з повітря бджолиного гнізда одержаного під час цвітіння акації білої методом обернено-фазової високоєфективної рідинної хроматографії**

За результатами попередніх досліджень біохімічного складу конденсату повітря бджолиного гнізда спектральним аналізом встановлено, що в зразках конденсату бджолиного гнізда у межах 200-300 нм є органічні речовини. На інших ділянках спектру (від 300 до 800 нм) органічних речовин не виявлено. Наявність у спектрі поглинання максимуму за 210 нм може вказувати на наявність у структурі сполуки (C=O) карбонільної групи, яка співпадає з інтенсивною полосою ( $\pi \rightarrow \pi^*$  перехід) ароматичної системи. Поглинання за 250 та 325 нм можна віднести до ароматичної системи із заміниками.

Оскільки на даному етапі досліджень, ми не маємо фінансової можливості виконати комплексний біохімічний аналіз одержаного конденсату під час цвітіння медоносних рослин та безвзяточного періоду та порівняти його, тому вирішили продовжити роботи по ідентифікації органічних речовин за допомогою автоматичного чотирьох каналного рідинного хроматографу Agilent 1100 з діодно-матричним детектором на колонці Zorbax Eclipse XDB-C18 4,6x150 мм з діаметром зерна 5 мкм, порожнина якого була заповнена кульками модифікованого силікагелю (пористого SiO<sub>2</sub>, на внутрішній поверхні пор привиті «хвости» C18). Аналіз та визначення класів органічних

речовин проводили на базі інституту фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАНУ.

Хроматограми реєстрували при довжині хвиль 206, 254 та 300 нм.

Віднесення піків до конкретних речовин має приблизний характер і було проведено базуючись на УФ-від спектрах, часі утримання та літературних даних.

На рис. 3.4.1 наведено хроматограму конденсату повітря бджолиного гнізда отриманого протягом цвітіння акації білої. В табл. 3.4.1. наведено перелік аббревіатур, що було використано для позначення різних типів

органічних речовин. Необхідно підкреслити, що віднесення піку хроматограми до речовини певного типу базуючись на УФ-від спектрах піків, не є остаточним.

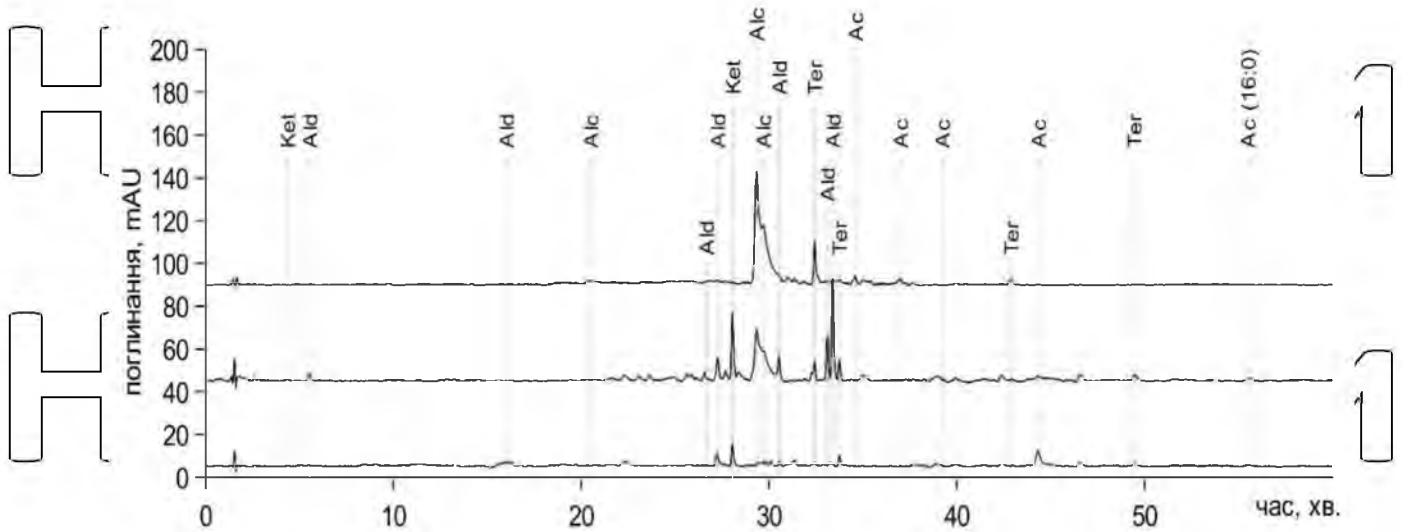


Рис. 3.4.1. Хроматограма зразку конденсату повітря бджолиного гнізда

одержаного під час цвітіння акації білої

Таблиця 3.4.1.

Перелік класів речовин, що були виявлені при аналізі хроматограми

конденсату з повітря бджолиного гнізда під час цвітіння акації білої, та їх вмісту:

№	Позначення	Клас речовин	Приблизний вміст, %
1	Ac	Карбонові кислоти	38
2	Alc	Спирти	10
3	Ald	Альдегіди	15
4	Ket	Кетони	14
5	Ter	Терпеноїди	23

За результатами досліджень встановили, що концентрація речовин у досліджуваному зразку виявилися за великим рахунком заниженими для нормального аналізу методом ОБ-ВЕРХ з УФ-від детектором, тому вирішили не виконувати дослідження решти зразків цим методом.

Відповідно до способу отримання, досліджені речовини належать до водорозчинної групи хімічних сполук. Ймовірно, що в повітрі бджолиного гнізда є і велика кількість неводорозчинних сполук. Зрозуміло, що

дослідження біохімічного складу бджолиного гнізда необхідно продовжувати, те саме стосується і технології отримання продукту. Нині існує необхідність дослідження не лише хімічної складової конденсату, але й фізичних його властивостей тощо.

# НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 4

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

В процесі еволюції, медоносні бджоли та продукція їх життєдіяльності стали невід'ємною частиною життя подства. У біоценозі живої природи медоносні бджоли своєю діяльністю сприяють відтворенню ентомофауни, а також виробляють низку цінної продукції, яку людина використовує у багатьох галузях. Нині медоносні бджоли дають можливість отримувати різноманітні види продукції їх життєдіяльності: мед, віск, прополіс, обніжжя, пергу, апітоксин, маточне молочко, гомогенат трутневих личинок, воскову міль, підмор – ці продукти відрізняються біохімічним складом залежно від періоду сезону, видового складу рослин, погодних умов тощо. Сукупно всі ці продукти життєдіяльності мають летючі сполуки, які потрапляють до повітря гнізда бджіл.

Відомо, що повітря бджолиного гнізда створює позитивний вплив на організм людини. За останні десятиліття, набуло поширення використання апітерапевтичних будиночків в оздоровчих цілях. Проте, застосування такого методу оздоровлення потребує наукового обґрунтування та клінічних досліджень. Окрім цього, застосування такого методу обмежено сезонністю,

# НУБІП України

тобто, весняно-літнім періодом. Також необхідно мати інформацію щодо біохімічного складу повітря, впливу тих чи інших його сполук на організм людини, ефективність їх дії на збудника хвороби, процеси відновлення функцій органу тощо.

Співробітниками НУБіП України на чолі з доктором с.-г. наук, професором, Броварським В.Д. у 2013 році було отримано новий продукт бджільництва – конденсат повітря з бджолиного гнізда. Дослідження конденсату бджолиного гнізда це порівняно новий напрям у бджільництві. В сучасних вітчизняних та іноземних літературних джерелах, інформація щодо розробки способів його виділення, дослідження сполук у продукті, комплексного біохімічного складу, науковці фактично майже не проводили. Тому, поглиблення знань із цих питань мають важливе теоретичне і практичне значення. Попередні дослідження його біохімічного складу показали, що цей продукт потенційно матиме широке застосування в багатьох сферах – медицині, мікробіології, цитології та ін.

Окрім вищеописаного, на основі досліджень біохімічного складу конденсату можна визначати екологічний стан місцевості, відслідковувати забруднення території пестицидами та іншими шкідливими сполуками. Проте, під час виконання попередніх досліджень, існувала низка актуальних теоретичних питань, які потребували експериментального обґрунтування самої технології одержання конденсату, часових проміжків заробу повітря з бджолиних гнізд, впливу на бджолині сім'ї інтенсивного повітрообміну та біохімічного складу одержаного продукту.

На основі роботи попереднього обладнання, нами було розроблено та апробовано автоматизовані системи відбору повітря з бджолиного гнізда, які дозволяли нам у віддаленому режимі регулювати часові проміжки роботи обладнання, відслідковувати параметри датчиків температури, вологості та звуку які відображалися у вигляді таблиці на власному сервері.

У першому варіанті, обладнання розташовувалося в апібудинку на базі  
Голосіївської навчально-дослідної пасіки кафедри бджільництва. В ході  
проведення досліджень, виникли суттєві проблеми з вентиляванням  
бджолиних гнізд, контрольними оглядами бджолиних сімей, обслуговуванням  
обладнання та відбору конденсату з ємності осушувача повітря, оскільки для

подібних дослідів апібудиночок затісний. У другому варіанті роботи  
обладнання на базі "Великоснітинківського навчально-дослідного  
господарства ім. О.В. Музиченка" врахували вищеописані помилки –  
збільшили кількість отворів забору повітря в потолочинах з 1 до 6,

розташували вулики з бджолиними сім'ями в ряд по 4 шт для їх комфортного  
обслуговування, виготовили окрему конструкцію в якій перебувало  
обладнання для відкачування та конденсації повітря з бджолиних гнізд.

Апробація обладнання дала змогу попередньо встановити таке. У  
період відбору повітря, температура всередині розплідної частини гнізда  
знавала незначних коливань (у межах  $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$ ), що не створює загрози  
порушення життєдіяльності бджіл. Вологість всередині гнізда теж суттєво не  
знижувалася. Визначено, що за відбору повітря впродовж 5 хв відносна  
вологість у середньому зменшилася на 0,5 %, за 10 хв – 0,7 %, 15 хв – 1 %, а за  
30 хв – відповідно на 3 відсотки. Встановлено, що у гніздах сімей звуковий  
діапазон за відбору повітря не перевищує 600 Гц, тобто, цей процес не  
спричиняв негативного подразнення бджіл.

В кінцевому результаті роботи обладнання, одержали 4 зразки продукту  
– під час цвітіння акації білої, липи широколистої, сосяшнику та у  
беззяточний період.

Нами встановлено, що інтенсивність накопичення конденсату в ємності  
осушувача повітря суттєво відрізнялася за періодами цвітіння медоносних  
рослин. Найбільшу кількість конденсату отримали під час цвітіння акації білої  
– 98,4 мл у перерахунку на 1 бджолину сім'ю впродовж 10 днів. Така висока

продуктивність на нашу думку була пов'язана з тим, що поблизу проведення дослідження активно квітнула акація біла, протягом 10 діб були помірні погодні умови, які сприяли виділенню нектару, а бджолині сім'ї досягли свого максимального біологічного потенціалу, завдяки якому інтенсивно накопичували у гнізді нектар, показник коливалась від 0,5 до 2 кг за день.

Найменшу ж кількість конденсату було одержано протягом безвзяточного періоду – 23,6 мл у перерахунку на 1 бджолину сім'ю впродовж 10 днів. Ймовірно, така низька продуктивність обумовлена тим, що протягом всього циклу відбору проб середньодобові показники температури суттєво підвищилися, а відносна вологість повітря знизилася. Окрім цього, до бджолиного гнізда не надходили свіжопринесені вуглеводні корми, оскільки поблизу місця дослідження було відсутнє цвітіння медоносних рослин.

Що стосується досліджень біохімічного складу конденсату, то ми зіткнулися з певними проблемами. Нині сучасним і ефективним методом визначення хімічних речовин є газова або рідинна хроматографія. Виконавши дослідження методом обернено-фазової високоефективної рідинної хроматографії встановили класи речовин які перебували в конденсаті отриманого протягом цвітіння акації білої, проте самі речовини, які відносяться до цих класів, ідентифікувати не вдалося.

Окрім вищеписаного, НДІ України, які мають хроматографи, закупають стандарти лише на ті групи речовин, що досліджують, оскільки вони дуже дорогі. Програмне забезпечення хроматографа, співставляючи одержані піки зразків, ідентифікує лише ті речовини, стандарти яких є в базі даних ГК, інші просто подаються як невідомі. Аби мати більш повну картину хімічного складу продукту необхідно звертатися у 4-5 НДІ. У Європейських лабораторіях хроматографи можуть ідентифікувати набагато більшу кількість сполук і саме через більшу наявність стандартів. У зв'язку із зазначеними

проблемами у процесі досліджень біохімічного складу конденсату було ідентифіковано незначну кількість речовин.

Отже, теоретично обґрунтовано, розроблено та апробовано обладнання й спосіб одержання конденсату бджолиного гнізда, досліджено в ньому наявність незначної кількості хімічних сполук. Більшість з них належать до біологічно активних речовин, що ймовірно потрапляють у повітря із продуктів життєдіяльності бджолиної сім'ї. Удосконалення технології отримання конденсату повітря бджолиного гнізда і дослідження його хімічного складу та інших властивостей цього продукту необхідно продовжувати. Це слугуватиме матеріалом для удосконалення утримання бджіл, приверне увагу медиків, фармакологів, косметологів, екологів та вчених інших галузей до цього продукту.

Загалом вважаємо, що дослідження щодо технології отримання конденсату з повітря бджолиного гнізда необхідно продовжувати. Доцільно експериментально обґрунтувати вплив різних факторів на накопичення вологи у гнізді, дослідити відмінності біохімічного складу конденсату одержаного за умов того чи іншого медозбору, з'ясувати, який позитивний чи негативний ефект матиме примусова вентиляція на розвиток і продуктивність сімей.

## ВИСНОВКИ

1. Нами розроблено та апробовано автоматизоване обладнання по відкачуванню та конденсації повітря з бджолиного гнізда, здійснено аналіз методом обернено-фазової високоефективної рідинної хроматографії одержаного конденсату протягом цвітіння акації білої.
2. Завдяки платі контролю з WIFI-модулем на яку завантажили програмне забезпечення, отримали змогу віддалено контролювати роботу обладнання, відслідковувати та накопичувати на сервері показники з датчиків вмонтованих на стеліни, які розміщувалися над бджолиними гніздами вологості, температури та звуку в режимі реального часу.
3. Визначено, що наявність одного вентиляційного отвору в стелінах експериментальної установки № 1, над бджолиними гніздами, суттєво погіршує їх повітрообмін. При спостереженні за бджолиними сім'ями, в спекотні літні дні бджоли активно прогризали герметизуючий матеріал між стінкою вуликів та стелінами, зі зниженням температури, подібної поведінки з боку комах не було помічено. Для покращення повітрообміну, збільшили кількість отворів в стелінах з одного до шести.
4. Роботою експериментальної установки № 2 засвідчено, збільшення кількості отворів до шести на кожній стеліні, суттєво покращило повітрообмін бджолиного гнізда, спостерегаючи за поведінкою бджолиних сімей під час спекотних днів, цікавості з боку комах до герметизуючого матеріалу помічено не було.
5. Встановлено, що для продовження досліджень по вдосконаленню обладнання та виділенню шляхом конденсації біологічно-активних сполук з повітря бджолиного гнізда, доцільно використовувати апробовану нами експериментальну установку № 2.

6. Запропоновано циклічний метод відбору повітря з бджолиних гнізд.

Обладнання в циклі працювало 15 хвилин, вентилятори відкачували повітря 5 хвилин та 10 хвилин перебували у стані спокою, після завершення циклу він розпочинався знову. В сумі за одну годину обладнання відкачувало повітря протягом 20 хвилин, а 40 хвилин перебувало в стані паузи.

7. З'ясовано, що на продуктивність бджолиних сімей по утворенню конденсату впливають сукупність взаємопов'язаних факторів.

Помірні середньодобові показники температури та вологості повітря, впливають на інтенсивність виділення нектару під час квітучання медоносних рослин та сильні бджолині сім'ї, які здатні продуктивно використати потенціал по заготівлі нектару за нетривалий проміжок часу, саме ці фактори на нашу думку і впливають на кількість одержаного конденсату в ємності осушувача повітря.

8. За результатами визначення класів органічних речовин методом ОБ-ВЕРХ встановлено такі класи речовин, карбонові кислоти – 38 %, спирти – 10 %, альдегіди – 15 %, кетони – 14 %, терпеноїди – 23 %.

## ПРОПОЗИЦІЇ

НУБІП України

Зважаючи на отримані результати біохімічного складу конденсату повітря з бджолиного гнізда одержаного під час цвітіння акації білої методом обернено-фазової високоефективної рідинної хроматографії, рекомендуємо для подальшої ідентифікації сполук провести вилучення з конденсату органічних сполук (методами екстракції, сорбції на пористих полімерних сорбентах типу Тенах (Полісорб, ХАД). Провести препаративне вилучення сполук (препаративна хроматографія). Ідентифікацію провести методами ЛМР (протонній та на ядрах  $^{13}\text{C}$  спектри), І4С. Розробити кількісне визначення вмісту сполук.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеевко Ф.М., Бабич І.А., Дмитренко Л.І., Мегедь О.Г., Нестеровський В.А., Савченко Я.М. Виробнича енциклопедія бджільництва Київ, видавництво “Урожай” - 1961 - 517 с.
2. Астраускене А.Э. Что мы знаем о перге [Текст] / А.Э. Астраускене, К.В. Калдзяускене. //Пчеловодство. - 1990. - № 7. - С. 30-33
3. Белик Э. В. Большой современный справочник пчеловода. Донецк: ООО ПКФ "БАО", 2004. 544 с
4. Березовський В.Я. Продукти бджільництва в медицині [Текст] / В.Я. Березовський. // Бджільництво. - К.: Аграрна наука, 1998.- Вип. 23. - С. 27. – 1500 пр.
5. Бородачев А.В., Савушкина Л.Н. Сохранение и совершенствование генофонда медоносной пчелы. Пчеловодство. 2015. № 10. С. 15–17.
6. Брайнс Л.Н. Маточное молоко в свете вопросов биологии и медицины. Вестник Научно-исследовательского института пчеловодства. 1958. № 5. С. 50
7. Броварский В.Д. Идентификация органических компонентов воздуха пчелиного гнезда. Forumul national al apicultorilor cu participare internațională “Realizări și perspective în apicultură” dedicate aniversării a “100 ani de la nașterea distinsului savant Veaceslav Harnaj (1-2 decembrie 2017), Chișinău. Chișinău: S. n., 2017 (Tipogr. “Print-Caro”). – P.71–76.
8. Броварський В.Д., Брідза Ян, Отченанко В.В. Методика дослідної справи у бджільництві. К.: Видавничий дім “Вінніченко”, 2017. 166 с.
9. Броварський В.Д., Багрій І.Г. Розведення та утримання бджіл. – К.: Урожай, 1995. – 221 с.
10. Виробнича енциклопедія бджільництва. К. Урожай, 1966. 499 с

11. ДСТУ 4666:2006 Маточне молочко бджолине. Технічні умови
12. Еськов Е.К., Еськова М.Д. Факторы, влияющие на летнюю активность пчёл // Пчеловодство, 2011. № 7, С.16-17
13. Жеребкин М.В. *Возрастные и сезонные изменения некоторых 140 процессов пищеварения у медоносных пчел (Apis mellifera)*. НИИ Пчеловодства, Ученые записки, Вестник. 1965. № 11. С. 1-71
14. Жеребкин М.В. Зимовка пчёл на воле // Зимовка пчёл, М.: Россельхозиздат, 1979. С. 128-132
15. Кирьянов Ю.Н. Совершенствование технологии производства и переработки продуктов пчеловодства: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04. Рыбное, 1998. 19 с.
16. Комаров А.А. "Да ужалил Вас пчела". Тула. Коммунар, 1991. 64 с.
17. Котова Г.Н. Буренин Н.Л. Практические советы пчеловоду 1991. - 287 с.: [ 14 ]
18. Крахотин Н.Ф. Значение перги для пчел [Текст] / Н.Ф. Крахотин //
19. Кузьмин О.А. Мед, прополис, воск, цветочная пыльца, маточное молочко, пчелиный яд. – М.: Terra, 1996. – 192 с.
20. Лабораторное руководство по хроматографическим и смежным методам. /Под ред. О. Микеша/. М.: «Мир», 1982. 001. – 400 с., – ч. 2. – 381 с.
21. Лебедев В.И., Кубрак Л.И. Влияние возраста маток на состояние пчелиных семей // Интермед. Рыбное: Государственное учреждение Научноисследовательский институт пчеловодства, 2001. С. 34-36.
22. Лебедев В.И. Биологический потенциал пчелиной семьи по сбору пыльцы и заготовке перги // Итоги и проблемы НИР в пчеловодстве. – Рыбное, 2001. – С. 60-63
23. Лебедева К.В., Меняйло В.А., Пяткова Ю.Б. Феромоны насекомых. Москва: Наука, 1984. 268 с.

24. Малаю А. Интенсификация производства меда .пер. с рум. под ред. Бидаша Г. Д. Москва: Колос. 1979. 174 с. молочко, пчелиный яд. – М.: Терра, 1996. – 192 с
25. Нагорна І.М. Вплив білкового живлення на продукування лізоциму гіпофарангіальними залозами медоносної бджоли [Текст] / І.М. Нагорна, І.О. Левченко // Пасіка. - 1999. - № 2 - С. 12-13 наукових досліджень у тваринництві – К.: Урожай, 2000. – 96 с.
26. Овдієнко Ю.Ф. Особливості утримання бджіл у зимово-весняний період // Бджолиний круг. 2010. № 11 (2). С.14
27. Овощников Н.В. Биологические свойства компонентов маточного молочка. Биологически активные продукты пчеловодства и их использование: Межвузовский сборник научных трудов. Горький, 1990. С. 60–71.
28. Папченко О.В. Розвиток бджолиних сімей за різних способів їх утримання в умовах продуктивних медозборів // Вісник Луганського національного аграрного університету: наук.-теор. зб. 2013. Том 18. № 2 (31). С. 119-123.
29. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехнии. М. : Колос, 1969. С. 25-27
30. Поліщук В.П., Гайдар В.А. Навчально-публіцистичне видання. Пасіка. К., 2008. 284 с
31. Продукты пчеловодства. Исследование минерального состава. Бурмистрова Л.А., Русакова Г.М., Репникова Г.М. и др. // Сборник научных работ. Новое в науке и практике пчеловодства (к 80-летию ГНУ НИИ пчеловодства Россельхозакадемии). Рыбное : НИИП, 2010. С. 188-Пчеловодство. - 1991. - № 8. - С. 6.

32. Пчеловодство: Об опыте известных пчеловодов мира. – По материалам зарубежной печати. /сост. и пер. е польского Бабиной Н.В. 3-е изд. с изменен. Мн.: Современное слово, 2000. 272 с

33. Прикладная хроматография. /Под ред. Сакодынского К.И./ М.: «Наука», 1984. – 312 с.

34. Репка В. Підготовка до головного медозбору // Пасічник. 2014. № 8(125). С. 6-8.

35. Родіонов В.В., Шабаршов І.А. Якщо ви маєте бджіл. К. : Урожай, 1991. 224 с

36. Серяков И.С. Опыт, технологии пчеловодения, рекомендации, советы, мнения (обобщение опыта пчеловодов за 1916-2010 гг): практическое пособие. Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. 192 с.

37. Силаева С.В., Назарова Е. И., Реутова О. В. Кормление личинок в семьях разных пород. Пчеловодство. 1989. № 7. С. 10–11

38. Слессор, К; Вінстон, М; Ле Конте, У (2005). "Зв'язок феромонів у медоносних бджіл (*Apis mellifera* L.)". *Журнал хімічної екології*.

39. Стыскин Е.Л., Ициксон Л.Б., Брауде Е.В. Практическая

высокоэффективная жидкостная хроматография. М.: «Химия», 1986. – 288 с.

40. Таранов Г.Ф. Книга пчеловода. М. : Росагропромиздат, 1992. 255с.

41. Таранов Г.Ф. Корма и кормление пчел. М. : Россельхозиздат, 1986. 159 с.

42. Таранов Г.Ф. Анатомия и физиология медоносных пчёл. Издательство "Колос", Москва - 1968 - 296 с.

43. Таранов Г.Ф. Биология пчелиной семьи. Москва, Сельхозгиз, 1961 г - 288 с.

НУБІП УКРАЇНИ

44. Таранов Г.Ф. Промышленная технология получения и переработки продуктов пчеловодства [Текст] / Г.Ф. Таранов. - М.: Агропромиздат, 1987. - С. 41-46.

45. Технология содержания пчелиных семей в течении года / Билаш Г. Д., Кривцов Н. И., Лебедев В. И. и др. М. : Информагротех, 1999.

46. Технологія продуктів бджільництва: навчальний посібник / Агапова Є.М., Китаєва А.П., Хамід К.О., Ткаченко Т.Є. Одеса. 2016. 96 с.

47. Тихонов А.И., Тихонова С.А., Ярных Т.Г., Шпичак О.С., Подорожна Л.Н., Зуйкина С.С., Андреева И.В., Богуцкая Е.Е. Мед натуральный в медицине и фармации (происхождение, свойства, применение, лекарственные препараты). [монографія]. X.: Оригинал, 2010. 263 с.

48. Фриш К. Из жизни пчёл. М.: Мир, 1980. 214 с.

49. Фурман С.В., Лісогурьська Д.В., Кураченко Н.М., Дорохов В.І. Хімічний склад та фізичні властивості меду залежно від технології очищення. Наукові читання – 2018. Актуальні проблеми

тваринництва і ветеринарної медицини: матеріали Четвертої наук.-практ. конф. Житомир. 2018. С. 77-78.

50. Хмельничий Л.М., Супрун І.О. Основи біометрії для лабораторних і самостійних робіт студентів спеціальності «ТВППТ» методичний матеріал / уклад.: Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2010.

51. Черкасова А.І., Ємець Ж.І., Мельник-Писаренко Т.В. Методики розрахунку економічної ефективності бджільництва в різних категоріях господарств. К.: Український фітосоціологічний центр,

2003. - 20 с.

52. Шкендеров С. Харчові, оздоровчі та лікувальні властивості бджолиних медів України. Пчелиные продукты. пер. с болг. София: Земиздат, 1985.
53. Єськов Е.К. "Мікроклімат бджолиного житла" (вид. 2) Видавництво Россельхозиздат // 1983 р.
54. Ю. А. Золотова. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Т. 1, 27-М: Мир, АСТ, 2004. –Т. 1 –608 с.
55. Энциклопедия народных методов лечения. Сост. Т. Иванова. СПб. : Атон, 1998. 123 с.
56. «Conserved Class of Queen Pheromones Stops Social Insect Workers from Reproducing» URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24436417/>
57. A Smart Sensor-Based Measurement System for Advanced Bee Hive DOI :[10.1007 / s10886-005-7623-9](https://doi.org/10.1007/s10886-005-7623-9).
58. Gao L. F., Zheng H. Q., Pirk C. W. et al. High Royal Jelly – Producing Honeybees (*Apis mellifera ligustica*) (Hymenoptera: Apidae) in China. *Journal of Economic Entomology*, 2016, V. 109, № 2, P. 1–5 URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26921226/>
59. Bussy Juan. (2007). High performance liquid chromatography. URL: <http://ftng.edu.uv/>
60. JAMES SIMPSON, 28 Apr 1961 pp 1327-1333. URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.133.3461.1327>
61. H.P. Thomas. High-performance liquid chromatography (HPLC) - methods, advantages and applications. 2013 URL: <https://www.azom.com/>
62. Kolay S, Sahn H., Can Z. et al. A Member of Complementary Medicinal Food: Anatolian Royal Jelly, Their Chemical Composition, and Antioxidant Properties. *J. Evidence – Based Complementary and Alternative Medicine*. 2016, Vol. 21, P. 43–48. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26620573/>

63. Nest Climate Regulation in Honey Bee Colonies: *Honey bees control their domestic environment by methods based on their habit of clustering together.* *Monitoring*. Published online 2020 May 10, DOI :[10.3390/s20092726](https://doi.org/10.3390/s20092726)

64. Wang, Y. Gustatory perception and fat body energy metabolism are jointly affected by vitellogenin and juvenile hormone in honey bees. / Wang, Y., Brent, C. S., Fennern, E., & Amdam, G. V. // *PLoS Genet*, 2012. – № 8(6). – P. 10–27.

65. Campos M. G. R., Bogdanov S., de Almeida-Muradian L. B., et al. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*. 2008;47(2):154–161. [doi: 10.3896/ibra.1.47.2.12](https://doi.org/10.3896/ibra.1.47.2.12)

66. Chapter 5 NECTAR CHEMISTRY SUSAN W. NICOLSON<sup>1</sup> and ROBERT W. THORNBURG<sup>2</sup>; <sup>1</sup>Department of Zoology and Entomology University of Pretoria, Pretoria 0002, South Africa; <sup>2</sup>Department of Biochemistry, Biophysics and Molecular Biology, Iowa State University, Ames, Iowa 50011, USA [doi: 10.3896/ibra.1.47.2.12](https://doi.org/10.3896/ibra.1.47.2.12).

67. Paulus H. S. Kwakman, Anje A. te Velde, Leonie de Boer, Dave Speijer, M. J. Christina Vandenbroucke-Grauls, Sebastian A. J. Zaat. How honey kills bacteria  
URL:<https://faseb.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1096/fj.09150789>

НУБІП Українни

НУБІП Українни