

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

07.06-КМР. 1822 «С» 2022.12.07. \_\_\_ ПЗ

**РАЧКОВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР АНДРІЙОВИЧ**

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет тваринництва та водних біоресурсів

УДК 638.124:004.9

**ПОГОДЖЕНО**

Декан факультету  
тваринництва та водних біоресурсів  
\_\_\_\_\_ Р.В. Кононенко  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри  
бджільництва

\_\_\_\_\_ М.Г. Повозніков  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023р

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА  
на тему: «Використання системи I-BEE для дистанційного  
моніторингу стану бджолиних сімей»

Спеціальність: 204 Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва  
Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми  
доктор с.-г. наук, професор \_\_\_\_\_ А.В. Лихач

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

кандидат с-г наук, доцент

\_\_\_\_\_ М.В. Войналович

Виконав \_\_\_\_\_ О.А. Рачковський

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри бджільництва

Головний М.Г.

(підпис)

2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Рачковський Олександр Андрійович

(прізвище, імя та батьков.)

Спеціальність: 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: *«Використання системи I-BEE для дистанційного моніторингу стану бджолиних сімей»*

Затверджена наказом ректора НУБІП України № 1822 «С» від «07» грудня 2022р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 31.10.2023

Вихідні дані до магістерської роботи: бджолині сім'ї Голосіївської навчально-дослідної пасіки

Перелік питань, що підлягають дослідженню.

1. Проаналізувати розвиток засобів дистанційного моніторингу бджолиних сімей, що застосовуються у бджільництві.
2. Вивчити принцип роботи системи I-BEE.
3. Дослідити одержані результати обліку від сімей, що утримувалися у вуликах різних типів.

Дата видачі завдання

«14» грудня 2022 р.

Керівник магістерської роботи

Микола ВОЙНАЛОВИЧ

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Олександр РАЧКОВСЬКИЙ

(підпис)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота на тему: «Використання системи I-BEE для дистанційного моніторингу стану бджолиних сімей» викладена на 62 сторінках, кількість таблиць- 2, кількість рисунків- 24. Бібліографічний список містить 40 найменування.

Розвиток бджільництва вимагає інноваційних підходів і технологій, і системи моніторингу в цьому відіграють ключову роль. Це допомагає бджолярам ефективно управляти своїми пасіками та сприяє підвищенню якості та кількості бджолиних продуктів [29].

Точне бджільництво виникло у відповідь на необхідність оптимального управління бджільництвом. Воно включає в себе технологію та статистичні методи, які допомагають бджолярам зрозуміти, що відбувається в їхніх вуликах, не відкриваючи їх і, таким чином, не турбуючи колонію. Встановлення датчиків у вулики та обробка даних, які вони надають, дає пасічнику інформацію в реальному часі про стан вуликів на основі відповідних змінних без необхідності подорожувати до них. Це полегшує прийняття рішень і мінімізує споживання ресурсів і стрес у колонії [22,20].

Майбутнє традиційного бджільництва полягає у впровадженні розумного управління пасікою та початку використання автоматичних і дистанційних інструментів для моніторингу бджолиних сімей разом із механізмами контролю вуликів для підвищення їх продуктивності [2].

Метою нашої роботи було розробити технологічну карту утримання бджолиних сімей з використанням системи дистанційного моніторингу бджолиних сімей I-BEE.

*Об'єкт дослідження* - система дистанційного моніторингу бджолиних сімей I-BEE.

*Предмет дослідження* - застосування спеціалізованого програмного забезпечення і обладнання в технології утримання бджіл.

*Методи дослідження* Поставлені у роботі завдання розв'язували експериментально з використанням аналітичних (огляд і аналіз різних джерел інформації), зоотехнічних (вирівнювання та оцінка стану бджолиних сімей), та статистичних методів дослідження та спостереження (моніторинг стану бджолиних сімей).

Ключові слова: дистанційний моніторинг, обладнання, контроль.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**ABSTRACT**

The master's thesis on "Using the I-BEE system for remote monitoring of bee colonies" is presented on 62 pages, the number of tables is 2, the number of figures is 24. The bibliography includes 40 references.

The development of beekeeping requires innovative approaches and technologies, and monitoring systems play a key role in this. It helps beekeepers to effectively manage their apiaries and contributes to improving the quality and quantity of bee products [29].

Precision beekeeping emerged in response to the need for optimal beekeeping management. It involves technology and statistical methods that help beekeepers understand what is happening in their hives without opening them and thus disturbing the colony. Installing sensors in the hives and processing the data they provide gives the beekeeper real-time information about the state of the hives based on relevant variables without having to travel to them. This facilitates decision-making and minimizes resource consumption and stress in the colony [22,20,38].

The future of traditional beekeeping lies in the introduction of smart apiary management and the start of using automatic and remote tools to monitor bee colonies along with hive control mechanisms to increase their productivity [2].

The aim of our work was to develop a technological map of keeping bee colonies using the I-BEE remote monitoring system for bee colonies.

The object of research is the system of remote monitoring of bee colonies I-BEE.

The subject of research is the use of specialized software and equipment in the technology of bee keeping.

Research methods. The tasks set in the work were solved experimentally using analytical (review and analysis of various sources of information), zootechnical (leveling and assessment of the condition of bee colonies), and statistical methods of research and observation (monitoring the condition of bee colonies).

Keywords: remote monitoring, equipment, control.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	4
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b>	6
1.1. Характеристика найпоширеніших систем вуликів	6
1.2 Вплив факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність бджолиної сім'ї	15
1.3. Впровадження сучасних технологій у бджільництві	20
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛІ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	23
2.1. Умови та загальна схема досліджень	23
2.2. Методика проведення досліджень	27
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	29
3.1. Впровадження системи дистанційного моніторингу стану бджолиних сімей I-Вее на Голосіївській пасіці	29
3.2. Випробування системи I-Вее на пасіці	35
3.3. Технологічна карта утримання бджіл на Голосіївській навчально-дослідній пасіці з використанням системи I-Вее	43
<b>РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b>	49
<b>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	51
<b>РОЗДІЛ 6. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	56
<b>ВИСНОВКИ</b>	57
<b>ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	58
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	60

## ВСТУП

Сьогодні сучасний світ перебуває на етапі суттєвого інформаційного розвитку, що значно впливає на сільське господарство, в тому числі і на галузь бджільництво. З великим зростанням світового населення і підвищенням попиту на сільськогосподарську продукцію, роль бджіл у запиленні рослин та збільшенні врожаю стає важливішою, ніж будь-коли.

Розвиток бджільництва вимагає інноваційних підходів і технологій, і системи моніторингу в цьому відіграють ключову роль. Це допомагає бджолярам ефективно управляти своїми пасіками та сприяє підвищенню якості та кількості бджолиних продуктів [6,3].

**Актуальність теми.** Точне бджільництво виникло у відповідь на необхідність оптимального управління бджільництвом. Воно включає в себе технологію та статистичні методи, які допомагають бджолярам зрозуміти, що відбувається в їхніх вуликах, не відкриваючи їх і, таким чином, не турбуючи колонію. Встановлення датчиків у вулики та обробка даних, які вони надають, дає пасічнику інформацію в реальному часі про стан вуликів на основі відповідних змінних без необхідності подорожувати до них. Це полегшує прийняття рішень і мінімізує споживання ресурсів і стрес у колонії [22,20,38].

Майбутнє традиційного бджільництва полягає у впровадженні розумного управління пасікою та початку використання автоматичних і дистанційних інструментів для моніторингу бджолиних сімей разом із механізмами контролю вуликів для підвищення їх продуктивності [2].

**Мета і завдання досліджень.** Мета роботи - розробити технологічну карту утримання бджолиних сімей з використанням системи дистанційного моніторингу бджолиних сімей I-BEE.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

1) здійснити аналіз джерел літератури з питань використання ІТ-технологій у бджільництві;

2) опрацювати новітні методи і способи утримання бджолиних сімей з використанням системи дистанційного моніторингу I-BEE;

3) розробити технологічну карту утримання бджолиних сімей з використанням системи I-BEE;

4) обґрунтувати економічну ефективність використання ІТ-технологій у бджільництві.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі власних досліджень та глибокого аналізу літератури було розширення знання про системи дистанційного моніторингу у бджільництві.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані результати досліджень доповнюють наявні знання про особливості життєдіяльності бджолиних сімей в умовах Голосіївської навчально-дослідної пасіки.

*Об'єкт дослідження* - система дистанційного моніторингу бджолиних сімей I-BEE.

*Предмет дослідження* - застосування спеціалізованого програмного забезпечення і обладнання в технології утримання бджіл.

*Методи дослідження.* Поставлені у роботі завдання розв'язували експериментально з використанням аналітичних (огляд і аналіз різних джерел інформації), зоотехнічних (вирівнювання та оцінка стану бджолиних сімей), та статистичних методів дослідження та спостереження (моніторинг стану бджолиних сімей).

**Обсяг і структура роботи.** Магістерська робота викладена на 62 сторінках комп'ютерного тексту, складається з таких розділів: вступ; огляд літератури; дослідження, результати матеріал і методика досліджень; економічну ефективність; охорону праці; висновок і пропозиції; список літератури. Текст магістерської роботи ілюстрований 2 таблицями та 24 рисунками. Бібліографічний список містить 40 найменування.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Інноваційні конструкції та матеріали вуликів

Інтенсифікація та модернізація технології бджільництва передбачає постійне вдосконалення вулика, який є головною робочою одиницею для бджолярів. Серед останніх розробок – вулики, з яких мед витікає самостійно, без необхідності розбирання гнізда, а також вулики з нетрадиційних матеріалів, таких як піноподістерол і пінополіуретан [25,27].

**Австралійський вулик Flow Hive.** Австралійські бджоляри Стюарт і Кедр Андерсони запатентували у 2015 році систему Flow для бджільництва. Система отримала широке визнання і на сьогодні успішно реалізується компанією Anderson Beekeeping в семи модифікаціях та комплектуючих (рис. 1.1.1.).

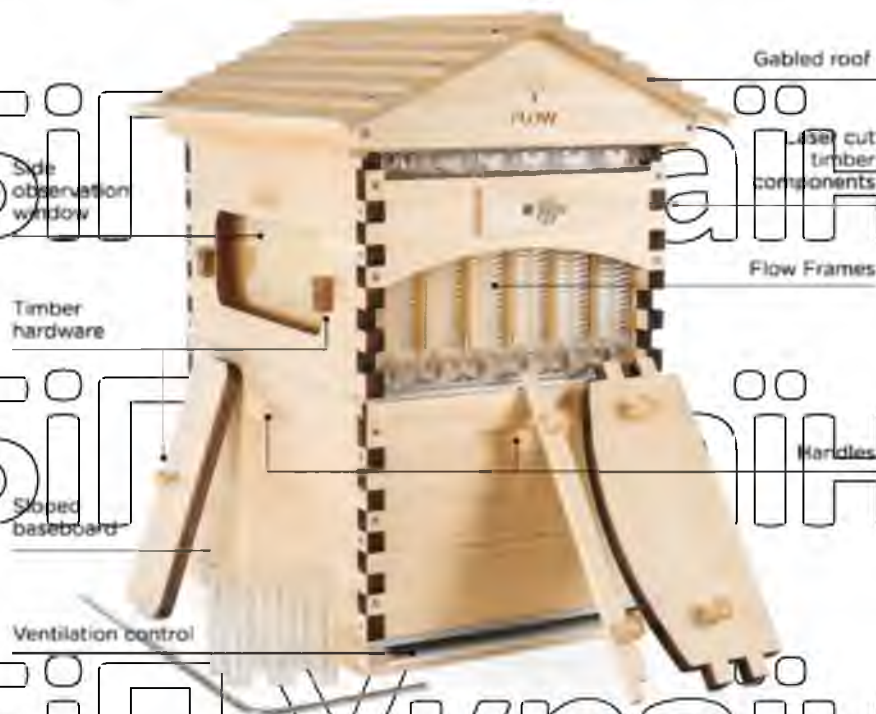


Рис. 1.1.1. Система утримання бджіл Flow

Система Flow працює за принципом зсуву штучних стільникових рамок.

Після того, як стільники заповнюються медом, вони зміщуються по вертикалі, і мед витікає з них по спеціальним патрубкам в ємність, встановлену поза вуликом (рис. 1.1.2).

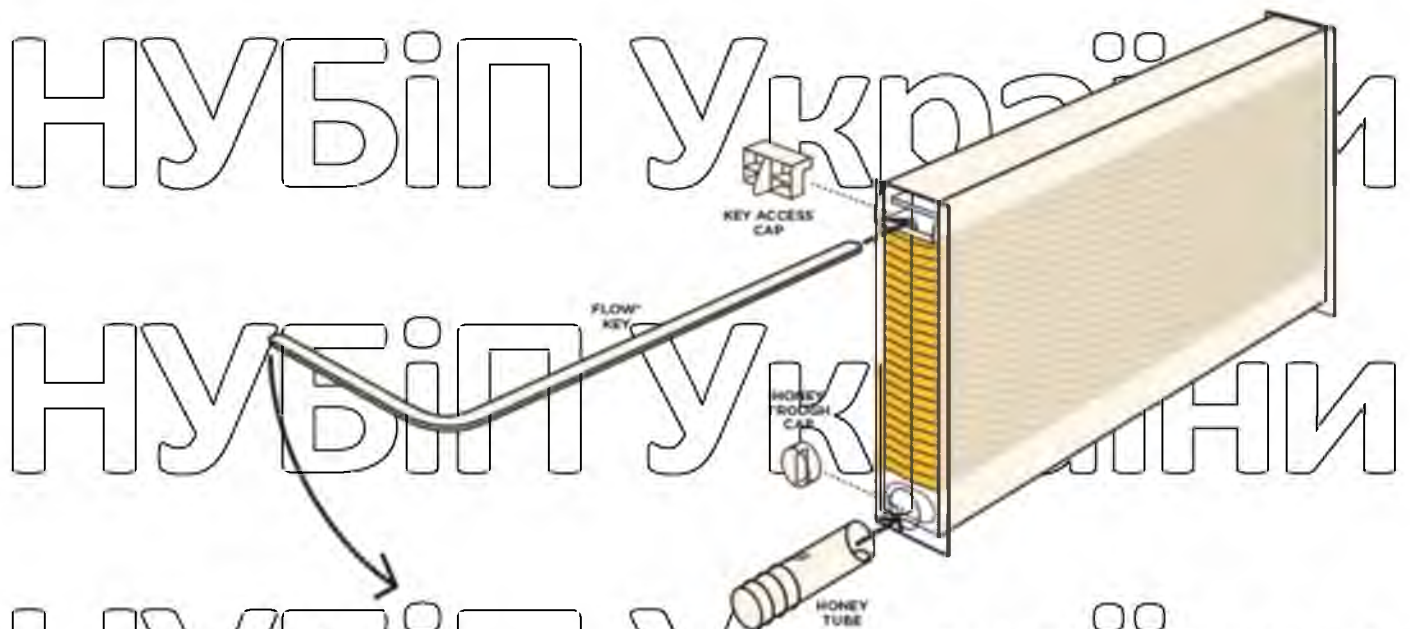


Рис. 1.12. Стільник системи Flow з поворотним механізмом

Автори системи Flow стверджують, що вона має ряд переваг, зокрема:

- Зменшує трудомісткість бджільництва, оскільки виключає необхідність обробляти бджіл димом, розібрати гніздо та відкачувати мед.
- Зменшує витрати на обладнання, оскільки не потрібно купувати медогонки.
- Дозволяє збирати мед з верхніх медових корпусів, в яких немає розплоду та перги.

Вартість системи Flow залежить від комплектації і становить від \$500 до \$800 за один вулик.

Базовою моделлю для створення системи Flow є вулик Лангроста, в якому бджолині сім'ї утримуються в розділених розплідній і медовій частинах. У першому корпусі знаходиться матка і розплід, а в другому корпусі – мед [5].

У класичному вулику Лангроста медовий корпус забирається на відкачування, а в системі Flow використовується поворотний механізм для стікання меду зі стільників у патрубки і далі у ємність (рис. 1.13).

# Система Flow поки що не отримала широкого поширення серед практиків бджільництва, перш за все через свою високу вартість. Крім того, вона може бути непрактичною для великих пасік.

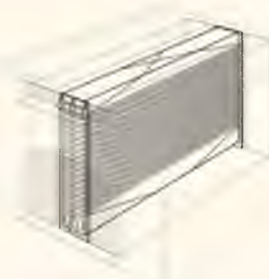
# НУБІП УКРАЇНИ

НУБІ

### FLOW FRAME

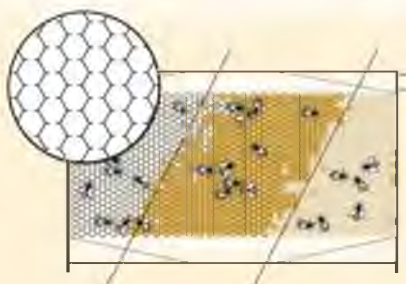
SO, HOW DOES IT WORK?

The Flow Frames fit into a standard longshank super (8 or 10 frame). Two simple outlets in one end of the super allow access for honey collection and end frame observation.



НИ

НУБІ



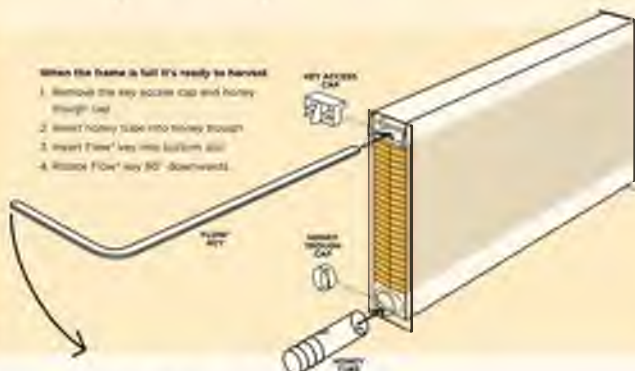
The Flow frame consists of partly formed honeycomb cells. The bees complete the comb with their wax then fit the cells with honey before finally capping the cells.

НИ

НУБІ

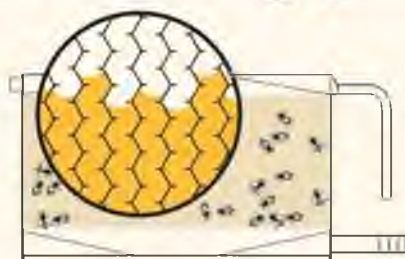
When the frame is full it's ready to harvest

1. Remove the key access cap and honey trough lid
2. Insert honey tube into honey trough
3. Insert Flow key into bottom cell
4. Rotate Flow key 90° downwards



НИ

НУБІ



Inside the honeycomb the cells have now split and formed into channels for the honey to flow down. The bees remain undisturbed on the surface of the comb. If they were happy to let a bee down an empty cell it won't get round as there is enough space between the comb walls.

НИ

НУБІ

It's literally honey on tap from your beehive!

WWW.HONEYFLOW.COM



НИ

НУБІ

Рис. 1.1.3. Схема використання системи Flow для відбору меду

# НУБІП України

Система Flow поки що не отримала широкого поширення в США, але її використовують у чотирьох показових пасіках. Однією з таких пасік є пасіка в

Монреалі, де вона була представлена на світовому конгресі з бджільництва

Алімондія-2019

# НУБІП України

Ми вважаємо, що ідея системи Flow була запозичена з авторського свідоцтва на винахід М. З. Краскопєєва, яке було заявлено ще в 1932 році. Це

свідоцтво надавало автору права на використання системи з штучними

стілниками (рис. 1-4) [1,4].

# НУБІП України

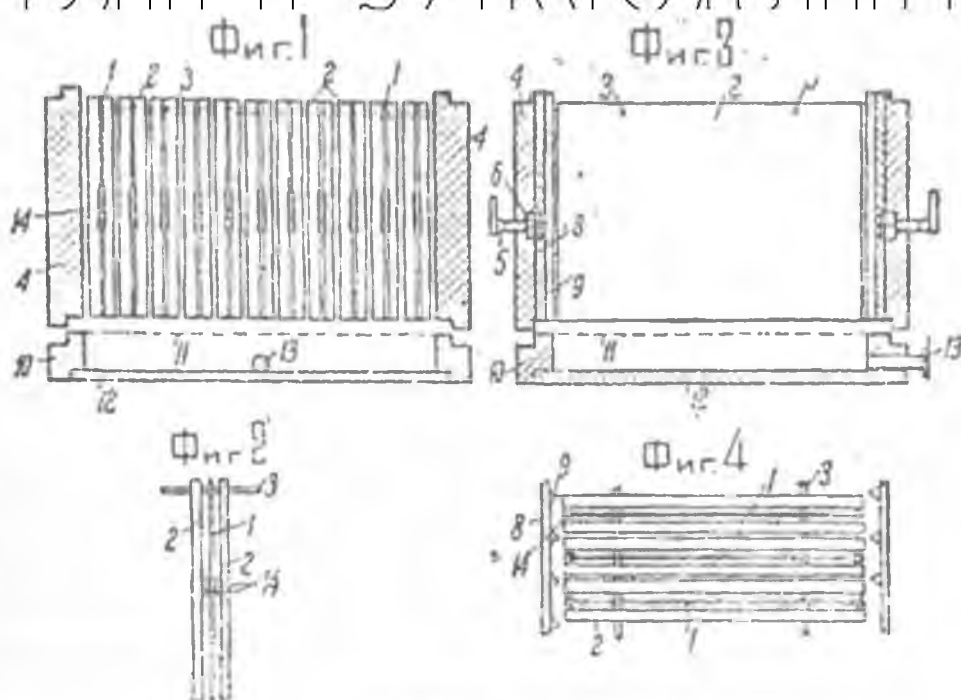


Рис. 1-4. Магазин з штучними стільниками М. З. Краскопєєва (оригінал  
рисунок з авторського свідоцтва) (1932)

Магазин з штучними стільниками - це пристрій для збирання рідкого меду безпосередньо з вулика. Він працює за принципом переміщення діафрагм,

які служать днищами для стільників. Діафрагми притискаються до стільників за допомогою роздільників, встановлених на тересувних дошках. Ці дошки

розташовані у бічних стінках магазину і прикріплюються до них за допомогою гвинтів. Коли діафрагми переміщуються, мед вільно стікає в резервуар,

розташований на дні магазину. Резервуар оснащений фільтрами і спускним краном, що дозволяє легко збирати мед.

**Вулики з екструзійного пінополістиролу.** У виробництві вуликів останнім часом все частіше використовують нові матеріали, такі як екструзійний пінополістирол (ЕППС). Це пов'язано з кількома причинами. По-перше, ЕППС є більш екологічно чистим матеріалом, ніж деревина, яка традиційно використовується для виготовлення вуликів. По-друге, ЕППС має більш низьку вагу, що полегшує роботу пасічникам, які працюють з багатокорпусними системами утримання бджіл [36].

Використання ЕППС у виготовленні вуликів підтверджено експериментами, які показали, що цей матеріал може прослужити без ремонту не менше 25-30 років під впливом кліматичних навантажень. Така довговічність обумовлена здатністю ЕППС майже не вбирати вологу. Дослідження ЕППС в умовах Крайньої Півночі показали, що цей матеріал зберігає свої властивості навіть після 50-ти річних кліматичних змін [6].

**Екструзійний пінополістирол (ЕППС)** - це синтетичний матеріал, який використовується для теплоізоляції. Він виготовляється з гранул полістиролу, які нагрівають і потім продавлюють через спеціальну форму. ЕППС має однорідну структуру з замкнутими порами, що робить його хорошим теплоізолятором. Крім того, ЕППС міцний, паронепроникний і вологостійкий. До недоліків ЕППС відносять низьку звукоізоляцію і горючість.

ЕППС використовується для виготовлення різних систем вуликів, таких як Рута, Дадан і Лангстрота. На рисунку 1.1.5 показано вулик ТМ «Beebox» виробництва Фінляндії. Однак, найчастіше з ЕППС виготовляють багатокорпусні вулики або нуклеуси.

Незважаючи на свої переваги, використання ЕППС для виготовлення вуликів має і ряд недоліків.

Одним з таких недоліків є міцність. Загальна міцність ЕППС вище, ніж у багатьох сортів деревини, але в окремих місцях вона може бути значно нижчою. Це пов'язано з технологією виготовлення матеріалу. Місцева міцність

ЕППС може призвести до його пошкодження під час витягування стільника, приклеєного прополісом, або механічного чищення вулика стамескою. У результаті пасічникам необхідно бути обережними при роботі з вуликами з ЕППС, щоб не пошкодити їх.



Рис. 10.5. Будова поліпропіленового вулика Paradise Honey

*Конденсат.* Вологонепроникність ЕППС вуликів, яка спочатку вважалася позитивною властивістю, нині виявляється негативною з огляду на мікроклімат сім'ї бджіл. Конденсат, що утворюється в середині вулика, не вбирається стінками, а стікає вниз, що потребує його виведення з вулика. Також варто зазначити, що в середині вулика, особливо в гнізді, де розташований розплід, завжди панує більш висока температура, ніж зовні. Однак в нашій природо-кліматичній зоні рідко коли температура перевищує 35 °С, і це сталося лише протягом короткого періоду, не більше 20 днів на рік.

У випадку, коли гніздо знаходиться в дерев'яному вулику, конденсат швидко вбирається стінками, і тому точка роси змінюється в менш теплу сторону, де волога може виводитися назовні через стінки. Ця властивість

дерев'яних вуликів створює більш сприятливі умови для бджіл, оскільки вони не мають втрати повітря через стінки, як у пластикових вуликах.

Проте, ця властивість ЕППС вуликів негативно впливає на можливість дезінфекції, дезінсекції та лікування бджіл за допомогою розпилення препаратів або сиропів.

*Шкідливі виділення.* Вулики з ЕППС, хоча є зручними у використанні, виявляються шкідливими для природного мікроклімату в гнізді бджіл. Коли пластик нагрівається або взаємодіє з летючими органічними речовинами у повітрі, він виділяє шкідливі продукти розпаду. Ці речовини можуть бути

шкідливими як для бджіл, так і для людей, якщо потрапляють до продукції бджільництва.

Експериментально було підтверджено, що ЕППС вулики, які встановлені в будівельних конструкціях, протягом кількох років значно зменшуються у об'ємі, виділяючи крапельки стирену. Стирен є ароматичною органічною сполукою, яка вважається слабо токсичною. Проте великі дози стирену можуть бути шкідливими для організму, а вдихання парів стирену може спричинити респіраторні захворювання та пошкодження різних органів людини [32].

Хоча вулики з ЕППС широко використовуються у Фінляндії як одноразові вулики для короткотривалого використання, існує ризик накопичення токсичних речовин у воску, меді та перзі. Оскільки технічний віск є основним джерелом доходу фінських пасічників, використання ЕППС вуликів не становить загрози для продуктів і здоров'я людей. Однак пасічники в інших країнах Європи не завжди усвідомлюють цю проблему та широко використовують вулики з ЕППС.

Отже, вулики з ЕППС, хоча є зручними у використанні, порушують природний мікроклімат у гнізді бджіл, а продукти розпаду, які можуть накопичуватися у воску, меді та перзі, є токсичними для людей [9,10].

**Пінополіуретанові (ППУ) вулики** – виготовляються зі стійкого до зовнішніх впливів та мікроорганізмів матеріалу, який є синтетичним та

пористим. Вони складаються на 85-90% з інертної газової фази. Поліуретан (ППУ), з якого виготовляють ППУ, широко використовується в різних галузях, зокрема при виготовленні панелей, ізоляційних блоків, герметизації стиків у будівлях, ізоляції холодильних камер, підвалів, стель, саун, лазень. Завдяки своїм фізико-механічним властивостям, ППУ вулики стали популярними у бджільництві для створення багатокорпусних систем вуликів (рис. 1.1.6).



Рис. 1.1.6. Пінополіуретановий вулик

Вулики з пінополіуретану (ППУ) мають найнижчий коефіцієнт теплопровідності (між 0,019 і 0,035 Вт/м·К) порівняно з іншими матеріалами для теплоізоляції, і їх термін експлуатації перевищує 30 років. Однак, з часом жорсткий ППУ може стати крихким, що може призвести до пошкодження вуликів. Вважається, що ППУ є паро- і водонепроникним.

Щодо екологічності, це залежить від складу пінополіуретану. Важливо, щоб його виготовляли без фенолу і 2-етилгексанової кислоти. Однак, однією з негативних сторін використання ППУ є його шкідливість під час горіння, коли утворюються отруйні речовини, такі як формальдегіди. Тому, відносно горіння, ППУ є високотоксичним матеріалом.

Переваги використання ППУ у виготовленні вуликів включають його екологічну чистоту та сертифікацію. Виробники також називають такі переваги як низька вага (у 3 рази менша, ніж у дерев'яних вуликах), стійкість до деформацій і усадки, довговічність та міцність. Деякі виробники, надають 5-річну гарантію на заміну вулика у разі пошкодження. Ця компанія стверджує, що використання вуликів із ППУ може призвести до значних економічних та виробничих переваг. Зокрема, вони зазначають, що витрати на утримання бджолиних сімей у таких вуликах можуть знизитися на 30-60%, а медопродуктивність збільшитися на 25% [31].

Ці переваги досягаються завдяки низькій теплопровідності ППУ, яка дозволяє підтримувати в вулику стабільний мікроклімат. Влітку ППУ-вулики не так сильно нагріваються, що знижує потребу в додатковому охолодженні. Взимку ППУ-вулики не так сильно охолоджуються, що знижує потребу в додатковому утепленні та зимівнику. У результаті, пасічникам не потрібно витрачати час і гроші на додатковий догляд за вуликами, що дозволяє їм поліпшити свої економічні показники та підвищити медопродуктивність.

Вулики з ППУ також мають інші переваги, такі як легкість миття і очищення, а також висока щільність, що запобігає розкладанню та розсиханню. Однак, варто відзначити, що вулики з ППУ можуть погіршувати мікроклімат у гнізді через їх водостійкість. Деякі виробники також практикують покриття внутрішніх стінок вуликів фольгою для захисту бджіл від радіовипромінювання, але це може впливати на гідрорежим гнізда [27, 24,38].

## 1.2. Вплив факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність бджолої сім'ї

Останнім часом негативний вплив екологічних проблем загрожує життю багатьох видів тварин, особливо бджіл. Пестициди, які використовуються в сільському господарстві, хімічні речовини, які використовуються для боротьби зі шкідниками та хворобами медоносів, забруднення навколишнього середовища, конкурентні відносини між медоносними, радіація, бурі геомагнітного поля, зміна клімату та глобальне потепління, Синдром гібелі колонії (GCD), причини якого досі невідомі, можуть призвести до швидкої та серйозної втрати бджіл, є найважливішими екологічними проблемами для людства [24,26].

### *Вплив температурних режимів та клімату на медоносну бджолу.*

Розглянемо вплив високих температур середовища на розвиток особин бджіл, їх фізіологічний стан, життєдіяльність та адаптацію до таких умов.

Для бджолої сім'ї оптимальними умовами розмноження є температура від 32 до 35°C, з найбільш стабільною температурою близько 34,8°C.

Перевищення оптимальної температури стає серйозною проблемою для бджіл. При температурі у вулику вище 37°C бджоли не можуть успішно розмножуватися. При тривалому підвищенні температури до 37°C частина потомства гине, а при +38°C гине все потомство.

Температуру всередині вулика бджоли легше підвищують, ніж знижують.

Навіть у невеликих колоніях бджоли можуть підвищити температуру вулика на 25°C вище температури навколишнього середовища, але вони можуть знизити її лише на 4°C.

Оптимальна температура для збиральної діяльності медоносних бджіл під час польоту становить від +16 до +32°C. Підвищення температури повітря вище +34°C не тільки негативно впливає на виділення нектару рослинами, але й змушує колонію переходити на режим охолодження вулика шляхом забезпечення водою, посиленням вентиляції та видаленням надлишку тепла,

коди бджоли видітають. У спекотну погоду, щоб вулик не перегрівався вище  $35^{\circ}\text{C}$ , бджоли посилюють вентиляцію. У цьому процесі можуть брати участь до 10% робочих бджіл. Льотна активність бджіл підвищується до  $+39^{\circ}\text{C}$ , але при більш високій температурі знижується, а при  $+46-47^{\circ}\text{C}$  бджоли поступово гинуть [5].

Підвищення температури істотно впливає на тривалість життя бджіл, скорочуючи її до 10 разів.

Розвиток трутнів обмежений вузьким діапазоном температур, від  $+29-30^{\circ}\text{C}$  до  $36^{\circ}\text{C}$ . Деякі трутні, які зазнали розвитку при високих температурах,

мають недорозвинені крила, і в більшості випадків у них виникають проблеми зі сперматогенезом.

Температурні режими також негативно впливають на розвиток маток.

Підвищення температури інкубації маток до  $+31^{\circ}\text{C}$  подовжує їх розвиток на 35 годин, а при  $+38^{\circ}\text{C}$  цей процес скорочується на 27 годин. Подальше

підвищення температури призводить до зниження плідності маток, збільшення частки незапліднених маток, які повертаються у вулик після шлюбного обльоту, зменшення кількості трубок [7,8].

Вивчаючи вплив зовнішньої та внутрішньої температури на вулик, було

помічено, що найбільш стабільна терморегуляція відбувається в центральній частині гнізда. У цьому районі, де розташована зона розплоду, підвищення температури від  $+34-35^{\circ}\text{C}$  до  $36^{\circ}\text{C}$  призвело до підвищення внутрішньої

температури на  $0,7-0,8^{\circ}\text{C}$ . Натомість у зоні прольоту температура підвищувалася на  $1,3-1,4^{\circ}\text{C}$ , а у верхньому куті біля задньої стінки – на  $1,8$  при  $2,0^{\circ}\text{C}$  [13].

У досліджах по підвищенню внутрішньої температури вулика до  $40^{\circ}\text{C}$  було підтверджено, що температура значно підвищилася в нижній частині гнізда, де

знаходиться розплідник, на  $4,3^{\circ}\text{C}$ , а в центральній частині вулика у вулику

температура підвищилася лише на  $2,7^{\circ}\text{C}$  (до критичного рівня). Короточасні перепади температури тривалістю 1-2 доби з відхиленням від оптимальних значень  $+34-35^{\circ}\text{C}$  летального впливу на репродуктивний розвиток не мають.

Підвищення температури у вулику в інкубаційний період закритого розплоду призводить до зменшення маси тіла робочих бджіл. При цьому споживання кисню при закритому розплоді зросло в 1,3-1,4 рази.

Відносна вологість повітря у вулику може коливатися від 20% до 80%.

Бджоли ефективно регулюють вологість у вулику шляхом її зниження за допомогою активної вентиляції. Наприклад, 12 бджіл можуть видаляти від 2800 до 3600 літрів повітря на годину через льотковий отвір.

У спекотну суху погоду бджоли приносять і зберігають воду, поміщаючи її на кришки зони розмноження, на рамки вуликів і використовуючи воду для охолодження вулика шляхом випаровування, розсіюючи її під час польоту. При температурі вище 35°C бджоли активно виконують мобілізаційні танці. Випарувана вода поглинає енергію. Наприклад, у ранні періоди бджоли приносять до 50 г води, а в жарку — до 200 г.

Дослідження механізмів стійкості бджіл до термічного стресу має велике значення для вирішення багатьох проблем сучасного бджільництва. Дослідники виявили, що різка зміна температури призводить до зміни складу гемолімфи бджіл і параметрів антиоксидантної системи, яка є важливою складовою гуморального імунітету бджіл. Це може свідчити про активну реакцію імунної системи бджіл на перепади температури.

**Вплив синтетичних речовин (пестициди, гербіциди, інсектициди, добрива).** Постійний захист від сотень шкідників та хвороб, що призводить до втрат продукції на культурних рослинах, стає невідворотною необхідністю для забезпечення продовольчих потреб стрімко зростаючого населення світу. Хімічна боротьба стала актуальною давно із використанням ДДТ на рослинному виробництві, і почало використовуватися значно більше видів і кількість інсектицидів на сільськогосподарських площах.

Медоносні бджоли, які безпосередньо контактують з інсектицидами з рослини, не можуть летіти та повернутися до вулику, або навіть, якщо можуть долетіти, вони помирають перед вуликом. Багато отруєнь відбувається під використання інсектицидів на період цвітіння рослин.

Отруєння бджіл інсектицидами відбувається трьома шляхами: проковтування, контакт і вдихання під час збору нектару та пилюку. Купи мертвих бджіл перед вуликом є найвідомішою ознакою отруєння бджіл. Іншою ознакою є зменшення популяції кормових бджіл. Багато пестицидів викликають підвищення агресивності бджіл. Деякі симптоми, такі як млявість, параліч, не характерна поведінка, блпвота нектаром, висовування язика, можна побачити у бджолах, які піддавалися впливу хлорованого вуглецю та органіфосфатних інсектицидів. Мертвих молодих бджіл можна побачити перед вуликом через хімічне отруєння такими хімічними речовинами, як миш'як, метилпаратіон.

Загибель личинок відбувається через недостатню кількість бджіл-годувальниць, які доглядають за комірками з личинками. У деяких випадках можуть загинути всі бджоли у вулику. На бджолину матку можуть негативно вплинути агрохімікати повільного вивільнення, відкладення нітритів і нітратів із добрив і важких металів (наприклад, миш'як, свинець тощо), які приносять у вулик нектар і пилюку. Також ненормальну поведінку та зниження продуктивності яєць можна спостерігати у бджолиної матки. Багато слабких сімей не перезимовують і гинуть.

**Вплив шкідників.** Як і в усіх видів тварин, багато шкідників, хижаків і хвороб загрожують життю бджіл. Забруднення навколишнього середовища, глобальне потепління, спричинене відходами та газами, інтенсивне міграційне бджільництво та неправильні практики використання бджільництва спричиняють швидке поширення шкідників та хвороб медоносних бджіл. Сьогодні *Varroa destructor* є найшкідливішим шкідником медоносних бджіл. Вароатоз є серйозним зовнішнім паразитом, який спричиняє зменшення кількості дорослих бджіл, дефіцит росту молодих бджіл, нерегулярний розплід, ріст хвороботворних патогенів, рйливість, низьку продуктивність та втрати сімей на пізній стадії.

**Втрата природного середовища існування.** Втрата природного середовища існування має серйозні наслідки для бджолиних сімей. Основними причинами знищення природи є насадження монокультур, втрата

біорізноманіття, надмірне підживлення пасовищ, зрошення та розчищення земель. Зникнення природної флори може спричинити загибель бджолиних сімей. Бджолам потрібна обширна, безперервна, взаємопов'язана та зручна флора. Невеликі місця проживання зменшують здатність бджіл до поширення, кількість гнізд і доступні джерела їжі.

*Забруднення навколишнього середовища.* Мелоносні бджоли збирають нектар і пилок з рослин для власної годівлі. Тому вони постійно взаємодіють з навколишнім середовищем. Виконуючи ці дії, вони приносять частину хімічних речовин і відходів із навколишнього середовища у вулик разом із пилом, який

вони зібрали. У природі відходи і токсичні речовини (зазвичай промислові гази, гази транспортних засобів, пестициди та інсектициди) поглинаються та зберігаються рослинами. Як було сказано раніше, токсичні речовини в навколишньому середовищі отруюють бджіл.

Велика частина забруднення повітря спричинена антропологічними факторами (урбанізація, індустріалізація, виробництво енергії, мобільні джерела та інші забруднювачі). Одним із найважливіших результатів забруднення повітря є забруднення важкими металами.

Забруднення атмосфери важкими металами, викликане димовими та вихлопними газами, принесло з собою різні негативні наслідки для людей, тварин і рослин. Від цих негативних умов уражаються не тільки вегетативні органи рослин, а й генеративні органи рослин. Одним з них є чоловіча статеві клітина; пилок. Відомо, що різні катіони важких металів, такі як кадмій, кобальт, мідь, цинк, свинець, нікель і ртуть, негативно впливають безпосередньо на пилок і опосередковано на мелоносних бджіл, які ними харчуються.

Оскільки бджоли збирають пилок з різних видів квітів, важкі метали, які у великій кількості містяться в рослині, викликають підвищену концентрацію токсичних важких металів в організмі бджіл і меді, який виробляється з нектарів цих рослин.

Хімічні відходи промислових підприємств і міст; викликає підкислення ґрунту, забруднення існуючих і потенційних підземних і надземних водних ресурсів, зниження біологічної активності та негативний вплив на структуру ґрунту. Усі ці негативні умови ускладнюють пошук медоносними бджолами чистих джерел пилку та нектару.

**Конкурентні відносини.** Інша важлива проблема для медоносних бджіл пов'язана з іноземними породами медоносних бджіл, екотипами та гібридами, завезеними з інших країн з метою збільшення виробництва меду. Імпортовані генотипи бджіл обмежують середовища існування корінних рас і призводять до поступового вимирання наших корінних генних ресурсів.

Імпортовані генотипи бджолиних маток можуть конкурувати з місцевими расами та екотипами бджіл щодо використання рослинних ресурсів і місця проживання, перешкоджають запиленню рослин у природній флорі, переносять паразитів і патогенів, а також спаровуються з місцевими екотипами, що можуть викликати генетичні дивергенції [13].

### 1.3. Впровадження сучасних технологій у бджільництві

Швидкий розвиток і велика диверсифікація цифрових технологій, мініатюризація датчиків і транспондерів, а також зростання ефективності електронних компонентів спричиняють значні зміни в тому, як ми спостерігаємо за домашніми бджолами та діємо на них. Як і в багатьох інших галузях сільського господарства, поява нових технологій дозволила збільшити кількість вимірювань поведінки бджіл і стану розвитку їхніх колоній.

Підключені вулики замінюють органи чуття спостерігача, а також частково їхні аналітичні можливості, створюючи необроблені дані та отримуючи їх у відповідному повідомленні (наприклад, збільшення ваги вулика між двома датами). Проблеми наразі полягають у тому, щоб зробити проведення цих вимірювань більш надійними та надати їм значення, щоб остаточно мати можливість інтерпретувати стан колонії та діяти відповідно.

Сьогодні вуликами, обладнаними датчиками, користуються три типи користувачів: науковці, бджолярі та представники бізнесу. Таким чином, вчені

намагаються краще зрозуміти поведінку, риси історії життя, їх хронологію, а також їхні варіації залежно від контексту навколишнього середовища або слідкуючи за ефектом, спричиненим впливом фактора стресу. Що стосується

бджолярів, то ці нові технології дозволяють їм дистанційно судити про стан розвитку своїх колоній, що вони зазвичай роблять, спостерігаючи на місці за

кількістю наявного розплоду, вагою вуликів, активністю пошуку корму тощо. Таким чином, вони можуть зрозуміти внутрішню організацію вулика, не

відкриваючи його, також користуючись тим фактом, що багато датчиків

ефективніші за наші органи чуття (наприклад, термометри, акселерометри,

лічильники, ваги тощо). Приватні компанії також використовують підключені вулики. Це часто передбачає моніторинг «здоров'я» колоній за допомогою датчиків, з ідеєю, що це дає змогу оцінити якість середовища більш загально

[14].

**Електронні ваги.** Для більшості професійних бджолярів витрати на пересування є основною статтею витрат, приблизно 40% витрат на виробництво. Це пов'язано з необхідністю перевозити свої вулики, іноді на великі відстані, кілька разів на рік, в області, де є масове цвітіння медоносних рослин. Тому використання дистанційних ваг для вуликів є дуже цінним.

Зрозуміло, що вага вулика є показником кількості зібраного меду. Але більше, ніж саме значення ваги вулика в певний момент часу, пасічника цікавить динаміка зміни ваги з часом. Цей приріст ваги виявляється хорошим

показником здатності колонії розвиватися в певному середовищі і очікуваного врожаю меду. Таким чином, навіть якщо точність вимірювання іноді буває

недостатньою в цьому середовищі з великими обмеженнями, як пасічна ділянка, спостереження за динамікою ваги відповідає очікуванням бджолярів.

Цей інструмент дозволяє їм організувати свою роботу і, таким чином, зменшувати операційні витрати під час медозбору, визначаючи:

- початок медозбору, що призводить до розташування всіх вуликів,
- тривалість медозбору, що призводить до збільшення обсягу для зберігання меду в вулику завдяки додатковим мед-корпусам,

• завершення медозбору, що призводить до збирання меду з додаткових мед-корнусів.

Кількість виходів, зареєстрованих кожні п'ять хвилин, підчилюнком бджіл на вулику з п'ятьма рамками (див. рис. 1.2.1.). Записи були проведені неперервно протягом тридцяти днів. Щоденні піки активності (синя стрілка) відповідають польотам на гігієну та або орієнтацію. Кількість повернень також записана (не показана на графіку) [15, 16]

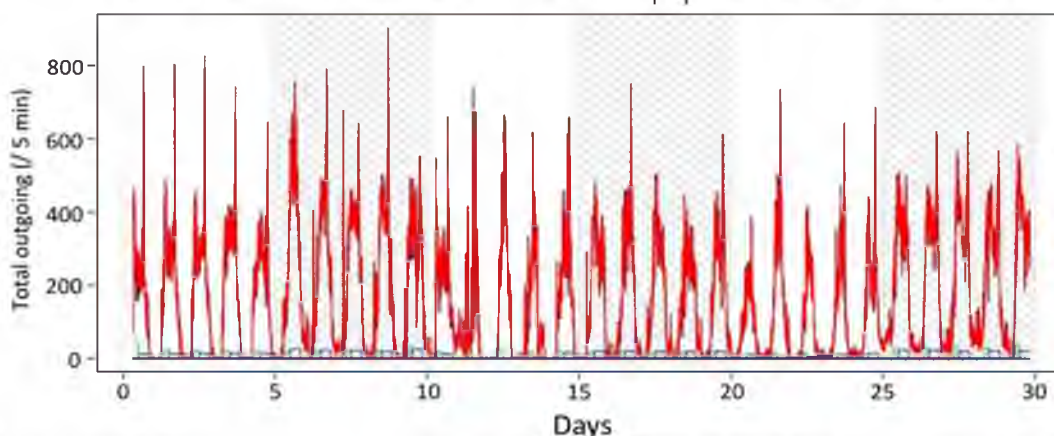


Рис. 1.2.1. Графік кількості вильотів бджіл.

Хоча ваги в основному використовуються на індивідуальному рівні бджолярами, об'єднання їх даних дозволяє порівнювати продуктивність бджолиних сімей в залежності від розташування пасіки або року. Для обміну інформацією про динаміку ваги вуликів створені веб-портали. В США Hive

Scale Program демонструє приклад поширення даних про вагу

інструментованих вуликів на великій просторовій території в реальному часі. У

французькому Інституті національних досліджень сільського господарства (INRA) в Авіньйоні та Асоціація розвитку агікультури прованського регіону

створили візуалізацію динаміки ваги під час медозбору лаванди, яка щодня

оновлюється. В найближчі роки можна сподіватися передбачити розвиток ваги

вулика на основі перших отриманих даних за допомогою моделювання, яке можливо буде враховувати інші змінні, в'язані з контекстом, такі як погода та доступні ресурси [17].

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Умови та загальна схема дослідження

Дослідження, представлені в випускній магістерській роботі, були проведені на Голосіївській навчально-дослідній пасіці, яка розташована в Голосіївському лісі в Києві. Пасіка налічує 68 сімей української породи бджіл, які утримуються в різних системах вуликів.

Пасіка є базою для проведення наукових досліджень, навчання студентів і відвідувань.

У випускній магістерській роботі були вивчені вплив різних систем вуликів на продуктивність бджолосімей української породи. Ці результати мають важливе значення для практичного бджільництва, оскільки можуть бути використані для підвищення продуктивності бджолосімей і отримання більшої кількості бджільницьких продуктів.

На території навколо пасіки знаходяться різноманітні ліси з чотирма ярусами рослинності. Перший ярус представлений такими рослинами, як дуб листяний, липа серцелиста і клен. Другий ярус включає граб, дикий клен, клен татарський, в'яз стрункий, гірську грушу та дику яблуню. Осика і вільха ростуть на низинах з високою вологістю. Третій ярус складається з ліщини звичайної, барбарису європейського, глоду, жимолості, чорної бузини, осоту, кизила та шипшини. Четвертий ярус представлений трав'яними видами, включаючи підсніжник білосніжний, сон-дволистий, ділню лісову, конвалію, черевички, щавель, осоку лісову, осоку жовту, зірочник, соніцю лісову та жимолось.

Голосіївський лісопарк містить також деякі види дерев, які не є типовими для цього регіону, такі як бархат амурський, акація біла, клен гостролистий, крушина біла, самшит західній та сосна звичайна.

Пасіка розташована на вершині пагорба і оточена парканом, відповідаючи ветеринарно-санітарним вимогам для бджільництва. Вона має необхідні приміщення для обслуговування бджолосімей, а також забезпечує зручні умови для проведення наукових досліджень у галузі бджільництва.

На Голосіївській навчально-дослідній пасіці утримують 68 бджолиних сімей. Крім наукових досліджень, пасіка займається розведенням, селекцією, доглядом, виробництвом, обробкою, збереженням та контролем якості продуктів бджільництва. Вона також використовується для проведення навчальних курсів, практикування та підготовки студентів.

На території пасіки є будівлі для навчання та експериментів, приміщення для пасічників та зберігання вуликів, а також три зимівники для бджолиних сімей. Всі споруди на пасіці мають електропостачання, що створює комфортні умови для наукової роботи. Кафедра бджільництва активно займається на пасіці і проводить наукові дослідження, організовує навчання та надає консультації пасічникам.

Голосіївська навчально-дослідна пасіка є важливим центром досліджень у галузі бджільництва. Вона допомагає вивчити поведінку бджіл, їхні звички, біологію та взаємодію з навколишнім середовищем. Науковці проводять експерименти, вивчають вплив різних факторів на здоров'я бджіл, виробництво меду та інші продукти бджільництва.

Пасіка також має важливе значення для охорони навколишнього середовища. Бджоли є незамінними запилювачами багатьох рослин, включаючи сільськогосподарські культури та дикорослі рослини. Вони сприяють збереженню біорізноманіття та екологічному балансу. Тому пасіка сприяє збереженню природних екосистем.

Загалом, Голосіївська навчально-дослідна пасіка є важливим центром для досліджень, навчання та збереження бджільництва. Вона сприяє розвитку науки, виробництву якісних продуктів бджільництва та охороні природи.

Метою роботи було розробити технологічну карту утримання бджолиних сімей з використанням ІТ-технологій.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

1) здійснити аналіз джерел літератури з питань використання ІТ-технологій у бджільництві;

2) опрацювати новітні методи і способи утримання бджолиних сімей з використанням системи дистанційного моніторингу I-BEE;

3) розробити технологічну карту утримання бджолиних сімей з використанням системи I-BEE;

4) обґрунтувати економічну ефективність використання ІТ-технологій у бджільництві.

Об'єкт дослідження - система дистанційного моніторингу бджолиних сімей I-BEE.

Предмет дослідження - застосування спеціалізованого програмного забезпечення і обладнання в технології утримання бджіл.

Згідно завдань і мети поставлених в роботі застосували аналітичні (огляд і аналіз різних джерел інформації), зоотехнічні (вирівнювання та оцінка стану бджолиних сімей), спостереження (ІТ-моніторинг) та статистичні методи досліджень.

Магістерська робота виконана відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри Бджільництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Схема дослідження відображена на рис 2.1.1.

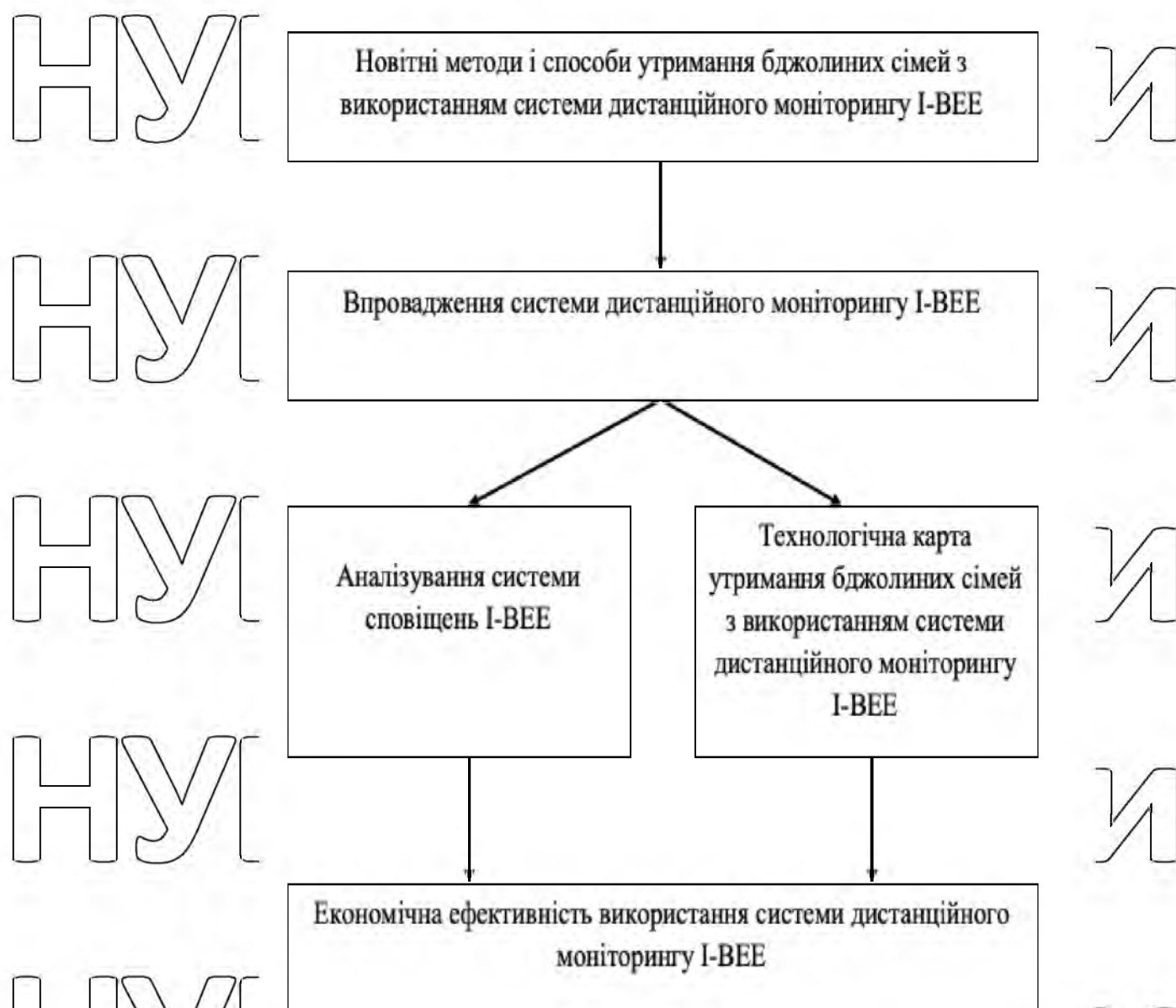


Рис. 2.1.1. Загальна схема досліджень

Як видно зі схеми досліджень, у Голосіївській пасіці спочатку впровадили систему дистанційного моніторингу I-Bee, а в подальшому використання спеціалізованого програмного забезпечення та ІТ-обладнання.

## 2.2 Методика дослідження

Для дослідження було використано аналітичні методи, які включали в себе:

- Опрацювання наукових публікацій з таких ресурсів, як Google Scholar, Researchgate, Elsevier, Wiley Online Library та E-Library. Це дозволило отримати інформацію про теоретичні основи бджільництва, а також про сучасні тенденції розвитку цієї галузі.
- Оцінку думок та вражень бджолярів, які були викладені в публікаціях у науково-популярних журналах "Пасіка" і "Український пасічник". Це дозволило отримати інформацію про практичний досвід бджолярів, а також про їхні проблеми та потреби.
- Аналіз рекомендацій виробників IT-обладнання для пасік. Це дозволило отримати інформацію про можливості використання IT-технологій у бджільництві.

Спостереження (дистанційний моніторинг) бджолиних сімей

здійснювався за допомогою онлайн-базової станції HUB, яка передавала зібрану інформацію на сервер по Wi-Fi або GSM. Ця інформація використовувалася для управління безпечністю утримання бджолиних сімей. Наприклад, у разі спрацювання датчика руху, пасічник отримував миттєве повідомлення на месенджер.

Зоотехнічні методи досліджень полягали у формуванні груп-аналогів бджолиних сімей (вирівнювання сили сімей, стимулююча підгодівля, заміна бджолиних маток) та їх оцінювання за стандартними методиками.

Для експериментального впровадження електронного журналу на

Голосіївську пасіку було обрано 2 групи-аналоги бджолиних сімей по 3 в кожній.

Контрольна група - класичне утримання, подібне до всіх сімей пасіки. Дослідна група - облік та керування за допомогою системи дистанційного моніторингу I-Bee.

Дві групи бджолиних сімей були розташовані поруч, на відстані 5 метрів одна від одної. Це дозволило забезпечити однаковий вплив природно-

кліматичних факторів і кормової бази на обидві групи протягом усього періоду дослідження на голосіївській навчально-дослідній насіці.

Експериментальне випробування пристрою дистанційного контролю проводили онлайн з квітні- липні 2022 року щогодинно.

Отримані результати досліджень записували до електронного журналу первинного обліку для подальшої біометричної обробки використовуючи статистичні методи та відповідне програмне забезпечення.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Впровадження системи дистанційного моніторингу стану бджолиних сімей I-Bee на Голосіївській навчально-дослідній пасіці

Технології у сучасному прогресивному світі розвиваються стрімко, і бджільництво не є винятком.

Зміна клімату, інтенсифікація сільського господарства та використання пестицидів загрожують бджолиним сім'ям і світовим запасам їжі.

Впровадження нових технологій може допомогти бджолярам захистити бджіл. Моніторинг параметрів навколишнього середовища є важливим для вивчення стану бджолиних сімей. Високоточна модель колонії отримується шляхом інтеграції багатьох параметрів.

На Голосіївській навчально-дослідній пасіці встановлена система I-Bee для дистанційного моніторингу стану бджолиних сімей [12] (рис. 3.1.1.)



Рис. 3.1.1. Система дистанційного моніторингу I-Bee

Система I-Bee - це українська інновація, яка допомагає бджолярам краще піклуватися про своїх бджіл і довіряти їм [11].



Система I-Bee складається з трьох основних компонентів: базової станції (HUB) (рис.3.1.3.), центрального пристрою (HIVE) та електронних ваг (SCALES) [12].

За допомогою додатку можна підключати додаткові датчики, наприклад, лічильник польотів бджіл.

### Базова станція - HUB

HUB приймає до 1500 шт HIVE пристроїв



Збір даних з усіх пристроїв на пасіку через бездротову мережу LORA



Передача даних у режимі online



Фіксація погодних умов опціонально



Робота від внутрішньої батареї або зовнішнього джерела живлення

Рис. 3.1.3. Базова станція HUB

### Центральний блок - HIVE

Фіксація стану вулика та передача даних на базову станцію - HUB:



Датчик руху



Температура та вологість усередині вулика



Спектр звуку



Датчик розкриття кришки вулика

Встановлюється збоку або під кришку вулика

Рис. 3.1.4. Центральний блок HIVE

### Електронні ваги - SCALES

Фіксація ваги вулика та передача даних здійснюється на центральний блок - HIVE:



Вага вулика



3 роки роботи батареї



Bluetooth передача даних



Прокладений монтаж

Терези розраховані на зважування до 200 кг. Доступна модифікація для виміру ваги до 400 кг.

Рис. 3.1.5. Електронні ваги SCALES

## Датчик на літок - COUNTER

Передача даних, про кількість бджіл, що влетіли і вилетіли, здійснюється на центральний блок - NIVE



Підрахунок кількості бджіл



Bluetooth передача даних



Статистика завантаженості проходів бджолами



Висутність дригів

Габаритні розміри платформи (Ш x Д x В) - 43 x 285 мм x 26 мм



Рис. 3.1.6. Датчик на льоток COUNTER

Використання даної системи на навчально-дослідній пасіці дозволяє дистанційно здійснювати моніторинг таких показників:

- Температура у вулику - стежить за комфортом бджіл у вулику в різні пори року. Відстежуйте різкі зміни температури та вологості і вчасно втручайтеся, знижуючи ризик захворювань і смертності.
- Звуковий спектр - дозволяє відстежувати поведінку, настрій та стан бджіл. За рівнем звуку у вулику можна визначити, чи потрібно втручатися в життя бджіл.
- Вага вулика - реєструє нормальне накопичення меду у вулику і швидко реагує на інтенсивне споживання меду бджолами. Система дозволяє статистично опрацювати дані і проаналізувати приріст меду в різні пори року і в різних системах вуликів в залежності від сезону.
- Точний підрахунок кількості бджіл, що залишають та заходять у вулик протягом певного періоду часу. Також збирається і подається в систему статистика про середню і пікову зайнятість проходів бджолами.
- Датчики руху допомагають підвищити безпеку пасіки. Тривожні повідомлення гарантують, що крадіжки вуликів, злому та падіння будуть негайно виявлені та вжиті відповідні заходи.

Що отримують бджолярі від системи i-bee:

- Зменшення всіх можливих ризиків, таких як хвороби бджіл, втрата роїв тощо.
- Планування та облік технічних досліджень.
- Завантаження всіх даних в Excel для подальшої роботи.
- Простий і точний інструмент для зважування вуликів.
- Миттєве сповіщення в разі надзвичайної ситуації.
- Управління підрахунком бджіл.



Рис. 3.1.7. Огляд поліуретанового вулику, у якому встановлена

система I-Bee

Система i-bee дозволяє бджолярам

• Вивести бджільництво на новий рівень, застосовуючи проектний менеджмент. Це означає, що система може допомогти бджолярам:

- Оптимізувати управління пасічними точками, наприклад, визначати оптимальні місця для розташування пасіки, планувати роботу бджолярів тощо.

○ Проводити маркетингові дослідження, щоб краще розуміти потреби ринку та потреби споживачів.

- Проводити бізнес-аналитику, щоб отримувати інформацію про ефективність бджільництва та виявляти можливості для покращення.

○ Опцифровувати типові операції у бджільництві, наприклад, відстеження стану бджолиних сімей, облік медузбору тощо.

- Спостерігати за станом бджолиних сімей у реальному часі. За допомогою смартфона бджоляри можуть отримувати інформацію про:

○ Динаміку зміни ваги вулика, що може свідчити про стан бджолиної сім'ї, наприклад, про наявність меду, про те, чи не відбулося роіння.

- Температуру та вологість у бджолиних сім'ях, що є важливими факторами для здоров'я бджіл.

○ Несанкціоновані огляди вуликів, що може бути ознакою крадіжки меду або інших проблем.

Отже, система i-bee є цінним інструментом для пасічників, який дозволяє

їм:

- Покращити ефективність бджільництва та отримувати більший прибуток.
- Збільшити продуктивність бджолиних сімей та підвищити їхню життєздатність.

- Забезпечити захист бджіл від шкідників та хвороб [12, 14].

### 3.2. Випробування системи I-Bee на пасіці

Точне бджільництво виникло у відповідь на необхідність оптимального управління бджільництвом. Він включає в себе технологію та статистичні методи, які допомагають бджолярам зрозуміти, що відбувається в їхніх вуликах, не відкриваючи їх і, таким чином, не турбуючи колонію. Встановлення датчиків у вулики та обробка даних, які вони надають, дає пасічнику інформацію в реальному часі про стан вуликів на основі відповідних змінних без необхідності подорожувати до них. Це полегшує прийняття рішень і мінімізує споживання ресурсів і стрес у колонії. Низка вчених застосували правила нечіткої логіки до параметрів, пов'язаних із внутрішньою та зовнішньою температурою вулика та сезоном (весна, літо, осінь чи зима), щоб визначити його стан здоров'я (нормальний, екстремальний або смерть).

Дані, отримані із записів звуків, які видають бджоли, використовувалися для визначення стану їхнього здоров'я або різних подій, які можуть відбуватися у вулику, наприклад, роїння, напад шершнів або зараження кліщем варроа. Інші дослідники вивчали коливання бджіл, щоб виявити випадки роїння. Системи відеомоніторингу також використовувалися для оцінки руху у вулику та з нього, а також для виявлення випадків роїння або зараження кліщем вароа.

Напівпровідникові газові датчики також можуть надати відповідну інформацію про стан здоров'я в вулику. Шурек та ін. (2019), наприклад, використовували різні види напівпровідникових газових датчиків, щоб знайти прямий зв'язок із рівнем зараження бджолиних колоній варроа.

Іншим джерелом інформації, що представляє великий інтерес, є моніторинг дій, які бджоляр виконує на вулику, таких як годівля, збір продуктів бджільництва, застосування обробок проти хвороб або спостереження за випадками роїння тощо.

Всього на пасіці встановлено п'ять комплектів систем, вони монтуються у вулики з різних матеріалів (дерево, очерет, пінополіуретан), а також різні системи (корпусні та лежаки) (рис. 3.2.1.).

НА

НА



Рис. 3.2.1. Тестування справності системи дистанційного моніторингу I-

Всє

Серед різних величин, які становлять інтерес для моніторингу бджолиних

сімей, зміна їхньої ваги в часі може точно відобразити продуктивність колонії,

а також стан її здоров'я та благополуччя. Як наслідок, системи вимірювання

ваги бджіл мають велике значення, особливо автоматичні рішення на основі

сенсорних мереж, які дозволяють здійснювати безперервний збір даних, а

також раннє виявлення майбутніх негативних умов, що вимагають

оперативного втручання у бджолосім'ї [18,19].

Методи вимірювання ваги бджолиних вуликів, які зазвичай

використовують бджоляри, зазвичай дуже прості, але й неточні. У більшості

випадків під вулик підкладають базову натяжну шкалу, яка нахилена на один

бік, припускаючи, що вага у вулику розподілена більш-менш рівномірно по

центру. Подвоївши наявний показник, отримують значення вимірювання ваги.

Кілька показників, пов'язаних з вагою, можуть дати точну картину стану

вулика, наприклад, добові коливання ваги вулика або часовий профіль добових

приростів і втрат, які також корисно знати, щоб вибрати найкращий час для

збору запасів меду та оптимізувати процедури управління вуликом [20,21].

Збір вищезазначеної інформації за допомогою вимірювальних операцій

вимагає можливості зважувати кілька десятків кілограмів (типовий порядок

величини ваги вулика), але з точністю до десятків грамів, що робить

вимірювання ваги вулика нетривіальною задачею (рис.3.2.2.) На рисунку 3.2.3. можна побачити, як змінювалась вага вуликів/різних матеріалів та конструкцій протягом літнього періоду. Влітку вага постійно зростає з періодичною закономірністю через активність бджіл, що займаються медозбором [40].

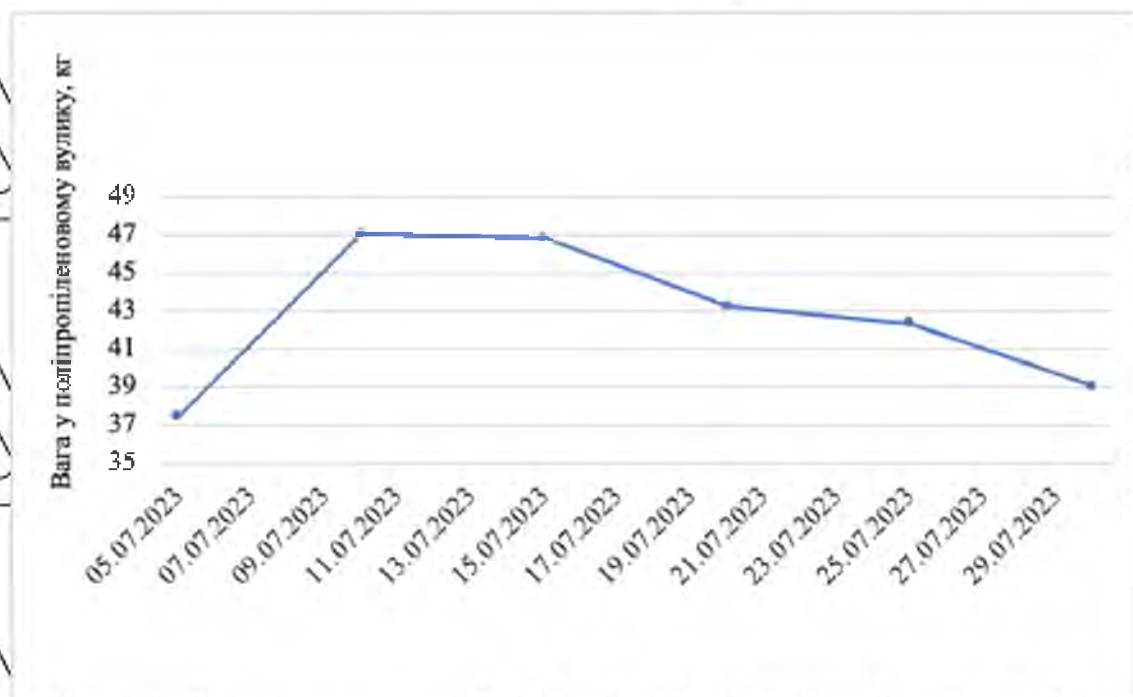


Рис. 3.2.2 Порівняльна оцінка зміни ваги у поліпропіленовому вулику протягом липня

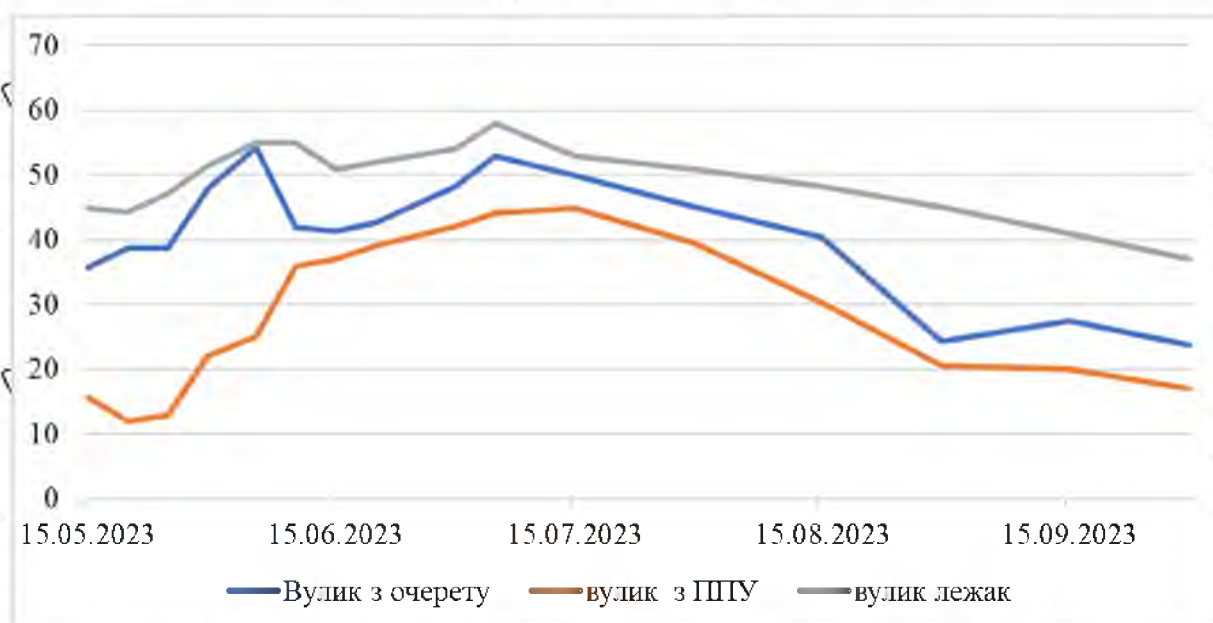


Рис. 3.2.3. Динаміка зміни маси вуликів впродовж літнього періоду

Аналіз температури та вологості всередині та зовні вулика може бути корисним для розуміння деяких аспектів колонії (рис. 3.2.4.). Це важливі

параметри, які можуть впливати на здоров'я бджіл, розплід і продуктивність вулика.

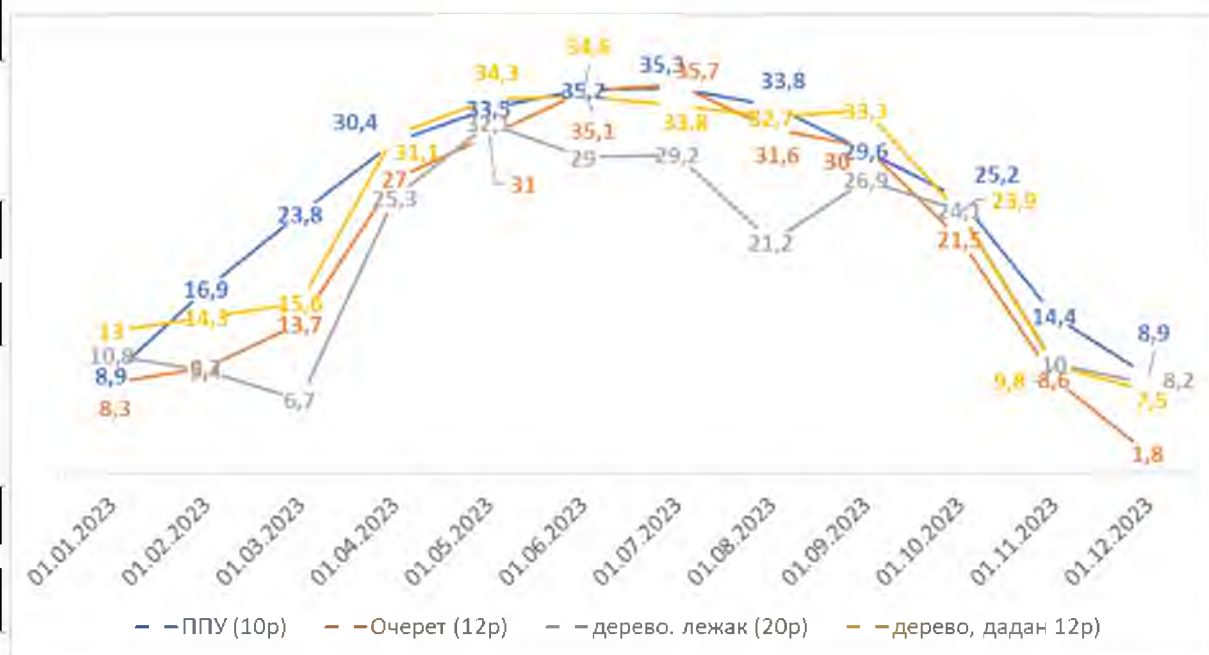


Рис. 3.2.4. Динаміка зміни температури в розплідній частині у вуликах

різних типів

Наприклад, декілька досліджень показали, що правильні значення температури та вологості можуть значно знизити рівень смертності в колонії та збільшити виробництво меду [39,40]. Зосереджуючись на вимірюванні

температури, було виявлено, що температура впливає на здоров'я бджіл і розпліду, а також що на продуктивність вулика сильно впливають зовнішні навколишні умови та внутрішні умови вулика. Правильна температура всередині вулика може призвести до значного зниження рівня смертності колонії та, водночас, збільшити виробництво меду за рахунок зменшення

внутрішнього споживання. Також було показано, що бджоли споживають мед для підвищення внутрішньої температури вулика протягом зими [23,33]

Відносна вологість (RH) є ще одним важливим фізичним параметром, який впливає на розвиток колонії та поведінку бджіл (див. рис. 3.2.5.).

НУБІП України

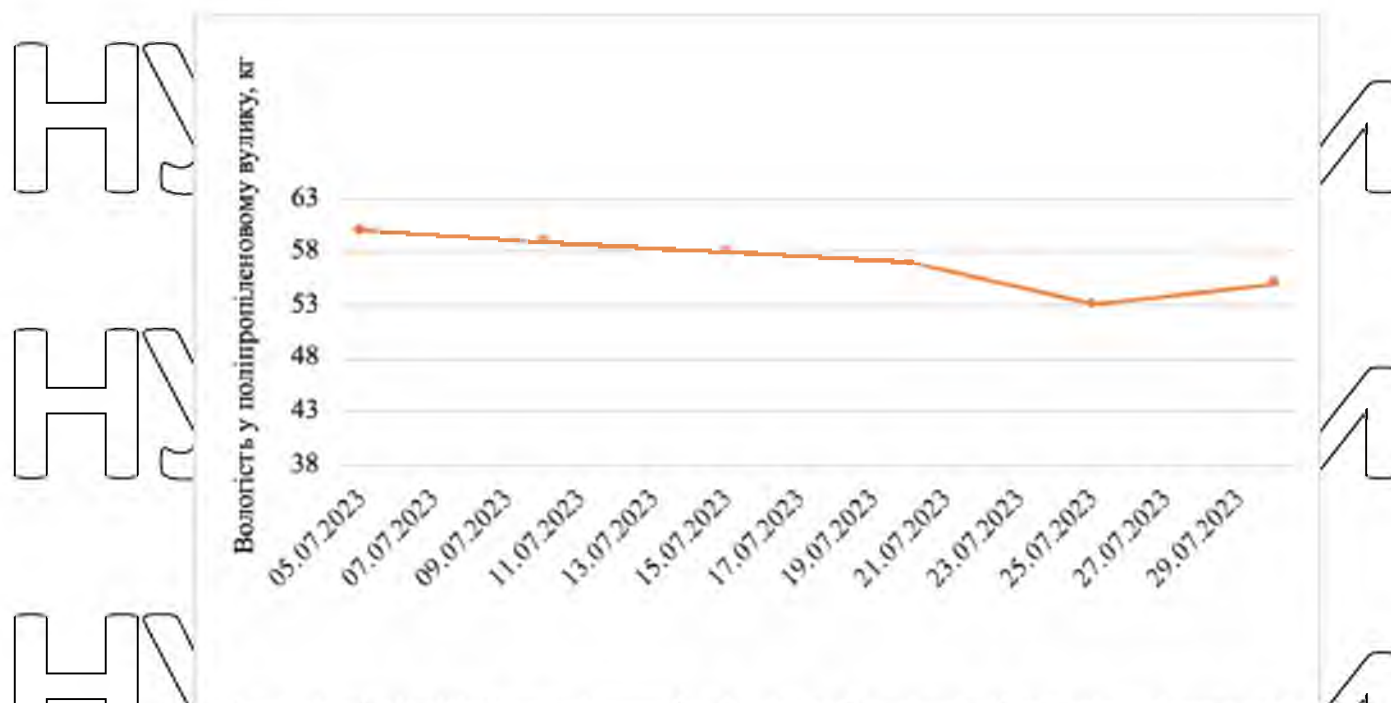


Рис. 3.2.5. Динаміка зміни вологості у поліпропіленовому вулику протягом липня

За допомогою систем дистанційного моніторингу можемо робити прямі порівняння між підвидами медоносних бджіл та їх гібридами щодо толерантності до високим низьких температур або відносної вологості повітря; оцінювати нові конструкції вуликів, в нашому випадку ми порівнювали продуктивність бджіл у очеретяному вулику та поліпропіленовому (наприклад, підвищена ізоляція або використання нагрівальних або охолоджувальних вентиляторів), що допомогти виживанню медоносних бджіл в суворих літніх, або зимових умовах; вплив температури та відносної вологості на активність зберігання корму в різних медозбірних умовах (див. рис. 3.2.6); порівняльна оцінка дозрівання маток і трутнів при різних температурах і відносній вологості повітря; вплив температури та відносної вологості на годівлю та роїння медоносних бджіл [34,35].

НУБІП України

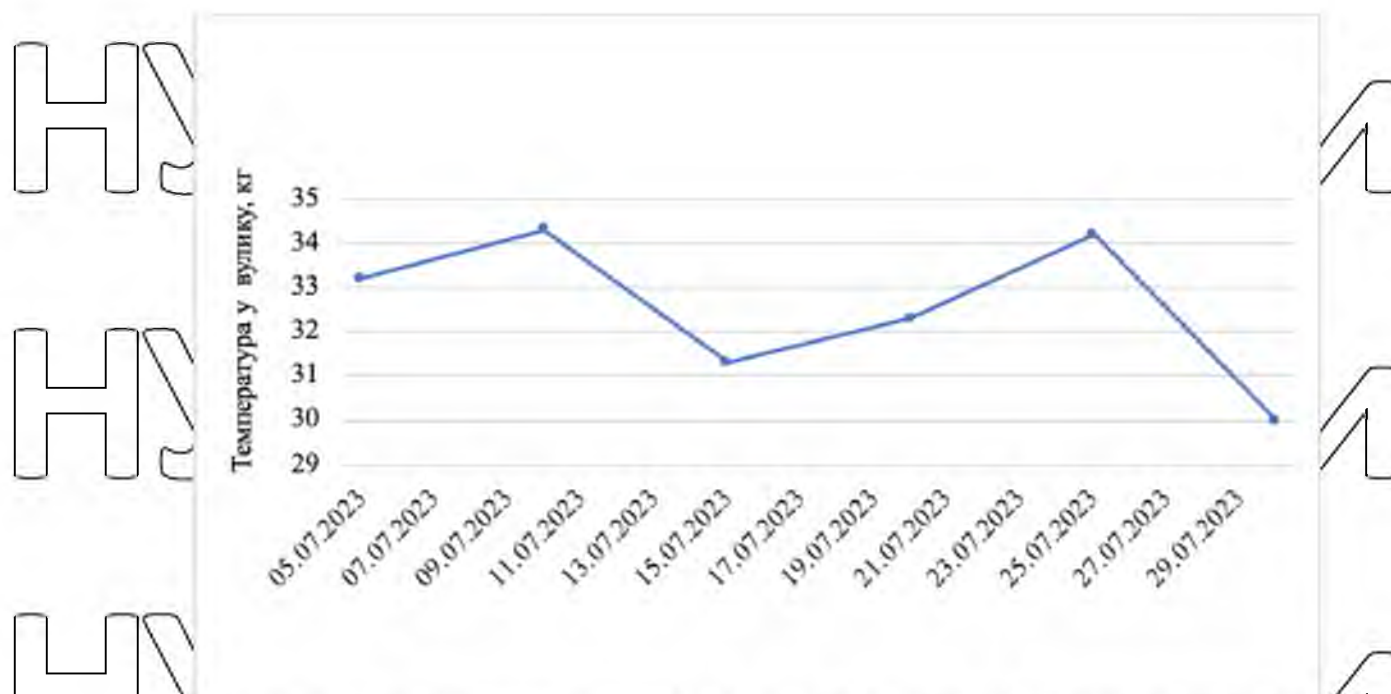


Рис. 3.2.6. Динаміка зміни температури у очеретяному вулику протягом липня

Також важливим проаналізованим явищем є роїння, яке починається навесні як наслідок збільшення і зміцнення популяції вулика. Постійна частина цієї популяції вирішує створити нову групу, яка віддаляється від початкового вулика. Ця подія являє собою природний спосіб відтворення колонії медоносних бджіл і вона стає позитивним приводом для бджолярів збільшити кількість вуликів у колонії, якщо є можливість передбачити цю подію і утримати сім'ю до того, як вона полетить [34]. Дві важливі характеристики цієї події - вага, яка, безумовно, змінюється, і звук, який посилюється під час роїння. Завдяки дистанційній системі I-Bee ми контролюємо ці показники та можемо вчасно втрутитись. На рис. 3.2.7. можемо побачити ключові показники у вулику-лежкау, що контролюються протягом сезону (температура, вологість, рівень шуму, вагу) [28,30].

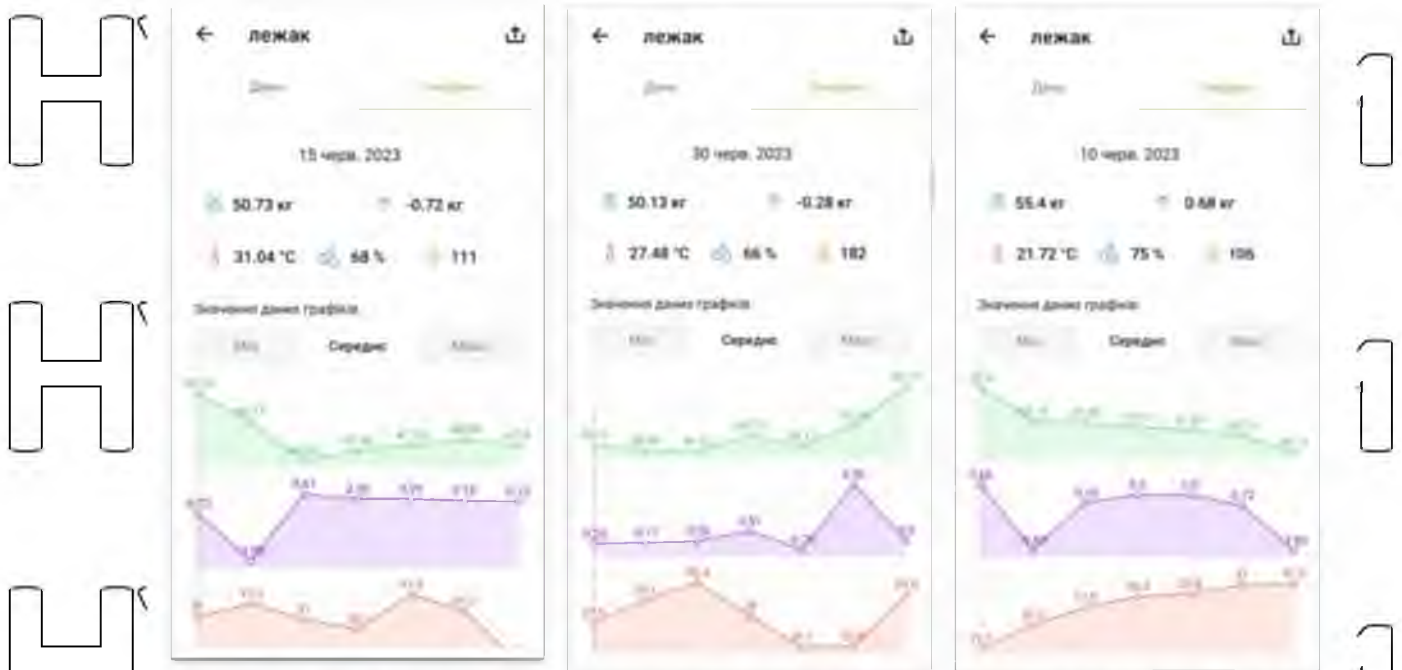


Рис. 3.2.7. Порівняння основних показників активності бджолиної сім'ї у вулику-лежаку

Бджоляр може стежити за станом своїх вуликів з будь-якої точки світу за допомогою мобільного додатку. У ньому є функція сповіщень, яка повідомляє бджоляра про будь-які непередбачені події, наприклад, про спрацювання датчика руху [37].

З допомогою вбудованого у додаток щоденника бджоляра, ми можемо вести облік своїх операцій, планувати завдання та аналізувати дані. Додаток дуже зручний у користуванні і дозволяє легко керувати пасікою.

Система дистанційного контролю I-Bee, здатна здійснювати в реальному часі та довгострокові вимірювання відповідних параметрів, пов'язаних із умовами вуликів, таких як вага вулика, звуки, які видають бджоли, температура, вологість у вулику, а також погодні умови на вулиці, що теж дуже важливий параметр контролю.

Було проведено кілька аналізів, враховуючи виміряні параметри та деякі події, які можуть статися в колонії. Зокрема, розглянуто нормальну активність

бджіл протягом доби, збір меду протягом одного тижня, порівняння весняного та літнього сезонів, а також подію роїння.

З результатів стає очевидним, що тривале вимірювання цих параметрів у режимі реального часу відіграє фундаментальну роль у забезпеченні вдосконаленого моніторингу вуликів, а зібрані дані можна використовувати як надійний індикатор здоров'я медоносних бджіл.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

### 3.3 Технологічна карта утримання бджолиних сімей з використанням системи I-Bee

Введення системи моніторингу стану бджолиних сімей є важливою частиною діяльності на пасіці.

Огляди на Голосіївській пасіці можуть бути умовно розділені на три основні етапи:

1. Причина огляду, яка визначає подальші дії з бджолиними сім'ями, такі як екскурсії, лабораторні роботи студентів, дослідження, профілактичні заходи, підгодівля і т.д.
2. Сам огляд, який може включати повне або часткове розбирання гнізда бджолиної сім'ї.
3. Реєстрація отриманих даних під час огляду, які потім використовуються для моніторингу та планування подальших дій з бджолиними сім'ями.

Система моніторингу I-Bee дозволяє збирати і зберігати інформацію про стан бджолиних сімей, що допомагає пасічникам у розумінні та управлінні популяціями бджіл.

Проблемою збереження даних про огляд бджолиних сімей протягом сезону є обмежений доступ до цих даних для керівництва та студентів під час навчального процесу. Основні дані зберігаються лише в актах весняної та осінньої ревізії, а також у журналі пасічника, який зазвичай знаходиться при ньому.

Застосування системи дистанційного моніторингу I-Bee надає додаткову можливість використання дистанційного журналу пасічника. Цей журнал призначений для планування робіт, контролю за їх виконанням та станом пасіки. Він також дає змогу швидко формувати звіти про продукти та матки, а також імпортувати дані в Microsoft Office Excel для подальшого статистичного аналізу.

Завдяки системі дистанційного моніторингу пасічникам та студентам стає доступніше отримувати і аналізувати дані про стан пасіки, що покращує навчальний процес і дозволяє більш ефективно управляти бджолиними сім'ями.

Ми здійснювали порівняльну оцінку дослідної і контрольної групи. Дослідна група була представлена вуликом з поліпропілену, очеретяний та вулик-лежак (рис. 3.3.1.). За допомогою програми, пасічник залишав примітки про роботи, що виконував у даних вуликах.

## Щоденник

Серпень						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

## Серпень

01 серпня

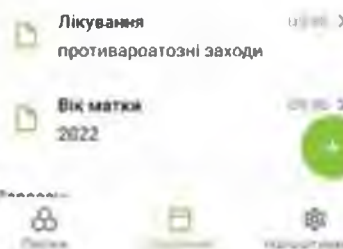


Рис. 3.3.1. Планування і фіксація технологічних операцій

Таким чином, дослідний період був запланований на 2 місяці, під час яких планувалося отримати акацієвий мед. Огляди дослідних сімей здійснювалися синхронно в один день, в електронний журнал записувалися дані про наявність і кількість стільників з медом, розплodom, в тому числі яйця, відкритий і запечатаний, обсиджуваний стільників з бджолами; загальна.

Окрім того, вносилися характеристики сім'ї, які допоможуть оцінити якість матеріалу при потребі формування племінного ядра. Серед них - миролюбність, усидливість на стільнику, тігненічна здатність, щільність розплоду.

За дослідний період з 15.04 по 15.06 було здійснено лише 4 огляди, та знімання верхнього корпусу з гнізда під час відокрашення стільників меду для відкачування та постановки суші після відкачування.

В будь-який зручний час, можливо переглянути загальну інформацію за дослідний період. Для того, щоб додати нову подію необхідно в додатку скористатися вкладкою меню «Щоденник», підменю «Тема» та обрати вид робіт за яким потрібно створити примітку чи нагадування (рис. 3.3.2).



Рис. 3.3.2. Перелік технологічних операцій на Голосіївській пасіці

Після завершення експериментального періоду було здійснено порівняння записів класичного пасіничного журналу з електронним журналом. В результаті була оцінена якість введеної інформації, а також витрати часу на огляд бджолиних сімей та їх продуктивність. Ці дані представлені в таблиці 3.3.3.

Таблиця 3.3.3  
Результати отриманого моніторингу

№	Інформація	Група	
		звичайні вулики на пасіці	вулики обладнані системою I-Bee
1	Можливість планування і налаштування нагадувань		+

2	Сила сім'ї	+	oo +
3	Необхідність у розширенні	+	+
4	Інформація про вуглеводний корм	+	+
5	Інформація про білковий корм	+	-
6	Інформація про матку	-*	oo +
7	Інформація про розплід	+	+
8	Відмітки про виконання запланованого	+	+
9	Можливість швидкого оцінювання бджолосім'ї за певними ознаками	-	+
10	Можливість автоматичної швидкої передачі у текстові редактори для статистичного аналізу		oo +
11	Прогнозування на основі отриманих даних		+
12	Отримання автоматично зведених звітів на основі отриманих даних	-	oo +
13	Можливість втрати даних	+	**

Примітка. \* - інформація про матку не записується при кожному огляді;

\*\* інформація зберігається на серверах і є доступною з будь-якого гаджета.

Після аналізу таблиці 3.3.3. та врахування власного досвіду роботи з електронним журналом, можна зробити висновок, що електронний журнал виявляється значно більш практичним та інформативним у використанні, порівняно з класичним журналом.

Серед переваг використання електронного журналу можна виділити такі можливості: планування завдань та налаштування нагадувань, швидке оцінювання сімей за основними характеристиками; автоматична побудова графіків, що відображають динаміку різних показників; автоматичне швидке експортування даних до текстових редакторів для статистичного аналізу; прогнозування розвитку бджолиних сімей на основі наявних даних; отримання

автоматично зведених звітів на основі наявних даних; низька ймовірність втрати даних.

Серед недоліків електронного журналу можна виділити: відсутність можливості вибору програми для отримання інших продуктів бджільництва, окрім меду та бджолиного обніжжя; відсутність функції, яка дозволяла б контролювати наявність білкових кормів

Узагалі, електронний журнал має багато переваг у порівнянні з класичним журналом, але також має свої обмеження, які варто враховувати при виборі системи журналювання для бджільництва.

Була розроблена технологічна карта виробництва з урахуванням впровадження нових технологій дистанційного моніторингу та оптимізації виробничих процесів на Полосіївській навчально-дослідній пасіці. У таблиці 3.3.4. наведено технологічні операції, які проводяться протягом активного періоду пасічницького сезону.

Таблиця 3.3.4.

### Технологічна карта Голосіївської навчально-дослідної пасіки

Технологічна операція	Час проведення	Умови, в яких виконується
планування виробничого процесу	лютий	складання виробничого плану на активний період медозбору
впровадження I-Bee	лютий-березень	моніторинг у системі дистанційного контролю бджолиних сімей I-Bee
планування використання медового запасу місцевості	березень	розробка медоносного конвеєру в ареалі продуктивного льоту бджолосімей пасіки
забезпечення бджолиних сімей кормами	згідно з календарем пасічника	стимулююча весняна підгодівля, створення необхідного запасу меду та перги, планування запасу корму на зиму
контроль стану бджолиних сімей	згідно з календарем	використання даних системи дистанційного моніторингу I-Bee

отримання бджолиного обніжжя	пасічника квітень-травень	на основі технології виробництва обніжжя
отримання меду	червень	на основі технології виробництва меду
отримання прополісу	протягом періоду медозбору	на основі технології виробництва прополісу
отримання воску	переробка воскової сировини- серпень	на основі технології виробництва воскосировини з використанням парової воскотопки
формування відводків і заміна маток	згідно з календарем пасічника	виращування маток на заміну 25% і реалізацію відводків
формування сімей на зиму	згідно з календарем пасічника	забезпечення бджолосімей кормами
аналіз діяльності виробництва	вересень	використання даних дистанційного моніторингу для формування висновків щодо річної діяльності пасіки

Ми рекомендуємо використовувати розроблену технологічну карту виробництва продукції бджільництва на Голосіївській пасіці для розробки квартальних планів. Чітка організація виробничого процесу допоможе налагодити роботу в природно-кліматичних умовах Голосіївської пасіки де такого рівня, коли вона стане самоокупною для утримання бджолиних сімей.

Отримані дані про систему I-Bee в кінці активного періоду пасічницького сезону можна використовувати для формування висновків щодо річної виробничої діяльності та пошуку шляхів подальшого удосконалення.

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Для оцінки економічної ефективності використання системи дистанційного моніторингу бджолиного стану I-Bee, спершу необхідно визначити потенційні затрати часу, які можна зекономити за допомогою цієї системи.

У традиційному підході, пасічник повинен постійно здійснювати огляди бджолиних сімей на пасіці, щоб виявити потенційні проблеми або небезпеки, такі як зменшення маси вулика або підвищення температури, які можуть вказувати на хвороби або інші проблеми зі станом бджіл.

З використанням системи дистанційного моніторингу I-Bee, пасічник може віддалено контролювати стан вуликів за допомогою сенсорів і передавати дані в реальному часі. За допомогою цих даних, бджоляр може виявляти проблеми та реагувати на них за потреби, замість того, щоб постійно їздити до пасіки для огляду.

Отже, економія затрат часу на огляд бджолиних сімей може бути виміряна як різниця між кількістю оглядів, необхідних у традиційному підході, і кількістю оглядів, необхідних з використанням системи I-Bee. А також економія часу і витрат на паливе під час поїздок до ваших пасік для регулярного огляду – особливо якщо вони знаходяться більше 100 км, що значно дорожче, ніж в будь-який момент часу зайти в застосунок і перевірити стан ваших бджіл.

Витрати на обладнання I-Bee складають 27 018 грн (комплект на 5 вуликів). Вартість абонентської плати становить 5 вуликів \* 570 грн/рік/вулик = 2850 грн/рік.

Розрахуємо, що у традиційному підході бджоляр здійснює огляди бджолиних сімей на пасіці 2 рази на тиждень, тоді як з використанням системи I-Bee йому досить здійснювати огляди 2 раз на місяць.

Таким чином, економія затрат часу на огляд бджолиних сімей становить 2 огляди на місяць (використання I-Bee) проти 8 оглядів на місяць (традиційний

підхід). Це означає, що пасічник економить час, який раніше витрачався на постійні поїздки до пасіки для огляду.

Тепер, для оцінки конкретної економічної ефективності, необхідно визначити вартість поїздки. Отже, якщо бджоляр знаходиться орієнтовно за 100 км від пасіки, витрати на дорогу становлять  $16 \text{ л пального} * 58 \text{ грн} = 928 \text{ грн}$ .

Вартість двох оглядів в місяць складають  $928 * 2 = 1856 \text{ грн}$ .

Натомість вартість 8 оглядів за традиційного пасічництва становитиме 7424 грн.

Таким чином, економія витрат пального на огляд бджолиних сімей з використанням системи I-Bee складає 5568 грн на місяць.

Отже, впровадження інноваційних технологій у виробничих процесах, зокрема системи I-Bee, може мати позитивний вплив на умови праці пасічника

та привести до різних переваг, а саме: скорочення кількості оглядів бджолиних сімей (застосування нових технологій, таких як сенсори, моніторингові системи

та автоматизовані процеси, може зменшити необхідність у ручному перевірці кожної бджолиної сім'ї. Це дозволяє пасічникам ефективніше використовувати свій час та зусилля, зменшує фізичне навантаження та ризик пошкодження

бджіл); зменшення потреби у поновлюваних ресурсах (оптимізована система

годувлі може допомогти бджолам більш ефективно використовувати запаси, що зменшує необхідність у додатковій підгодівлі, також, використання новітніх технологій може сприяти виробництву більш якісної вошини, що зменшує

необхідність у закупівлі); сприяння дослідній роботі та науково-технічному

розвитку (впровадження технологій дистанційного моніторингу у пасічному господарстві створює сприятливі умови для проведення досліджень та розвитку нових напрямків).

Таким чином, ефективність реалізації системи I-Bee може мати позитивний вплив на умови праці пасічника, зменшуючи рутинні завдання,

оптимізуючи використання ресурсів та сприяючи науково-технічному розвитку в галузі бджільництва.

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ У БДЖІЛЬНИЦТВІ

Була розроблена система заходів, яка призначена для захисту бджолярів від травм, укусів бджіл та негативного впливу виробничих процесів. Під час планування, обладнання та розташування пасік, виробничих приміщень, споруд і складів бджільницьких ферм дотримуються будівельних норм і вимог Державного стандарту України щодо пожежної безпеки.

Територія стаціонарної пасіки повинна бути оточена огорожею. У випадку обмеженої видимості на підступах до неогороджених ділянок слід встановити щитки розміром 200 x 400 мм з написом "Обережно! Бджоли".

Заборонено розташовувати пасіки під лініями електропередач, неподалік від шкіл, лікарень та інших установ (відстань не менше 250 м), тваринницьких ферм (відстань не менше 400-500 м), великих автомагістралей і великих водойм (відстань не менше 2 км), підприємств хімічної та кондитерської промисловості (відстань не менше 3 км).

Вікна і отвори у пасічних приміщеннях, які можна відчиняти, повинні бути обладнані сітками, що запобігають проникненню бджіл.

На пасіці повинна бути аптечка для надання першої медичної допомоги у разі нещасних випадків та укусів. Аптечка повинна містити індивідуальні перев'язувальні пакети, бинти, вату, ватно-марлевий бинт, джгут, шпори, гумовий міхур для льоду, склянку, піпетку, настоянку йоду, нашатирний спирт, борну кислоту, питну соду, перекис водню, настоянку валеріани, анальгін, цитрамон, димедрол, супрастин, діазолін, фенкарол, тавегіл та інші необхідні засоби.

Особи, які мають виражену алергічну реакцію на ужалення бджіл, квітковий пилок, мед, віск, прополіс і бджолину отруту, не допускаються до роботи з бджолами і продуктами бджільництва. Персонал, який має бути допущений до такої роботи, повинен пройти інструктаж з техніки безпеки.

Інструктаж з техніки безпеки складається з кількох етапів: вступного, первинного на робочому місці, повторного, позапланового і поточного.

Головний спеціаліст господарства проводить вступний інструктаж з усіма працівниками, які приймаються на роботу, а також з відрядженими, учнями та студентами, які прибули на практику.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться з усіма новоприйнятими на роботу працівниками, а також з тимчасовими робітниками, практикантами, учнями та відрядженими.

Повторний інструктаж проводиться з усіма працюючими працівниками щонайменше 2 рази на рік, незалежно від їхньої кваліфікації, освіти та стажу роботи.

Позаплановий інструктаж проводиться у випадку зміни правил з охорони праці, порушення працівниками вимог техніки безпеки або при перерві в роботі тривалістю понад 60 днів. Поточний інструктаж проводиться безпосередньо перед виконанням робіт, на які потрібен наряд-допуск.

Всі проведені інструктажі фіксуються в спеціальному журналі і підписуються як інструктором, так і особою, яка отримує інструктаж.

Під час обслуговування бджіл дотримання вимог безпеки є дуже важливим. Роботи з догляду за бджолами повинні виконуватися обслуговуючим персоналом, які повинні мати на собі лицьові захисні сітки,

халати. Перед початком роботи димар повинен бути заправлений і готовий до використання.

Під час проведення ветеринарно-санітарних та лікувально-профілактичних заходів, таких як дезінфекція, дезакаризація, дезінсекція та дератизація, необхідно використовувати належний індивідуальний захист. Це включає костюми та напівчоботи з текстильною надставкою, фартухи з гуми, рукавички з гуми, фільтрувальні респіратори або полегшені респіратори типу "Кама", захисні окуляри та спеціальні рукавиці.

Під час огляду і обробки бджіл важливо уникати різких сторонніх запахів, таких як парфуми або речовини з сильно вираженим запахом. Також потрібно уникати темного одягу, особливо ворсистого або вовняного, ударів по вулику, знаходження перед льотками бджіл та вуликами під час масового

доту, а також випадків бджолиного злодійства на пасіці, коли немає потреби в зборі меду з вуликів.

Щоб уникнути падіння вуликів, рекомендується встановлювати їх на пасіках на рівних підставках без нахилів. У випадку відсутності стелажів у зимівниках, вулики можна розміщувати на твердій підлозі або спеціальних настилах, утворюючи штабелі в кілька рядів. Важливо, щоб висота штабеля не перевищувала 2 метри, а вулики в ряду стояли тісно один до одного.

Для того, щоб зняти рої, які прищепилися до високих дерев або інших предметів на висоті, слід використовувати драбини, монтерські кігті і пояси, які забезпечують безпеку працівника від падіння.

Під час проведення ветеринарно-санітарних і профілактичних заходів, таких як дезінфекція, дезакаризація, дезінсекція та дератизація, необхідно залучати ветеринарного лікаря, який надасть інструкції бджоляру щодо безпеки та правил поводження з препаратами.

При відборі та первинній обробці продукції бджільництва важливо враховувати наступні вимоги безпеки: під час розпечатування медових стільників за допомогою парових ножів слід контролювати рівень води в пароутворювачі, перевіряти справність запобіжних клапанів та паропроводів.

Нагрівальні пристрої повинні бути встановлені на теплоізоляційних підставках на безпечній відстані (не менше 1 метра) від горючих предметів.

Під час відкачування меду з медогонки необхідно завжди закривати кришку медогонки. Важливо дотримуватись категоричного заборони на відкривання кришки, виносу або установку рамок з медом до повної зупинки ротора медогонки.

Процеси, пов'язані з вилученням прополису з холстиків і стінок вуликів, його очищення від механічних домішок у центрифугі та просіювальних пристроях, призводять до збільшення пиловмісту у приміщенні. Тому

приміщення повинні бути обладнані системою припливно-втяжною вентиляції. Крім того, ці роботи зазвичай виконуються при негативних температурах зовнішнього повітря. Тому працівники, зайняті на цих роботах, повинні бути

належно одягнені, забезпечені спеціальними халатами, прогумованими фартухами і захисними окулярами.

Переробку воскової сировини та інші роботи, які включають використання відкритого вогню, слід проводити у спеціально відведеному місці, яке обладнане протипожежним інвентарем, має достатню кількість води і піску, а також покриття з брезенту або кошми. Це місце повинно знаходитись на відстані не менше 50 метрів від легкозаймистих споруд і матеріалів.

Під час роботи важливо постійно стежити за рівнем води у воскотопках або пароутворювачах, перевіряти справність запобіжних клапанів, паропроводів і контрольно-вимірювальних приладів.

У відділенні переробки воскової сировини на великих бджільницьких фермах встановлені парові котли. Щоб обслуговувати ці котли, потрібно бути особою, яка досягла 18-річного віку, пройшла медичний огляд і має посвідчення, що підтверджує їх право на роботу.

У пристроях для приймання отрути з вуликів, необхідно виймати їх не раніше, ніж через 15-20 хвилин після відключення та заспокоєння бджіл. Усі операції, пов'язані з бджолою отрутою, проводяться в спеціальному закленому боксі, який захищає слизову оболонку очей, рота і носа оператора.

Бокс має вікна для рук і нарукавники. Готову отруту зберігають у баночках з герметично закритими кришками у сейфі. Роботи з відбору маточного молочка виконуються у спеціальних лабораторіях, що відповідають вимогам для виробництва лікарських препаратів і харчових продуктів. Приміщення для сушіння квіткового пилку (обніжжя) має бути обладнане системою припливно-втяжної вентиляції.

Вимоги безпеки під час перевезення бджіл. Перевозити бджіл необхідно у справних вуликах, відповідним чином підготовлених і скріплених. Крім цього, необхідно мати із собою бджолярську стамеску, заправлений димар, лицьові сітки і халати, а також ключчя або свіжий заміс глини для закладення щілин, що утворилися, через які можливий вихід (виліт) бджіл.

Піднімати вулики з бджолами слід зберігаючи їх у нормальному вертикальному положенні. Важливо не кренити або нахилити їх під кутом більше 30°. На транспортних засобах однокорпусні вулики можна розміщувати в трьох ярусах, а двокорпусні - в двох. Загальна висота вуликів не повинна перевищувати 3,3 метра від підлоги. При перевезенні бджіл слід уникати зупинок, а якщо зупинка необхідна, робити її в затіненому місці, якнайдалі від місць роботи та відпочинку людей. Заборонено перевозити людей у кузові транспортного засобу разом з наповненими бджолами вуликами.

Після прибуття на пасіку, дві людини повинні відчинити борта транспортного засобу, попередньо переконавшись, що вулики надійно закріплені й не впадуть.

Протипожежні заходи. Пасіка має бути забезпечена первинними засобами гасіння пожежі (баграми, вогнегасниками, лопатами, сокирами, відрами), а також водою і піском у достатній кількості. Крім цього, слід суворо дотримуватися таких правил: мати вільний доступ до всіх пасічних будівель; не захаращувати проходи, виходи, коридори, тамбури, сходи, торишні приміщення всіх будівель; розміщувати приміщення, обладнані печами і плитами, не ближче ніж за 25 м від зимівника; не застосовувати відкритий вогонь для відігрівання замерзлих водопровідних і каналізаційних труб; дотримуватися обережності під час користування димарем (розпалювати його тільки в спеціально відведеному для цього місці, не допускати виходу іскор, після закінчення роботи вугілля, що горить, висипати в яму, вириту в землі).

При ужаленні бджілою необхідно негайно вжити заходів, щоб запобігти поширенню отрути у тканинах. Перш за все, треба видалити жало (за допомогою пінцета, нігтя або леза стамески), уникнувши стискання отруйного міхура. Потім можна застосувати холод на місце ужалення, використовуючи грілку з льодом або холодну воду, і надати потерпілому серцеві краплі та антиалергенні препарати у разі важкого отруєння. У разі потреби потерпілого слід доставити до лікарні.

## РОЗДІЛ 6. АНАЛІЗ І ЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Система I-Bee - це українська інновація, яка допомагає бджолярам краще піклуватися про своїх бджіл і довілля. Програма фіксує погодні умови на пасіці та збирає інформацію з датчиків у вуликах через бездротову мережу LORA. Дані збираються кожні 30 хвилин, що дозволяє бджолярам оперативно реагувати на будь-які зміни в стані бджолиних сімей.

За допомогою систем дистанційного моніторингу можемо робити прямі порівняння між підвидами медоносних бджіл та їх гібридами щодо толерантності до високих і низьких температур або відносної вологості повітря; оцінювати нові конструкції вуликів, в нашому випадку ми порівнювали продуктивність бджіл у очеретяному вулику та поліпропіленовому (наприклад, підвищена ізоляція або використання нагрівальних або охолоджувальних вентиляторів), щоб допомогти виживанню медоносних бджіл в суворих літніх, або зимових умовах; вплив температури та відносної вологості на активність зберігання корму в різних медозбірних умовах; порівняльна оцінка дозрівання маток і трутнів при різних температурах і відносній вологості повітря; вплив температури та відносної вологості на годівлю та роїння медоносних бджіл.

Ми рекомендуємо використовувати розроблену технологічну карту виробництва продукції бджільництва на Голосіївській пасіці для розробки квартальних планів. Чітка організація виробничого процесу допоможе налагодити роботу в природно-кліматичних умовах Голосіївської пасіки до такого рівня, коли вона стане самокупною для утримання бджолиних сімей. Отримані дані про систему I-Bee в кінці активного періоду пасічницького сезону можна використовувати для формування висновків щодо річної виробничої діяльності та пошуку шляхів подальшого удосконалення.

## ВИСНОВКИ

1. Теоретично і практично обґрунтовано використання системи дистанційного моніторингу бджолиних сімей I-Vee на Голосіївській навчально-дослідній пасіці, адже завдяки ній ми модернізуємо та автоматизуємо процеси, зменшуємо затрати пасічника.

2. Ця система дозволяє бджолярам дистанційно контролювати стан бджолиних сімей, що дає ряд переваг, такі як зменшення витрат часу і пального на поїздки до пасік. Це особливо актуально для пасік, розташованих далеко від місця проживання бджоляра.

3. Завдяки систематичному моніторингу бджоляр може своєчасно виявити проблеми і вжити заходів для їх усунення.

4. Економія витрат пального на огляд бджолиних сімей з використанням системи I-Vee складає 5568 грн на місяць.

5. Впровадження інноваційних технологій у виробничих процесах, зокрема системи I-Vee, може мати позитивний вплив на умови праці пасічника та привести до різних переваг, а саме: скорочення кількості оглядів бджолиних сімей (застосування нових технологій, таких як сенсори, моніторингові системи та автоматизовані процеси, може зменшити необхідність у ручному перевірці кожної бджолиної сім'ї).

6. Це дозволяє пасічникам ефективніше використовувати свій час та зусилля, зменшує фізичне навантаження та ризик пошкодження бджіл; зменшення потреби у поновлюваних ресурсах (оптимізована система годівлі може допомогти бджолам більш ефективно використовувати запаси, що зменшує необхідність у додатковій підгодівлі, також, використання новітніх технологій може сприяти виробництву більш якісної вошни, що зменшує необхідність у закупівлі); сприяння дослідній роботі та науково-технічному розвитку (впровадження технологій дистанційного моніторингу у пасічному господарстві створює сприятливі умови для проведення досліджень та розвитку нових напрямків).

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

НУБІП України

На даний момент Голосіївська навчально-дослідна пасіка має 3 вулики,

оснащені системою I-Bee. Це дозволяє бджолярам моніторувати стан цих вуликів, але не дає повної картини. Впровадження додаткових 2 комплектів

НУБІП України

системи I-Bee дозволить бджолярам моніторувати стан 5 вуликів. Це дозволить їм:

- Більше розуміти поведінку бджіл. Моніторинг стану більшої кількості вуликів дозволить бджолярам краще зрозуміти, як бджоли реагують на різні фактори, такі як погода, наявність корму та наявність хвороб.

НУБІП України

- Вчасно виявляти проблеми. Система I-Bee може виявляти проблеми з бджолиними сім'ями на ранніх стадіях. Це дозволить бджолярам вжити заходів для їх усунення до того, як вони призведуть до серйозних

НУБІП України

- наслідків.
- Покращити ефективність бджільництва. Система I-Bee може допомогти бджолярам приймати більш обґрунтовані рішення щодо догляду за бджолиними сім'ями. Це може призвести до підвищення продуктивності

НУБІП України

бджільництва.

Я вважаю, що впровадження додаткових 2 комплектів системи I-Bee є розумною інвестицією в розвиток Голосіївської навчально-дослідної пасіки. Ця

система має великий потенціал для підвищення ефективності бджільництва на

НУБІП України

пасіці.

НУБІП України

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук Л., Броварський В. Високоєфективні рослини для бджільництва. Монографія. Нітра, 2017. 104 с.

2. Антощенко Р. В., Кісь, В. М., Галич, І. В., Никифоров, А. О., Мікла, І. А. (2019). Аналіз мехатронних систем віддаленого контролю бджолодиної сім'ї.

3. Бджільництво України : наук.-вироб. журн. / ННЦ «Ін-т бджільництва ім. П.І. Прокоповича» НААН України, Ін-т біології тварин НААН України. Вип. 10 – 2023. – 108 с.

4. Бджільництво: посібник для вивчення дисципліни для студентів напрямку 201 – Агрономія. Кропивницький: ЦНТУ, 2019. 142 с.

5. Богдан, М. Н. Селекція та розведення бджіл: посібник / Колектив авторів. – Одеса: Бондаренко М. О., 2017. – 228 с.

6. Добролюбова, М. В., Філіппова, М. В., & Нерозна, І. О. (2019). Автоматизована система регулювання параметрів мікроклімату. Інформаційні системи, механіка та керування, № 21. с. 38-50.

7. Дудинський Т. Т. Основи бджільництва : навч.-метод. посіб. для студ. 2-го курсу ден. та заоч. форми навч. біолог. фак-ту за спец. "Плодоовочівництво та виноградарство" / Т. Т. Дудинський, А. Т. Дудинська, В. О. Романко. – Ужгород : Говерла, 2012. – 136 с.

8. Мирось В.В., Ковтун С.Б. Практикум з бджільництва. Х.: ХНАУ, 2014. 192 с.

9. П'яківський, Е. М., Пяковський, В. М., Вербельчук, С. П., & Вербельчук, І. В. (2018). Вплив на життєвий (вітальний) діапазон бджоли медоносною температурних режимів та клімату.

10. Тензодатчики ZEMIC інноваційні технології для високх показників масіки. URL <https://zemic.com.ua/news-and-articles/tenzodatchiki-zemic>

[innovacziini.tshnologii-dlya-visokih-pokaznikov-pasiki/](https://www.innovacziini.tshnologii-dlya-visokih-pokaznikov-pasiki/) (дата звернення 05.07.2023).

11. Як система і-бесі допомагає правильно організувати зимівлю для бджіл.

URL <https://pasika.news/yak-sistema-i-bee-dopomagaye-pravylno-organizuvaty-zymivlyu-dlya-bdzhil/> (дата звернення 05.07.2023).

12. і-бесі - ваша пасіка у вашому смартфоні! URL <https://www.i-bee.net/#howitworks> (дата звернення 13.06.2023).

13. Abou-Shaara, H. F. (2014). The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. *Veterinari medicina*, 59(1).

14. Alleri, M., Amoroso, S., Catania, P., Lo Verde, G., Orlando, S., Ragusa, E., Sinacori, M., Vallone, M., & Vella, A. (2023). Recent developments on precision beekeeping: A systematic literature review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100726. ISSN 2666-1543.

15. Amri, Mohd & Md Yunus, Mohd Amri & Ibrahim, Sallehuddin & Kaman, Khairull & Hafzah, Noor & Anuar, Khairul & Othman, Norhalida & Majid, Masmaria & Muhamad, Nur & Elektrik, Fakulti & Johor, Uitm. (2017). Internet of Things (IoT) Application in Meliponiculture. *International Journal of Integrated Engineering*. 9. 57-63.

16. Azaari, David & Martínez, Jesús. (2009). Short communication.: Platform for bee-hives monitoring based on sound analysis. A perpetual warehouse for swarms daily activity. *Spanish journal of agricultural research*, ISSN 1695-971X, N° 4, 2009, pags. 824-828.

17. A. Shaout and N. Schmidt, "Bee Hive Monitor," 2019 International Arab Conference on Information Technology (ACIT), Al Ain, United Arab Emirates, 2019, pp. 52-57

18. Borlinghaus, Parzival & Odemer, Richard & Tausch, Frederic & Schmidt, Katharina & Grothe, Oliver. (2022). Honey bee counter evaluation - Introducing a novel protocol for measuring daily loss accuracy. *Computers and Electronics in Agriculture*, 197.

19. Cecchi, S., Spinsante, S., Terenzi, A., Orcioni, S. A Smart Sensor-Based Measurement System for Advanced Bee Hive Monitoring. *Sensors*, 2020; 20(9):2726

20. Cota, D., Martins, J., Mamede, H., & Branco, F. (2023). BHiveSense: An integrated information system architecture for sustainable remote monitoring and management of apiaries based on IoT and microservices. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(3)

21. Decourtye, A., Dangleant, A., Allier, F. & Alaux, C. (2019). La ruche connectée : l'abeille sous surveillance numérique.

22. Hadjur, H., Ammar, D., & Lefèvre, L. (2022). Toward an intelligent and efficient beehive: A survey of precision beekeeping systems and services. *Computers and Electronics in Agriculture*, 192, 106604. ISSN 0168-1699.

23. Imoize, Agbotiname & Odeyemi, Samuel & Adebisi, John. (2020). Development of a Low-Cost Wireless Bee-Hive Temperature and Sound Monitoring System. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI)*, 8

24. Jewell, C. (2021). Beewise: Out-of-the-box thinking to save the world's bees. *WIPO MAGAZINE*, (4), 13–19.

25. Kuch, O., & Dahun, I. (2022). Apiary monitoring and automation IoT system. *International Journal of Science and Technology for Mechanical and Materials Engineering (ISTCMTM)*, 8(4), 24-29.

26. L. Prives, "Hive Mind: Creating a Science-Driven Solution to Improve the Yield of Commercial Beekeeping," in *IEEE Women in Engineering Magazine*, vol. 13, no. 1, pp. 8-10, June 2019

27. Markina, L., & Troyanchuk, B. (2021). Аналіз існуючих систем автоматизації в бджільництві. *Computer-Integrated Technologies: Education, Science, Production*, (43), 64-69.

28. Meikle, W. G., Holst, N., Colm, T., Weiss, M., Carroll, M. J., McFrederick, Q. S., & Barron, A. B. Using within-day hive weight changes to measure environmental effects on honey bee colonies. *PloS one*, 2018. 13(5).

29. Michael P. Simanonok, Clint R. V. Otto, Deborah D. Iwanowicz, R. Scott Cornman. Honey bee- collected pollen richness and protein content across an agricultural land-use gradient. *Apidologie*, 2021, 52 (6), pp.1291-1304.

30. Pérez-Rodríguez, F., Neves, C. J., Henriques, D., & Pinto, M. A. A note to transfer a generic database pseudocode for storing chronological data from research in apiaries. *Journal of Apicultural Research*, 2018. 1-3

31. Robustillo, M. C., Pérez, C. J., & Parra, M. I. (2022). Predicting internal conditions of beehives using precision beekeeping. *Biosystems Engineering*, 221, 19-29.

32. Robustillo, M. C., Pérez, C. J., & Parra, M. I. (2022). Predicting internal conditions of beehives using precision beekeeping. *Biosystems Engineering*, 221, 19-29.

33. Remote beehive monitoring. URL <https://hivemind.nz/contact> (дата звернення 05.07. 2023)

34. Shylov, Dmytro & Iuliia, Yamenko. (2022). System of Remote Weight Monitoring for Beekeeping. *Microsystems, Electronics and Acoustics*. 27.

35. Tashakkori, R., Hamza, A. S., & Crawford, M. B. (2021). Beemon: An IoT-based beehive monitoring system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 190

36. Varol, E. & Yücel, B. (2019). The Effects of Environmental Problems on Honey Bees in view of Sustainable Life . *Mellifera* , 19 (2) , 23-32 .

37. Wakjira K, Negera T, Zacepins A, Kviessis A, Komasilovs V. Smart apiculture management services for developing countries-the case of SAMS project in Ethiopia and Indonesia. *PeerJ Comput Sci*. 2021

38. Zacepins, Aleksejs & Stalidzans, Egils. (2013). Information processing for remote recognition of the state of bee colonies and apiaries in precision beekeeping (apiculture). *Biosystems and Information Technology*. 2. 6-10.

39. Zacepins, A., Kviessis, A., Ahrendt, P., Richter, U., Tekin, S., & Durgun, M. (2016, May). Beekeeping in the future - Smart apiary management. In 2016

17th International Carpathian Control Conference (ICCC) (pp. 808-812).  
IEEE.

40. Zaman, A., & Dorin, A. (2023). A framework for better sensor-based beehive health monitoring. Computers and Electronics in Agriculture, 210.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України