

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Кафедра молекулярної генетики та біотехнології

**ВІДБІР БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА
ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ**

Кваліфікаційна робота

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Виконав:

студент 4 курсу, групи 407

спеціальність — 162

«Біотехнології та біоінженерія»

Боршевич Дімітріос

Керівник:

Кандидат біологічних наук,

доцент **Череватов В.Ф.**

До захисту допущено

на засіданні кафедри

протокол № 15 від 05.06.2023 р.

Зав. кафедри _____ проф. Волков Р.А.

Чернівці – 2025

АНОТАЦІЯ

Дана робота досліджує ефективність відбору пилкового обніжжя та породний склад бджолиних сімей *Apis mellifera* на пасіках (присадибна ділянка та фруктовий сад) Чернівецької області. Проведено порівняльний аналіз обсягів зібраного пилку та його впливу на динаміку розвитку колоній.

Результати показали, що відбір пилку незначно впливає на загальний розвиток сімей та їхню продуктивність завдяки компенсаторній інтенсифікації збору. Аналіз підтвердив відсутність чистих ліній *Apis mellifera* на дослідній пасіці, виявивши наявність гібридів *Apis mellifera carnica* (карпатський екотип) та *Apis mellifera caucasica*.

Ключові слова: пилок, ефективність, гібридизація, пасіка, лінії

ABSTRACT

This study investigates the effectiveness of pollen load collection and the genetic composition of *Apis mellifera* colonies in apiaries (homestead plot and orchard) within Chernivtsi Oblast. A comparative analysis of collected pollen volumes and their impact on colony development dynamics was conducted.

The results showed that pollen removal negligibly affects overall colony development and productivity, due to compensatory intensification of pollen foraging. Analysis confirmed the absence of pure *Apis mellifera* lineages at the studied apiary, revealing instead the presence of hybrids of *Apis mellifera carnica* (Carpathian ecotype) and *Apis mellifera caucasica*.

Keywords: pollen, effectiveness, hybridization, apiary, lines.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Дімітірос Д.
(підпис)

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Літературний огляд	7
1.1 Біологічні характеристики бджолиних сімей та чинники, що впливають на їх продуктивність	7
1.2. Методи відбору бджолиного обніжжя	12
1.3. Аналіз продуктивності бджолиних сімей	15
Розділ 2. Матеріали та методи.....	20
2.1 Характеристика пасік та бджолиних сімей, які використовувалися в рамках дослідження	20
2.2 Методи встановлення пилкозбирачів	23
2.3 Спосіб визначення кількості зібраного пилку	25
2.4 Визначення породного складу бджолиних сімей	26
2.5 Методи статистичної обробки даних.....	28
Розділ 3. Результати дослідження та їх обговорення	30
3.1 Ідентифікація породного складу бджіл з вуликів на присадибній ділянці та у фруктовому саду	30
3.2 Аналіз одержаного білкового обніжжя	32
3.3 Оцінка ефективності використання пилкозбирачів в умовах Чернівецької області.....	40
3.4 Основні напрямки доцільності використання пилкозбирачів	41
ВИСНОВКИ	434
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

ВСТУП

Бджільництво відіграє важливу роль в сільському господарстві, забезпечуючи запиленню сільськогосподарських культур та виробництво цінних продуктів, таких як мед, віск, прополіс та бджолине обніжжя. Останнє, також відоме як бджолиний пилок, є важливим компонентом раціону бджолиних сімей, що містить необхідні для їх розвитку білки, вуглеводи, жири, вітаміни та мінеральні речовини (Адамчук Л.О., 2017). Відбір бджолиного обніжжя є поширеною практикою серед бджолярів, оскільки воно також є цінним продуктом для харчової та фармацевтичної промисловості.

Необхідності вивчення впливу відбору бджолиного обніжжя на продуктивність бджолиних сімей є достатньо актуальним, оскільки надмірний або неправильний відбір може негативно вплинути на здоров'я та життєдіяльність бджіл, що, в свою чергу, може призвести до зниження їх продуктивності та економічних збитків для бджолярів (Міщенко О.А., 2021).

Мета дослідження полягає у вивченні впливу відбору бджолиного обніжжя на продуктивність бджолиних сімей та з'ясування оптимальних умов відбору для забезпечення здоров'я бджіл та максимальної продуктивності.

Для досягнення поставленої мети виконувалися наступні завдання:

1. Провести аналіз літературних джерел та існуючих досліджень з питань відбору бджолиного обніжжя та його впливу на бджолині сім'ї.
2. Вивчити методи відбору бджолиного обніжжя та їх вплив на поведінку бджіл-збиральниць пилку.
3. Дослідити вплив відбору бджолиного обніжжя на вирощування розплоду та розвиток бджолиних сімей.
4. Проаналізувати зміни в продуктивності бджолиних сімей при різних режимах відбору бджолиного обніжжя.

5. Розробити рекомендації щодо оптимального відбору бджолиного обніжжя для забезпечення здоров'я бджіл та максимальної продуктивності.

Дане дослідження має важливе теоретичне та практичне значення для розвитку бджільництва, підвищення продуктивності бджолиних сімей та забезпечення їх здоров'я при відборі бджолиного обніжжя.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Біологічні характеристики бджолиних сімей та чинники, що впливають на їх продуктивність.

Бджолина сім'я – це складно організована спільнота комах, в якій кожен цього суперорганізму виконує чітко визначену функцію, необхідну для забезпечення життєдіяльності та нормального розвитку всієї колонії. Продуктивність та благополуччя бджолиної сім'ї залежить від низки біотичних, абіотичних та антропогенних факторів, особливо зараз, в період активного розвитку бджолярства.

Структура та біологічні особливості бджолиної сім'ї:

Повноцінна бджолина сім'я має складатися з однієї плідної матки, декількох десятків тисяч робочих бджіл (самиць, не здатних до розмноження) та деякої кількості трутнів (самців). Такий склад характерний для сім'ї протягом репродуктивного періоду (Адамчук Л.О., 2017). В зимовий період кількість особин в сім'ї стає менша, а трутнів виганяють. Кожна каста відповідає за реалізацію специфічних функцій, необхідних для підтримання життя сім'ї.

Матка – це самка з добре розвиненими відтворювальними органами. За зовнішнім виглядом й розмірами вона відрізняється від робочих бджіл і трутнів. Довжина матки 18–20 мм, маса 180–300 мг. Після виходу з маточника неплідна матка важить 180–200 мг, після запліднення її маса збільшується до 300 мг. Період статевого дозрівання матки 5–7 днів. Період розвитку матки – 16 днів. Розмір матки, вага, кубітальний індекс, морфологічні особливості, період розвитку та плідність — все це є характеристиками, за якими можна визначити вид бджолиної матки. (Міщенко О.А., Криворучко Д.І., 2023)

Матка відповідає за чисельне збільшення особин в сім'ї. Вона відкладає запліднені яйця, з яких потім розвиваються робочі особини, та незапліднені

— з них розвиваються трутні. Плідність матки та її здатність активно відкладати яйця є критичним фактором в питанні зростання чисельності бджолої сім'ї. Після запліднення через 3–4 дні матка починає відкладати яйця, поступово збільшуючи їх кількість. Середньодобова яйценосність маток – до 2000 яєць. У кожную комірку матка відкладає одне яйце, приклеюючи його до дна комірки.

В свою чергу на плідність матки та її активність впливає перш за все вік, а також видові особливості організму. Закономірно, що чим молодша матка, тим вища її плідність та інтенсивність відкладання яєць, що позитивно впливає на формування нових поколінь робочих бджіл. (Разанова О.П., 2023)

Особливістю будови робочих бджіл є недорозвинені статеві органи, тому вони не мають здатності відкладати яйця. Робочі бджоли відповідають за виконання різноманітних функцій. Диференціація цих функцій відбувається залежно від віку конкретної особини та змінюється протягом життя. Молоді бджоли доглядають за розплодом, а також годують личинок та матку. Крім того, вони виконують внутрішні роботи у вулику чи гнізді, наприклад охороняють личинок та матку, борються зі шкідниками, підтримують сталу температуру всередині вулика. Старші бджоли вилітають за межі гнізда та збирають нектар, пилок, прополіс та воду (Адамчук Л.О., 2017). Саме від активності цієї касти бджіл, а також ефективності та темпів збору корму залежить життєдіяльність та продуктивність сім'ї.

Основною функцією трутнів є запліднення матки, тож участі у догляді за розплодом чи збиранні корму вони не беруть. (Адамчук Л.О., 2017). Та їх надлишок чи нестача негативно відображається на житті сім'ї, тож їх кількість строго контролюється як самими бджолами, так і пасічниками. Коли в бджолиній сім'ї немає матки, трутні можуть залишатися у вулику на зиму, але ніякої цінності для благополуччя спільноти вони не несуть, тому що після зимівлі, ранньою весною, гинуть.

Кожна бджолина сім'я унікальна, та може значно відрізнятися за кількістю особин, що коливається від 10 до 80 тисяч, іноді навіть 100 і більше

тисяч, залежно від пори року та умов існування (Разанова О.П., 2019). Чим вища кількість робочих бджіл в сім'ї, тим вищий показник її продуктивності, адже до збирання меду, пилку та інших компонентів залучена більша кількість особин.

Не менш важливу роль у розвитку та життєдіяльності бджолої сім'ї відіграє стан житла (вулика) та належні умови утримання бджіл. (Сєдой І.М., 2012). В приватних господарствах важливо забезпечити бджолам достатньо простору для розвитку розплоду, організувати місце для зберігання запасів корму, забезпечити правильну вентиляцію, а також захист від хижаків та несприятливих умов навколишнього середовища. При правильній організації життєвого простору для бджолої сім'ї, можна значно підвищити рівень її продуктивності.

Важливу роль у здатності збирати пилок, нектар та інші ресурси відіграють фізіологічні та анатомічні особливості різноманітних видів бджіл (Адамчук Л.О., 2017). Завдяки розвиненій системі органів чуття, потужним м'язам крил, а також спеціальним структурам для збору та транспортування пилку, бджоли стали ефективними комахами-запилювачами.

Критичною складовою, котра впливає на продуктивність та життєдіяльність колонії є достатня кількість корму у вулику. Зазвичай кормом виступає мед, котрий запасає колонія, а також пилок та іноді нектар. Нектар може виступати джерелом енергії, проте він хімічно нестабільний, а також часто може бути бактеріально контамінованим, а бджоли стараються уникати такого нектару. Також проблема нектару полягає в тому, що він може бути токсичним, тому не використовується бджолами у вигляді корму в його нативному вигляді.

Тому мед як продукт обробки нектару є найкращим джерелом поживних речовин та енергії для організму, адже позбавлений токсичних речовин шляхом ферментативної детоксикації, є стійким до бактеріального чи грибкового забруднення за рахунок підвищеного вмісту цукру, антибактеріальних речовин та підвищеного тиску, який може викликати в

бактерій явище плазмолізу. Крім того мед є джерелом моносахаридів, які легко перетравлюються організмом бджіл та забезпечують його енергією, необхідною для польоту на далеку дистанцію та збору кормів за межами вулика, а також для підтримання температури власного тіла, а також температури у вулику.

В якості сировини, котра використовується бджолами для утворення меду також може виступати падь рослинного походження, що являє собою солодку речовину, що у певні періоди року з'являється на листках та стовбурах рослин. (Moustafa A. M. Khodairy, M. M., 2000 p).

При недостатньому медозборі в якості корму може використовуватися цукровий сироп, який виступає джерелом енергії та допомагає бджолиній сім'ї пережити зимовий період та підготовку бджід до наступного медозбору. Також цукрові сиропи використовується з метою стимулювання кількісного росту бджолиної сім'ї та прискорення їхнього розвитку, особливо в умовах домашнього господарства (Язловицька, Л.С., & Волков, Р.А. 2016).

Важливу роль у життєдіяльності бджолиної сім'ї відіграє бджолине обніжжя - запас білкового корму для розвитку розплоду (Корж В. П., 2019). Саме пилок виступає основним джерелом протеїнів, а також ліпідів, клітковини, вільних амінокислот, вітамінів та мінералів, які необхідні для нормального росту та розвитку організму. Особливо важливий пилок для бджіл-годувальниць, котрим необхідна велика кількість протеїну для утворення маточного молочка. Відповідно, дефіцит пилку може спричинити зменшення кількості розплоду або дефектний його розвиток, що в свою чергу негативно впливає на отримання нових поколінь бджіл (Бородачов А.В., 2018), а це тягне за собою зниження продуктивності колонії.

Пилок поділяється на монофлорний (зерна пилку на 90% повинні складатися з одного виду рослини), та поліфлорний (коли пилкове зерно складається з обніжжя з декількох видів рослин). Поліфлорні пилки утворюються за умови, що в льотній зоні бджолиної сім'ї є декілька видів рослин, які складають кормову базу. Фізико-хімічні, функціональні та

сенсорні властивості зазвичай добре визначені та описані для певних видів монофлорного пилку. В той час як поліфлорний пилкок має різні властивості за рахунок співвідношення різних видів обніжжя. Проте часто навіть ґрунтовно вивчені властивості конкретних видів пилку можуть відрізнятися через сезонні зміни та регіональні коливання (Barth et al., 2010).

Спосіб зберігання бджолиного обніжжя також відіграє значну роль у забезпеченні високої продуктивності бджолосімей. Спостереження довели, що спосіб консервації пилку впливає на нормальний розвиток глоткової залози у бджіл та їх здатність годувати личинок (Гуцол А.В., 2017).

Бородачов А.В. виявив, що відбір обніжжя позитивно впливає на вирощування розплоду та загальний розвиток бджолиних сімей (Бородачов А.В., 2018). Корж В.П. та Федоренко В.С. підтвердили, що бджолине обніжжя сприяє життєдіяльності бджолиних сімей (Корж В. П., Федоренко В. С. 2019.)

Після ферментації бджолиного обніжжя утворюється перга, що виступає кормовим субстратом для личинок бджіл. За шість днів розвитку маса личинок бджіл, котрі годуються молочком та пергою, зростає в 1500 разів. Такої біологічної активності сьогодні не має жоден продукт у світі. Тому інша назва перги — «бджолиний хліб»

Протягом 15 днів у комірці відбувається ферментація під дією таких мікроорганізмів як цукрові гриби, дріжджі, лактобацили, молочнокислі та водневі бактерії. За час ферментації утворюється молочна кислота, що консервує продукт. Консервуючі властивості цього продукту настільки сильні і настільки стерильні умови у вулику, що бджоли не завжди запечатують пергові рамки. (П'ясківський В.М., & Вербельчук Т.В., 2017,)

Критично важливим фактором для нормальної життєдіяльності бджіл є наявність кормової бази, котра складатиметься з різноманітних медоносних рослин в тому чи іншому регіоні. Разанов С.Ф. зі співавторами на прикладі ріпаку озимого дослідили, що температурні параметри та тривалість періоду цвітіння цієї рослини мають значний вплив на ефективність роботи бджолиних сімей в період медозбору (Разанов С. Ф., Недашківський В. М.,

Вергеліс В. 2020). Блонська В.М. підкреслює, що наявність належної кормової бази є гарантом високих медозборів (Таран С.І., 2010).

Бджолині сім'ї високопродуктивних ліній часто відрізняються від споріднених ліній фізіологічними чи морфологічними особливостями, наприклад розміром тіла чи певних його частин, розмахом та потужністю крил та іншими аспектами. Це в свою чергу позитивно впливає на продуктивність сім'ї, пришвидшуючи темпи медозбору чи, якщо розмова стосується матки, збільшує показники плодючості та активності відкладання яєць. (Бородачов А.В., 2018)

Отже, біологічні особливості будови організму бджіл, достатня кількість пилку як білкового корму, наявність медоносних рослин та сприятливі температурні умови, належні умови утримання бджіл у вулику, якість бджолиної матки та інші аспекти є ключовими факторами, котрі визначають продуктивність бджолиної сім'ї.

Відповідно, для забезпечення високої продуктивності бджолиних родин необхідно враховувати кормові потреби бджіл, організувати доступ до належної рослинної бази, застосовувати якісні підходи щодо консервації бджолиного обніжжя та ретельно працювати над покращенням продуктивних ліній бджіл.

1.2. Методи відбору бджолиного обніжжя

Відбір бджолиного обніжжя є важливою складовою комерційного бджільництва, адже обніжжя є цінним продуктом, та використовується в косметичній, фармацевтичній та харчовій промисловості. Існує кілька методів відбору бджолиного пилку. Кожен з цих методів має ряд переваг та недоліків.

1. Пилковловлювачі (рис 1.1)

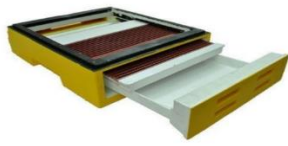


Рис. 1.1. Доний пилковловлювач

Використання пиловловлювачів, котрі монтуються на входних літках є одним з найпоширеніших методів збору бджолиного обніжжя. Пилковловлювачі такого типу обладнані решітками або сітками, які знімають обніжжя з бджіл-збиральниць під час їхнього переходу у вулик.

Пилковловлювач навішують на передню стінку вулика так, щоб він повністю охоплював відкритий верхній льоток. Решітка повинна підходити під льотковий отвір.

Принцип дії пилковловлювача полягає в тому, що бджоли, просовуючись крізь отвори решітки, гублять обніжжя, що зривається з ніжок і падає у підставлений приймач. За допомогою пилковловлювача відбирається до половини принесеного у вулик обніжжя. Друга половина забезпечує бджіл кормом (Міщенко О.А., 2021).

Протягом перших 2–3-х днів решітку піднімають, щоб бджоли повільно входили в льоток. За цей час вони звикають до пилковловлювача. Після підготовки решітку опускають, бджоли швидко звикають до збору квіткового пилку. В кінці дня обніжжя з приймача відбирають. Щоб не стримувати розвиток бджолиних сімей, у другій половині дня решітку відкривають, таким чином, відбір квітового пилку не завдає шкоди кормовому забезпеченню бджіл. Кількість принесеного обніжжя залежить від наявності пилюк. За один день від однієї бджолиної сім'ї в середньому отримують 100–300 г пилку. (Дробчак М., Чеконська К. 2016.)

Проте виявлено, що такий метод відбору обніжжя пиловловлювачами може негативно впливати на поведінку бджіл-збиральниць, а також на їхню льотну активність. Пов'язано це з можливими травмами лап, а також

негативних відчуттях, які може отримати бджола при контакті з пиловловлювачем (Міщенко О.А., 2021).



Рис. 1.2 Пилкозбірник 210 мм з трубочками

Переваги даного методу полягають у високій ефективності збору обніжжя, автоматизації процесу, а також можливості регулювання інтенсивності відбору.

Недоліками в свою чергу є створення стресової ситуації для бджіл, а також можливість травм кінцівок при неправильному використанні пиловловлювача, що в свою чергу негативно впливає на збір меду та обніжжя. (Міщенко О.А., 2021)

2. Ручний збір з рамок

Принцип методу полягає в періодичному огляді рамок у вулику, та відбір великих грудок обніжжя з рамок власними руками. Зазвичай ручний збір обніжжя проводять під час планових ревізій вуликів. Принесені до вулика по дві грудочки пилку-обніжжя бджола складає у комірку стільника. В одній комірці міститься до 18 грудочок обніжжя загальною масою 140–180 мг. Якщо обніжжя залишається в стільнику в якості корму, то інші бджоли утрамбовують його та заливають медом.

В своїй роботі Адамчук Л.О. детальніше описує техніку ручного збору бджолиного обніжжя, що полягає в фізичному відборі рамок, розкриванні комірок, котрі вже запечатані, або відбір пилку з рамок. Проте автор рекомендує проводити відбір обережно, не пошкоджуючи при цьому розплід (Адамчук Л.О., 2017)

Перевагами цього методу є мінімізація стресового впливу на бджолину сім'ю, при цьому створюється можливість відбору найбільш якісного обніжжя.

Логічно, що недоліком даного методу є його трудомісткість, адже всі роботи повинні виконуватись власноруч. Через це знижується продуктивність та зменшується кількість відібраного обніжжя. Окрім того, існує ризик пошкодити стільники та знищити розплід.

3. Застосування спеціальних пилкозбірних рамок (рис. 1.3)

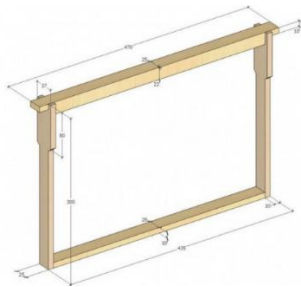


Рис.1.3 Пилкозбірна рамка

На деяких пасіках використовуються спеціальні пило збірні рамки, що встановлюються у вулики. Особливість даних рамок полягає в тому, що бджоли можуть скидати обніжжя у спеціальний контейнер, котрий знаходиться під рамкою. Після закінчення збору обніжжя легко відбирати з цих контейнерів.

Перевагами використання таких рамок є простота конструкції, а також її мінімальний вплив на бджіл.

Недоліками є власне необхідність встановлення спеціальних рамок, а також значний ризик пошкодження бджолиного обніжжя під час вилучення його з рамок.

1.3. Аналіз продуктивності бджолиних сімей

Продуктивність бджолиних сімей є найважливішим показником ефективності бджільництва. Продуктивність залежить від різноманітних

факторів, таких як погодні умови, кормова база, методи ведення пасіки та загальний стан бджолої сім'ї.

Бджолине обніжжя виступає одним з ключових чинників, що напряду впливає на продуктивність та загальний стан бджолиних сімей. Як вже було зазначено раніше – бджолине обніжжя, це запилювальний пилок, котрий бджоли збирають з різноманітних квітів та використовують його як джерело білка, а також цілої низки інших есенціальних поживних речовин.

Дослідження Адамчук Л.О., показують, що достатня кількість обніжжя у вулику сприяє активному росту чисельності та розвитку бджолиних сімей, а також впливає на їх продуктивність. Незважаючи на те, що бджолине обніжжя також є цінним промисловим продуктом, необхідно обережно ставитись до його відбору. Адже неправильний відбір обніжжя за допомогою пиловловлювачів може нести негативний ефект на поведінку бджіл-збиральниць, а також знижувати їхню льотну активність. (Міщенко О.А., 2021)

Не менш важливим аспектом у бджільництві є правильний метод консервації бджолиного обніжжя, яке згодом буде повернено у вулик, адже це може напряду впливати на розвиток готкової залози медоносних бджіл (Гуцол А.В., 2017). Дослідження довели, що застосування різних технік консервації (заморожування, хімічна обробка, сушіння) по-різному впливає на поживні властивості бджолиного обніжжя та його засвоєння організмом бджіл.

Важливим фактором, що визначає продуктивність бджолиних сімей, є також наявність та якість кормової бази. Дослідження (Разанов С. Ф., 2020) вивчає вплив температурних параметрів та тривалості цвітіння ріпаку озимого на продуктивність бджолиних сімей. Результати показують, що сприятливі погодні умови та тривале цвітіння кормових культур позитивно впливають на збір нектару та обніжжя бджолами, а отже, і на їхню продуктивність.

Як науковці, так і бджоларі приділяють велику увагу вивченню поживної цінності, а також способі практичного застосування бджолиного обніжжя (Mohamed, E., & Ghazala, N. 2022). Воно є цінним джерелом білків, вітамінів та мінералів, а також цілої низки інших поживних речовин, що робить бджолине обніжжя цінною сировиною та відкриває безліч перспектив у використанні в різних галузях промисловості, таких як косметологічна, фармацевтична і, звичайно ж, харчова.

Бородачов А.В у своєму дослідженні вивчав вплив методу відбору обніжжя на вирощування розплоду, а також на загальний розвиток бджолиних сімей. Результати доводять, що надмірний відбір пилку з вулика може негативно позначитися на розвитку сім'ї та її продуктивності, адже саме обніжжя виступає основним джерелом білку для бджіл. (Бородачов А.В., 2018)

Дослідження Коржа В.П., яке присвячене вивченню впливу обніжжя на життєдіяльність бджолиних сімей стверджує, що якісь, різноманітні та правильний метод консервації пилку відіграє важливу роль у підтриманні здоров'я та нормального функціонування організму бджіл. А його дефіцит тягне за собою неминуче зниження продуктивності сім'ї. (Корж В. П., 2019)

Основні завдання на перспективу – це якісне покращення бджолиних сімей. У багатьох державах Європи все активніше розвивається бджолярство, а отже суттєво зростає кількість бджолиних сімей, їх продуктивність, кількість меду та біологічно активних продуктів, які є продуктами пасік. Відповідно до цього, ударними темпами ростуть обсяги міжнародної торгівлі продуктами бджільництва. Також цікавим напрямком бджолярства стає орендна система використання бджіл, які необхідні для запилення ентомофільних сільськогосподарських культур. Всі ці ознаки свідчать про роль даної галузі промисловості в сучасному світі.

Також в медицині розвивається нова галузь, котра базується на використанні продуктів бджільництва в оздоровчих цілях – апітерапія.

Для того, щоб українське бджільництво не відставало від західних конкурентів, потрібно прискорити науково-технічний прогрес. Це прискорення повинно початися з методичного та комплексного впровадження нових технологій, винайдених як тут, так і на заході.

Найважливішою передумовою прискорення науково-технічного процесу є підвищення якості та продуктивності бджолиних сімей.

Досягти цього можна за наступних умов:

- поліпшувати племінну роботу шляхом організації матковивідних пасік з метою селекції нових видів. Робити такі пасіки необхідно згідно плану породного районування у зонах чистопородного розведення бджіл;
- Оптимізувати кормову базу шляхом збільшення площ медоносних культур, створювати спеціалізовані кормові конвеєри та впроваджувати інноваційні технології вирощування кормових рослин;
- Розробляти та впроваджувати сучасні технології утримання бджолиних сімей, наприклад використовуючи автоматизовану систему контролю та управління різноманітними процесами всередині вулика (контроль температури, вологості, спостереження за діяльністю бджіл та ін.);
- забезпечувати пасіки платформами та пересувними павільйонами, що дозволить частіше пересуватися, переносячи вулики безпосередньо до медоносних рослин, затрачаючи при цьому мінімальну кількість праці та ресурсів, що зробить пасіки більш мобільними. Сюди ж можна віднести покращення якості бджільницького обладнання та іншого інвентарю, а також інтеграцію в робочий процес нових навантажувально-розвантажувальних агрегатів;

- Підвищувати кваліфікацію працівників за допомогою обміну досвідом з західними колегами, а також навчатися у провідних європейських фахівців з бджільництва;
- Розробити нові або гармонізувати наявні стандарти продукції бджільництва, що дозволить відповідати європейським нормам та вимогам, що зрештою полегшить експорт продукції закордон.

У своїй монографії Рязанова О.П. розглядає шляхи підвищення конкурентоспроможності української продукції бджільництва в контексті євроінтеграційних процесів. Вона наголошує на необхідності забезпечення високої продуктивності пасік як одного з ключових факторів збереження та підсилення конкурентоспроможності вітчизняного продукту на європейському та світовому ринках (Рязанова О.П., 2023).

Можна підсумувати, що продуктивність кожної конкретної бджолиної сім'ї та пасіки в цілому залежить від цілої низки факторів, таких як фізіологічні та морфологічні особливості бджіл, якість та кількість кормових рослин, методів відбору обніжжя та умови його консервації. Саме бджолине обніжжя відіграє ледь не ключову роль у нормальному рості та розвитку бджолиних сімей, впливаючи як на загальну продуктивність, так і на вирощування розплоду. Важливо не дозволяти надмірний відбір обніжжя, адже це негативно впливає на розвиток сім'ї та стан кожної конкретної особини в спільноті. Для сталого підвищення конкурентоспроможності вітчизняного бджільництва, необхідно застосовувати комплексний підхід, що включатиме вдосконалення та нові підходи до селекційної роботи, збільшення та оптимізацію кормової бази, впровадження інноваційних технологій утримання пасік та обов'язкове підвищення кваліфікації кожного конкретного працівника галузі.

РОЗДІЛ 2.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

2.1 Характеристика пасік та бджолиних сімей, які використовувалися в рамках дослідження

Щоб дослідити продуктивність бджолиних сімей, а також вивчити вплив різних факторів на неї, дослідження проводитимуться на двох пасіках з різними медоносними базами.

Пасіка №1 - Фруктовий сад

Пасіка розміщена на території фруктового саду, де основними медоносними рослинами є вишні, черешні, груші та яблуні. Таке різноманіття фруктових дерев в садовому масиві створює сприятливі умови для тривалого збору нектару та білкового обніжжя бджолами. В результаті утворюється конвеєр послідовного цвітіння деревних медоносних культур. (Адамчук Л.О., 2017)

На цій пасіці бджолині сім'ї представлені в основному породою карпатських бджіл *Apis mellifera carnica*. Вибір саме цієї породи бджіл базується на її високих медозбиральних якостях, високою стійкістю до низьких температур, а також природною стійкістю до більшості хвороб. (Сиволап В., 2014). В рамках дослідження було відібрано 10 бджолиних сімей, які були вирівнянні.

Пасіка №2 - Присадибна ділянка

Пасіка розміщена на присадибній ділянці, що знаходиться поблизу житлового масиву. Основними медоносними рослинами тут є різноманітні декоративні кущі, дерева, а також квіти. Різнотрав'я здатне забезпечити різноманітний взяток для бджіл протягом тривалого часу. (Таран С.І., 2010)

Бджолині сім'ї на пасіці також представлені карпатською породою *Apis mellifera carnica*. Окрім вищезазначених позитивних якостей, ця порода володіє високою адаптивною здатністю та може підлаштовуватись під різні

зміни умов довкілля, має високу плодючість та продуктивність (Разанова О.П., 2023). Для дослідження було відібрано 10 бджолиних сімей, які були аналогічно вирівняні.

Бджоли породи *Apis mellifera carnica* чудово підходять для розведення в домашніх умовах, наприклад на присадибних ділянках чи невеликих окремих пасіках. Ця порода родом з регіону Українських Карпат, та є однією з найдревніших європейських порід медоносних бджіл. Ця порода славиться своєю зимостійкістю, стійкістю до хвороб та високою продуктивністю. А також вони володіють миролюбною вдачею, що робить їх безпечнішими в розведенні.

Бджолосім'ї породи *Apis mellifera carnica* здатні збирати великі обсяги нектару та, відповідно, продукувати багато меду, завдяки здатності літати за порівняно низьких температур, а також через їхню абсолютну невибагливість до медоносних рослин. Завдяки суворішому гірському клімату, в якому формувалась ця порода, бджоли даного виду здатні успішно зимувати у вуликах без втрати значної частини бджолиних особин.

Для успішного розведення карпатської породи бджіл у приватних господарствах, необхідно забезпечити їм сприятливі умови, тобто розмістити вулики біля достатньої кількості медодаїв та місць збору нектару та пилку. Через здатність цієї породи до далеких польотів, а також через їх невибагливість до кормової бази, забезпечити їм необхідні умови для активного розвитку досить просто. Ці бджоли охоче відвідуватимуть різноманітні квітучі дерева, кущі, городні культури, а також лісові галявини та луки.

Через те, що карпатські бджоли славляться своїм спокійним норовом, догляд за ними набагато простіший та безпечніший, в порівнянні з іншими видами бджіл. Вони рідко проявляють надмірну агресію, а також не схильні до роїння. Окрім того, через високу стійкість до багатьох шкідників та хвороб, вони не потребують використання великої кількості ліків та інсектицидів.

Отже, розведення бджіл породи *Apis mellifera carnica* на присадибній ділянці дозволить отримувати екологічно чистий мед високої якості. Окрім того, через невибагливість до медоносних рослин ці бджоли володіють вищою здатністю до запилення рослин, тим самим підвищуючи їхню врожайність. Утримання таких бджіл допоможе зберегти та примножити генофонд цієї напрочуд корисної та унікальної карпатської породи.

Обидві групи бджолосімей, котрі беруть участь у дослідженні, утримувалися у вуликах системи "Лежак" з застосуванням класичних технологій догляду Сєдой І.М., 2012. Для кожної пасіки здійснювався моніторинг стану медоносної бази, фаз цвітіння медоносних рослин, а також здійснювався моніторинг умов навколишнього середовища згідно з вимогами (Разанов С. Ф., 2020)

В рамках досліджень ми вивчали вплив відбору обніжжя за допомогою пиловловлювачів на льотну активність, а також поведінку бджіл-збиральниць. (Міщенко О.А., 2021). Для тривалого зберігання бджолине обніжжя висушувалось в термостатах при 37 С° від однієї чи двох суток (Гуцол А.В., 2017). Крім того, досліджувалися показники продуктивності бджолосімей в залежності від різних медоносних баз.

Ідентифікацію (видова приналежність пилконоса) одержаного пилку ми робили за допомогою спеціального атласу. (<https://www.amazon.com/Knowledge-Cognitive-Paintings-Decoration-Unframe-style/dp/B0DDCJ8332>) За його допомогою, опираючись на колір одержаного пилку можна визначити, від якої саме медоносної рослини були отримані те чи інше обніжжя. Це необхідно для встановлення кореляції між кількістю обніжжя та видом рослин, з метою майбутнього покращення кормової бази для збільшення кількості одержаного обніжжя, а також інших продуктів бджільництва.



Рис 2.1 Кольорові зображення пилку з різних видів пилконосів

Одержані результати досліджень створюють можливість зробити об'єктивні висновки про вплив різноманітних факторів навколишнього середовища на продуктивність бджолиних сімей різноманітних порід в умовах мультивидової медоносної бази.

2.2 Методи встановлення пилкозбирачів

З метою вивчення впливу методу відбору бджолиного обніжжя на продуктивність бджолиних сімей, а також визначити льотну активність та поведінку бджіл-збиральниць після таких маніпуляцій, передбачено використання пиловловлювачів. Пилковловлювачі – це спеціальні пристрої, які дозволяють відбирати обніжжя з лапок бджіл під час їхнього польоту всередину вулика.

Для проведення досліджень були використані пилковловлювачі льотковидного типу, які кріпляться до льотка вулика. Сам пристрій складається з решітки, що утворює вузькі проміжки, через які бджоли змушені протискуватись при вльоті до вулика, при цьому струшуючи обніжжя з кошиків на свої ніжках в спеціальний контейнер (Міщенко О.А., 2021).

Пилковловлювачі встановлюються згідно наступної послідовності:

1. Пиловловлювачі перед установкою обов'язково підлягають ретельній очистці та дезінфекції, це необхідно для запобігання поширенню хвороб, характерних для бджіл.

2. Встановлюються пиловловлювачі під час активного цвітіння медоносних рослин, що є найоптимальнішим часом для збирання бджолами обніжжя. (Адамчук Л.О., 2017.)

3. Встановлюються пиловловлювачі вранці, до початку польотів бджіл. Монтують пристрої на льотках вуликів, що задіяні у дослідженні. Пиловловлювач надійно кріпиться до льоткового отвору за допомогою спеціальних кріплень.

4. Перед встановленням пиловловлювачів, контейнери для збору обніжжя ретельно очищаються, щоб уникнути потрапляння сторонніх домішок та сміття до зібраного продукту.

5. Після закінчення монтажних робіт, пиловловлювачі перевіряються на відсутність щілин та проміжків, через які бджоли матимуть змогу вільно пролітати, уникаючи пристрій.

6. Отриманий пилок періодично вибирають з контейнерів пиловловлювачів та зважують з метою визначити його кількість.

7. Під кінець робочого дня збиральну решітку пиловловлювача піднімають для спрощення проходу бджіл у вулик.

Необхідно дотримуватись усіх правил встановлення та роботи з пиловловлювачами. Це дозволить мінімізувати виникнення стресу у бджолиних сімей, а також забезпечить коректність отриманих дослідних даних. Дослідження зосереджується на детальному вивченні того, який вплив несуть пиловловлювачі на льотну активність, збиральну здатність та поведінку бджіл.

Отримані в результаті досліджень дані допоможуть оптимізувати методи відбору бджолиного обніжжя, мінімізуючи негативний вплив на життєдіяльність бджолиних сімей.

2.3 Спосіб визначення кількості зібраного пилку.

Задля об'єктивної оцінки продуктивності бджолосімей, необхідно вести регулярний облік якості та кількості зібраного обніжжя та нектару. Це дасть змогу проаналізувати вплив природних та антропогенних факторів на збиральну активність та продуктивність бджіл, а також дозволить розробити рекомендації щодо збільшення ефективності бджільництва.

Облік зібраного пилку відбувається наступним чином:

1. Відбір пилку здійснюватиметься з використанням спеціальних пристроїв – пилковловлювачів, які встановлюються на льотках вуликів згідно методи, описаної вище, а також опираючись на праці Міщенко О.А. (Міщенко О.А., 2021).
2. Пилок збирається кожен день зі спеціальних контейнерів пилковловлювачів.
3. Щоб визначити кількість зібраного пилку, його зважуватимуть на електронних вагах, точність яких дозволяє визначати масу до 0,1 (Адамчук Л.О., 2017).
4. Всі дані про кількість одержаного пилку будуть фіксуватися у спеціальному журналі, де необхідно зазначити дату, номер бджолосім'ї та інші необхідні параметри.

Отримані дані дадуть змогу об'єктивно оцінити рівень продуктивності бджолиних сімей за умов різноманітної медозбірної бази, а також дозволить проаналізувати вплив природних факторів та технологічних прийомів на збиральну здатність бджіл. Це в свою чергу дозволить розробити рекомендації щодо збільшення рівня ефективності домашнього бджільництва.

2.4 Визначення породного складу бджолиних сімей

Задля визначення точного породного складу досліджуваних вуликів з метою встановлення кореляції між родом сім'ї та їх здатністю до збору обніжжя, використовувалась методика визначення кубітального індексу.

Кубітальний індекс — це морфометричний показник, який широко використовується в ентомології, особливо у дослідженнях родини бджолиних. Його застосовують для диференціації видів, порід або популяцій бджіл на основі анатомічних особливостей їхнього крила.

Кубітальний індекс визначається як відношення довжини першої кубітальної комірки до довжини другої кубітальної комірки переднього крила бджоли. Для цього використовують прозоре крило, яке фіксують під мікроскопом, що показано нижче



Рис. 2.2. USB мікроскоп

Показник обчислюється за формулою:

$$\text{Кубітальний індекс} = \frac{\text{довжина першої кубітальної комірки (а)}}{\text{довжина другої кубітальної комірки (в)}}$$

Вимірювання здійснюється з високою точністю за допомогою використання мікроскопа з фотокамерою та спеціального програмного забезпечення (Tpstdig, tpsutil), що допомагає фіксувати найменші довжини.

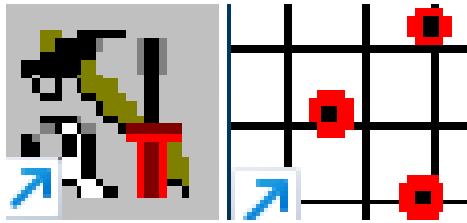


Рис.2.3 Оцифровка зображень в програмі TpsDig

Адже навіть незначні відмінності в довжинах можуть вказувати на таксономічні або популяційні відмінності.

Обробка отриманих даних робили через MorphoXL



Рис.2.4 Результати роботи програмного забезпечення MorphoXL по визначенню породного складу

Кубітальний індекс є важливим морфологічним критерієм у:

- Систематиці та ідентифікації видів і порід бджіл. Наприклад, середнє значення кубітального індексу є характерним для кожної породи.
- Біометричному контролі чистопородності при селекційній роботі.
- Палеоентомології — при вивченні викопних видів за залишками крил

Об'єктом дослідження була літня генерація *Apis mellifera* з присадибної та садової ділянок, розташованих в Чернівецькій області. Для дослідження

породного складу відбиралось по 50 робочих бджіл з 10 вуликів на кожній з ділянок. Вимірювання екстер'єрних ознак проводили згідно стандартних методик. За значеннями кубітального індексу (КІ) визначали породну приналежність особин.

2.5 Методи статистичної обробки даних

Щоб забезпечити об'єктивний аналіз та інтерпретацію отриманих в ході дослідження експериментальних даних, необхідно застосовувати відповідні методи статистичної обробки даних. Це дасть можливість виявити достовірні закономірності, а також оцінити вплив різних факторів, що в свою чергу дасть змогу зробити обґрунтовані висновки.

Для об'єктивної інтерпретації результатів дослідження будуть використані наступні методи статистичної обробки:

1. Описова статистика:

- Розрахунок середніх значень для таких показників, як кількість зібраного нектару, пилку, приріст маси вуликів та ін.
- Визначення варіації даних (дисперсія та стандартне відхилення) для характеристики мінливості досліджуваних параметрів.
- Побудова таблиць частот та гістограм задля наочного представлення отриманих даних.

2. Перевірка статистичних гіпотез:

- Перевірка нульової гіпотези щодо відсутності статистично значущих відмінностей між середніми значеннями в різних групах (наприклад, за породною приналежністю бджіл, місцем розташування пасік або використаними технологічними методами).
- Залежно від типу даних та особливостей експериментального дизайну для порівняння середніх значень застосовується t-

Використання належних статистичних методів дає змогу сформулювати обґрунтовані висновки про вплив різноманітних чинників на продуктивність бджолиних сімей, виявити достовірні закономірності.

Отже, у розділі "Матеріали та методи" викладено детальну інформацію щодо всіх аспектів проведення дослідження. Тут охарактеризовано, які пасіки та бджолосім'ї були задіяні в експериментах, з точним зазначенням місцезнаходження пасіки, кількості вуликів та породи бджіл. Описано метод правильного встановлення пилкозбирачів на вуликах, конструкцію пристроїв та їх монтаж. Описано методику обліку одержаного в ході дослідження пилку, включаючи процедури збору, та періодичність вимірювань. Описано метод визначення кубітального індексу, необхідного для визначення породного складу вулика. Також описано використані методи статистичної обробки дослідницьких даних з детальним поясненням використання тих чи інших статистичних тестів і критеріїв. Ця інформація дозволить оцінити якість, достовірність та відтворюваність отриманих результатів дослідження.

РОЗДІЛ 3.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Ідентифікація породного складу бджіл на присадибній ділянці та у фруктовому саду

Здатність бджіл збирати обніжжя є важливою для підтримки життєдіяльності сім'ї та вирощування нових поколінь бджіл. Окремі породи бджіл володіють різною здатністю до збору обніжжя за рахунок особливостей їх морфологічної будови. Проте наявність спеціалізованих пилкозбирачів значно збільшує кількість зібраного обніжжя через спеціальну структуру, що примушує бджіл струшувати пилку з кошиків на своїх стегах в спеціально відведений контейнер.

Об'єктом дослідження була літня генерація *Apis mellifera* L. з присадибної та садової ділянок, розташованих в Чернівецькій області. Для дослідження породного складу відбиралось по 50 робочих бджіл з 10 вуликів в кожному експерименті. Вимірювання екстер'єрних ознак проводили згідно стандартних методик. По варіаційним кривим кубітального індексу (КІ) визначали породну приналежність колоній. Найбільш типова колонія у фруктовому саду представлена на рисунку 3.1.

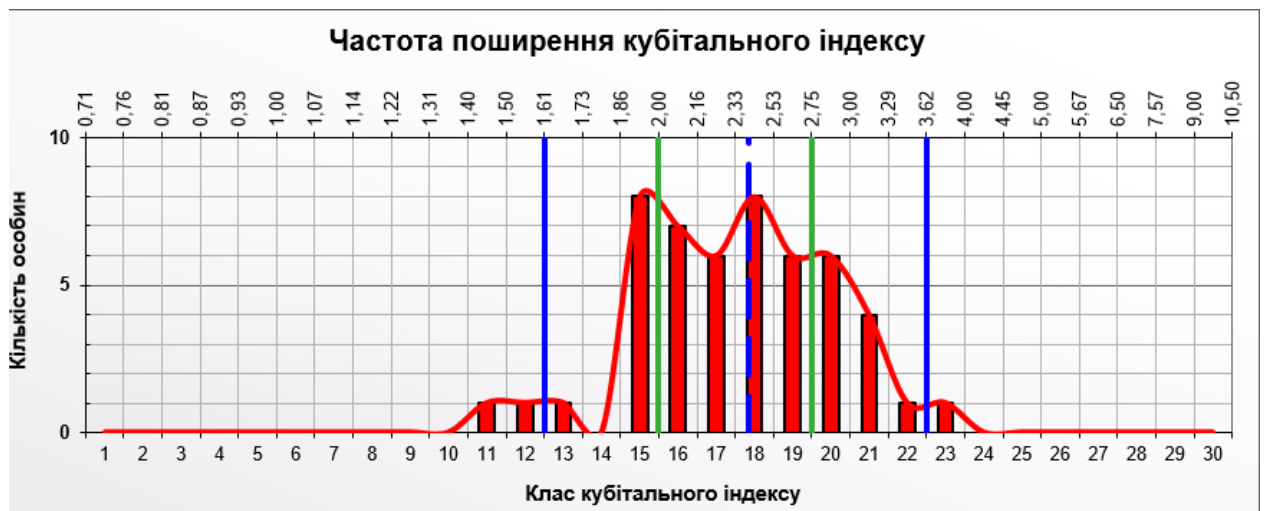


Рис. 3.1. Варіаційна крива найбільш типових представників колоній бджіл на території фруктового саду

Аналізуючи одержану варіаційну криву найбільш типових представників колонії бджіл на території фруктового саду можна стверджувати, що ці бджоли є гібридом сірої кавказької та української степової бджоли.

Даний гібрид володіє чималим списком переваг, а саме:

- Такі бджоли спокійніші, менш агресивні та добре підходять для утримання навіть бджолярами-новачками;
- Їх продуктивність значно вище, ніж у чистої української степової за рахунок високої працездатності та здатності використовувати тривалий взяток;
- Зимостійкість краща, ніж у чисто кавказької породи, завдяки впливу української степової бджоли;
- Також значною перевагою є їхня нижча здатність до роїння, особливо при належному догляді.

Тому використання такого гібриду бджіл на домашніх пасіках дозволяє значно збільшити кількість одержаних продуктів бджільництва. Крім того, ці бджоли є менш агресивними та набагато зручнішими у догляді. Найбільш типова колонія на присадибній ділянці наведено на рисунку 3.2.

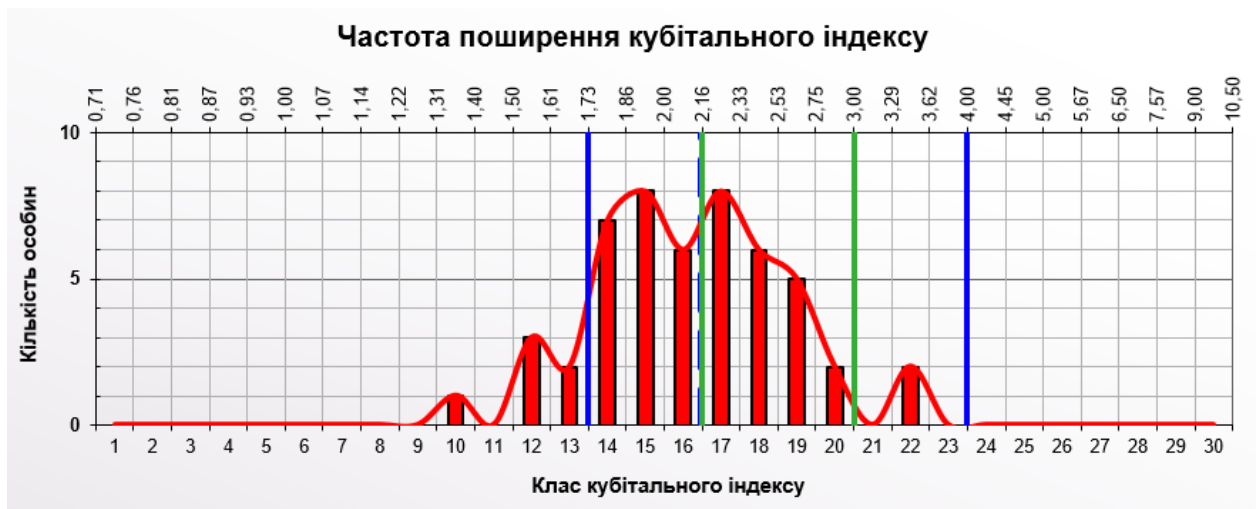


Рис. 3.2 Варіаційна крива найбільш типових представників колонії бджіл на території присадибної ділянки

Аналізуючи одержану варіаційну криву найбільш типових представників колонії бджіл на території присадибної ділянки з'ясовано, що бджоли представлені гібридами сірої кавказької та української степової бджоли. Однак ці гібриди є більш складними у них спостерігається віддалене схрещування із темною європейською та європейськими лініями карніки.

3.2 Аналіз одержаного білкового обніжжя

Розрахунки, які були здійснені в рамках цього дослідження, проводились відповідно до методики, зазначеної у літературному джерелі "Технологія виробництва продукції бджільництва", в якому викладені методики отримання пилку.(Лосев О.М., 2013).

Використання цієї методики забезпечило стандартизований підхід до розрахунку площі меду, пилку та розплоду у вуликах. У вище наведеного автора були використані наступні ключові принципи:

1. Для розрахунку площі меду використовували квадрат 5x5 см, в якому міститься приблизно 40 г меду.
2. Для розрахунку площі розплоду використовували квадрат, котрий містить 100 бджолиних комірок.
3. Для розрахунку площі пилку застосували ту ж методику, що й для меду, припускаючи, що в квадраті 5x5 см міститься приблизно 40 г пилку.
4. Щоб стандартизувати площу, використовували єдину площу квадрата 25 см² для всіх типів розрахунків.

Застосування цієї методики дало змогу отримати узгоджені й результати, які можливо співставити, для всіх вивчених вуликів і різних періодів спостереження. Це створило міцну базу для подальшого аналізу та розробки рекомендацій щодо ефективного збору бджолиного обніжжя й удосконалення процесів його використання.

Кожен вулик містив в собі 10 стандартних рамок, які використовувалися для дослідження.

Дослід тривав з 15 березня до 22 березня 2024 та 2025 році з 15 квітня по 22 квітня. Результати наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Показники збору пилку в експериментах 2024-2025 років ($M \pm m$)

Локація		День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7	Σ пилку(г)	Σ сушеного пилку(г)
Фруктовий сад (грам)	2024	22,4 $\pm 1,2$	19,0 $\pm 1,4$	17,8 $\pm 0,7$	18,8 $\pm 0,5$	19,8 $\pm 0,9$	20,6 $\pm 0,8$	20,4 $\pm 0,9$	138,8* $\pm 2,7$	120,8* $\pm 1,5$
	2025	29,7 $\pm 1,3$	26,3 $\pm 1,4$	26,0 $\pm 1,1$	24,8 $\pm 1,6$	28,5 $\pm 1,2$	22,1 $\pm 1,0$	27,6 $\pm 1,0$	185,0* $\pm 1,3$	148,0* $\pm 1,4$
Присадибна ділянка (грам)	2024	7,4 $\pm 1,8$	8,4 $\pm 1,9$	6,9 $\pm 1,9$	5,5 $\pm 1,7$	5,4 $\pm 1,4$	3,5 $\pm 1,1$	3,5 $\pm 0,9$	40,5 $\pm 10,5$	36,5 $\pm 9,5$
	2025	20,3 $\pm 1,6$	18,6 $\pm 0,7$	19,2 $\pm 1,3$	17,3 $\pm 1,3$	22,5 $\pm 1,0$	19,0 $\pm 1,4$	21,8 $\pm 0,6$	138,7 $\pm 1,2$	110,9 $\pm 0,7$

За результатами досліджень можна говорити, що якщо взяти присадибну ділянку за контроль, то достовірна відмінність зі збільшення кількості пилку відрізняється у фруктовому саду, що у 2024 року так і у 2025 році, але слід зауважити що у 2024 році присадибна ділянка зібрала низьку кількість пилку через зараження кліщем варроа, а також через більший різновид квіткових дерев. Можемо спостерігати тенденції у 2025 році що розвиток дещо покращився, через одужання бджолиних сімей

Такі основні продукти бджільництва мед та перга є основними показниками продуктивності бджолиних колоній, тому нами були проведені дослідження щодо продуктивності бджолиних колоній при відборі квіткового пилку, що я показують результати у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

**Продуктивність бджолиних колоній при відборі квіткового пилку
(березень 2024 та квітень 2025 років) $M \pm m$**

Локація		Перга (грам /см ²)	Розплід (комірок)	Мед (грам /см ²)
Фруктовий сад	2024	138,8 ± 2,7/86,8	1980 ± 66/495	5000 ±353/3125
	2025	156,8 ± 3,4/98,0	2268 ±26,124/567	5800 ±355,316 /3625
Фруктовий сад контроль	2024	103,8 ± 2,7/64,9	2480 ±66/620	6000 ±353/3750
	2025	120,4 ±2,8/75,2	2844 ±16,140/711	6750 ±360,55/4218,7
Присадибна ділянка	2024	8,2 ±1,8/5,1	440 ±67/110	900 ±118/562,5
	2025	71,5 ±1,6/44,7	1520 ±18,506/380	3380 ±265,988/2112,5
Присадибна ділянка контроль	2024	12,4 ±0,9/7,7	560 ±50/140	1120 ±101/700
	2025	81,8 ±2,4/51,1	1760 ±16,955/440	4200 ±237,170/2625

У результаті аналізу даних, отриманих у 2024 році, виявлено статистично значущу відмінність між контрольною та експериментальною групами бджолиних сімей у фруктовому саду. Зокрема, спостерігалася різниця приблизно в 1 літр загального медозбору. Щодо показників розвитку колоній, в експериментальній групі було зафіксовано меншу кількість запасеної перги при одночасному збільшенні площі розплоду у порівнянні з контрольною групою. Це свідчить про пріоритетне використання наявного пилку для підгодівлі матки з метою стимулювання інтенсивішого відкладання яєць в умовах підвищеної потреби. Аналогічні тенденції у використанні пилку та компенсаторні механізми розвитку колоній були відзначені і на присадибній

ділянці, причому ці закономірності спостерігались протягом 2024 та 2025 року, що показує таблиця

У досліді 2024 року спостерігаємо за тенденцією збиранню пилку, що показано у таблиці 3.3

Таблиця 3.3.

Показники збору пилку на обох пасіках (травень 2024)

Локація	День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7	Σ пилку	Σ сушеного пилку
Фруктовий сад (грам)	36,2 ±1,0	37,6 ±1,4	37,2 ±1,1	36,8 ±1,6	38,4 ±1,5	36,4 ±1,0	40,8 ±0,7	263,6* ±6,0	233,8* ±7,5
Присадибна ділянка (грам)	9,48 ±1,9 4	11,1 ±2,3	8,26 ±2,31	7,56 2,00	6,22 ±1,55	4,12 ±1,3 1	5,16 ±1,3 2	51,9 ±12,6	36,486 ±9,480

На присадибній ділянці не виявлено достовірної різниці у розвитку розплоду та медозборі між бджолиними сім'ями з пилковловлювачами та без них. Це свідчить про незначний вплив відбору пилку завдяки компенсаторній інтенсифікації його збору бджолами, що підтверджується в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Показники наявного продукту на обох пасіках (травень 2024)

Локація	Перга	Розплід	Мед
Фруктовий сад (грам / см2)	263 ±7/164,752 см ²	2920 ±102/730 см ²	7800 ±46 /4875 см ²
Присадибна ділянка (грам / см2)	11,2 ±2,2 /7 см ²	660 ±102/165 см ²	1320 ±205/825 см ²
Фруктовий сад контроль (грам / см2)	228,6 ±6,1/142,872 см ²	3820 ±431/955 см ²	8800 ±463/5500 см ²
Присадибна ділянка контроль (грам / см2)	16 ±1/10 см ²	780 ±86/200 см ²	1560 ±172/1000 см ²

Аналіз:

Аналізуючи результати, одержані за 2024 рік, можна стверджувати, що на території фруктового саду у березні було зібрано пилки із кульбаби, черешні, абрикоса, персика, пролісків і калини, а в травні — з маку, ірису, ромашок та люпину.

У порівнянні з вуликами, обладнаними пилкозбирачами, обсяги зібраного пилку у березні та травні були меншими у всіх вуликах без таких пристроїв, що відповідає очікуванням. Різниця виявилася досить суттєвою, особливо якщо брати до уваги результати травня 2024 року, коли більшість вуликів з пилкозбирачами зібрали понад 263 г пилку.

Крім того, у вуликах без пилкозбирачів спостерігається менша варіація між березневим і травневим збором пилку. Це може свідчити про те, що за відсутності спеціалізованих пристроїв бджолині сім'ї не змогли повною мірою скористатися сприятливими весняними умовами для активнішого збору пилку.

Загалом отримані результати підкреслюють важливість використання пилкозбирачів для підвищення ефективності збору пилку, особливо у весняний період, коли зростає потреба бджіл у білковому живленні.

Аналізуючи результати, одержані за 2025 рік, можна сказати, що тенденція отримання більшої кількості пилку з вуликів, на яких встановлені пилковловлювачі зберігається.

Слід зазначити, що кількість пилку, отримана за аналогічний період 2025 року більша, ніж за попередній рік. Пояснюється це тим, що минулого року колонії бджіл були вражені кліщем Варроа. Наявність цього шкідника в бджолиній сім'ї значно знижує можливість збору бджолами меду та перги, послаблює їх імунітет та виснажує фізично, а також суттєво знижує кількість одержаного розплоду. Проблема зі шкідником була вирішена, саме тому під час експерименту в 2025 році кількість одержаного пилку була значно більша.

Проте також слід зазначити, що дослід проводився на тих же вуликах, що й минулого року, тому можна припустити, що робочі бджоли звикли до пристрою та почали втрачати менше пилку на підльотах до пиловловлювача, що в кінцевому рахунку також мало позитивний вплив на кількість зібраного обніжжя.

Аналізуючи результати, одержані за 2024 рік, можна стверджувати, що на території присадибної ділянки у березні було зібрано пилок із бузку, жасмину, спіреї та троянд, а в травні — з малини, полуниці, помідорів і перцю.

Ефективність збору пилку бджолиними сім'ями значною мірою залежить від наявності пилкозбирачів: за їх відсутності обсяги зібраного пилку істотно знижуються.

Варто також зазначити, що навіть із використанням пилкозбирачів загальна кількість зібраного пилку на присадибній ділянці (пасіка №2) залишалася порівняно низькою, особливо у березні. Це, ймовірно, пов'язано з обмеженою наявністю квітучих рослин та недостатньою кормовою базою на території присадибної ділянки.

Загалом результати свідчать про необхідність покращення кормової бази та забезпечення достатньої кількості пилкозбирачів на пасіці №2 для підвищення ефективності збору пилку й задоволення білкових потреб бджолиних сімей.

Виходячи з даних щодо збору пилку, можна провести аналіз впливу білкового дефіциту на стан бджолиних сімей.

1. Площа рамки становить $30 \text{ см} \times 43,5 \text{ см}$, що дорівнює 1305 см^2 .
2. Оптимальна площа розплоду, за якої не спостерігається впливу білкового голоду (для пасіки №1), складає приблизно 80–85% від загальної площі рамки, тобто від 1044 до 1109 см^2 .
3. На присадибній пасіці №2 у березні площа розплоду була значно нижчою:

- Вулик 1: максимум 13,2 г, що приблизно відповідає 1% від норми (13 см^2);
- Вулик 2: 2 г – близько 0,2% ($2,6 \text{ см}^2$);
- Вулик 3: 7 г – близько 0,6% ($7,8 \text{ см}^2$);
- Вулик 4: 10 г – близько 0,9% ($11,7 \text{ см}^2$);
- Вулик 5: 9 г – близько 0,8% ($10,4 \text{ см}^2$).

4. У травні ситуація дещо покращилася, однак площі розплоду залишалися низькими порівняно з фруктовим садом (пасікою №1):

- Вулик 1: 16 г – близько 1,5% (10 см²);
- Вулик 2: 3 г – близько 0,3% (1,875 см²);
- Вулик 3: 10 г – близько 0,9% (6,25 см²);
- Вулик 4: 14 г – близько 1,3% (8,75 см²);
- Вулик 5: 13 г – близько 1,2% (8,125 см²).

5. Такі незначні показники розплоду свідчать про суттєвий вплив білкового голоду на бджолині сім'ї присадибної пасіки №2 як у березні, так і в травні. Навіть у кращий весняний період площі розплоду не перевищували 1–1,5% від нормативного рівня.

Отже, брак білкового корму спричинив значне скорочення розплоду у всіх вуликах пасіки присадибної ділянки, що суттєво ослабило бджолині сім'ї та знизило їхню продуктивність. Загалом, порівняння з результатами добре забезпеченої пасіки на території фруктового саду чітко засвідчує вкрай негативний вплив білкового голоду на колонії експерименту №2. Недостатня кормова база призвела до критичного зменшення площ розплоду, ставлячи під сумнів подальшу життєздатність цих бджолиних сімей.

Проте, в 2025 році кількість розплоду, одержаної на пасіці біля присадибної ділянки значно вища, ніж в попередньому році. Це пояснюється достатньою кількістю перги, зібраної минулого року та за поточний весняний сезон. В свою чергу це значно зміцнить бджолину сім'ю та в майбутньому позитивно впливатиме на кількість одержаних продуктів бджолиного походження.

Загальний аналіз одержаних даних сумарно за 2024-2025 роки:

Пасіка №1 – фруктовий сад:

1. Пилок: Дані свідчать про високі обсяги збору пилку у березні та травні у всіх вуликах за обидва періоди часу. У травні 2024 ці показники майже вдвічі перевищували березневі, що вказує на активне використання сприятливих умов.

2. Розплід: Припущені дані свідчать про наявність значних площ запечатаного розплоду у всіх вуликах протягом обох експериментів. Проте в 2025 році загальні показники одержаного розплоду дещо зросли, порівняно з аналогічним періодом минулого року, що свідчить про стабільний розвиток бджолиних сімей.

3. Мед: У вуликах було зафіксовано суттєві запаси меду. Цьогорічні показники кількості меду теж зазнали позитивних змін, порівняно з минулорічними, що свідчить про добрі медозбори й забезпечення кормової бази.

Пасіка №2 – Присадибна ділянка:

1. Пилок: Протягом 2024 року, у березні рівень збору пилку у всіх вуликах був надзвичайно низьким. У травні спостерігалось певне покращення, проте навіть найвищі показники залишались помітно нижчими порівняно з пасікою №1. В 2025 році показники збору перги зросли на 10-15%, що позитивно вплине на подальший розвиток бджолої сім'ї.

2. Запечатаний розплід: Згідно з одержаними протягом 2024 року даними, площі розплоду були критично малими як у березні, так і в травні. Це свідчить про серйозний вплив білкового голоду на розвиток бджолиних сімей. Також такий низький рівень розплоду може бути спричинений ураженням кліщем Варроа. Проте в 2025 році ситуація значно покращилась, отже можна стверджувати, що кількість білкового корму, необхідного для нормального розвитку бджолосімей, знаходиться на нормальному рівні, а також усунуто проблему кліща-паразита.

3. Мед: Запаси меду протягом 2024 року були дуже незначними, як і в березні, так і в травні, і хоча в травні дещо зросли, запаси залишались на низькому рівні в порівнянні з пасікою №1. Проте протягом 2025 року кількість меду у вуликах значно зросла, що дозволить бджолосім'ї і далі нормально розвиватися.

В цілому, отримані дані свідчать про те, що пасіка №1 (фруктовий сад) демонструвала значно кращі показники збору пилку, розвитку розплоду та

запасів меду як в 2024 році, так і в 2025. Бджолині сім'ї цієї пасіки, ймовірно, добре розвивалися та мали достатню кормову базу.

Натомість пасіка №2 (присадибна ділянка) зазнавала істотного впливу нестачі корму та була уражена паразитом, що підтверджується низькими показниками збору пилку, критично малими площами запечатаного розплоду та обмеженими запасами меду. Такі умови могли суттєво погіршити розвиток і продуктивність бджолиних сімей цієї пасіки.

Для запобігання подальшому ослабленню та можливій загибелі через голодування необхідно вжити заходів щодо покращення кормової бази і умов утримання бджіл на пасіці №2. Також необхідно дотримуватись всіх норм задля попередження повторного ураження бджолосімей кліщами Варроа, які вкрай негативно впливають на загальний стан бджіл, їх продуктивність та розмноження.

Кількість рамок з пилкозбирачами у фруктовому саді – 10 рамок.

Кількість рамок з пилкозбирачами на присадибній ділянці – 10 рамок.

Кількість рамок без пилкозбирачів у фруктовому саді(контроль) – 10 рамок.

Кількість рамок без пилкозбирачів на присадибній ділянці (контроль) – 10 рамок.

Порівняння:

1. На пасіці №1 контрольні вулики без пилкозбірників мали більші площі запечатаного розплоду та запасів меду порівняно з вуликами, обладнаними пилкозбірниками, як у березні, так і в травні.

2. На пасіці №2 контрольні вулики також демонстрували трохи більші площі розплоду та меду у порівнянні з вуликами з пилкозбірниками.

3. Як і передбачалося, площі зібраного пилку у контрольних вуликах без пилкозбірників на обох пасіках були меншими.

Загалом, різниця у площах розплоду та запасах меду між вуликами з пилкозбірниками і без них була більш помітною на пасіці №1, яка розташована у районі з кращими медоносними угіддями.

Отже, отримані дані свідчать, що в контрольних вуликах без пилкозбірників, де бджоли не витрачали енергію на збір пилку, площі запечатаного розплоду та запаси меду були дещо більшими. Водночас застосування пилкозбирачів є важливим для забезпечення достатнього білкового живлення бджолиних сімей. Контрольні вулики без пилкозбирачів відображають звичайні умови розвитку бджолиних сімей.

Варто розуміти, що використання пилкозбирачів можуть створити умови штучного "голоду" в бджолиній сім'ї, що може призвести до зниження рівня розплоду, зменшення кількості меду та погіршення загального стану бджолиної сім'ї. Тому застосування цих пристроїв має бути контрольоване, стан бджолиних сімей варто постійно моніторити, це дозволить запобігти безповоротним негативним змінам та зберегти загальний стан бджолосімей на високому рівні.

3.3 Оцінка ефективності використання пилкозбирачів у бджільництві.

Використання пилкозбирачів на пасіках може значно підвищити продуктивність, як окремих колоній так і пасіки в цілому. Переваги використання пилкозбирачів наступні:

1. Збільшення кількості одержаного пилку: пристрої для збору пилку дозволяють збирати значно більшу кількість обніжжя, ніж це можливо зробити вручну. Це в свою чергу збільшує загальний обсяг зібраного пилку, що дозволить підвищити кількість ресурсів для подальшого використання;
2. Значна економія часу та зусиль: процес збирання пилку вручну забирає багато часу та є трудомістким заняттям. Використання пилкозбирачів заощаджує час та зусилля бджолярів, адже робить процес відбору обніжжя автоматичним;
3. Підвищення якості зібраного пилку: пристрої для збору пилку забезпечують м'якший та більш контрольований процес відбору пилку, тим самим зменшуючи ризик забруднення або пошкодження пилкових зерен;

4. Вища економічна ефективність: незважаючи на те, що на придбання та обслуговування пилкозбирачів необхідні початкові інвестиції, у довгостроковій перспективі вони стають економічно вигідними за рахунок збільшення кількості зібраного пилку, покращення якості одержаного врожаю та зниженню витрат на робочу силу.

5. Додаткові можливості: через те, що пилкозбирачі дозволяють значно покращити якість одержаного матеріалу, зібраний пилкок може використовуватися для набагато ширших цілей, наприклад виробництво пилкозбірників, косметичних засобів, харчових добавок тощо. Це в свою чергу відкриває додаткові джерела доходу бджолярів.

Проте слід зважати, що ефективність використання пилкозбирачів залежить від різних факторів, наприклад від типу пристрою, розміру пасіки, кліматичних умов та доступності квітучих рослин. Тому, для максимально ефективного використання цих пристроїв необхідно ретельно оцінити всі вищезазначені фактори, а також провести належний аналіз потенційних витрат та прибутків.

3.4 Основні напрямки доцільності використання пилкозбирачів

Економічна доцільність використання пилкозбирачів у бджільництві є доволі значною і проявляється у кількох важливих напрямках:

1. Підвищення обсягів збору пилку.

Використання спеціальних пилкозбирачів у бджолиних сім'ях суттєво збільшує кількість зібраного пилку порівняно з вуликами, де вони відсутні. За результатами спостережень, вулики з пилкозбирачами демонстрували на 30–40% вищі показники збору. Такий приріст є вкрай важливим, оскільки пилкок є основним джерелом білка для бджіл і необхідний для повноцінного розвитку розплоду.

2. Використання пилкозбирачів покращує розвиток бджолиних сімей за рахунок збільшення запасів бджолиного обніжжя, який необхідний для нормального розвитку бджіл.

Належне забезпечення бджолиних сімей пилком сприяє інтенсивному розвитку розплоду, що, у свою чергу, підсилює загальну силу та життєздатність сімей. Це позитивно впливає на їхню продуктивність, зокрема на обсяги медозбору, і зрештою забезпечує вищу економічну результативність ведення бджільництва.

3. За рахунок того, що пилкозбирачі дозволяють запасти більше пилку, можна суттєво зменшити витрати на додаткове білкове живлення бджолосімей. У разі дефіциту пилку бджоляру доводиться витрачати кошти на закупівлю білкових замінників, таких як борошно, дріжджі та інші добавки. Використання пилкозбирачів значно скорочує потребу в подібних витратах, оскільки бджолині сім'ї здатні самостійно забезпечити себе достатньою кількістю натурального пилку. В свою чергу достатній запас білкового корму запобігає ослабленню та загибелі бджіл.

Суттєвий дефіцит пилку може спричинити різке ослаблення, а в окремих випадках — і загибель бджолиних сімей через нестачу необхідного білкового живлення. Застосування пилкозбирачів є дієвим засобом запобігання таким ризикам, оскільки забезпечує бджіл достатнім обсягом пилку для підтримки життєздатності та високої продуктивності сімей.

4. Забезпечення бджолиних сімей достатньою кількістю пилку сприяє підвищенню якості основних продуктів бджільництва — меду, воску, перги та маточного молочка. Це, у свою чергу, підвищує їхню харчову цінність і покращує товарні характеристики, роблячи продукцію більш привабливою та конкурентоспроможною на ринку.

У цілому, застосування пилкозбирачів є доцільним і економічно обґрунтованим кроком для пасічників. Вони сприяють збільшенню збору пилку, стимулюють розвиток сильних бджолиних сімей, зменшують потребу у витратах на білкові замінники, допомагають уникнути ослаблення чи загибелі бджіл та покращують якість бджолопродукції. У сукупності ці переваги забезпечують зростання продуктивності та рентабельності бджільництва.

Отже, результати дослідження чітко вказують на те, що наявність пилкозбирачів, так і розташування пасіки суттєво впливають на ефективність збору пилку бджолами.

На пасіці у фруктовому саду вулики, оснащені пилкозбирачами, забезпечили на 30–40% більший збір пилку порівняно з контрольними вуликами. Загальні показники збору пилку тут також були вищими завдяки сприятливішій кормовій базі.

На присадибній ділянці, попри використання пилкозбирачів, обсяги збору пилку залишалися низькими, що зумовлено нестачею природного білкового корму. Відсутність пилкозбирачів призводила до ще більшого зниження збору пилку на обох пасіках.

Таким чином, дослідження підтверджує критичне значення пилкозбирачів для забезпечення бджолиних сімей необхідним білковим живленням, а також підкреслює вплив умов навколишнього середовища на їхню продуктивність. Для покращення результатів на присадибній ділянці доцільно розширити або покращити кормову базу та підтримувати оптимальну кількість пилкозбирачів у вуликах.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження показало, що в умовах фруктового саду вулики з пилкозбирачами збирали на 30–40% більше пилку, ніж вулики без таких пристроїв, і майже вдвічі більше, ніж вулики на присадибній ділянці (різниця сягала до 100%). Така значна перевага у зборі пилку пояснюється наявністю кращої кормової бази у фруктовому саду порівняно з обмеженими ресурсами на присадибній ділянці;

2. Достатній рівень забезпечення пилком у вуликах, розташованих у фруктовому саду, сприяв активному розвитку бджолиних сімей. Це підтверджується більшими площами запечатаного розплоду та більшими запасами меду — на 30–50% вищими, ніж у вуликах на присадибній ділянці. Водночас контрольні вулики без пилкозбирачів показали на 10–15% кращі результати за розвитком розплоду та накопиченням меду порівняно з тими, де використовувалися пилкозбирачі, що пояснюється відсутністю навантаження на бджіл, пов'язаного з втратою частини зібраного пилку;

3. В результаті проведених досліджень з'ясовано, що більшість колоній бджіл з вуликів на присадибній ділянці є міжпородними гібридами, підввів *Apis mellifera carnica* та *Apis mellifera caucasica*, та володіють високою здатністю до збору бджолиного обніжжя, особливо з використанням спеціальних пиловловлювачів.

Отже, наявність пилкозбирачів та доступність кормової бази мали вирішальний вплив на ефективний збір пилку та належний розвиток бджолиних сімей у цьому дослідженні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук Л. О. Бджолине обніжжя : монографія. Київ : Видавничий дім "Вініченко", 2017. 200 с.
2. Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Афара К.Д., Криворучко Д.І. Вплив відбору бджолиного обніжжя пилковловлювачем на льотну активність та поведінку бджіл-збиральниць квіткового пилку. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 25
3. Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Боднарчук Г.Л., Романенко Л.І., Афара К.Д., Криворучко Д.І. Вплив ізоляції бджолиної матки на її репродуктивну здатність та медову продуктивність бджолиної сім'ї. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2023. № 1. С. 67
4. Гуцол А. В. Вплив пробіотиків на ріст, розвиток і господарсько-корисні ознаки медоносних бджіл / А. В. Гуцол, Ю. В. Ковальський, Л. М. Ковальська, Н. В. Гуцол // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2017. – Т. 19, № 74. – С. 235-238.
5. Разанов С. Ф., Недашківський В. М., Вергеліс В. І. Вплив температурних параметрів і тривалості цвітіння ріпаку озимого на продуктивність бджолиних сімей. 2020. 135 с.
6. Клим О. Я. Поживна цінність та сучасні підходи щодо використання бджолиного обніжжя / О. Я. Клим, М. І. Воробель, Ю. В. Ковальський, Й. Ф. Рівіс, В. В. Каплінський, Р. Л. Андрешук // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т сіл. госп-ва Карпат. регіону НААН. – 2023. – Вип. 73 (1). – С. 134-149. – DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-1-9.
7. Бородачов А. В. Вплив відбору обніжжя на вирощування розплоду та розвиток бджолиних сімей. Бджільництво України. 2018. № 5. С. 12–15.

8. Корж В. П., Федоренко В. С. Вплив бджолиного обніжжя на життєдіяльність бджолиних сімей. Вісник аграрної науки. 2019. № 3. С. 43–48.

9. Разанова О.П., Голубенко Т.Л., Скромна О.І. Шляхи підвищення конкурентноспроможності галузі бджільництва у контексті євроінтеграційних процесів . Монографія. Вінниця: 2023. с.283.

10. Разанова О.П. Расширение кормовой базы пчеловодства для повышения производительности пчелиных семей // Сборник научных трудов «Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья» // РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,. – Жодино. – 2019. – С. 224-229

11. Седой І. М. Технології утримання бджіл та підготовка пасіки до зими / І. М. Седой // Пасіка.– 2012.– № 10(234).– С. 14-16

12. Сиволап В. Про якість маток. // Український пасічник. – 2014. - №3. – С.22

13. Матеріали студентської наукової конференції Чернівецького національного університету (25-27 квітня 2023року). Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів.– Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. – 202 с

14. Таран С. І. Медова продуктивність сімей та активність інвертази українських бджіл різної генеалогії/ С. І. Таран // Збірник наукових праць Подільського аграрно-технічного університету : зб. наук. пр. — Кам'янець-Подільський : ПП Зволейко Д.Г., 2010. — Вип. 18. — С. 202—205.с

15. Бурка А. Світовий ринок меду та його перспективи. Пасічник. 2018. № 10(175). С. 5-6

16. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього середовища.: Підручник – Вид. 3, доп . – Львів: Афіша, 2011. –С. 272

17 . Сушіння і зберігання бджолиного пилку [Електронний ресурс] // Пасечник - інтернет-магазин товарів для пчеловодства. - Режим доступу: (дата звернення: 12.05.2024).

18. Лосєв О.М., Головецький І.І.. Методичний посібник для проведення лабораторних робіт з дисципліни “Технологія виробництва продукції бджільництва”. Київ . 2013- 156 с.
19. Язловицька, Л.С., Косован, М.І., Череватов, В.Ф. & Волков, Р.А. (2016). Активність каталази *Apis mellifera* L., під час літньої підгодівлі різною вуглеводною дієтою. Біологічні системи, 8(2), 183-189. DOI:<https://doi.org/10.31861/biosystems2016.02>
20. Moustafa, A. M., Mohamed, A. A. & Khodairy, M. M. (2000). Effect of supplemental feeding at different periods on activity and buildup of honey bee colonies. Assiut University Assiut, 71526, 385–403.
21. St. Clair, A. L., Dolezal, A. G., O’Neal, M. E., & Toth, A. L. (2020). Pan traps for tracking honey bee activity-density: A case study in soybeans. *Insects*, 11(6), 366.
22. Narcia-Macias, C. I., Guardado, J., Rodriguez, J., Rampersad-Ammons, J., Enriquez, E., & Kim, D.-C. (2023). IntelliBeeHive: An automated honey bee, pollen, and Varroa destructor monitoring system.
23. Dsouza, A., P, A., & Hegde, S. (2023). HiveLink, an IoT based smart bee hive monitoring system.
24. Mishchenko, O., Bodnarchuk, H., Lytvynenko, O., Afara, K., & Kryvoruchko, D. (2022). The behavior of bees in bee pollen collecting. *Scientific and Production Journal "Beekeeping of Ukraine*, 1(8), 48–51.
25. Mohamed, E., Ali, M. A., & Ghazala, N. (2022). Evaluation of the efficiency of different types of bee pollen-collection traps in honey bee colonies during summer season. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 30(1), 141–146.
26. Végh, R., Csóka, M., Sörös, C., & Sipos, L. (2021). Food safety hazards of bee pollen—a review. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 490–509.
27. Wilmart, O., Legrève, A., Scippo, M. L., Reybroeck, W., Urbain, B., de Graaf, D. C., Spanoghe, P., Delahaut, P., & Saegerman, C. (2021). Honey bee

exposure scenarios to selected residues through contaminated beeswax. *Science of The Total Environment*, 772, 145533.

28. Bilik, S., Zemcik, T., Kratochvila, L., Ricanek, D., Richter, M., Zambanini, S., & Horak, K. (2022). Machine learning and computer vision techniques in continuous beehive monitoring applications: A survey.

29. Nevlacil, J., Bilik, S., & Horak, K. (2023). Raspberry Pi bee health monitoring device.

30. Végh, R., Csóka, M., Mednyánszky, Z., & Sipos, L. (2023). Pesticide residues in bee bread, propolis, beeswax and royal jelly—a review of the literature and dietary risk assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 176, 113806.

31. Chen, J., Messan, K., Rodriguez Messan, M., DeGrandi-Hoffman, G., Bai, D., & Kang, Y. (2020). How to model honeybee population dynamics: Stage structure and seasonality.

32. Betti, M., Wahl, L., & Zamir, M. (2016). Reproduction number and asymptotic stability for the dynamics of a honey bee colony with continuous age structure.

33. Boenisch, F., Rosemann, B., Wild, B., Wario, F., Dormagen, D., & Landgraf, T. (2018). Tracking all members of a honey bee colony over their lifetime.

34. Edwards, J. R., & Myerscough, M. R. (2010). Intelligent decisions from the hive mind: Foragers and nectar receivers of *Apis mellifera* collaborate to optimise active forager numbers.

35. Al Toufailia, H., & Ratnieks, F. L. W. (2017). Reproduction of rebel workers in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie*, 48(5), 564–572.