

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

УДК 638.142/.147.7

**Оцінювання температурного режиму бджолиного гнізда за удосконалення конструкції вуликового дна****Скрипник С.В.** , **Разанова О.П.** *Вінницький національний аграрний університет*E-mail: Скрипник С.В. [serguk60@gmail.com](mailto:serguk60@gmail.com); Разанова О.П. [olenaop0205@ukr.net](mailto:olenaop0205@ukr.net)

Скрипник С.В., Разанова О.П. Оцінювання температурного режиму бджолиного гнізда за удосконалення конструкції вуликового дна. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2025. № 1. С. 62–71.

Skrypnik S., Razanova O. Estimation of the bee nest temperature regime by improving the hive bottom construction. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2025. № 1. PP. 62–71.

Рукопис отримано: 01.04.2025 р.

Прийнято: 15.04.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2025-194-1-62-71

Підтримання стабільної температури в гнізді медоносних бджіл є ключовим чинником, що визначає їх життєздатність, продуктивність та здатність до виживання. Сучасні вдосконалення конструкцій вуликів здебільшого орієнтовані на забезпечення сприятливого мікроклімату всередині гнізда, що особливо актуально для регіонів з мінливими кліматичними умовами. У статті висвітлено результати дослідження впливу конструктивних особливостей дна вулика (глухе або сітчасте) на температурний режим бджолиних сімей у період підготовки до кочівлі, під час транспортування, а також упродовж зимівлі. Мета дослідження полягала у проведенні порівняльного оцінювання температурного режиму бджолиного гнізда за умов використання у вулику класичного глухого та вдосконаленого сітчастого дна з додатковими функціональними властивостями. Встановлено, що вулики із сітчастим дном забезпечують кращу вентиляцію, сприяють зниженню температури в центрі гнізда та по його периферії, зменшують ризик перегріву влітку й сприяють ефективнішій терморегуляції під час зимового періоду. Використання подвійної сітки сітчастого дна забезпечує належний санітарно-гігієнічний стан у вулику, знижує тривожність бджіл у безвзятковий період і під час відкачування меду. Порівняння температурних показників у контрольній (глухе дно) та дослідній (сітчасте дно) групах вуликів засвідчило статистично достовірну різницю, особливо в центральній частині гнізда. У період зимівлі у вуликах із сітчастим дном відзначено кращий санітарний стан, відсутність плісняви та рівномірний розвиток розплоду навесні. Незважаючи на дещо більші витрати корму, бджолині сім'ї дослідної групи мали вищу силу навесні та кращий загальний стан. Результати дослідження підтверджують доцільність використання вуликів із сітчастим дном для покращення умов утримання бджіл.

**Ключові слова:** бджоли, вулик, мікроклімат, температура, зимівля, корм, розвиток.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Протягом останніх десятиріч зафіксовано істотне скорочення чисельності запилювачів у всіх регіонах світу, що в певній мірі зумовлено антропогенною діяльністю та змінами клімату [6].

Фізіологічне благополуччя бджолиних сімей суттєво залежить від здатності бджіл підтримувати стабільний внутрішній мікро-

клімат, зокрема температуру та вологість. Конструкція вулика є одним із критичних факторів, що впливає на продуктивність і фізіологічний стан сімей [10].

Оптимальний мікроклімат бджолиного гнізда визначається комплексом параметрів, зокрема температурою, вологістю та концентрацією вуглекислого газу, які забезпечують комфортне середовище для життєдіяльності

бджіл [2]. Ці показники змінюються залежно від сезону, ступеня активності бджіл, сили та фази розвитку бджолої сім'ї [4].

Сім'ї медоносних бджіл *Apis mellifera* здатні ефективно регулювати мікроклімат усередині гнізда завдяки складним соціальним механізмам терморегуляції. Особливо важливою ця здатність є у періоди вирощування розплоду, що припадають на весняно-літній сезон, коли бджоли підтримують стабільну температуру в зоні розплоду на рівні приблизно 35 °C [15, 16]. Такий температурний режим є оптимальним для нормального розвитку личинок і лялечок.

Терморегуляція у гніздах медоносних бджіл має вирішальне значення для їх життєздатності, продуктивності та виживання. Зниження температури у бджолоїному гнізді до 28–30 °C негативно впливає на розвиток розплоду, спричиняючи морфологічні аномалії та функціональні порушення. Водночас утримання розплоду за температури 38–40 °C асоціюється з високими рівнями смертності [13].

Температурний режим гнізда є найбільш вивченим компонентом мікроклімату й відіграє вирішальну роль у нормальному розвитку розплоду, підтриманні фізіологічного стану дорослих особин. Дослідження ряду науковців показують, що наявність розплоду є основним стимулом, який індукує терморегуляторну поведінку бджіл [18], зумовлює підвищену активність в підтриманні стабільної температури в центральних зонах гнізда, де зосереджені комірочки з розплодом.

Особливо цікавими є результати досліджень щодо впливу субоптимальних температур на поведінкові характеристики дорослих бджіл. Так, розвиток лялечок за температури 32 °C (на 3 °C нижче за оптимальну) спричинює зменшення виконання танцювальної поведінки, порівняно з бджолами, вирощеними за 36 °C. Отримані Tautz et al. [22] та Becher et al. [8] дані свідчать про те, що навіть мінімальні коливання температури у період розвитку можуть мати довготривалий вплив на поведінку бджіл.

Контроль температурного режиму в зоні розплоду є важливою складовою поведінки медоносних бджіл, що безпосередньо впливає на нормальний розвиток потомства [19]. Температура повітря поблизу стільників із розплодом хоча й зазнає коливань, але зазвичай утримується в межах вузького діапазону 33–36 °C. Такий температурний режим не є постійним, однак характеризується високим ступенем стабільності, забезпеченим

комплексом соціально-терморегуляторних механізмів, які реалізуються на рівні всієї сім'ї.

Забезпечення стабільного мікроклімату супроводжується значними енергетичними витратами. Щоб мінімізувати втрати тепла, бджоли активно регулюють потік повітря у вулику шляхом закриття щілин, зменшення розміру льотка за допомогою воску чи прополісу. У холодну пору року робочі бджоли формують щільні скупчення у формі клубка. У випадку зниження температури нижче оптимального рівня бджоли здатні локально генерувати тепло шляхом скорочень грудних м'язів, за такої умови теплова енергія передається безпосередньо розплоду. Крім того, бджоли на периферії гнізда можуть виконувати роль ізоляційного шару, що захищає від втрати тепла та перегрівання. Підвищення зовнішньої температури, яке потенційно може загрожувати перегрівом розплоду, компенсується активним доставлянням води у вулик і її випаровуванням за допомогою розмахування крилами бджіл, що створює ефективне охолодження повітря. Ще однією поведінковою адаптацією є утворення «борода» – скупчення бджіл за межами вулика для збільшення внутрішнього простору і посилення вентиляції [3].

Температура гнізда відіграє ключову роль у розвитку личинок бджіл [9]. Giannoni-Guzmán et al. [12] стверджують, що температура у бджолоїному гнізді на рівні 33–35 °C має найбільший вплив на розвиток молодих робочих бджіл у перші 48 годин, ніж за нижчих температур (24–26 °C).

Тривале відхилення від температурного оптимуму в період розвитку личинки здатне спричинити значні морфологічні аномалії у розплоді. Варто зазначити, що температурні умови, в яких розвиваються окремі особини бджолої сім'ї на стільнику, є набагато динамічнішими й складнішими, аніж це можна припустити, аналізуючи лише усереднені температурні показники. Результати точкових вимірювань температури в окремих комірках із лялечками, проведені Kleinhenz et al. [17], показали коливання температури від 32,6 °C для найхолоднішої комірки до 35,9 °C для найтеплішої. Протягом тригодинного спостереження середня температура становила 33,7 °C і 35,0 °C відповідно, проте жодна з лялечок не перебувала в умовах абсолютно стабільної температури протягом усього періоду розвитку. Це свідчить про існування тонких градієнтів температури навіть у межах одного гнізда, що, ймовірно, має значення

для індивідуальної варіативності розвитку, включаючи потенційний вплив на фізіологічні та поведінкові характеристики дорослих бджіл.

Кількість бджіл у гнізді також має суттєвий вплив на температурну стабільність. Встановлено, що зі зменшенням чисельності бджіл терморегуляція порушується, що призводить до коливань температури, які можуть бути критичними для розплоду [19].

Більшість сучасних конструктивних модифікацій вуликів спрямована на підтримання оптимального мікроклімату всередині гнізда медоносних бджіл, особливо в регіонах з екстремальними кліматичними умовами. Терморегуляторна здатність бджіл дозволяє їм підтримувати температуру гнізда в межах оптимального діапазону [20], і цей процес регулюється шляхом активного охолодження або нагрівання середовища [18]. Однак ефективність терморегуляції в умовах сильного теплового або холодового навантаження часто супроводжується значним енергетичним виснаженням робочих бджіл. Ю.М. Сиромятников та ін. [5] рекомендують проводити зимівлю бджіл у вулику-лежку з 2 внутрішніми перегородками, що дозволяє отримувати економію кормів, більше наростити сім'ї бджіл та отримати більше товарної продукції. Взимку більше енергії витрачається на підігрів гнізда, тоді як влітку – на охолодження, особливо в поєднанні з низькою відносною вологістю. У посушливих регіонах ця задача ускладнюється необхідністю регуляції не лише температури, а й вологості, що має вирішальне значення для нормального розвитку розплоду [14], а також для процесу вилуплення личинок з яєць [11].

R. Kutby et al. [21] у дослідженнях порівнювали активність і життєздатність бджіл залежно від типу вуликів, які широко застосовуються у бджільництві. Спостереження проводились протягом п'яти місяців, з пізньої весни до ранньої осені, за найбільш активного періоду життєдіяльності бджіл, зокрема, періоду підвищених температур. Незалежно від типу вулика та пори року бджоли підтримували температуру та вологість у гнізді в надзвичайно вузькому діапазоні. Водночас конструктивні особливості вуликів впливали на добові коливання цих параметрів, зокрема, різні типи вуликів впливають на ключові зони гнізда, особливо на центральну частину, де розташовані комірki з розплодом та маткою.

Підвищення середньорічних температур останнім часом вважається одним з головних ризиків для сучасного бджільництва. Числен-

ні регіони зазнають втрат бджолиних сімей та зниження продуктивності. Тому використання різних модифікацій вулика, адаптованих до особливостей кліматичних умов, є перспективною стратегією збереження бджолиних сімей та підвищення їх продуктивності.

**Мета дослідження** – провести порівняльне оцінювання температурного режиму бджолиного гнізда за умов використання у вулику класичного глухого та вдосконаленого сітчастого дна з додатковими функціональними властивостями.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили на пасіці ВСП «Чернятинський фаховий коледж Вінницького національного аграрного університету» на 20 бджолиних сім'ях української степової породи. Для цього після весняного огляду бджолиних сімей сформували за принципом груп-аналогів: 2 групи сімей, по 10 у кожній. Формуючи групи, враховували вік матки, кількість меду та перги, силу сімей та кількість запечатаного розплоду [1]. Бджолині сім'ї формувалися з бджолиними матками-сестрами. Утримання та догляд за бджолиними сім'ями були однаковими, використовуючи багатокорпусні вулики на 10 стільників у кожному корпусі, з розміром рамок 435x145 мм. На час формування відводків (15.06.2022 р.) у кожному вулику було по 12–14 стільників різновікового розплоду, 5–6 стільників з медом та 10 пустих стільників.

У межах експериментального дослідження сім'ї медоносних бджіл були забезпечені безперервним джерелом води для стабільного функціонування бджолиних сімей.

Дослідження ефективності використання сітчастого дна проводили у літній період під час кочівлі на медозбір соняшника. Бджолині сім'ї контрольної групи утримувались у вуликах із вентиляційною решіткою у верхній частині та суцільним (невентильованим) дном. Дослідна група утримувалась у вуликах із забезпеченою вентиляцією у верхній частині та у дні. Усі сім'ї розміщувалися в завітку з метою мінімізації впливу від прямого сонячного нагрівання.

У сезон кочівлі, з 19.07.2023 р. по 12.08.2023 р., проводили спостереження за бджолиними сім'ями з вимірюванням температури у період підготовки до переїзду на кочівлю та одразу після прибуття на місце постійного перебування пасіки. Вимірювання температури проводились згідно з методичними рекомендаціями у центрі гнізда та біля стінок. Під час перевезення бджіл на медозбір із соняшника бджолині сім'ї мали по

3 корпуси. Варто зазначити, що за 4 дні перед поверненням на пасіку у бджолиних сім'ях обох груп було відібрано по корпусу запечатаного меду (з попереднім використанням роздільних решіток).

У дослідженні з кінця жовтня 2022 р. до кінця квітня 2023 р. були проведені заміри температури в трьох точках усередині вулика: біля внутрішньої стінки гнізда, у центральній частині та біля протилежної стінки.

Температуру у вулику вимірювали цифровим гігрометром – вимірювачем температури і вологості у вулику. Температуру навколишнього середовища та внутрішню вимірювали також у порожніх зонах вулика, які не регулюються безпосередньо бджолами, що дозволяло оцінити вплив сітчастого дна вулика на мікроклімат. Ці вимірювання проводили між 8:00 і 10:00 ранку у вибрані дні для уникнення впливу інтенсивного сонячного нагрівання після 10 години.

Статистичне оброблення одержаних цифрових даних проводили за допомогою програми MS Excel. Для порівняння досліджуваних показників та їх міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента. Результати середніх значень вважали статистично значущими за  $p < 0,05$ .

**Результати дослідження та обговорення.** Попри ефективні механізми саморегуляції бджіл, значні втрати бджолиних сімей можливі під час періодів екстремально низьких або високих температур. У таких випадках пасічники часто вдаються до модифікацій вуликів, спрямованих на підтримання сприятливого мікроклімату та збереження життєздатності бджолиних сімей [7]. У зв'язку з цим було розроблено та протестовано модифікований вулик з сітчастим дном. Дно сітчасте виконано із з'єднаних між собою двох сіток на відстані 16,5 мм. Встановлювали його на дні вулика, він містить люк для доступу до дна. Основними елементами сітчастого дна є дві оцинковані металеві сітки: з отворами 2,5 мм (верхня, знімна) та 3,2 мм (нижня, стаціонарна). Використання подвійної сітки забезпечує належний санітарно-гігієнічний стан у вулику, знижує тривожність бджіл у безвзятковий період і під час відкачування меду.

Використання функціонального сітчастого дна у конструкції вулика забезпечує низку технологічних переваг, зокрема, скорочення витрат часу на обслуговування бджолиних сімей під час проведення санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів, а також покращення умов мікроклімату в гнізді. Це сприяє підвищенню збереженості бджіл під час

кочівлі, зимівлі та ізоляції льотної активності, особливо у періоди застосування пестицидів на сільськогосподарських угіддях.

У 2022 році спостерігалися несприятливі погодні умови: затяжна холодна весна спричинила затримку цвітіння ранньовесняних медоносів, зокрема, дикорослих рослин та плодових дерев. Ці чинники негативно вплинули на загальний стан бджолиних сімей. Водночас обробіток сільськогосподарських культур пестицидами співпав із періодом масового цвітіння медоносів, що спричинило загибель значної кількості бджіл. Подібна ситуація повторилася і навесні 2023 року.

Під час хімічної обробки посівів кукурудзи (4–7 липня) сім'ї перебували в умовах примусової ізоляції з 5:00 до 21:00. Ізоляція була успішною, не спостерігалось втрат дорослих бджіл та загибелі розплоду. Проте у контрольній групі вулики не мали належної вентиляції, тому спостерігалось викучування бджіл, що свідчить про дискомфорт бджіл в умовах обмеженого повітрообміну. Варто зазначити, що дослідження проводилось на пізніх відводках. Для повноцінних бджолиних сімей така тривала ізоляція без належних вентиляційних заходів може мати негативні наслідки.

20 липня 2022 року здійснювали кочівлю бджолиних сімей на запилення посівів соняшнику, яка тривала 21 добу. Усі бджолині сім'ї перебували у багатокорпусних вуликах на чотири корпуси і розміщувалися на спеціалізованих пасічних платформах.

Уже в перші хвилини після прибуття на місце біля поля з посівами соняшника було зафіксовано суттєву відмінність у поведінці бджіл. Так, сім'ї дослідної групи у вуликах, які оснащували функціональним сітчастим дном, значно швидше (протягом 10–15 хвилин) заспокоїлись після транспортування, що проявлялось у зниженні шумового фону та зменшенні агресивності. Натомість у контрольній групі тривога бджіл зберігалась до моменту завершення розстановки платформ. Особливо це проявилось під час відкривання льотків. Попри нічний час бджоли масово викучувались і виявляли агресивність, що ускладнювало роботу пасічника.

Ранковий огляд показав, що в гніздах бджолиних сімей контрольної групи наявні ділянки із загибеллю розплоду, що, ймовірно, пов'язано з перегріванням гнізда через недостатню вентиляцію (наявний лише один вентиляційний отвір у піддашнику розміром 13,5 × 38 мм). Водночас у дослідній групі подібних випадків не зафіксовано, що підтверджує

ефективність конструкції сітчастого дна для збереження мікроклімату під час транспортування.

Упродовж усього періоду роботи бджіл на запиленні соняшнику розвиток бджолиних сімей в обох групах відбувався приблизно однаково, і сім'ї отримали додаткові корпуси під медозбір. Проте контрольна група суттєво вирізнялась посиленням викучування бджіл, що ускладнювало обслуговування бджолиних сімей.

У період відкачування меду (14–17 серпня) нападів на бджолині сім'ї в обох групах не зафіксовано. Проте під час повернення корпусів зі стільниками на осушування у контрольній групі знову спостерігалось активне викучування бджіл. Хоча ця поведінка не зумовила подальші негативні наслідки, вона свідчить про підвищену чутливість бджіл до змін мікроклімату гнізда та недостатньої вентиляції.

Підготовка бджолиних сімей до транспортування на кочівлю цвітіння соняшника займала приблизно 1,5 години. Перевезення тривало 50 хвилин на відстань 22 км, з них 15 км пролягало асфальтованим покриттям зі швидкістю руху не більше 40 км/год, а решта 7 км – сільськими та польовими дорогами з кам'яним покриттям зі швидкістю 5–15 км/год.

Температура повітря на початок підготовки до перевезення становила 24,3 °С, а по прибуттю на новий точок (приблизно 23 год) температура знизилась до 17 °С. Вимірювання температури біля стінок вулика та у середині бджолиного гнізда проводили перед кочівлею і по прибуттю.

У таблиці 1 наведено результати вимірювання температури у вуликах двох типів у період спокою бджолосімей перед початком кочівлі.

У контрольній групі, де бджоли утримувалися у вуликах з глухим дном, середня температура біля стінок становила  $35,97 \pm 0,379$  °С, а в центрі гнізда –  $37,47 \pm 0,487$  °С. Натомість у дослідній групі, де використовувалися вулики із сітчастим дном, середні показники температури становили  $34,86 \pm 0,298$  °С біля стінок і  $35,67 \pm 0,248$  °С у гнізді та були нижчими на 3,1 (p<0,05) і 14,81% (p<0,01) відповідно. Зниження температури в дослідній групі пов'язане з кращою вентиляцією вулика через сітчасте дно.

Отже, можна зробити висновок, що вулики з сітчастим дном характеризуються нижчим температурним режимом по периферії та в центрі гнізда. Різниця температур між групами є статистично значущою.

У ході дослідження проводилося порівняння температурного режиму у вуликах з різним типом дна і після переїзду на пасічний точок.

Після перевезення бджолиних сімей на постійний пасічний точок (табл. 2) температурні показники у вуликах обох груп також зазнали змін.

У контрольній групі середня температура біля стінок підвищилася до  $37,45 \pm 0,573$  °С, а в гнізді – до  $39,36 \pm 0,763$  °С. У дослідній групі температура залишалася стабільно нижчою –  $35,03 \pm 0,225$  °С біля стінок та  $36,02 \pm 0,201$  °С – у центрі гнізда. Отже, різниця між групами становила 2,42 °С (6,5 %) та 3,34 °С (8,5 %) відповідно, що є статистично значущим показником (p<0,01 та p<0,001).

Отримані результати доводять, що сітчасте дно забезпечує стабільніше, хоча й нижче температурне середовище. Це сприяє уникненню перегріву вулика, що спостерігалось у деяких сім'ях контрольної групи (температура в гнізді сягала понад 42 °С).

Таблиця 1 – Температура у вулику в період спокою (перед кочівлею) ( $\bar{x} \pm SD$ , n = 10)

| Контрольна група |                   |                   | Дослідна група |                     |                        |
|------------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------------|------------------------|
| № сім'ї          | температура, °С   |                   | № сім'ї        | температура, °С     |                        |
|                  | біля стінок       | у гнізді          |                | біля стінок         | у гнізді               |
| 1                | 35,1              | 37,2              | 1              | 35,2                | 35,7                   |
| 2                | 38,2              | 40,0              | 2              | 35,0                | 35,9                   |
| 3                | 36,6              | 38,5              | 3              | 35,1                | 36,0                   |
| 4                | 35,1              | 36,4              | 4              | 36,1                | 36,4                   |
| 5                | 35,5              | 37,1              | 5              | 33,0                | 34,2                   |
| 6                | 35,0              | 35,9              | 6              | 35,0                | 35,7                   |
| 7                | 34,6              | 35,8              | 7              | 36,1                | 36,9                   |
| 8                | 35,4              | 36,3              | 8              | 34,8                | 36,0                   |
| 9                | 37,4              | 39,9              | 9              | 34,5                | 35,1                   |
| 10               | 36,8              | 37,6              | 10             | 33,8                | 34,8                   |
|                  | $35,97 \pm 0,379$ | $37,47 \pm 0,487$ |                | $34,86 \pm 0,298^*$ | $35,67 \pm 0,248^{**}$ |

Таблиця 2 – Температура у вулику після переїзду на пасічний точок ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 10$ )

| Контрольна група |                 |               | Дослідна група |                 |                 |
|------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|
| № сім'ї          | температура, °С |               | №              | температура, °С |                 |
|                  | біля стінок     | у гнізді      |                | біля стінок     | у гнізді        |
| 1                | 39,1            | 41,6          | 1              | 35,3            | 35,9            |
| 2                | 39,2            | 42,0          | 2              | 35,4            | 35,8            |
| 3                | 36,6            | 38,5          | 3              | 35,2            | 35,5            |
| 4                | 35,1            | 36,6          | 4              | 36,0            | 36,7            |
| 5                | 40,9            | 43,9          | 5              | 34,2            | 35,6            |
| 6                | 35,8            | 37,0          | 6              | 35,5            | 36,5            |
| 7                | 36,6            | 38,4          | 7              | 35,6            | 37,1            |
| 8                | 36,0            | 37,6          | 8              | 35,1            | 36,4            |
| 9                | 37,4            | 38,1          | 9              | 34,1            | 35,7            |
| 10               | 37,8            | 39,9          | 10             | 33,9            | 35,0            |
| Середнє по групі | 37,45 ± 0,573   | 39,36 ± 0,763 |                | 35,03 ± 0,225** | 36,02 ±0,201*** |

Практичне використання верхньої вентиляції в поєднанні з функціональним сітчастим дном дало змогу впливати на просторову організацію кормових запасів та положення зимового клуба. Зокрема, у період зимової підгодовлі (третя декада серпня – друга декада вересня) залишали відкритим лише нижнє вентиляційне вікно, що сприяло рівномірному перенесенню цукрового сиропу у верхні частини стільників. При настанні стабільного зниження температури, з метою формування оптимального розташування клуба, верхню вентиляцію відкривали, а нижню – закривали. У таких умовах центр клубу формувався ближче до нижнього краю кормових запасів, що є бажаним з погляду забезпечення бджіл кормом протягом зимового періоду.

У контрольній групі верхня вентиляція залишалася закритою протягом зимівлі. Натомість у дослідній групі вентиляція через функціональне сітчасте дно залишалась відкритою постійно, за винятком двох днів, коли проводився противароатозний обробіток. У цей період використовувалась шиберна заслінка, що дозволяло ефективно проводити термічну діагностику закліщеності та вчасно приймати рішення щодо повторного оброблення. Такий підхід забезпечив збереження належного санітарного стану у вулику, зменшення вологості, а також мінімізацію втрати бджіл у зимовий період.

У міру зниження температури восени бджолині сім'ї поступово переходять від активної життєдіяльності до стану спокою. Робочі бджоли щільно концентруються на стільниках, формуючи зимовий клуб, що дає їм змогу ефективно зберігати тепло і забезпечувати життєдіяльність усередині гнізда. Для

центральної частини Лісостепової зони України характерна тривалість зимового періоду – з кінця жовтня до кінця березня. Середньозимові температури в регіоні коливаються в межах від 0 до  $-25,0$  °C, що вимагає від бджолиних сімей налагоджених терморегуляційних механізмів, а від пасічника – раціональних конструкцій вулика з належною вентиляцією.

Результати, представлені у таблиці 3, дають змогу оцінити динаміку терморегуляції залежно від конструктивних особливостей дна вулика (глухе чи сітчасте) протягом зимівлі бджіл. Виявлено відмінності в температурному режимі між дослідною та контрольною групами бджолиних сімей.

Протягом зимового періоду спостерігалось поступове зниження температур у вуликах обох груп у період з жовтня до січня, з подальшим підвищенням у березні-квітні, що відповідає природному циклу розвитку бджіл. У жовтні температура у всіх контрольних точках практично не різнилася між групами. Так, у контрольній групі температура в центральній частині гнізда становила  $19,1$  °C, а в дослідній –  $20,3$  °C, що свідчить про незначну активність бджіл на початку зимівлі та ефективну терморегуляцію у вуликах із сітчастим дном.

У листопаді-грудні температури в центральній частині гнізда залишалися стабільними, однак у дослідній групі вони були дещо вищими (до  $18,7$  °C проти  $17,3$  °C у контрольній), що вказує на ефективніше збереження тепла при сітчастому дні попри можливі тепловтрати. При цьому температура біля протилежної стінки вулика знижувалася в обох групах, досягаючи мінімуму у грудні ( $3,1$  °C – контроль;  $2,9$  °C – дослідна).

Таблиця 3 – Динаміка терморегуляції залежно від конструктивних особливостей дна вулика у період зимівлі ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 10$ )

| Дата досліджу | Контрольна група               |                              |                             | Дослідна група                 |                              |                             |
|---------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|               | стінка вулика всередині гнізда | у центральній частині вулика | з протилежної стінки вулика | стінка вулика всередині гнізда | у центральній частині вулика | з протилежної стінки вулика |
| 20.10         | 19,0                           | 19,1                         | 7,1                         | 18,9                           | 20,3                         | 13,1                        |
| 24.11         | 14,7                           | 15,1                         | 8,2                         | 14,5                           | 16,4                         | 8,6                         |
| 22.12         | 14,9                           | 17,3                         | 3,1                         | 14,1                           | 18,7                         | 2,9                         |
| 19.01         | 15,3                           | 21,6                         | 11,0                        | 14,7                           | 20,7                         | 10,9                        |
| 16.02         | 19,5                           | 19,9                         | 12,5                        | 19,3                           | 21,6                         | 11,0                        |
| 23.03         | 29,7                           | 35,0                         | 29,2                        | 28,8                           | 35,8                         | 29,6                        |
| 20.04         | 32,7                           | 36,1                         | 32,7                        | 34,2                           | 36,8                         | 32,5                        |

У січні-лютому почалося поступове зростання температури в центрі гнізда. Показники були практично однаковими між групами, хоча у дослідній групі температура у центрі вулика у лютому була дещо вищою ( $+21,6^\circ\text{C}$  проти  $+19,9^\circ\text{C}$  у контрольній), що свідчить про вищу активність вирощування розплоду. Температура біля протилежної стінки залишалася стабільно нижчою, однак без різких коливань.

У березні та квітні спостерігалось різке зростання температур в усіх точках вимірювання, що пов'язано з активним розвитком бджолиних сімей. Температури в центрі гнізда досягли максимальних значень:  $+35,0^\circ\text{C}$  у контрольній та  $+35,8^\circ\text{C}$  – у дослідній групі. Водночас температура біля стінки всередині гнізда становила  $29,7^\circ\text{C}$  у контрольній та  $28,8^\circ\text{C}$  – у дослідній групі. Найвищий показник у центральній частині ( $36,8^\circ\text{C}$ ) зафіксовано у дослідній групі на кінець квітня.

Отримані дані свідчать про те, що вулики з сітчастим дном ефективно підтримують терморегуляцію навіть за потенційно більших тепловтрат. Особливо це проявляється у другій

половині зимівлі, коли потреба в теплі зростає через наявність розплоду. Додатковим фактором є можливість вільного повітрообміну та вчасного виведення вологи з гнізда, що знижує ризик розвитку цвілі та сприяє загальному фізіологічному благополуччю сімей.

Якість зимівлі бджолиних сімей є визначальним фактором подальшого їх розвитку навесні. Від її результату безпосередньо залежить інтенсивність весняного росту, швидкість нарощування бджолиної маси та загальна продуктивність сім'ї впродовж активного сезону.

У ході дослідження ефективності зимівлі бджолиних сімей залежно від конструктивних особливостей дна вулика було встановлено, що загальний стан бджіл після зимового періоду залишався задовільним в обох групах. Проте кращі результати мали бджолині сім'ї, що зимували у вуликах із сітчастим дном (дослідна група), порівняно з контрольними, які знаходились у вуликах з глухим дном. Зимівля бджолиних сімей в обох групах пройшла без втрат і збереженість становила 100 % (табл. 4).

Таблиця 4 – Результати зимівлі бджолиних сімей у вуликах з решітчастим та глухим дном ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 10$ )

| Показник                       | Група             |                        |
|--------------------------------|-------------------|------------------------|
|                                | контрольна        | дослідна               |
| Сила сімей: вуличок: осінь     | $7,50 \pm 0,146$  | $7,52 \pm 0,123$       |
| весна                          | $6,81 \pm 0,041$  | $7,11 \pm 0,089^*$     |
| Кількість корму, кг: осінь,    | $27,85 \pm 0,325$ | $27,93 \pm 0,267$      |
| весна                          | $14,28 \pm 0,078$ | $13,84 \pm 0,092^*$    |
| Витрати корму за зиму, кг      | $13,57 \pm 0,056$ | $14,09 \pm 0,078^{**}$ |
| Витрати корму на 1 вуличку, кг | $1,81 \pm 0,029$  | $1,87 \pm 0,014$       |
| Опроношеність гнізда, бал      | $1,16 \pm 0,154$  | $0,64 \pm 0,011^{***}$ |

Сила сімей восени була майже однаковою – 7,50–7,53 вуличок. Навесні відбулося зменшення сили сімей у обох групах, однак у дослідній групі зниження було меншим – на 5,4 % ( $p < 0,05$ ), у контрольній – на 9,2 %. Це свідчить про краще збереження бджіл у вуликах із сітчастим дном.

Кормові запаси перед зимівлею також були приблизно однаковими. По завершенні зимового періоду у контрольній групі витрати корму були меншими на 0,52 кг ( $p < 0,05$ ). У розрахунку на одну вуличку ці витрати становили 1,81 кг у контролі проти 1,87 кг у досліді. Дещо вищі витрати корму у дослідній групі (на 0,13 кг, або 8,6 %) ( $p < 0,01$ ) пояснюються більш активним весняним розвитком, про що свідчить більша кількість розплоду вже під час першого весняного огляду.

Щодо санітарного стану бджолиного гнізда, показник опроношеності у дослідній групі був значно кращим – 0,64 бала ( $p < 0,001$ ) проти 1,16 – у контрольній, що вказує на менший рівень забруднення гнізда підмором, відсутність цвілі та кращу вентиляцію. Під час проведення першого весняного огляду 9 березня 2023 року було встановлено, що, незважаючи на наявність незначної кількості розплоду, у вуликах контрольної групи спостерігались підвищена вологість та наявність цвілі на крайніх стільниках. Було зафіксовано також псування перги, що негативно впливатиме в подальшому на весняний розвиток бджолиних сімей. Такі умови свідчать про недостатню вентиляцію та накопичення конденсату внаслідок конструкційних особливостей глухого дна.

Щодо кількості підмору, отримано підтвердження ефективності сітчастого дна, зокрема у вуликах дослідної групи кількість підмору було незначною (до 110 особин), без ознак пліснявіння. У контрольній групі підмор займав усе дно, особливо з накопиченням у кутках, із характерною прицвілістю, що погіршувало санітарний стан бджолиного гнізда.

**Висновки.** Порівняльний аналіз температурного режиму вуликів із сітчастим та глухим дном показав, що вентиляція через сітчасте дно сприяє підтриманню стабільнішої температури у бджолиному гнізді і дозволяє уникати перегріву під час перевезення бджіл та покращує загальний мікроклімат у вулику.

Завдяки вільному повітрообміну й ефективному виведенню вологи сітчасте дно забезпечує кращий санітарний стан гнізда протягом зимового періоду, у центрі гнізда фіксуються більш сприятливі температури для розвитку розплоду навесні.

Отримані результати досліджень дають змогу рекомендувати застосування сітчастого дна як елементу сучасної технології утримання бджіл для підвищення їх продуктивності та загальної стійкості до несприятливих факторів середовища.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Броварський В.Д., Бріндза Я., Отченашко В.В. Методика дослідної справи у бджільництві. Видавничий дім «Вінніченко», 2017. 166 с.
2. Двикалюк Р., Адамчук Л. Мікроклімат бджолиного гнізда. Біологія тварин. 2018. Т. 20. № 4. 95 с.
3. Разанова О.П., Голубенко Т.Л., Скоромна О.І. Шляхи підвищення конкурентоспроможності галузі бджільництва у контексті євроінтеграційних процесів: монографія. Видавництво: ТОВ «Друк», 2023. 279 с.
4. Разанова О.П., Скоромна О.І. Технологія виробництва продукції бджільництва: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця, 2020. 408 с.
5. Сиромятников Ю.М. Сиромятников П.С., Геворкян Г.Л. Особливості зимівлі бджіл у багатоматковому вулику. Технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнар. наук.-практ. конференції. Державний біотехнологічний університет. Харків. 21–22 травня 2024. Харків, 2024. С. 128–129.
6. Філатов М.О., Леженіна І.П., Зозуля О.Л. Проблеми біорізноманіття запилювачів в Україні і шляхи їх вирішення. Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної екології та захисту рослин: матеріали міжнар. наук.-практ. конференції, присвяченої 100-річчю з дня народження доктора біологічних наук, професора Б.М. Литвинова. м. Харків, 21–22 жовтня 2021 р. Харків, 2021. С. 165–166.
7. Abou-Shaara H., Al-Ghamdi A., Mohamed A.A. Honey bee colonies performance enhance by newly modified beehives. Journal of Apicultural Science. 2013. Vol. 57 (2). P. 45–57. DOI:10.2478/jas-2013-0016
8. Becher M.A., Scharpenberg H., Moritz R.F.A. Pupal developmental temperature and behavioral specialization of honeybee workers (*Apis mellifera* L.). Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology. 2009. Vol. 195 (7). P. 673–679. DOI:10.1007/s00359-009-0442-7
9. Bujok B., Kleinhenz M., Fuch, S., Tautz J. Hot spots in the bee hive. Naturwissenschaften. 2002. Vol. 89. P. 299–301. DOI:10.1007/s00114-002-0338-7
10. Cook D., Blackler A., McGree Ja., Hauxwell C. Thermal Impacts of Apicultural Practice and Products on the Honey Bee Colony. Journal of Economic Entomology. 2021. Vol. 114. Issue 2. P. 538–546. DOI:10.1093/jee/toab023
11. Ellis J.D., Delaplane K.S., Hepburn R., Elzen P.J. Efficacy of Modified Hive Entrances and a Bottom Screen Device for Controlling *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) Infestations in

*Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies. Journal of Economic Entomology. 2003. Vol. 96 (6). P. 1647–1652.

12. The role of temperature on the development of circadian rhythms in honey bee workers / M.A. Giannoni-Guzmán et al. Peer J. 2024. No. 12. DOI:10.7717/peerj.17086

13. Heinrich B. The hot-blooded insects: strategies and mechanisms of thermoregulation. Berlin, Heidelberg: Springer. 1993. 604 p.

14. Human H., Nicolson S.W., Dietemann V. Do honeybees, *Apis mellifera* scutellata, regulate humidity in their nest? Naturwissenschaften. 2006. Vol. 93. P. 397–401. DOI:10.1007/s00114-006-0117-y

15. Jones J.C., Myerscough M.R., Graham S., Oldroyd B.P. Honey bee nest thermoregulation: diversity promotes stability. Science. 2004. Vol. 305(5682). P. 402–404. DOI:10.1126/science.1096340

16. Jones J.C., Nanork P., Oldroyd B.P. The role of genetic diversity in nest cooling in a wild honey bee, *Apis florea*. Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology. 2007. Vol. 193 (2). P. 159–165. DOI:10.1007/s00359-006-0176-8

17. Kleinhenz M., Bujok B., Fuchs S., Tautz J. Hot bees in empty brood nest cells: Heating from within. The Journal of Experimental Biology. 2002. Vol. 206. P. 4217–4231. DOI:10.1242/jeb.00680

18. Kohno K., Sokabe T., Tominaga M., Kadowaki T. Honey Bee Thermal/Chemical Sensor, AmHsTRPA, Reveals Neofunctionalization and Loss of Transient Receptor Potential Channel Genes. Journal of Neuroscience. 2010. Vol. 30 (37). P. 12219–12229. DOI:10.1523/JNEUROSCI.2001-10.2010

19. Ontogenesis of honey bees (*Apis mellifera*) under the influence of temperature stress / I. Kovalskyi et al. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2024. Vol. 15 (2). P. 300–305. DOI:10.15421/022443

20. Kronenberg F., Heller H.C. Colonial thermoregulation in honey bees (*Apis mellifera*). Journal of Comparative Physiology B. 1982. Vol. 148. P. 65–76.

21. The Effect of Hive Type on Colony Homeostasis and Performance in the Honey Bee (*Apis mellifera*) / R. Kutby et al. Insects. 2024. Vol. 15. No 800. DOI:10.3390/insects15100800

22. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development / J. Tautz et al. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2003. Vol. 100 (12). P. 7343–7347. DOI:10.1073/pnas.1232346100

## REFERENCES

1. Brovarysky, V.D., Brindza, Ya., Otchenashko, V.V. (2017). Metodyka doslidnoi' spravy u bdzhil'nyctvi [Research methodology in beekeeping]. Vinnichenko Publishing House, 166 p. (in Ukrainian).

2. Dvykalyuk, R., Adamchuk, L. (2018). Mikroklimat bdzholynogo gnizda [Microclimate of the bee nest]. Biologija tvaryn [Animal biology]. Vol. 20, no. 4, 95 p. (in Ukrainian).

3. Razanova, O.P., Golubenko, T.L., Skoromna, O.I. (2023). Shljahy pidvyshhennja konkuren-

tospromozhnosti galuzi bdzhil'nyctva u konteksti jevointegracijnyh procesiv: monografija [Ways to increase the competitiveness of the beekeeping industry in the context of European integration processes: monograph]. Publishing house: Druk LLC, 279 p. (in Ukrainian).

4. Razanova, O.P., Skoromna, O.I. (2020). Tehnologija vyrobnyctva produkci' bdzhil'nyctva: navchal'nyj posibnyk dlja studentiv vyshhyh navchal'nyh zakladiv [Technology of beekeeping production: a textbook for students of higher educational institutions]. Vinnytsia, 408 p. (in Ukrainian).

5. Syromyatnikov, Yu.M., Syromyatnikov, P.S., Gevorkyan, G.L. (2024). Osoblyvosti zymivli bdzhil u bagatomatkovomu vulyku [Peculiarities of wintering of bees in a polyuterine hive]. Tehnichnyj progres v APV: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konferencii'. Derzhavnyj biotehnologichnyj universytet. Harkiv. 21–22 travnja 2024 [Technical progress in APV: materials of the international scientific and practical conference. State Biotechnological University. Kharkiv. May 21–22, 2024]. Kharkiv, pp. 128–129. (in Ukrainian).

6. Filatov, M.O., Lezhenina, I.P., Zozulya, O.L. Filatov, M.O., Lezhenina, I.P., Zozulya, O.L. (2021). Problemy bioriznomanittja zapyljuvachiv v Ukra'ni i shljahy i'h vyrishennja [Problems of pollinator biodiversity in Ukraine and ways to solve them]. Fundamentalni i prykladni problemy suchasnoi' ekologii' ta zahystu roslin: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konferencii', prysvjachenoi' 100-richchju z dnja narodzhennja doktora biologichnyh nauk, profesora B.M. Lytvynova. misto Harkiv, 21–22 zhovtnja 2021 r [Fundamental and applied problems of modern ecology and plant protection: materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Doctor of Biological Sciences, Professor B. M. Lytvynov. Kharkiv, October 21–22, 2021]. Kharkiv, pp. 165–166. (in Ukrainian).

7. Abou-Shaara, H., Al-Ghamdi, A., Mohamed, A.A. (2013). Honey bee colonies performance enhance by newly modified beehives. Journal of Apicultural Science, 57 (2), pp. 45–57. DOI:10.2478/jas-2013-0016

8. Becher, M.A., Scharpenberg, H., Moritz, R.F.A. (2009). Pupal developmental temperature and behavioral specialization of honeybee workers (*Apis mellifera* L.). Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology, Vol. 195 (7), pp. 673–679. DOI:10.1007/s00359-009-0442-7

9. Bujok, B., Kleinhenz, M., Fuch, S., Tautz, J. (2002). Hot spots in the bee hive. Naturwissenschaften, Vol. 89, pp. 299–301. DOI:10.1007/s00114-002-0338-7

10. Cook, D., Blackler, A., McGree, Ja., Hauxwell, C. (2021). Thermal Impacts of Apicultural Practice and Products on the Honey Bee Colony. Journal of Economic Entomology, Vol. 114, Issue 2, pp. 538–546. DOI:10.1093/jee/toab023

11. Ellis, J.D., Delaplane, K.S., Hepburn, R., Elzen, P.J. (2003). Efficacy of Modified Hive Entrances and a Bottom Screen Device for Controlling *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) Infesta-

tions in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies. Journal of Economic Entomology, Vol. 96 (6), pp. 1647–1652.

12. Giannoni-Guzmán, M.A., Perez Claudio, E., Aleman-Rios, J., Diaz Hernandez, G., Perez Torres, M., Melendez Moreno, A., Loubriel, D., Moore, D., Giray, T., Agosto-Rivera, J.L. (2024). The role of temperature on the development of circadian rhythms in honey bee workers. Peer J, no. 12. DOI:10.7717/peerj.17086

13. Heinrich, B. (1993). The hot-blooded insects: strategies and mechanisms of thermoregulation. Berlin, Heidelberg: Springer, 604 p.

14. Human, H., Nicolson, S.W., Dietemann, V. (2006). Do honeybees, *Apis mellifera* scutellata, regulate humidity in their nest? Naturwissenschaften, Vol. 93, pp. 397–401. DOI:10.1007/s00114-006-0117-y

15. Jones, J.C., Myerscough, M.R., Graham, S., Oldroyd, B.P. (2004). Honey bee nest thermoregulation: diversity promotes stability. Science, Vol. 305 (5682), pp. 402–404. DOI:10.1126/science.1096340

16. Jones, J.C., Nanork, P., Oldroyd, B.P. (2007). The role of genetic diversity in nest cooling in a wild honey bee, *Apis florea*. Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology, Vol. 193 (2), pp. 159–165. DOI:10.1007/s00359-006-0176-8

17. Kleinhenz, M., Bujok, B., Fuchs, S., Taut, J. (2002). Hot bees in empty brood nest cells: Heating from within. The Journal of Experimental Biology, Vol. 206, pp. 4217–4231. DOI:10.1242/jeb.00680

18. Kohno, K., Sokabe, T., Tominaga, M., Kadowaki, T. (2010). Honey Bee Thermal/Chemical Sensor, AmHsTRPA, Reveals Neofunctionalization and Loss of Transient Receptor Potential Channel Genes. Journal of Neuroscience, Vol. 30 (37), pp. 12219–12229. DOI:10.1523/JNEUROSCI.2001-10.2010

19. Kovalskyi, I., Kovalska, L., Druzhibiak, A., Kovalchuk, I., Boyko, A., Zhmur, V., Havdan, R., Druzhibiak, M., Perig, D., Lunyk, I., Fiialovych, L., Petryshak, O., Paskevych, G., Bogdan, B., Leshchyshyn, I. (2024). Ontogenesis of honey bees (*Apis mellifera*) under the influence of temperature stress. Regulatory Mechanisms in Biosystems, Vol. 15 (2), pp. 300–305. DOI:10.15421/022443

20. Kronenberg, F., Heller, H.C. (1982). Colonial thermoregulation in honey bees (*Apis mellifera*). Journal of Comparative Physiology B, Vol. 148, pp. 65–76.

21. Kutby, R., Baer-Imhoof, B., Robinson, S., Porter, L., Baer, B. (2024). The Effect of Hive Type

on Colony Homeostasis and Performance in the Honey Bee (*Apis mellifera*). Insects, Vol. 15, no. 800. DOI:10.3390/insects15100800

22. Tautz, J., Maier, S., Groh, C., Rossler, W., Brockmann, A., Rössler, W., Brockmann, A., Rossler, W., Brockmann, A. (2003). Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Vol. 100 (12), pp. 7343–7347. DOI:10.1073/pnas.1232346100

### Estimation of the bee nest temperature regime by improving the hive bottom construction

Skrypnyk S., Razanova O.

Maintaining a stable temperature in the nest of honey bees is a key factor that determines their viability, productivity and ability to survive. Modern improvements in hive designs are mostly focused on providing a favorable microclimate inside the nest, which is especially important for regions with changing climatic conditions. The article presents the results of a study of the influence of the design features of the hive bottom (blind or mesh) on the temperature regime of bee families during preparation for nomadism, during transportation, and during wintering. The purpose of the study was to conduct a comparative assessment of the temperature regime of the bee nest when using a classic blind and improved mesh bottom with additional functional properties in the hive. It was found that hives with a mesh bottom provide better ventilation, help to reduce the temperature in the center of the nest and along its periphery, reduce the risk of overheating in summer and contribute to more efficient thermoregulation during winter. The use of a double mesh bottom ensures proper sanitary and hygienic conditions in the hive, reduces bee anxiety during the non-taking period and during honey pumping. Comparison of temperature indicators in the control (blind bottom) and experimental (mesh bottom) groups of hives showed a statistically significant difference, especially in the central part of the nest. During the wintering period, hives with a mesh bottom showed a better sanitary condition, the absence of mold and uniform development of brood in the spring. Despite slightly higher feed consumption, bee colonies in the experimental group had higher strength in the spring and better general condition. The results of the study confirm the feasibility of using hives with a mesh bottom to improve bee keeping conditions.

**Key words:** bees, hive, microclimate, temperature, wintering, feed, development.



Copyright: Скрипник С.В., Разанова О.П. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Скрипник С.В.

Разанова О.П.

<https://orcid.org/0000-0003-4333-7255>

<https://orcid.org/0000-0001-5552-9356>