

ОЦІНКА ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ КОЛОНІЙ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ, ЩО ЗИМУВАЛИ У ВУЛИКАХ З РІЗНИМИ ТЕПЛОФІЗИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

О.В. ЧЕРЕВАТОВ, О.В. ПАЛАМАР, В.В. КАРАВАН, Л.С. ЯЗЛОВИЦЬКА

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, Україна, 58012
e-mail: l.yazlovitska@chnu.edu.ua

У статті представлено результати дослідження впливу властивостей матеріалу вулика (дерев'яний / пінополіуретановий) на розвиток бджолиних колоній впродовж зимівлі в умовах помірно-континентального клімату Передкарпаття (Чернівецька область, Україна). Дослід проводився протягом осені 2023 — весни 2024 років на трьох пасіках, розташованих в різних екотіпах. Досліджувались показники зимостійкості колоній: відсоток ослаблення та відсоток загибелі колоній, сила бджолосімей та площа розплоду. Здійснено порівняння цих показників між колоніями, які утримувались у дерев'яних вуликах та пінополіуретанових (ППУ)-вуликах. Встановлено, що сила колоній, відсоток ослаблення колоній, відсоток загибелі колоній зазнавали незначних змін впродовж зимівлі незалежно від матеріалу, з якого було збудовано вулики. Тоді як у колоніях, що зимували в ППУ-вуликах, весною відносна площа запечатаного розплоду була вищою, ніж у колоніях в дерев'яних вуликах. Отже, нами виявлено, що впродовж зимівлі колонії в дерев'яних вуликах демонструють стриманіший розвиток під час незначних зимових потеплінь, що підвищує їхню адаптивність до місцевих кліматичних умов із нестабільним температурним режимом. Отримані дані свідчать про те, що теплофізичні властивості матеріалів, з яких виготовляються сучасні вулики, впливають на показники зимостійкості бджіл впродовж критичних періодів розвитку колоній, та значною мірою залежить від клімато-географічних умов зимівлі колоній.

Ключові слова: *Apis mellifera*, дерев'яні вулики, пінополіуретанові вулики, зимостійкість колоній.

Вступ. Упродовж останніх трьох десятиліть у регіонах із помірним кліматом, включно з Україною, фіксується стійке зростання рівнів зимової смертності медоносних бджіл *Apis mellifera* L., що становить серйозну еколого-економічну проблему (Stojanov et al., 2021; Федоряк та ін., 2024; Жук та ін. 2024). Значне глобальне скорочення чисельності бджіл викликає занепокоєння як у контексті збереження біорізноманіття природних екосистем, забезпечення запилення сільськогосподарських культур та виробництва цінних продуктів бджільництва – меду, воску, маточного молочка, бджолиної отрути тощо (Requier et al., 2023; Язловицька & Панчук, 2024). Існує низка біотичних і абіотичних факторів, дія яких як індивідуальна, так і сукупна, призводить до ослаблення бджолиних колоній та підвищення ризику їхньої загибелі в зимовий період (Hristov et al., 2020).

Західна медоносна бджола *Apis mellifera* L., стала дуже вразливою до антропогенних змін довкілля, оскільки для її життєдіяльності критично важливими є, як соціальної комахи, збереження організованої структури колонії та сезонна узгодженість з абіотичними умовами та ресурсами нектаро- та пилюконосної рослинності.

Зміни в ландшафті, глобальні кліматичні коливання та вплив пестицидів є чинниками, що істотно підвищують рівень зимової смертності бджолиних колоній (Hristov et al., 2020). Діяльність людини сприяла поширенню біотичних факторів стресу, таких як патогени, хижаки, паразити, зокрема ектопаразитичний кліщ *Varroa destructor* (Anderson & Trueman), який є одним із визначальних факторів втрати бджолиних колоній. (van Dooremalen & van Langevelde, 2021).

Колонії *Apis mellifera* L. завдяки поєднанню індивідуальних і соціальних адаптацій спроможні існувати впродовж багатьох років. Життєздатність бджолиних колоній взимку залежить як від поєднання індивідуальних характеристик бджіл (морфологічних, фізіологічних, імунологічних, продуктивності та тривалості життя) так і колоніальних ознак, зокрема чисельності особин в колонії, запасів корму, ефективності колективної терморегуляції, що забезпечує адаптацію до несприятливих зимових умов. Соціальна структура колонії забезпечує ефективний обмін інформацією і ресурсами, що підвищує її екологічну стійкість (Döke et al., 2015, Dynes et al., 2019). За температур довілля нижче 15 °C медоносні

бджоли у вулику утворюють кластер для забезпечення фізіологічно оптимальної температури за рахунок м'язової активності та рівня метаболізму (Noor-ul-Ane & Jung, 2021). Взимку колонії медоносних бджіл функціонують як гомеотермічні суперорганізми, здатні витримувати навіть екстремальні температури впродовж кількох місяців. Усередині кластера стабілізуються крім температури, ще й відносна вологість і концентрація кисню, що уповільнює метаболізм бджіл і знижує споживання кормових запасів (Eouzan et al., 2019).

Протягом багатьох десятиліть основні зміни в будові вуликів стосувалися їх конструкції, а не матеріалів для їх виготовлення. Нещодавно було розроблено інноваційні ізоляційні матеріали з покращеними теплофізичними властивостями порівняно з деревиною, що відкриває нові перспективи для ефективного ведення бджільництва (Dodoglu et al., 2004; Alburaki & Cogona, 2022). Недостатня вивченість мікроклімату у вуликах зумовлює потребу в подальших дослідженнях впливу екологічних факторів на внутрішньокolonіальні умови та їхній зв'язок із фізіолого-біологічними параметрами бджіл і колонії, зокрема силою колоній та кількістю розплоду.

Метою дослідження був аналіз фізіологічного стану бджолиних колоній що зимували у вуликах, виготовлених з матеріалів із різною теплопровідністю.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводили на трьох приватних пасіках Чернівецької області: пасіка №1 (17 колоній, м. Чернівці, 48.283530 пн.ш., 25.980208 сх.д.), пасіка №2 (21 колонія, с. Глибочок, 48.853060 пн.ш., 25.776965 сх.д.) та пасіка №3 (11 колоній, с. Дубово, 48.316674 пн.ш., 25.953918 сх.д.). Пасіка №1 знаходиться в межах житлово-промислової зони м. Чернівці, оточена п'яти- та дев'ятиповерховими будинками і огорожена суцільним двометровим бетонно-шиферним парканом, що формує специфічний мікроклімат – з особливим температурним, сонячно-радіаційним і конвекційним режимами. Поруч розташовані тролейбусне депо, завод «Гравітон» та автомагістраль із посиленням транспортним рухом, що впливає на якість повітря та загальне екологічне навантаження. Пасіка №2 розташована на південній околиці грабово-букового узлісся села Глибочок Чернівецької області. На південь від пасіки знаходиться поле з медоносними культурами, а вулики спрямовані льотками на південь у бік поля, що забезпечує ефективний захист колоній від холодних північно-західних вітрів. Поруч розташований невеликий ставок. Найближча

автомагістраль проходить на відстані 0,5 км від пасіки. Пасіка №3 розміщена на північно-східному схилі пагорбу в природному заглибленні, оточена садом, луками, полем і лісовим насадженням, що забезпечує природний захист від вітрів. Відстань до автомагістралі складає 5 км. Колонії медоносних бджіл (*A. m. carnica* карпатський екотип) на пасіці №2 утримувалися в пінополіуретанових (ППУ) вуликах, тоді як на пасіках №1 та №3 (*A. m. carnica* карпатський екотип) – у дерев'яних (Д) (*Picea abies*).

Всі матки досліджуваних колоній були одного віку (однорічні). За зовнішніми ознаками та результатами ветеринарної експертизи всі колонії були здоровими (без клінічних ознак інфекційних хвороб). Для захисту медоносних бджіл від кліща *Varroa destructor* усі колонії восени було оброблено акарицидним препаратом «Біпін».

На всіх пасіках, незалежно від цільового напрямку (медового чи пакетного), за допомогою осінньої підгодівлі колоній вуглеводними сиропами забезпечувалась достатня кількість кормів для успішної зимівлі бджіл. На пасіці №1 (кочова - медового призначення), на зиму пасічник залишив 70 % соняшникового меду, а 30 % запасів доповнив ГФС-42, на пасіці №2, (стаціонарна - пакетного призначення) – 30 % меду з різнотрав'я в стільниках та 70 % доповнювалось кормовими запасами з ГФС-42, на пасіці №3 (стаціонарна - медово-пакетного призначення) – 20 % меду з різнотрав'я і 80% з цукрового 50 % сиропу. Підгодівлю на пасіці с. Дубово проводили з останньої декади вересня до листопада 2023 р., а на пасіках м. Чернівці та с. Глибочок – у жовтні–листопаді 2023 р.

Ревізію колоній, за такими показниками як сила колоній та кількість розплоду, проводили восени після завершення підгодівлі та навесні після масового очисного обльоту візуально, за допомогою рамки-сітки за загальноприйнятими методами (Delaplane et al., 2013; Sammataro et al., 2013; Броварський та ін, 2017). За результатами проведених бонітувань розраховували відсоток ослаблення колоній, відсоток загибелі колоній та питому площу розплоду.

Статистичний аналіз даних здійснювали з використанням критеріїв Вілкоксона, Манна-Уїтні, Шапіро-Уїлкі. Оскільки вибірка не відповідала нормальному розподілу, абсолютні дані вибірки представлено у вигляді медіани (Me) та нижнього і верхнього квантилів [25%; 75%]. Для забезпечення коректності порівняльного аналізу показники сили бджолиних колоній були трансформовані шляхом обчислення натурального логарифма та

подані у відповідному вигляді.

Результати та їх обговорення. У зимовий період колонії медоносних бджіл споживають медові запаси, накопичені впродовж літньо-осіннього періоду, при цьому для успішної зимівлі та відновлення приросту навесні колонія повинна налічувати щонайменше 4000–5000 бджіл (Schmolke et al., 2020). Ці показники варіюють залежно від генетичного походження колонії, умов зимівлі, типу вулика та суворості зими, однак чисельність популяції восени залишається надійним прогностичним критерієм зимового виживання (Norrström et al., 2021).

Теплоізоляційна здатність матеріалу вулика, яка безпосередньо залежить від його теплопровідності впливає на успішність зимівлі колоній. ППС характеризується низьким коефіцієнтом теплопровідності — близько 0,03–0,04 Вт/м·К, що робить його ефективним теплоізолятором (Simpson et al., 2020; Petre et al., 2022). Пінополіуретан (ППУ) має ще нижчі показники — приблизно 0,022–0,028 Вт/м·К (Zhang et al., 2017), забезпечуючи кращу термостабільність внутрішнього мікроклімату. Для порівняння, деревина (наприклад, ялини) має теплопровідність у межах 0,11–0,13 Вт/м·К (Yu et al., 2011), що майже в 5-7 разів вище за значення ППУ і ППС.

Ці властивості вказують на те, що синтетичні утеплювачі здатні значно знизити теплові втрати взимку. Alburaki & Corona, 2022 протестували ефективність зимового утримання медоносних бджіл у поліуретанових (ППУ) вуликах порівняно з традиційними дерев'яними вуликами. Встановлено, що ППУ вулики забезпечували достовірно вищу середню температуру в середині кластеру бджіл

($10,20 \pm 0,04$ °C) порівняно з дерев'яними ($9,73 \pm 0,05$ °C), а також підтримували оптимальнішу відносну вологість (52,05 % проти 62,50 %). Температурні режими в дерев'яних вуликах характеризувалися значними коливаннями, на відміну від стабільних показників у конструкціях з ППУ. В обох дослідних групах зафіксовано статистично значущі коливання температури між денними та нічними періодами, проте ППУ-вулики забезпечували кращу стабільність вологості впродовж доби, порівняно з дерев'яними вуликами (Alburaki & Corona, 2022).

Результати наших досліджень показали, що незалежно від теплопровідності матеріалу вуликів, особливостей кормової бази та екологічних умов розташування пасіки, за конкретний період зимівлі 2023-2024 років, чисельність бджіл у колоніях зазнавала незначних коливань як восени перед зимівлею, так і після її завершення при порівнянні колоній медоносних бджіл трьох досліджуваних пасік між собою (табл.1, рис.1).

Сила колоній, з якою медоносні бджоли входять у зимівлю, значною мірою залежить і від практичного досвіду бджоляра. У нашому дослідженні пасіки в м. Чернівці та с. Глибочок належали одному пасічнику, який восени прагнув формувати колонії, вирівняні за силою. Попри це, окремі колонії, що утримувалися в дерев'яних вуликах, мали вищу силу (як восени, так і навесні) порівняно з тими, що перебували у ППУ-вуликах (табл.1, рис.1.). Крім того, слід зазначити, що температурно-кліматичні умови зими 2023-2024 року не викликали суттєвого зменшення сили колоній після зимівлі у вуликах виготовлених з різних матеріалів (табл.1, рис.1.).

Таблиця 1.

Сила колоній медоносних бджіл (кількість бджіл) в різні сезони року

Table 1.

The strength of honey bee colonies (number of bees) in different seasons of the year

Місце пасіки, матеріал вулика	Кількість колоній	Median, Me	Lower Quartile, 25 %	Upper Quartile, 75 %	Minimum	Maximum
Осіня ревізія колоній						
Чернівці, Д	17	14000,00	14000,00	16800,00	11200,00	19600,00
Глибочок, ППУ	21	16800,00	16800,00	16800,00	14000,00	16800,00
Дубове, Д	11	14000,00	14000,00	16800,00	11200,00	22400,00
Весняна ревізія колоній						
Чернівці, Д	13	14000,00	14000,00	16800,00	11200,00	19600,00
Глибочок, ППУ	20	16800,00	16800,00	16800,00	14000,00	16800,00
Дубове, Д	8	14000,00	12600,00	15400,00	5600,00	22400,00

Також варто зазначити, що навесні на пасіці в с. Дубове, де використовували дерев'яні вулики, одночасно реєстрували колонії як із найменшою, так і з найвищою силою серед усіх досліджуваних пасік (табл. 1). Виявлену нами відсутність залежності сили колоній від теплопровідності матеріалу, з якого були сконструйовані вулики, в яких колонії бджіл утримувались впродовж зимівлі, можна пояснити атиповими температурно-кліматичними умовами зимівлі 2023-2024 року.

Теплоізоляційні властивості матеріалу з якого вироблені вулики, впливають на температурний мікроклімат у вулику у весняно-літній період і таким чином визначають в подальшому силу колонії впродовж репродуктивного періоду розвитку бджіл. Як

було зазначено у попередніх дослідженнях, де проводили бонітування колоній впродовж репродуктивного періоду розвитку весна-літо 2000 року, кількість бджіл у вуликах мала тенденцію бути вищою в колоніях, що утримувались у дерев'яних вуликах порівняно з полістирольними (Dodologlu et al., 2004).

У ході наших досліджень було виявлено тенденцію до підвищення зимової загибелі колоній, які утримувались в дерев'яних вуликах, порівняно з колоніями в ППУ-вуликах. Зокрема, на пасіці в с. Глибочок, де використовували ППУ, відсоток загибелі колоній протягом зимівлі становив 4,8 %, тоді як на пасіках у м. Чернівці та с. Дубове, де колонії зимували в дерев'яних вуликах, цей показник досягав 23,5 % та 27,3 % відповідно.

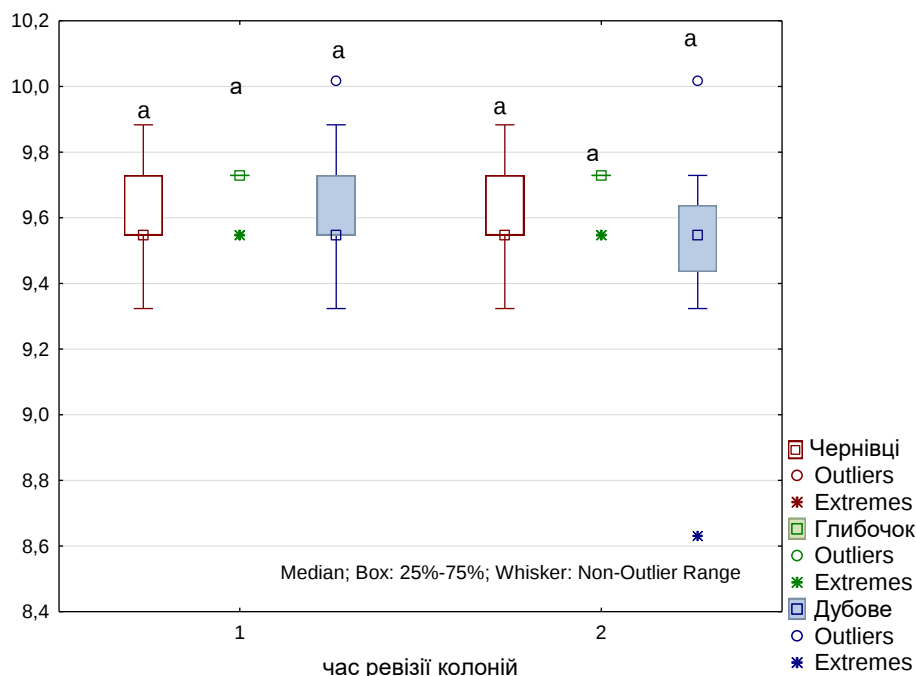


Рис.1. Сила колоній (ln (кількості бджіл)) під час бонітування колоній

Примітка: 1 - осінь, 2 - весна. Статистично достовірна різниця позначена різними літерами.

Fig. 1. Colony strength (ln (number of bees)) during colony evaluation

Note: 1 - autumn, 2 - spring. Statistically significant differences are indicated by different letters.

Отримані нами дані щодо загибелі колоній бджіл впродовж зимівлі відрізняються від результатів турецьких досліджень (Genc & Kaftanoglu, 1996), які встановили, що втрати популяції бджіл, що утримувались у дерев'яних вуликах були меншими, ніж в ППС, що, на нашу думку, скоріш за все спричинене відмінностями у температурних режимах доквілля регіонів, де проводились дослідження.

Одним з важливих інтегральних показників зимостійкості медоносних бджіл, який демонструє рівень зимових втрат, тобто кількість

бджіл, що загинули впродовж зимового періоду є відсоток ослаблення колоній (Zhelyazkova & Lazarov, 2021). Розрахувавши вище зазначений показник, ми встановили відсутність статистично значущих відмінностей серед вибірок колоній медоносних бджіл, які зимували у вуликах із різною теплопровідністю матеріалу (дерев'яні, ППУ), на різній кормовій базі (відмінність за нутрієнтним складом меду) та на пасіках, розташованих у різних екологічних зонах – сільській і міській (рис.2.).

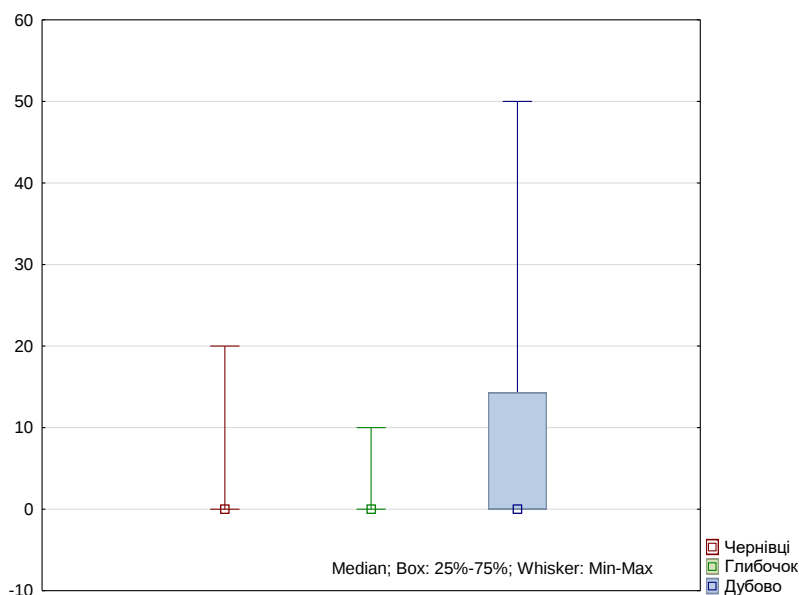


Рис. 2. Відсоток ослаблення колоній медоносних бджіл впродовж зимівлі

Fig. 2. Percentage of honey bee colonies weakening during overwintering

Подібні дослідження що були раніше проведені в Турції виявили, що відсоток ослаблення колоній впродовж зимівлі був вищий серед колоній, що утримувались в ППС вуликах порівняно з дерев'яними (Dodologlu et al., 2004). Крім того, в зимовий період найбільші втрати бджіл спостерігалися у колоніях, які зимували в ППС вуликах, тоді як найменші – у колоніях, що зимували в дерев'яних вуликах. Тому, за результатами експерименту що проводився в умовах Туреччини було встановлено, що зимівля бджолиних сімей у дерев'яних вуликах є більш доцільною (Dodologlu et al., 2004).

Експерименти проведені нами на протигагу описаним у літературі показали, що як сила колонії, так і відсоток ослаблення колоній під час зимівлі не зазнавали статистично значущих відмінностей між групами, незалежно від теплопровідності матеріалу вуликів, складу кормової бази та екологічних умов розташування пасік.

Площа закритого розплоду – показник, що відображає заповнення стільників бджолиним розплодом. Закритим розплодом вважають запечатані комірки зі сформованими личинками або лялечками (Zhelyazkova & Lazarov, 2021). Проведена нами весняна ревізія колоній виявила на всіх пасіках при незначних відмінностях в силі колоній різну площу розплоду. Нами встановлено, що серед популяції медоносних бджіл, які зимували в ППУ вуликах на узліссі (с. Глибочок), питома площа запечатаного розплоду на момент весняної ревізії була найвищою

порівняно з іншими досліджуваними пасіками (рис. 3). Натомість у колоніях, що зимували в міських умовах у дерев'яних вуликах (м. Чернівці), цей показник був найнижчим (рис. 3). Слід зазначити, що саме в цій вибірці зустрічались колонії, в яких на момент ревізії не було виявлено запечатаного розплоду. Отримані результати дозволяють припустити, що збільшена площа розплоду в колоніях, які утримувались у ППУ вуликах, може бути пов'язана з більш раннім початком “червління” матки та кращим доглядом за розплодом. Це, ймовірно, обумовлено стабільними температурними умовами всередині таких вуликів, що забезпечує бджолам відносно легші умови для підтримання оптимального температурного режиму в зоні розплоду.

Раніше, навпаки було показано, що загальна площа розплоду, між групами колоній медоносних бджіл, які розвивались в дерев'яних та ППС вуликах не зазнавала достовірних відмінностей (Dodologlu et al., 2004). Проте, активність вирощування розплоду колоніями, що утримувались в дерев'яних вуликах була більшою, ніж колоніями, які утримувались в ППС вуликах (Dodologlu et al., 2004).

Отже, нами виявлено, що впродовж зимівлі колонії в дерев'яних вуликах демонструють стриманіший розвиток під час незначних зимових потеплінь, що підвищує їхню адаптивність до місцевих кліматичних умов із нестабільним температурним режимом.

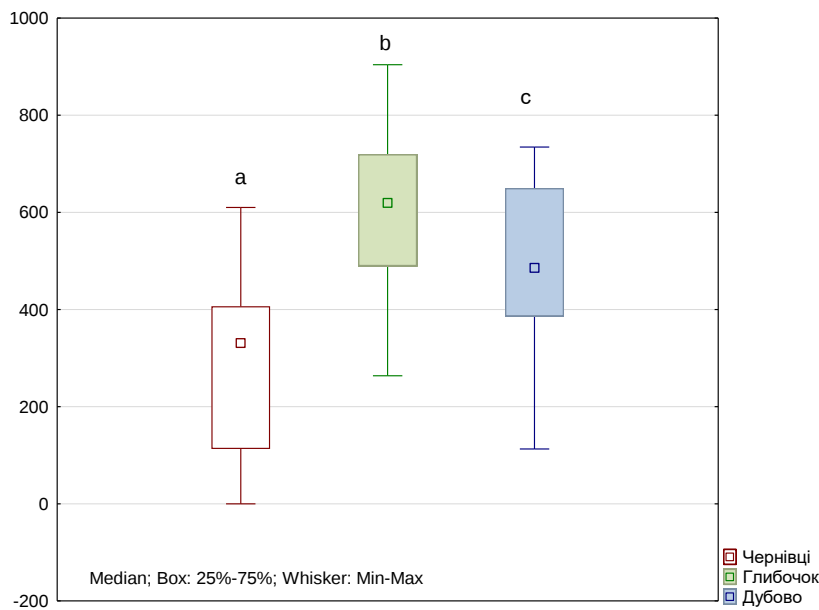


Рис. 3. Питома площа (см²) запечатаного розплоду на момент весняної ревізії колоній

Примітка: статистично достовірна різниця позначена різними літерами.

Fig. 3. Specific area (cm²) of sealed brood at the time of the spring colony inspection

Note: statistically significant differences are indicated by different letters.

Одним із можливих пояснень виявлених нами відмінностей у швидкості розвитку бджолиних колоній під час зимівлі є клімато-екологічні умови, в яких утримувалися колонії на дослідних пасіках. Варто зазначити, що зима 2023–2024 років у Чернівецькому районі була нестабільною за температурним режимом, а весна 2024 року – затяжною, що загалом є несприятливими умовами для зимівлі медоносних бджіл. Зокрема, від кінця січня до середини лютого спостерігалось нетипове потепління, яке змінилось різким похолоданням. Як зазначалося раніше, на пасіці в с. Глибочок бджоли зимували в ППУ вуликах з підвищеними теплоізоляційними властивостями. Це стимулювало ранній розвиток і активне закладання розплоду, що супроводжувалося інтенсивним використанням меду та перги, заготовлених на зиму. У реальних умовах сучасного клімату зі значними температурними коливаннями в зимовий період такі вулики частково втрачають свої переваги порівняно з традиційними дерев'яними конструкціями. У дерев'яних вуликах відзначається вищий рівень теплообміну, що забезпечує бджолам кращу адаптацію до коливань температури ззовні під час безоблітного періоду.

Слід зазначити, що зменшення теплопровідності не завжди гарантує оптимальні умови для життєдіяльності бджолиної сім'ї. Деревина, хоч і поступається сучасним полімерним матеріалам у теплоізоляційних

властивостях, має природну здатність до регулювання вологи завдяки пористій структурі, що зменшує ризик надмірної конденсації. Натомість вулики з ППС або ППУ вимагають ретельно продуманої вентиляційної системи для уникнення підвищення вологості всередині вулику, що може негативно вплинути на стан бджіл. Отже, вибір матеріалу має враховувати не лише його теплоізоляційні показники, а й здатність забезпечувати баланс між температурним режимом та рівнем вологості всередині вулика.

Висновки. Виявлено, що теплофізичні властивості матеріалів, з яких виготовляються сучасні вулики, впливають на показники зимостійкості бджіл впродовж критичних періодів розвитку колоній, та значною мірою залежить від клімато-географічних умов зимівлі колоній. Зокрема, сила колоній, відсоток ослаблення колоній, відсоток загибелі колоній не зазнавали статистично значущих змін впродовж зимівлі, тоді як навесні відносна площа запечатаного розплоду була найвищою у колоніях, що зимували в пінополіуретанових вуликах порівняно з дерев'яними.

Конфлікт інтересів: Автори заявляють, що дослідження проводилося за відсутності будь-яких комерційних або фінансових відносин, які можна було б витлумачити як потенційний конфлікт інтересів.

Список літератури:

1. Жук, А., Зароченцева, О., Тимочко, Л., Филипчук, Т. & Федоряк, М. (2024). Розділ 5. Моніторинг зимових втрат бджолиних колоній в Україні. *Бджола медоносна*, 163-200
2. Федоряк, М., Шкробанець, М., Тимочко, Л., Жук, А., Филипчук, Т., Легета, У., Делі О., Герасимюк П., Зароченцева О., Москалик Г. & Джос, В. (2024). Результати моніторингу втрат бджолиних колоній в Україні після зимівлі першого року війни (2021–2022). *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 16(3), 300-312.
<https://doi.org/10.31861/biosystems2024.03.300>
3. Язловицька, Л. С., & Панчук, І. І. (2024) Розділ 3. Живлення медоносних бджіл. *Бджола медоносна*, 88-135
4. Alburaki M & Corona M (2022) Polyurethane honey bee hives provide better winter insulation than wooden hives, *Journal of Apicultural Research*, 61:2, 190-196,
<https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1999578>
5. Barmak, R., Stefanec, M., Hofstadler, D. N., Piotet, L., Schönwetter-Fuchs-Schistek, S., Mondada, F., Schmickl, T., & Mills, R. (2023b). A robotic honeycomb for interaction with a honeybee colony. *Science Robotics*, 8(76).
<https://doi.org/10.1126/scirobotics.add7385>
6. Branchiccela, B., Castelli, L., Díaz-Cetti, S., Invernizzi, C., Mendoza, Y., Santos, E., Silva, C., Zunino, P., & Antúnez, K. (2021). Can pollen supplementation mitigate the impact of nutritional stress on honey bee colonies? *Journal of Apicultural Research*, 62(2), 294–302.
<https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1888537>
7. Cook, D., Tarlinton, B., McGree, J.M., Blackler, A., & Hauxwell, C. (2022). Temperature Sensing and Honey Bee Colony Strength. *J. of Economic Ento.*, 115, 715-723. <https://doi.org/10.1093/jee/toac034>
8. Delaplane K S; Van der Steen J; Guzman E. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: Standard methods for *Apis mellifera* research.// *Journal of Apicultural Research*. – 2013. – 52(1): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.03>
9. Dodoglu, A., Dülger, C., & Genc, F. (2004). Colony condition and bee behaviour in honey bees (*Apis mellifera*) housed in wooden or polystyrene hives and fed 'bee cake' or syrup. *Journal of apicultural research*, 43(1), 3-8.
<https://doi.org/10.1080/00218839.2004.11101100>
10. Döke, M.A., Frazier, M., & Grozinger, C.M. (2015) Overwintering honey bees: biology and management. *Curr. Opin. Insect Sci.*, 10:185-19
11. Dynes, T. L., Berry, J. A., Delaplane, K. S., Brosi, B. J., & De Roode, J. C. (2019). Reduced density and visually complex apiaries reduce parasite load and promote honey production and overwintering survival in honey bees. *PLoS ONE*, 14(5), e0216286.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216286>
12. Eouzan, I., Garnery, L., & Pinto, M.A. (2019) Hydroregulation, a key ability for eusocial insects: native Western European honeybees as a case study. *PLoS One*, 14.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200048>
13. Genc, F; Kaftanoglu, O (1996) The comparison of the seasonal performances of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies wintered in wooden and styrofoam hives in Erzurum conditions. *College of Agriculture, Atatürk university, Erzurum, Yearbook* 27(3): 398–410.
14. Ghosh, S., Meyer-Rochow, V., Jung, C. (2021). Honey bees and their brood: a potentially valuable resource of food, worthy of greater appreciation and scientific attention. *J. of Eco. and Environment*. 45.
<https://doi.org/10.1186/s41610-021-00212-y>
15. Hristov, P., Shumkova, R., & Palova, N. (2020) Factors associated with honey bee colony losses: a mini-review. *Vet. Sci.*, 7:166
<https://doi.org/10.3390/vetsci7040166>
16. Jarimi, H., Tapia-Brito, E., & Riffat, S. (2020) A review on thermoregulation techniques in honey bees' (*Apis mellifera*) beehive microclimate and its similarities to the heating and cooling management in buildings. *Future Cities Environ.*, 6:7
17. Lang, S., Simone-Finstrom, M., & Healy, K. (2023). Effects of honey bee queen exposure to deformed wing virus-A on queen and juvenile infection and colony strength metrics. *J. of Apicult. Research*, 63, 233 – 244
<https://doi.org/10.1080/00218839.2023.2284034>
18. Noor-Ul-Ane, M., & Jung, C. (2021). Supercooling Points (SCPs) of Social Hymenopterans, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae). *Journal of Apiculture*, 36(2), 71–76.
<https://doi.org/10.17519/apiculture.2021.06.36.2.71>
19. Norrström, N., Niklasson, M., & Leidenberger, S. (2021). Winter weight loss of different subspecies of honey bee *Apis mellifera* colonies (Linnaeus, 1758) in southwestern Sweden. *PLoS ONE*, 16(10), 1-23.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258398>
20. Petre, S. G., Isopescu, D. N., Pruteanu, M., & Cojocaru, A. (2022). Effect of exposure to environmental cycling on the thermal conductivity of expanded polystyrene. *Materials*, 15(19), 6921.
<https://doi.org/10.3390/ma15196921>
21. Requier, F., Garnery, L., & Kohl, P.L. (2019) The conservation of native honey bees is crucial. *Trends Ecol. Evol.*, 34:789-798
22. Requier, F., Pérez-Méndez, N., & Andersson, G.K.S. (2023) Bee and non-bee pollinator importance for local food security. *Trends Ecol. Evol.*, 38:196-205
23. Sammataro D, Weiss M.. Comparison of productivity of colonies of honey bees, *Apis mellifera*, supplemented with sucrose or high fructose corn syrup. *Journal of Insect Science* 2013. –13:19.
24. Schmolke, A., Abi-Akar, F., Roy, C., Galic, N., & Hinarejos, S. (2020). Simulating honey bee large-scale colony feeding studies using the BEEHAVE model—Part I: Model validation. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39(11), 2269-2285.

<https://doi.org/10.1002/etc.4839>

25. Simpson, A., Rattigan, I. G., Kalavsky, E., & Parr, G. (2020). Thermal conductivity and conditioning of grey expanded polystyrene foams. *Cellular Polymers*, 39(6), 238-262. <https://doi.org/10.1177/0262489320934263>
26. Stabentheiner, A., Kovac, H., Mandl, M., & Käfer, H. (2021). Coping with the cold and fighting the heat: thermal homeostasis of a superorganism, the honeybee colony. *Journal of Comparative Physiology A*, 207(3), 337–351. <https://doi.org/10.1007/s00359-021-01464-8>
27. Steinhauer, N., vanEngelsdorp, D., & Saegerman, C. (2020). Prioritizing changes in management practices associated with reduced winter honey bee colony losses for US beekeepers. *The Science of the Total Environment*, 753, 141629. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141629>
28. Stojanov, D. P., Dimitrov, L., Danihlik, J., Uzunov, A., Golubovski, M., Andonov, S., & Brodschneider, R. (2021). Direct Economic Impact assessment of winter honeybee colony losses in three European countries. *Agriculture*, 11(5), 398. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050398>
29. van Dooremalen, C., & van Langevelde, F. (2021). Can colony size of honeybees (*Apis mellifera*) be used as a predictor for colony losses due to Varroa destructor during winter? *Agriculture*, 11:529 <https://doi.org/10.3390/agriculture11060529>
30. Yu, Z. T., Xu, X., Fan, L. W., Hu, Y. C., & Cen, K. F. (2011). Experimental measurements of thermal conductivity of wood species in China: effects of density, temperature, and moisture content. *Forest Products Journal*, 61(2), 130-135. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20113339528>
31. Zhang, H., Fang, W. Z., Li, Y. M., & Tao, W. Q. (2017). Experimental study of the thermal conductivity of polyurethane foams. *Applied Thermal Engineering*, 115, 528-538. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.12.057>
32. Zhelyazkova, I., & Lazarov, S. (2021). Food consumption and winter mortality in bee colonies wintering in hives made from different materials with lattice and solid bottom. *Agricultural Science and Technology*, 13(3), 272-275. <https://doi.org/10.15547/ast.2021.03.043>
- supplementation mitigate the impact of nutritional stress on honey bee colonies? *Journal of Apicultural Research*, 62(2), 294–302. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1888537>
4. Cook, D., Tarlinton, B., McGree, J.M., Blackler, A., & Hauxwell, C. (2022). Temperature Sensing and Honey Bee Colony Strength. *J. of Economic Ento.*, 115, 715-723. <https://doi.org/10.1093/jee/toac034>
5. Delaplane K S; Van der Steen J; Guzman E. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: Standard methods for *Apis mellifera* research.// *Journal of Apicultural Research*. – 2013. – 52(1): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.03>
6. Dodoluglu, A., Dülger, C., & Genc, F. (2004). Colony condition and bee behaviour in honey bees (*Apis mellifera*) housed in wooden or polystyrene hives and fed ‘bee cake’ or syrup. *Journal of apicultural research*, 43(1), 3-8. <https://doi.org/10.1080/00218839.2004.11101100>
7. Döke, M.A., Frazier, M., & Grozinger, C.M. (2015) Overwintering honey bees: biology and management. *Curr. Opin. Insect Sci.*, 10:185-19
8. Dynes, T. L., Berry, J. A., Delaplane, K. S., Brosi, B. J., & De Roode, J. C. (2019). Reduced density and visually complex apiaries reduce parasite load and promote honey production and overwintering survival in honey bees. *PLoS ONE*, 14(5), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216286>
9. Eouzan, I., Garnery, L., & Pinto, M.A. (2019) Hydoregulation, a key ability for eusocial insects: native Western European honeybees as a case study. *PLoS One*, 14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200048>
10. Fedoriak, M., Shkrobanets, O., Tymochko, L., Zhuk, A., Fylypchuk, T., Leheta, U., Deli, O., Herasymuk, P., Zarochentseva, O., Moskalyk, H. & Dzhos, V. (2024). Results of monitoring of honey bee colony losses in Ukraine after the winter of the first year of the war (2021-2022). *Biological systems*, 16 (3), 300-312 <https://doi.org/10.31861/biosystems2024.03.300> (In Ukrainian)
11. Genc, F; Kaftanoglu, O (1996) The comparison of the seasonal performances of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies wintered in wooden and styrofoam hives in Erzurum conditions. *College of Agriculture, Atatürk university, Erzurum, Yearbook* 27(3): 398–410.
12. Ghosh, S., Meyer-Rochow, V., Jung, C. (2021). Honey bees and their brood: a potentially valuable resource of food, worthy of greater appreciation and scientific attention. *J. of Eco. and Environment*. 45. <https://doi.org/10.1186/s41610-021-00212-y>
13. Hristov, P., Shumkova, R., & Palova, N. (2020) Factors associated with honey bee colony losses: a mini-review. *Vet. Sci.*, 7:166 <https://doi.org/10.3390/vetsci7040166>
14. Jarimi, H., Tapia-Brito, E., & Riffat, S. (2020) A review on thermoregulation techniques in honey bees' (*Apis mellifera*) beehive microclimate and its similarities to the heating and cooling management in buildings. *Future Cities Environ.*, 6:7

References:

1. Alburaki M & Corona M (2022) Polyurethane honey bee hives provide better winter insulation than wooden hives, *Journal of Apicultural Research*, 61:2, 190-196, <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1999578>
2. Barmak, R., Stefanec, M., Hofstadler, D. N., Piotet, L., Schönwetter-Fuchs-Schistek, S., Mondada, F., Schmickl, T., & Mills, R. (2023b). A robotic honeycomb for interaction with a honeybee colony. *Science Robotics*, 8(76). <https://doi.org/10.1126/scirobotics.add7385>
3. Branchiccela, B., Castelli, L., Díaz-Cetti, S., Invernizzi, C., Mendoza, Y., Santos, E., Silva, C., Zunino, P., & Antúnez, K. (2021). Can pollen

15. Lang, S., Simone-Finstrom, M., & Healy, K. (2023). Effects of honey bee queen exposure to deformed wing virus-A on queen and juvenile infection and colony strength metrics. *J. of Apicult. Research*, 63, 233–244. <https://doi.org/10.1080/00218839.2023.2284034>
16. Noor-Ul-Ane, M., & Jung, C. (2021). Supercooling Points (SCPs) of Social Hymenopterans, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae). *Journal of Apiculture*, 36(2), 71–76. <https://doi.org/10.17519/apiculture.2021.06.36.2.71>
17. Norrström, N., Niklasson, M., & Leidenberger, S. (2021). Winter weight loss of different subspecies of honey bee *Apis mellifera* colonies (Linnaeus, 1758) in southwestern Sweden. *PLoS ONE*, 16(10), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258398>
18. Petre, S. G., Isopescu, D. N., Pruteanu, M., & Cojocaru, A. (2022). Effect of exposure to environmental cycling on the thermal conductivity of expanded polystyrene. *Materials*, 15(19), 6921. <https://doi.org/10.3390/ma15196921>
19. Requier, F., Garnery, L., & Kohl, P.L. (2019) The conservation of native honey bees is crucial. *Trends Ecol. Evol.*, 34:789–798
20. Requier, F., Pérez-Méndez, N., & Andersson, G.K.S. (2023) Bee and non-bee pollinator importance for local food security. *Trends Ecol. Evol.*, 38:196–205
21. Sammartaro D, Weiss M.. Comparison of productivity of colonies of honey bees, *Apis mellifera*, supplemented with sucrose or high fructose corn syrup. *Journal of Insect Science* 2013. –13:19.
22. Schmolke, A., Abi-Akar, F., Roy, C., Galic, N., & Hinarejos, S. (2020). Simulating honey bee large-scale colony feeding studies using the BEEHAVE model—Part I: Model validation. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39(11), 2269–2285. <https://doi.org/10.1002/etc.4839>
23. Simpson, A., Rattigan, I. G., Kalavsky, E., & Parr, G. (2020). Thermal conductivity and conditioning of grey expanded polystyrene foams. *Cellular Polymers*, 39(6), 238–262. <https://doi.org/10.1177/0262489320934263>
24. Stabentheiner, A., Kovac, H., Mandl, M., & Käfer, H. (2021). Coping with the cold and fighting the heat: thermal homeostasis of a superorganism, the honeybee colony. *Journal of Comparative Physiology A*, 207(3), 337–351. <https://doi.org/10.1007/s00359-021-01464-8>
25. Steinhauer, N., vanEngelsdorp, D., & Saegerman, C. (2020). Prioritizing changes in management practices associated with reduced winter honey bee colony losses for US beekeepers. *The Science of the Total Environment*, 753, 141629. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141629>
26. Stojanov, D. P., Dimitrov, L., Danihlik, J., Uzunov, A., Golubovski, M., Andonov, S., & Brodschneider, R. (2021). Direct Economic Impact assessment of winter honeybee colony losses in three European countries. *Agriculture*, 11(5), 398. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050398>
27. van Dooremalen, C., & van Langevelde, F. (2021) Can colony size of honeybees (*Apis mellifera*) be used as a predictor for colony losses due to *Varroa destructor* during winter? *Agriculture*, 11:529 <https://doi.org/10.3390/agriculture11060529>
28. Yazlovyt'ska, L. S., & Panchuk, I. I. (2024). Chapter 3. Nutrition of Honey Bees. In *Honey Bee* (pp. 88–135). (In Ukrainian)
29. Yu, Z. T., Xu, X., Fan, L. W., Hu, Y. C., & Cen, K. F. (2011). Experimental measurements of thermal conductivity of wood species in China: effects of density, temperature, and moisture content. *Forest Products Journal*, 61(2), 130–135. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20113339528>
30. Zhang, H., Fang, W. Z., Li, Y. M., & Tao, W. Q. (2017). Experimental study of the thermal conductivity of polyurethane foams. *Applied Thermal Engineering*, 115, 528–538. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.12.057>
31. Zhelyazkova, I., & Lazarov, S. (2021). Food consumption and winter mortality in bee colonies wintering in hives made from different materials with lattice and solid bottom. *Agricultural Science and Technology*, 13(3), 272–275. <https://doi.org/10.15547/ast.2021.03.043>
32. Zhuk, A., Zarochentseva, O., Tymochko, L., Fylypchuk, T., & Fedoriak, M. (2024). Chapter 5. Monitoring of Winter Losses of Honey Bee Colonies in Ukraine. In *Honey Bee*, 163–200. (In Ukrainian)

ASSESSMENT OF THE PHYSIOLOGICAL STATE OF HONEY BEE COLONIES OVERWINTERING IN HIVES WITH DIFFERENT THERMOPHYSICAL PROPERTIES

O.V. Cherevatov, O.V. Palamar, V.V. Karavan, L.S. Yazlovyt'ska

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
2 Kotsiubynskyi St., Chernivtsi, 58012, Ukraine
e-mail: L.yazlovitska@chnu.edu.ua

The article presents the results of a study on the influence of hive material properties (wooden / polyurethane foam) on the development of honey bee colonies during the wintering period under the moderately continental climate

of the Pre-Carpathian region (Chernivtsi district, Ukraine). The research was conducted from autumn 2023 to spring 2024 at three apiaries located in different ecotypes. Indicators of colony winter hardiness were examined, including the weak colony percentage, colony mortality, colony strength, and sealed brood area. A comparative analysis of these indicators was performed between colonies kept in wooden hives and polyurethane foam (PUF) hives. It was found that colony strength, the percentage of weakening, and colony mortality showed minor changes during the wintering period, regardless of the hive material. However, in colonies wintered in PUF hives, the relative sealed brood area in spring was higher than in colonies kept in wooden hives. Thus, it was found that during the wintering period, colonies in wooden hives exhibit slower development during minor winter thaws, which enhances their adaptability to local climatic conditions with unstable temperature regimes. The obtained data indicate that the thermophysical properties of the materials from which modern hives are made affect the indicators of honey bee wintering success during critical periods of colony development and largely depend on the climatic and geographical conditions of overwintering.

Keywords: Apis mellifera, wooden hives, polyurethane foam hives, colony winter hardiness.

Отримано редколегією 21.05.2025 р.

ORCID ID

Олександр Череватов: <https://orcid.org/0000-0003-0746-1208>

Остап Паламар: <https://orcid.org/0009-0003-0439-6700>

Володимир Караван: <https://orcid.org/0000-0002-5982-7024>

Людмила Язловицька: <https://orcid.org/0000-0001-9296-1201>