



Стала економіка

УДК 338.47:638.2

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.16735031>

Порівняльний аналіз витрат і прибутковості інноваційних та традиційних методів виведення бджолиних маток у США

Місяць Олександра Сергіївна,

кандидат юридичних наук, директор, ФОП Місяць Олександра, м. Київ,
Україна, <https://orcid.org/0009-0005-2639-2385>

Прийнято: 24.07.2025 | Опубліковано: 04.08.2025

***Анотація.** У статті здійснено огляд актуальних економічних і технологічних аспектів виведення бджолиних маток у США з огляду на сучасні виклики галузі та все більші потреби ринку. **Мета** дослідження полягає в порівняльному аналізі економічних показників традиційних та інноваційних технологій виведення бджолиних маток у США з метою виявлення оптимальних стратегій матківництва для різних масштабів і виробничих умов.*

***Методи** дослідження передбачали комплексне оброблення відкритих наукових джерел, серед яких – публікації з оцінками собівартості, трудомісткості та рентабельності процесів щеплення личинок, штучного осіменіння, контрольованої інкубації та селекційних програм. Здійснено систематизацію даних, що охоплюють категорії витрат (трудові, матеріальні, інфраструктурні) та показники прибутковості (середня собівартість, ціна реалізації, питомий прибуток, обсяг виробництва, маржинальність).*



Результати. Встановлено, що традиційні методи матківництва забезпечують відносно низьку собівартість одиниці продукції (\$13–20 за спаровану матку) завдяки економії на масштабі й мінімальним капітальним вкладенням, однак характеризуються високою трудомісткістю та помірними маржинальними показниками. Інноваційні підходи, зокрема інструментальне осіменіння і контрольована інкубація, потребують значних початкових інвестицій у спеціалізоване обладнання та кваліфікацію персоналу (трудові витрати на одну матку зростають у п'ять разів і більше), але забезпечують вищий питомий прибуток завдяки продажу преміальних племінних маток за цінами до кількох сотень доларів. Водночас використання ізольованих облітників та автоматизованих систем моніторингу сприяє підвищенню виходу товарних маток і зниженню відсотка браку, що компенсує додаткові витрати.

Висновки свідчать про доцільність комбінованого застосування методів матківництва: традиційні технології використовуються для забезпечення масового виробництва з мінімальними витратами, а інноваційні – для випуску продукту преміального сегмента з високою маржинальністю. Перспективи досліджень полягають у валідації та адаптації розробленої економіко-технологічної моделі в різних регіональних і масштабних умовах США на основі польових даних щодо фактичної собівартості та виходу маток.

Ключові слова: економічна ефективність, трудомісткість, капітальні вкладення, селекційні програми, ринкова маржинальність.



Comparative analysis of the costs and profitability of innovative and traditional methods of honey bee queen rearing in the USA

Oleksandra Misiats,

PhD (Law), Director, Private Entrepreneur Misiats Oleksandra, Kyiv, Ukraine,

<https://orcid.org/0009-0005-2639-2385>

Abstract. *The article presents a review of current economic and technological aspects of queen rearing in the USA, taking into account modern industry challenges and growing market demands. This **study aims** to conduct a comparative analysis of the economic indicators of traditional and innovative queen-rearing technologies in the United States, with the goal of identifying optimal rearing strategies for various scales and production conditions. The research methods involved a comprehensive review of open scientific sources, including publications that assessed the cost, labor intensity, and profitability of larval grafting, artificial insemination, controlled incubation, and breeding programs. Data were systematized across cost categories (labor, materials, and infrastructure) and profitability indicators (average cost price, selling price, unit profit, production volume, and margin).*

Results. *It was established that traditional queen-rearing methods ensure a relatively low unit cost (\$13–20 per mated queen) thanks to economies of scale and minimal capital investment, but are characterized by high labor intensity and moderate margin indicators. Innovative approaches, particularly instrumental insemination and controlled incubation, require significant initial investments in specialized equipment and personnel training (labor costs per queen increase fivefold or more). Yet, they provide higher unit profits due to the sale of premium breeding queens at prices of several hundred dollars or more. Meanwhile, the use of isolated mating yards and automated monitoring systems contributes to increased*



yields of marketable queens and reduced rejection rates, offsetting the additional costs.

***Conclusions** suggest the advisability of combining traditional rearing methods with innovative ones to achieve mass production at minimal costs, while also producing a premium-segment product with high margins. Research prospects lie in the validation and adaptation of the developed economic-technological model under various regional and scale conditions in the USA, based on field data on actual cost price and queen yield.*

***Keywords:** economic efficiency, labor intensity, capital investment, breeding programs, market margin.*

Постановка проблеми. Незважаючи на технічний прогрес та широку практику виведення маток, економічні аспекти цих процесів залишаються вивченими недостатньо. У бджільництві США бракує цілісних порівняльних даних щодо витрат і прибутковості традиційних й інноваційних методів виведення маток, що ускладнює вибір оптимальних стратегій у різних кліматичних і виробничих умовах. Недостатнє розуміння взаємозв'язку між технологічними інвестиціями, собівартістю одиниці продукції та ринковою маржинальністю перешкоджає прийняттю обґрунтованих рішень як великим розплідникам, так і дрібним чи середнім господарствам. Метою дослідження є заповнення цієї прогалини шляхом розроблення універсальної економіко-технологічної моделі, яка об'єднає традиційні й інноваційні підходи з урахуванням регіональних особливостей та масштабів виробництва.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблеми бджільництва привертають увагу провідних науковців у всьому світі. М. Віхбу та співавтори здійснили детальний аналіз собівартості та рентабельності виробництва бджолиних маток у Канаді, виявивши, що за обсягу понад 5000 маток на сезон трудові та матеріальні витрати становлять близько 60% загальної собівартості,



а прибутковість сягає до 25% [1]. Науковці M. Du та співавтори дослідили потенціал інструментального осіменіння як методу селекції бджолиних маток для сталого розвитку, показавши, що цей метод забезпечує значний генетичний прогрес без втрат виживаності маток [2]. В іншій роботі M. Du зі співавторами розробили комплексний підхід до фенотипування стійкості бджіл до кліщового паразиту, продемонструвавши ефективність застосування часо-частотного аналізу для відбору резистентних особин бджіл із точністю понад 85% [3]. У дослідженні Z.-S. Duma та співавторів застосовано гіперспектральну зйомку для виявлення *Varroa destructor* на робочих бджолах, що дозволило досягти точності виявлення понад 90% у польових умовах [4]. У публікації M. Guichard та співавторів проведено оцінювання потенціалу поведінки рікапінгу як критерію відбору *Varroa*-резистентних бджіл і встановлено, що підвищена частота рікапінгу корелює зі зниженням розмноження кліщів на 40% [5]. У роботі G. P. Hawkins та S. J. Martin продемонстровано, що підвищена активність рікапінгу в природнорезистентних колоніях *Apis mellifera* призводить до зниження репродукції *Varroa destructor* на 50% порівняно з контрольними сім'ями [6]. В експерименті R. Isaacs та співавторів сформовано лінії бджіл із високою і низькою швидкістю росту популяції *Varroa destructor* і показано, що генетичні відмінності можуть зменшити рівень зараження на 30% за дві генерації селекції [7]. Аналіз M. A. Lashari та співавторів показав, що матеріали для маточних чашок із полімерних композитів забезпечують вищий показник приживання личинок до 90% порівняно з восковими чашками [8]. У дослідженні S. Maucourt та співавторів зафіксовано генетичний прогрес у лініях бджіл після застосування інструментального осіменіння, що виражалося в підвищенні продуктивності сімей на 15% за перше покоління [9]. У роботі P. Neumann та співавторів встановлено, що контрольована інкубація закритих маточникових стільників підвищує коефіцієнт виходу маток з 80%



до 95% та забезпечує синхронізацію періодів їх випуску [10]. У публікації N. Pike зі співавторами проведено аналіз тенденцій заміни маток і виявлено, що середній інтервал заміни скорочується з 18 до 14 місяців за останнє десятиліття, що свідчить про інтенсифікацію матківництва [11]. У статті R. R. Sagili та співавторів запропоновано стандартизовані протоколи вирощування та відбору маток, які забезпечують стабільну якість із середнім виходом понад 90% працездатних особин [12]. В іншій роботі цих авторів охоплено економічні аспекти європейського матківництва, зокрема встановлено, що оптимізація логістики та використання місцевих матеріалів дозволяє знизити його собівартість на 20% [13]. У дослідженні A. Sharma та співавторів здійснено огляд оптимальних поживних середовищ для матківництва [14], а в публікації P. Dziechciarz та співавторів описано анатомію клапанної складки репродуктивного тракту маток, що дало змогу вдосконалити техніку повторного осіменіння з підвищенням виживаності маток після процедури до 92% [15].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

Незважаючи на численні дослідження різних аспектів інноваційного бджільництва, залишаються нерозглянутими питання комплексного оцінювання тривалих фінансових наслідків упровадження інноваційних технологій у різних кліматичних зонах США, а також оптимізації співвідношення обсягу та якості продукції за умов обмежених ресурсів. Не досить вивчено вплив автоматизації та цифрового моніторингу на зниження собівартості та підвищення стабільності виходу маток у малих і середніх господарствах. Також бракує інтегрованих моделей, які б ураховували екологічні фактори (температуру, наявність трутнів) та сезонні коливання попиту. Завданням дослідження є заповнення цієї прогалини шляхом розроблення універсальної економіко-технологічної моделі, що об'єднає



традиційні та інноваційні підходи з урахуванням регіональних особливостей і масштабів виробництва.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета наукової роботи: дослідити та порівняти економічні показники традиційних та інноваційних методів виведення бджолиних маток у США, зокрема структуру витрат і рівень прибутковості, з метою визначення їх економічної ефективності та рекомендацій щодо оптимізації матківництва.

Завдання:

- 1) схарактеризувати структуру витрат традиційних методів виведення бджолиних маток;
- 2) проаналізувати складники витрат інноваційних методів з урахуванням їх технологічних вимог і рівня інвестицій;
- 3) порівняти прибутковість традиційних та інноваційних підходів й узагальнити результати.

Виклад основного матеріалу дослідження. В умовах інтенсивного бджільництва своєчасна заміна маток відіграє вирішальну роль у підтриманні стабільної продуктивності та здоров'я вулика. Бджолина матка є центральною особиною, від якої залежить як кількість, так і якість меду, а також виживання всієї сім'ї. Для заміни загиблих або малопродуктивних маток, а також через природні втрати та зниження яйцекладності щороку потрібна велика кількість нових маток. У США здавна сформувалася розвинена галузь виведення маток, яка протягом десятиліть використовувала перевірені стандартні методики. Водночас останніми роками дедалі більше застосовують інноваційні підходи – від штучного осіменіння й селекційних програм до контрольованої інкубації, ізольованих майданчиків для спарювання та автоматизованих систем моніторингу, що дозволяє підвищити ефективність і якість племінного матеріалу.



Традиційний підхід до виведення маток базується на ручному переселенні личинок до спеціально сформованих виховательських сімей. У процесі цих процедур маточники дозрівають природним шляхом, а спарювання відбувається на відкритому обльоті, як і в природних умовах. Хоча така методика використовується вже десятиліттями й не потребує складних технологічних рішень, вона характеризується високими затратами бджолиних ресурсів та значною трудомісткістю [12, р. 559].

Вирощування спарованих маток передбачає низку складних та послідовних операцій, починаючи з виготовлення стартерів і щеплення личинок у підготовлені осередки. Пасічнику доводиться забезпечувати постійний нагляд та догляд за понад сотнею нуклеусів протягом трьох-чотирьох тижнів, контролюючи температуру, вологість і здоров'я бджолосімей. Через високу інтенсивність ручної праці прямі витрати на вирощування однієї спарованої матки сягають від 5 до 13 доларів США, що свідчить про значну трудомісткість цього процесу [1, р. 622].

Основні прямі витрати за традиційного підходу до бджільництва включають чашечки для щеплення, відправні кліточки, мітки, цукрове тісто та корми для виховательських сімей, при цьому тільки витрати на сироп у період відсутності взятку можуть сягати кількох доларів на матку [1, р. 622]. Утримання сотень нуклеусів потребує великої кількості вуликів, рамок, ізоляторів і годівниць, що відволікає бджіл від медозбору і створює суттєве навантаження на пасіку.

Накладні витрати на виробництво маток передбачають передусім витрати на пальне для перевезення нуклеусів між пасіками та доставлення готових спарованих маток замовникам. Водночас енергоспоживання залишається на низькому рівні, оскільки в цьому процесі не застосовуються електричні інкубатори [13, р. 814].



У середньому собівартість вирощування однієї спарованої матки коливається від 13 до 20 доларів США, що залежить від успішності процесу спарювання та масштабів виробництва. Якщо ж розглядати лише собівартість виготовлення маточникової клітини без урахування утримання нуклеусів до моменту спарювання, вона становить 2–5 доларів.

Інноваційні підходи до виведення маток об'єднують інструментальне осіменіння, реалізацію селекційних програм та контрольовану інкубацію личинок, що дозволяє оптимізувати їх розвиток. Додатково використовують ізольовані облітники та автоматизовані системи моніторингу, які суттєво розширюють виробничі можливості, але також потребують значних інвестицій у висококваліфікований персонал та сучасне обладнання [12, р. 567–568].

Процедура інструментального осіменіння вимагає від оператора високої кваліфікації, а початковий етап, що включає підготовку трутнів, анестезію CO₂ і сам процес інсемінації, займає близько 10–15 хвилин на кожну матку. Через таку трудомісткість собівартість одиниці продукції значно зростає порівняно з відкритим спарюванням у природних умовах [9, р. 2].

Утримання та обслуговування приладів для інструментального осіменіння – а саме мікроскопа, балонів CO₂ і мікроінструментів – разом з інкубаторами для дозарювання маточників за температури близько 34°C потребує значних капітальних вкладень. Крім того, постійні витрати на енергію та сервісне обслуговування є необхідними для забезпечення точного контролю виходу та синхронізації появи маток [12, с. 567].

Виробничі видатки включають не лише стандартні витрати на чашечки та корми, але й кошти на лабораторні реагенти, газ CO₂, маркувальні набори й ДНК-тести. Усі ці елементи створюють додаткові накладні витрати, необхідні для підтримки лабораторії та забезпечення аналітичної складової частини селекційних програм [12, р. 570].



Крім того, забезпечення ізолюваного спарювання вимагає оренди віддалених ділянок або облаштування спеціальних платформ, а також використання контейнерів для транспортування нуклеусів і наявності приміщень для проведення аналізів. Хоча це значно ускладнює інфраструктуру господарства, така організація процесу гарантує чистоту порід і підвищує якість племінного матеріалу [13, p. 817].

Загалом, собівартість однієї інструментально осімененої матки може сягати десятків доларів. Натомість контрольована інкубація маточників здешевлює процес завдяки зменшенню залучення бджолосімей та збільшенню виходу товарних особин, що свідчить про ефективність поєднання традиційних та інноваційних методів виведення маток.

Великі матковивідні ферми в південних штатах США (Каліфорнія, Джорджія та Гаваї) виробляють десятки тисяч маток за сезон, що завдяки економії на масштабі дозволяє знижувати собівартість одиниці продукції та пропонувати більш привабливі оптові ціни. У найсприятливіших умовах оптимізована організація процесу виведення може забезпечувати рентабельність понад 200%, однак для більшості господарств типовою залишається маржа в межах двозначних відсотків, яка варіює залежно від сезонних коливань попиту та операційної ефективності [13]. Попит на мічені та спаровані матки стабільно зростає навесні та влітку, що гарантує великим виробникам можливість реалізувати значні партії навіть за умов жорсткої цінової конкуренції та ризиків невдалих об'єктів у негоду.

Загалом, інноваційні методи виведення бджолиних маток об'єднують інструментальне осіменіння, селекційні програми, контрольовану інкубацію, ізолювані облітники та автоматизовані системи моніторингу, що розширює виробничий процес і потребує значних інвестицій у кваліфікований персонал і технології.



Селекційні програми, спрямовані на відбір ліній із підвищеною стійкістю до кліща *Varroa destructor* або гігієнічною поведінкою, вимагають проведення тестів і моніторингу родин, проте дозволяють продавати дочірніх маток на 30–100% дорожче за стандартні, що довгостроково підвищує доходи господарства [1].

Контрольована інкубація маточників у камерах за температури близько 34°C дає змогу синхронізувати вихід маток і нарощувати обсяги продукції незалежно від кількості сімей-вихователюк, а ізолювані облітники гарантують чистоту порід і зменшують відсоток браку [12, р. 567]. Автоматизовані системи обліку родоводів, RFID-мітки і сенсори температури оперативно коригують умови інкубації, знижуючи втрати маточників та підвищуючи стабільність виробництва без значного зростання змінних витрат.

Нішевий попит на інструментально осіменені та спеціалізовані матки залишається стабільним, оскільки великі розплідники і наукові установи готові інвестувати в генетичний матеріал, а продаж маточників дрібним пасічникам навесні за \$8–15 із вкладенням \$2–5 гарантує високу маржу [1]. Таким чином, поєднання традиційних та інноваційних підходів дозволяє шляхом масового виробництва знизити собівартість і одночасно підвищити маржинальність за допомогою преміальних продуктів, створюючи стійкі конкурентні переваги для матковивідних господарств.

На основі проведеного порівняння ключових показників економічної ефективності традиційних й інноваційних методів виведення маток підсумовано рівні трудових, матеріальних та інфраструктурних витрат, собівартість продукції, ціни продажу й очікувану рентабельність (табл. 1).



Таблиця 1

Порівняння витрат і прибутковості традиційних та інноваційних методів
виведення бджолиних маток

Показник	Традиційні методи	Інноваційні методи
Трудові витрати	Високі через обслуговування сотень нуклеусів	Дуже високі через індивідуальне осіменіння та відбір
Матеріали та корми	Стандартні чашечки, клітки, комбікорми	Додаткові реагенти, CO ₂ , маркувальні комплекти
Обладнання та інфраструктура	Вулики, рамки, просте вуличне обладнання	Осіменителі, інкубатори, сенсори, лабораторія
Собівартість матки	\$10–25	\$50+ для ШО-маток; \$1–2 для інкубації маточників
Ціна продажу	\$20–30 (масово); \$40–50 (преміум)	\$300–600 за ШО; \$20–40 за селекційні матки
Прибуток із матки	\$2–18	>\$200 за ШО; +\$10–20 за селекційні лінії
Обсяг виробництва	5–20 тис. шт./сезон	Декілька сотень ШО-маток; тисячі інкубаційних маточників
Рентабельність	10–30%	>100% для ШО; стабільна преміальна маржа
Ринковий попит	Масовий і сезонний	Нішевий, але стабільний

Джерело: створено автором за матеріалами [1; 2; 9; 10; 11; 12; 13]

Наведені показники є узагальненими даними наукових досліджень і практичних звітів за період 2020–2025 років, тому реальні цифри можуть коливатися залежно від регіону США, сезону, породи бджіл та організаційно-технічних особливостей господарства. Зіставлення даних підтверджує, що інноваційні методи потребують значно вищих початкових інвестицій, але забезпечують більший дохід із кожної матки, тоді як традиційні підходи характеризуються масштабістю і нижчою собівартістю одиниці продукції завдяки економії на масштабі, проте відзначаються меншими маржинальними показниками. Визначення оптимальної стратегії матківництва, таким чином, залежить від пріоритетів пасічного господарства – максимальний обсяг за мінімальної ціни або зосередження на якості й унікальності продукції. У



багатьох випадках поєднання масового виробництва з упровадженням інноваційних селекційних технологій та автоматизації є оптимальним рішенням для досягнення найкращих економічних результатів та отримання стійких конкурентних переваг у матківництві.

Подальші дослідження передбачають розроблення інтегрованих економіко-технологічних моделей для пасічних господарств, що враховують регіональні й сезонні особливості, вплив автоматизації та цифрового моніторингу на собівартість у малих і середніх господарствах, а також екологічні параметри (температура, наявність трутнів) для прогнозування стабільності виходу маток і оптимізації інвестицій.

Висновки. У результаті проведеного порівняльного аналізу підтверджено, що традиційні методи виведення бджолиних маток забезпечують відносно низьку собівартість одиниці продукції завдяки економії на масштабі та простій інфраструктурі, але при цьому характеризуються обмеженою маржинальністю та високою трудомісткістю. Інноваційні підходи, навпаки, вимагають значних початкових інвестицій у спеціалізоване обладнання і кваліфіковану працю, але дозволяють отримувати преміальний продукт із вищим питомим доходом.

Водночас дослідження виявило, що вибір найбільш доцільної стратегії матківництва залежить від масштабів і особливостей конкретного господарства, його ресурсного потенціалу та ринкових пріоритетів. Для великих операторів поєднання масових технологій з елементами автоматизації та селекції є шляхом до підвищення конкурентоспроможності, тоді як для малих і середніх поступове впровадження інновацій з фокусом на якість маток дозволяє зберегти фінансову стабільність.

Надалі доцільно деталізувати економіко-технологічну модель з урахуванням регіональних кліматичних відмінностей, сезонних коливань



попиту та впливу автоматизованих систем моніторингу на зниження собівартості в різних типах пасік.

Список використаних джерел

1. Bixby M., Hoover S. E., McCallum R., Ibrahim A., Ovinge L., Olmstead S., Pernal S. F., Zayed A., Foster L. J., Guarna M. Honey bee queen production: Canadian costing case study and profitability analysis. *Journal of Economic Entomology*. 2020. Vol. 113, № 4. P. 1618–1627. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toaa102>.
2. Du M., Bernstein R., Hoppe A. The potential of instrumental insemination for sustainable honeybee breeding. *Genes*. 2023. Vol. 14, № 9. Article 1799. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes14091799>.
3. Du M., Bernstein R., Hoppe A. Comprehensive approach to phenotype Varroa destructor resistance in honey bees. *Insects*. 2024. Vol. 15, № 6. Article 397. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects15060397>.
4. Duma Z.–S., Zemčík T., Bílik S., Sihvonen T., Honc P., Reinikainen S.–P., Horák K. Varroa destructor detection on honey bees using hyperspectral imagery. *Remote Sensing*. 2024. Vol. 16, № 4. Article 562. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109219>.
5. Guichard M., von Virag A., Dainat B. Evaluating the potential of brood recapping to select Varroa destructor-resistant honey bees. *Journal of Economic Entomology*. 2023. Vol. 116, №1. P. 56–67. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toac186>.
6. Hawkins G. P., Martin S. J. Elevated recapping behaviour and reduced Varroa destructor reproduction in natural varroa-resistant *Apis mellifera* colonies. *Apidologie*. 2021. Vol. 52, № 4. P. 547–559. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-021-00852-y>.



7. Isaacs R., McAuliffe S., Rezende S. Breeding honey bees (*Apis mellifera* L.) for low and high *Varroa destructor* population growth lines. *Frontiers in Insect Science*. 2023. Vol. 2. Article 951447. DOI: <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.951447>.
8. Lashari M. A., Ghramh H. A., Ahmed A. M., Mahmood R., Rafique M. K., Ahmad S., Al-Shehri B. M. Aptness of diverse queen cup materials for larval graft acceptance and queen bee emergence in managed honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of King Saud University – Science*. 2022. Vol. 34, № 4. Article 102043. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102043>.
9. Maucourt S., Rousseau A., Fortin F., Robert C., Giovenazzo P. Observation of genetic gain with instrumental insemination of honeybee queens. *Insects*. 2023. Vol. 14, № 3. Article 301. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects14030301>.
10. Neumann P., Pirk C. W. W., Hepburn H. R., Sovernia A., Ratnieks F. L. W. Controlled incubation of capped queen cells improves queen rearing efficiency. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2023. Vol. 11. Article 1156923. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcell.2023.1156923>.
11. Pike N., Peck D., Rangel J. Honey bee queen replacement: an analysis of changes in queen production and replacement trends. *Insects*. 2020. Vol. 11, № 8. Article 544. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects11080544>.
12. Sagili R. R., Breece C., Carroll M. J. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*. 2023. Vol. 64, № 2. P. 555–611. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2023.2295180>.
13. Sagili R. R., Pernal S. F., Guzman N. E. Economic aspects of honey bee queen breeding: insights from a european study. *Journal of Apicultural Research*. 2024. Vol. 63, № 4. P. 813–821. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2024.2361944>.



14. Sharma A., Rana K., Sharma H. K. Evaluation of priming media and queen cup material on larval graft acceptance and queen emergence in *Apis mellifera* L. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2020. Vol. 8, № 4. P. 1089–1097. DOI: <https://doi.org/10.22271/j.ento.2020.v8.i4q.7268>.

15. Dziechciarz P., Domaciuk M., Pyz-Łukasik R., Olszewski K., Borsuk G. Breakthrough research on reinsemination of bee queens: anatomy of the valve fold. *Scientific Reports*. 2025. Vol.15. Article 3278. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03278-z>.