

TESTING OF THE COLLECTING PROPOLIS DEVICE ON THE BEE FARMS IN DIFFERENT REGIONS OF UKRAINE

R. Dvykaliuk

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Key words:

*Productivity
Equipment
Propolis
Cleaning
Nets*

Article history:

Received 29.03.2023
Received in revised form
07.04.2023
Accepted 17.04.2023

Corresponding author:

R. Dvykaliuk
E-mail:
leonora.adamchuk@gmail.
com

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the performance of the developed device for collecting propolis using EVA nets in the conditions of bee farms in different regions of Ukraine. The research was carried out on seven beekeeping farms in Cherkasy, Poltava, Ternopil, Khmelnytskyi, Zhytomyr regions, where bee colonies were selected and 7 experimental analogue groups were formed. The EVA nets were placed in the hives for 70 days, after which they were taken out for cooling at $t=+5$ °C for 60 min and cleaning on the device. The nets from each experimental group were cleaned separately to control propolis productivity in different regions of Ukraine. During the test of the device, the following indicators were investigated: the number of cycles required to clean the net, the time spent on cleaning one net, the time of passing one net through the device, the mass of propolis sticking to the shafts, the load of the device during cleaning, the mass of the obtained propolis. As a result of scientific and production tests, the productivity of collecting propolis by the proposed method was established in the range from 2.91 to 4.44 kg per season from 100 bee colonies, depending on the research region. Using the device at a certain temperature regime of 19.82 ± 1.92 °C creates a comfortable working medium for the operator. One operating cycle of the device was enough to clean one net at the set temperatures. The shafts of the device without nets in idle run rotate at a speed of 74.1 rpm ($n=4$), and provided that the cooled ($t=+5$ °C, $\tau=60$ min) net without propolis passes 58.5 rpm. The device in the active cleaning mode for one shift consumes 0.679 kW/h. The propolis collection device can be used for beekeeping to clean 227 nets in one working day. On the farm for 500 bee colonies, 1 device can be used that is suitable for cleaning 1000 nets in 4.4 working days. The farm for 500 bee colonies can return an investment in the collection of propolis after the completion of three beekeeping seasons. Recommendations for gathering propolis using the proposed method are offered to collectors, taking into account the experience and results obtained during the research.

ВИПРОБУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗБОРУ ПРОПОЛІСУ В УМОВАХ ПАСІЧНИХ ГОСПОДАРСТВ РІЗНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Р. М. Двикалюк

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті визначено продуктивність розробленого пристрою для збору прополісу за допомогою сіток EVA в умовах пасічних господарств різних регіонів України. Дослідження проводили в семи пасічницьких господарствах у Черкаській, Полтавській, Тернопільській, Хмельницькій, Житомирській областях, де було відібрано бджолині сім'ї та сформовано сім дослідних груп-аналогів. Сітки EVA були розміщені у вуликах впродовж 70 днів, після чого відбиралися для охолодження при $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 60 хв та очищення на пристрої. Сітки з кожної дослідної групи очищали окремо для контролю прополісної продуктивності в різних регіонах України. Під час випробування пристрою досліджували кількість циклів, необхідних для очищення сітки, час, витрачений на очищення однієї сітки, час проходження однієї сітки через пристрій, масу прополісу, що налипає на вали, навантаження пристрою під час очищення, масу отриманого прополісу.

У результаті проведених науково-виробничих випробувань встановили продуктивність збору прополісу запропонованим методом у межах від 2,91 до 4,44 кг за сезон від 100 бджолиних сімей залежно від регіону досліджень. Використання пристрою за визначеного температурного режиму $19,82 \pm 1,92\text{ }^{\circ}\text{C}$ створює комфортні умови роботи оператора. Для очищення однієї сітки за встановлених температур було достатньо одного робочого циклу пристрою. Вали пристрою без сіток на холостому ході обертаються зі швидкістю 74,1 об/хв ($n=4$), а за умови проходження охолодженої ($+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 60 хв) сітки без прополісу — 58,5 об/хв. Пристрій в активному режимі очищення протягом однієї зміни споживає 0,679 кВт/год.

Пристрій для збору прополісу може бути використаний для пасічницьких господарств для очищення 227 сіток за один робочий день. У господарстві на 500 бджолиних сімей достатньо одного пристрою, який придатний для очищення 1000 сіток за 4,4 робочих днів. Господарство на 500 бджолиних сімей може повернути інвестицію у збір прополісу після завершення трьох пасічницьких сезонів. Заготівельникам надано рекомендації щодо збору прополісу запропонованим методом з урахуванням досвіду та результатів, отриманих під час дослідження.

Ключові слова: продуктивність, устаткування, прополіс, очищення, сітки.

Постановка проблеми. Сьогодні збір прополісу в пасічницьких господарствах України здійснюється двома способами. Перший передбачає очищення елементів гнізда пасічницькою стамескою або іншими засобами як під час активного сезону, так і після його завершення з рамок, що формують запас суші на наступний сезон. Другий спосіб передбачає розміщення сіток або решіток над гніздом медоносних бджіл з подальшим їх охолодженням та очищенням. Як і в

першому, так і в другому випадку на сьогодні відсутні пристрої, які б надавали можливість механічного очищення сіток від прополісу, тому розроблено пристрій для очищення сіток від прополісу. В той же час дослідження ефективності його використання в реальних виробничих умовах є необхідною умовою подальшого виробництва і впровадження пристрою. Наявність виробничого устаткування є одним із важливих факторів розвитку виробництва в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Прополіс — клейка смолиста речовина, зібрана з бруньок, листя, стебел диких рослин і перероблена бджолами, яка має бактерицидні властивості та яку вони використовують для заклеювання щілин у вулику, полірування стінок воскових комірок, бальзамування трупів ворогів (мишей, плазунів тощо) (ДСТУ 4662:2006, 2006). Прополіс використовують як інгредієнт у харчових продуктах, компонент фармацевтичних препаратів, у складі косметичних, ветеринарних препаратів та в інших засобах (Pahlavani et al., 2022; Mehmetoğlu et al., 2022).

Залежно від ботанічного джерела, географічного походження, хімічного складу (Porova et al., 2022) прополіс розділяють на такі типи: Aspen Type Propolis, Mediterranean Propolis, Poplar Type Propolis, Pacific Propolis Type, Brazilian Green Propolis, Brazilian Red Propolis, Mangifera Propolis Type.

У помірному кліматичному поясі, в якому знаходиться більша частина європейського континенту, основними джерелами прополісу є рослини роду *Poplar* sp. — *Populus nigra* L., *Populus salba* L., *Populus tremula* L. Важливим вторинним джерелами прополісу з незначною часткою у складі прополісу в помірному кліматі Європи є *Betula pendula* Roth, *Aesculus hippocastanum* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (*Alnus acuminata* Kunth.), *Pinus* sp., *Salix alba* L. (Przybyłek, & Karpiński, 2019). Під час відкладання прополісу медоносні бджоли розріджують принесену рослинну смолу ферментами мандибулярних залоз. Розрідження прополісу також може впливати на швидкість його відкладання у гнізді та пристроях (Örösi-Pál, 1957; Dvykaliuk et al., 2022).

Mountford-McAuley et al. (2021) виокремлюють чинники, які впливають на прополісну продуктивність: наявність ботанічних джерел смоли, генетика медоносних бджіл, структура вуликів, наявність їжі у гнізді, фактори довкілля та хвороби.

Tsagkarakis et al., (2017) було проведено дослідження в Греції щодо продуктивності бджолиних сімей з відкладання прополісу в п'яти різних пристроях (пастках) протягом двох років. Модифікований вулик лангстрот із вставленою боковою алюмінієвою пластиною з отворами 450×4 мм з відстанню між ними 10 мм було порівняно із сіткою з отворами 1×1 мм, пластиковою решіткою для збору прополісу (3×16 мм), сіткою з комірками розміром 4×4 мм, сіткою 2×2 мм. За результатами дослідження науковці відзначають, що сітки 1×1 мм та 2×2 мм прополісувались бджолами найшвидше. У двох повторях сітки з комірками 2×2 мм були заповнені прополісом найшвидше. Найбільше прополісу зібрали сітки з отворами 1×1 мм (29,57±7,59 г), за ними йдуть сітки з отворами 2×2 (23,70±5,63 г) і комерційні решітки (15,62±4,05 г) без значних відмінностей між ними. Швидкість заповнення сіток 2×2 мм складає 20,5±0,5 доби (Tsagkarakis et al., 2017).

Saccardi et al. (2021) відзначають, що густина досліджуваного прополісу складає $0,953 \pm 0,001 \text{ г/см}^3$ ($N=3$). Твердість прополісу змінюється залежно від температури. За температури нижче 10°C прополіс твердий і крихкий, що дає змогу його розбивати або подрібнювати до порошку. За кімнатної температури прополіс в'язкий і липкий. Коли температура піднімається вище кімнатної, прополіс стає м'яким і липким. Порівняно з випробуваннями, проведеними за 23°C , для досягнення тієї ж деформації були необхідні в 4 рази більші напруження за 4°C . Крім того, за 40°C для тієї ж деформації напруження були приблизно в 10 разів нижчими, ніж за 23°C . Під час визначення міцності при стисненні ($20\ldots 800 \text{ кПа}$ та температурі $4\ldots 40^\circ\text{C}$) спостерігали в'язко-пластичну деформацію прополісу.

EVA є прозорим термопластичним сополімером мономерів етилену та вінілацетату (VA), в якому ланки VA випадковим чином розподілені по скелету етиленового полімеру. Вміст VA у загальнодоступному EVA коливається від 1 до 40 мас.%. Кристалічність, температура плавлення, жорсткість і полярність EVA визначаються переважно вмістом VA (Schneider et al., 2017). Усі сополімери EVA можна описати як міцні, порівняно низькомодульні матеріали. Жорсткість, або модуль пружності при вигині, в основному визначається кристалічністю. Завдяки низькому модулю пружності, низькій температурі розм'якшення та каучуковій природі, коли їх вміст VA перевищує ~ 5 мас.%, вироби, виготовлені з EVA, рідко виходять з ладу через ударні сили. Крім виняткових обставин, сополімери EVA забезпечують задовільну роботу при температурах до -40°C (Henderson, 1993).

Авторами пропонованої статті розроблено пристрій для очищення еластичних сіток, виготовлених з EVA. Пристрій складається з двох пар збірних валів, які обертаються один проти одного та забезпечують механічне згинання сіток, покритих прополісом. Сітки з прополісом охолоджують і вставляють у пристрій. Після згинання сіток прополіс осипається, а сітки зберігають свої технічні та фізичні властивості і можуть бути використані в подальшому (Dvykaliuk, & Adamchuk, 2021).

Мета дослідження: визначення продуктивності розробленого пристрою для збору прополісу за допомогою сіток EVA в умовах пасічних господарств різних регіонів України.

Матеріали і методи. Робота проводилась у рамках виконання дисертаційного дослідження на тему «Науково-технічне забезпечення процесу та обладнання виробництва прополісу» при кафедрі стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції Національного університету біоресурсів і природокористування України» впродовж 2022—2023 років.

Обґрунтування вибору сіток. Проаналізовано асортимент засобів для збору прополісу, які доступні на ринку України. Опрацьовано та згруповано матеріали за критеріями: назва засобу, зовнішні розміри, продавець, ринкова вартість, вартість у розрахунку на 1 см^2 . Встановили, що на ринку України представлено 8 решіток, виконаних із пластмас, та 2 варіанти гнучких сіток.

За результатами аналізу засобів збору запропоновано використовувати еластичні сітки виробництва Stanz Press $200 \times 390 \text{ мм}$. Відповідно, сітка таких розмірів буде коштувати 71,79 грн за 1 штуку. Сітки більших розмірів використовувати, на нашу думку, недоцільно, оскільки значна частина її площі недоступна бджолам. Крім цього, сітки невеликих розмірів зручні у маніпулюванні та не вимагають

великих розмірів холодильного обладнання для їх охолодження перед очищенням.

Таблиця 1. Основний асортимент засобів для збору прополісу, представлених на ринку України

№	Назва засобу	Зовнішній розмір, мм	Продавець/постачальник
1.	Прополісозбірник (решітка)	140×250	https://parkplus.com.ua/
2.	Прополісозбірник секційний на 5 рамок (решітка)	185×470	https://parkplus.com.ua/
3.	Пластикова решітка для збору прополісу (решітка)	420×500	https://parkplus.com.ua/
4.	Прополісозбірник (решітка)	490×410	https://parkplus.com.ua/
5.	Прополісозбірник на 10-рамковий вулик (решітка)	495×410	https://parkplus.com.ua/
6.	Сітка для збору прополісу Stanz Press (сітка)	475×305	https://parkplus.com.ua/
7.	Сітка для збору прополісу	420×340	https://www.uley.in/
8.	Прополісозбірник пластиковий	125×470	https://smakmedu.com.ua/
9.	Решітка для збору прополісу	490×410	https://beecity.com.ua/
10.	Решітка для збору прополісу	190×470	https://bee-market.com.ua/

Примітка. Опрацьовано автором станом на 07.03.2023. Вартість засобів для збору прополісу, що реалізуються на ринку України, відповідає ціновому діапазону від 19,0 до 103,0 грн за одиницю. Відповідно, вартість засобів збору в перерахунку на м² в гривнях складає від 0,297 до 0,711 грн.

Постановка експерименту. На семи пасічницьких господарствах, що розміщені в Черкаській, Полтавській, Тернопільській, Хмельницькій, Житомирській областях, було відібрано бджолині сім'ї та сформовано сім дослідних груп (рис. 1). Таким чином вдалося задіяти господарства, які знаходилися поза межею ведення активних бойових дій. Власницями всіх пасічних господарств були жінки, представниці ГО «Фундація жінок-пасічниць».



Рис. 1. Територіальне розміщення пасічних господарств

Кожна група налічувала 10 бджолиних сімей. Усі сім'ї були підготовлені згідно із зоотехнічними методами досліджень для груп-аналогів, тобто вирівняні за кількістю розплоду, корму, системою утримання, комплектацією вуликів, віком маток, і розміщені на одному точку. Усі сім'ї були в робочому (не ройовому, без видимих ознак хвороб) стані. Схема дослідження наведена на рис. 2.



Рис. 2. Схема дослідження продуктивності пристрою в умовах пасічних господарств різних регіонів України

Для збору прополісу використовували спеціальні сітки (TM Stanz Pres) розміром 20×39 см, які розміщували над гніздом. Було апробовано 70 сіток. Календарний план маніпулювання сітками був загальним для всіх господарств (табл. 2).

Сітки у всіх господарствах розмістили з 15 червня 2022 року по 25 серпня 2022 року. Активний період збирання прополісу становив 70 днів. У подальшому сітки були зібрані та упаковані в поліетиленові пакети.

Таблиця 2. Календарний план маніпулювання сітками для збору прополісу

№	Вид робіт	Дата
1.	Розміщення у гнізді	15.06.2022
2.	Контрольний огляд 1	25.06.2022
3.	Планове зміщення 1	02.07.2022
4.	Контрольний огляд 2	12.07.2022
5.	Знімання та пакування	25.08.2022
6.	Надсилання	26—30.08.2022
7.	Зберігання сіток з прополісом у поліетиленових пакетах у приміщенні лабораторії	30.08.—20.10.2022
8.	Очищення на пристрої	20—27.10.2022

Спосіб маніпулювання сітками. 70 сіток було розміщено поверх очищених брусків рамок розплідної частини гнізда і накрито поліетиленовою плівкою. Гніздо (вулик) закривали як прийнято у пасічному господарстві — полотно, дошки. Під час огляду (не раніше, ніж через 10 днів) спочатку обережно відривали плівку від сітки, потім саму сітку. Всі дослідні сім'ї оглядали в один день. Після покриття прополісом сітки над вуличками гнізда здійснювали зміщення всіх сіток на один стільник. Так у бджіл з'являвся новий простір для прополісування. Після завершення прополісування одночасно на всіх пасічних господарствах дослід було завершено.

Оберти валів пристрою для очищення сіток вимірювали електронним тахометром ТМ Benetech, модель GM8905, версія GM8905-EN-02 ($\pm 0,1\%$ $n+5d$). Температуру в приміщенні та у холодильній камері вимірювали електричним термометром ТМ Hti, модель HT-9815 (± 2 °C), з використанням термопар К-типу, серія GJ0478-1 ($\pm 2,5$ °C). Час фіксували електричним секундоміром із записом в електронний журнал результатів.

Для забезпечення стабілізації напруги в електромережі під час вимірювання обертів валів і швидкості втягування сітки використовували стабілізатор напруги LVT АСН-250 (Україна).

Масу прополісу визначали електронними вагами модель SF-400C ($\pm 0,1$ г). Кожну одиницю зважували тричі, застосовуючи тарування обнулінням показників електронних ваг. Статистичну обробку результатів виконували засобами Microsoft Excel.

Викладення основних результатів дослідження. У ході випробування було з'ясовано доцільність розміщування сіток для збору прополісу над розплідною частиною навпроти льотка. Це було зроблено для того, щоб запобігти контамінації отриманого прополісу воском, який бджоли можуть переносити в межах гнізда. Додаткові рекомендації щодо розміщення сіток: обов'язкове очищення верхніх брусків рамок старого прополісу і воску перед розміщенням; огляд бджолиних сімей, який передбачав зривання сіток, проводити не частіше ніж через 10 днів (за потреби).

Виробничі випробування пристрою для збору прополісу. Отримані сітки очищували групами по 10 сіток з кожного господарства. Пристрій розмістили на поверхні стола. Для вимірювання температури в приміщенні та в холодильній камері дві термопари розмістили в зоні розташування пристрою, а дві термопари — всередині холодильної камери в зоні розміщення сітки. Температурні показники термометра ТМ Нті записували в журнал.

Кожну сітку охолоджували протягом 60 хв з постійним контролем температури. Перед вийманням сіток із холодильної камери вмикали пристрій та розпочинали фіксацію часу на очищення сітки. Сітку вставляли у пристрій для очищення. Після очищення сітки пристрій вимикали та зупиняли фіксацію часу на очищення сітки. Процес очищення повторювали для кожної сітки. Після очищення сітки зразки прополісу зважували тричі, а отримані результати записували у журнал. Сітки до очищення та після очищення зважували для визначення кількості отриманого прополісу. Отриманий прополіс упаковували в поліетиленові пакети для зберігання та подальшого дослідження.

Результати вимірювання температури під час охолодження сіток перед очищенням наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Температурний режим очищення сіток з прополісом ($M \pm m$), $n=20$

№	Регіональне походження	Зовнішня, °C	Внутрішня, °C
1.	Черкаська область	20,69	5,15
2.	Полтавська область ¹	20,36	4,84
3.	Тернопільська область ¹	20,07	3,98
4.	Хмельницька область	19,60	5,83
5.	Житомирська область	18,84	6,06
6.	Тернопільська область ²	19,65	4,54
7.	Полтавська область ²	19,56	6,33

Примітка. 1 — Полтавська МТГ, Полтавський район, Полтавська область; Тернопільський район, Тернопільська область; 2 — Щербанівська СТГ, Полтавський район, Полтавська область; Підгасцький район, Тернопільська область.

За отриманими результатами визначили, що пристрій ефективно може бути використаний без необхідності охолоджувати сітки при низьких температурах на виробництві в природно-кліматичних умовах України.

Використання пристрою за визначеного температурного режиму $19,82 \pm 1,92$ °C створює комфортні умови роботи оператора. Крім цього, підвищується економічний ефект через зниження затрат на підтримання мікроклімату приміщень з низькими температурами. На нашу думку, відсутність необхідності охолодження сіток до низьких температур сприятиме пролонгації їх експлуатації.

Визначення та вимірювання параметрів продуктивності пристрою. Було визначено параметри продуктивності пристрою: кількість циклів, необхідних для очищення сітки, час, витрачений на очищення однієї сітки, час проходження однієї сітки через пристрій, масу прополісу, що налипає на вали, навантаження пристрою під час очищення; масу отриманого прополісу.

Встановили кількість циклів, необхідних для очищення сітки. Так, для очищення сіток незалежно від регіону використання сіток за встановлених температур достатньо одного циклу. Після очищення сіток можлива їх подальша експлуатація.

Визначили середній час, витрачений на очищення однієї сітки (табл. 4).

Таблиця 4. Порівняння часу, витраченого на очищення сітки, в розрізі регіонів і проходження сітки через вали

№ н/п	Регіональне походження	Час очищення, с	Збільшення часу, %, порівняно з порожньою сіткою
1.	Черкаська область	36,99	48
2.	Полтавська область ¹	47,74	66
3.	Тернопільська область ¹	50,25	70
4.	Хмельницька область	51,11	71
5.	Житомирська область	53,08	74
6.	Тернопільська область ²	50,98	71
7.	Полтавська область ²	49,46	68

Примітка. 1 — Полтавська МТП, Полтавський район, Полтавська область; Тернопільський район, Тернопільська область; 2 — Щербанівська СТП, Полтавський район, Полтавська область; Підгаєцький район, Тернопільська область.

За результатами вимірювання роботи пристрою встановили, що компактне його розміщення впливає на скорочення витрат часу на очищення однієї сітки. Швидкість обертання валів пристрою впливає на час проходження сітки через пристрій і час очищення сіток у загальному.

Встановлено, що за 8,38 с через пристрій проходить 39 см сітки, а оберти валів у середньому складають 48,51 об/хв. Тобто за 1 с ($48,51/60 \text{ об/с} \approx 0,8085 \text{ об/с}$) вали обертаються 0,8085 раза та проходять $39 \text{ см}/8,38 \text{ с} = 4,659 \text{ см/с}$. За весь витрачений час на проходження сітки вали обертаються 6,77 раза ($39 \text{ см}/4,659 \text{ см/об} \times (1/0,8085 \text{ об/с}) \approx 6,77$). За умови збільшення швидкості обертання валів, наприклад, на 5% від заданих ($48,51 \text{ об/хв} \times 1,05 \approx 50,88 \text{ об/хв}$), вали за 1 хв обертатимуться 50,88 раза. Таким чином, кількість очищених сіток за 1 хв збільшиться від 7,15 шт./хв до 7,51 шт./хв.

Наявність прополісу в сітках створює додаткове навантаження на пристрій, знижує кількість обертів валів і збільшує час очищення сітки. Час, витрачений на очищення однієї сітки, складається з часу проходження сітки через пристрій — 8,38 (n=4) с та часу, витраченого оператором на включення пристрою, діставання сітки з холодильної камери, розміщення сітки у направляючій частині пристрою, і залежить від його оперативності. Різниця в часі, затраченому на очищення сітки, та часі проходження сітки через вали у середньому складає 17,27%.

Встановили кількість отриманого прополісу новим методом в умовах господарств різних регіонів (табл. 5).

Найменше прополісу (118,23 г) було отримано в господарстві, розміщеному в Підгаєцькому районі Тернопільської області, а найбільше (180,74 г) в господарстві, розміщеному в Щербанівській СТГ (Полтавський район Полтавської області). Таким чином, різниця складає 65,41%. Середнє значення отриманого прополісу з 10 бджолосімей по Україні за 70 днів складає 151,21 г.

Таблиця 5. Маса прополісу, отриманого за 70 днів

Номер сітки	Маса отриманого прополісу в розрізі дослідних груп, г						
	А	Б	В	Г	Д	Е	Є
1	23,07	28,41	20,18	10,8	16,13	13,9	23,45
2	2,46	11,54	2,78	11,72	21,13	7,53	19,3
3	11,01	21,03	8,03	24,33	18,5	18,37	9,47
4	1,33	22,26	13,66	21,34	16,74	13,69	22,53
5	11,43	14,39	21,59	15,93	14,1	3,75	17,24
6	13,92	5,78	15,86	10,66	19,91	10,54	23,34
7	13,64	6,58	9,78	10,16	23,26	14,77	22,56
8	12,25	19,59	11,13	10,13	9,77	22,86	15,48
9	15,08	12,43	35,35	3,99	17,67	5,36	10,7
10	22,99	25,22	19,08	19,05	12,3	7,46	16,67
Всього по групі, г	127,18	167,23	157,44	138,11	169,51	118,23	180,74
$X \pm \Delta$	12,72±2,26	16,72±2,45	15,74±2,86	13,81±1,96	16,95±1,30	11,82±1,91	18,07±1,62
Cv, %	56,23	46,30	57,52	44,89	24,16	51,00	28,33
Max	23,07	28,41	35,35	24,33	23,26	22,86	23,45
Min	1,33	5,78	2,78	3,99	9,77	3,75	9,47

Примітка. А — Черкаська область, Б — Полтавська область¹, В — Тернопільська область¹, Г — Хмельницька область, Д — Житомирська область, Е — Тернопільська область², Є — Полтавська область²; X — середнє значення; Δ — похибка вимірювання; Cv, % — коефіцієнт варіації; Max, Min — максимальнє і мінімальнє значення у групі.

Високі рівні варіації вказують на мінливість ознаки прополісопродуктивності в межах однакових природно-кліматичних і господарських ознак.

Під час цього дослідження розроблено інструкції з отримання прополісу на пасічникицьких господарствах. Для того, щоб зменшити перенесення воску медоносними бджолами з елементів гнізда в сітки, пасічникам слід очищувати верхні бруски рамок перед розміщенням сіток. Оскільки ми використовували сітки розміром 20×39 см, що не закривають усе гніздо, то, відповідно, для того, щоб уникнути потрапляння бджіл зі зворотної сторони сітки, було запропоновано накривати сітки поліетиленовою плівкою (Dvykaliuk, & Adamchuk, 2021). Крім цього, плівка слугує пакувальним матеріалом під час збору способом формування рулонів. Такий підхід мінімізує контамінацію сіток з прополісом під час їх збору й транспортування з точка в господарські приміщення. Візуальна оцінка сіток і форм утворень прополісу в їхніх отворах підтверджує необхідність нещільного її прилягання до плівки у процесі використання. В іншому випадку відкладання прополісу в отворах сітки формується бджолами неповноцінно, що впливає на загальну масу отриманого продукту (рис. 3).

Показники якості прополісу під час накопичення в сітці, зокрема повноцінність утворення грудочки, потребують подальшого дослідження.

Визначення ефективності роботи пристрою. За результатами проведених досліджень встановили, що пристрій придатний для очищення сіток з прополісом з різних географічних частин України. Пристрій не потребує додаткової підготовки до використання. Обслуговування пристрою пов'язане з очищенням валів після використання за необхідності. Періодичні очищення валів пристрою від прополісу залежить від типу прополісу й умов зовнішніх температур (табл. 6).

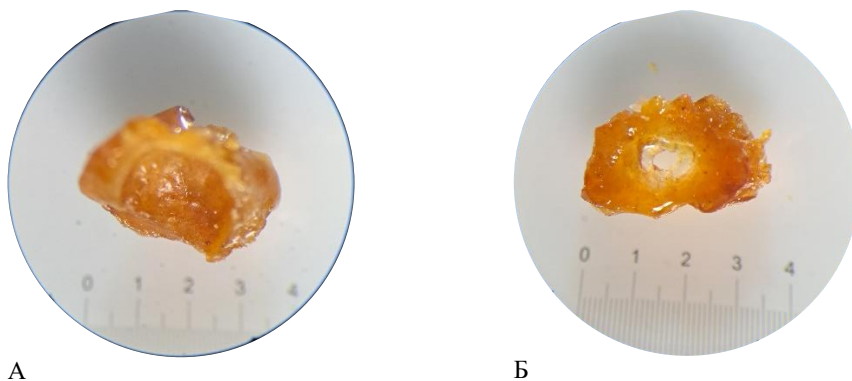


Рис. 3. Сформовані медоносними бджолами утворення з прополісу в отворах сітки (1 Div.=0,10 мм): А — повноцінно сформоване утворення прополісу в сітці; Б — неповноцінно сформоване (має отвір) утворення прополісу в сітці

Таблиця 6. Маса залишків прополісу на валах пристрою порівняно з кількістю отриманого прополісу з господарства

№ н/п	Регіональне походження	Маса прополісу, очищеного з валів пристрою, г	Маса прополісу, отриманого з господарства
1.	Черкаська область	12,40	127,18
2.	Полтавська область ¹	3,46	167,23
3.	Тернопільська область ¹	12,73	157,44
4.	Хмельницька область	5,89	138,11
5.	Житомирська область	6,41	169,51
6.	Тернопільська область ²	3,79	118,23
7.	Полтавська область ²	9,72	180,74

Примітка. 1 — Полтавська МТГ, Полтавський район, Полтавська область; Тернопільський район, Тернопільська область; 2 — Щербанівська СТГ, Полтавський район, Полтавська область; Підгаєцький район, Тернопільська область.

Залишки прополісу на валах не залежать від кількості отриманого прополісу. На об'єм прополісу, що залишається на валах, впливає тип прополісу та його фізико-хімічні характеристики (робота адгезії). У проведеному дослідженні очи-

щення валів від прополісу було зумовлене необхідністю запобігання потраплянню прополісу з одного регіону в зразки іншого. Також очищення валів під час досліду було необхідне для визначення кількості прополісу, який залишається на валах з різних регіонів. Відповідно, періодичність очищення валів у виробничих умовах визначається оператором у процесі експлуатації (табл. 5).

Продуктивність отримання прополісу розділяємо на дві основні складові: продуктивність отримання прополісу від бджолиних сімей і продуктивність очищення засобів збору прополісу. Розрахунок продуктивності пристрою здійснювався з урахуванням ефективності збору прополісу бджолиними сім'ями, які були залучені до досліду. Якщо за 70 днів (табл. 4) з однієї сітки з Черкаської області в середньому отримали 12,72 г прополісу, то за один день 0,18 г:

$$m_d = \frac{m_1}{t}, \quad (1)$$

де m_1 — маса прополісу, отриманого за час d з однієї сітки; t — кількість днів тривалості досліду; m_d — маса прополісу за один день з однієї сітки.

Оскільки на 10-рамковому вулику, враховуючи ширину сітки 20 см, можливо використовувати 2 сітки одночасно, то:

$$m_{d2} = 2m_d, \quad (2)$$

де m_{d2} — маса прополісу, отриманого з другої сітки за одну добу при використанні двох сіток одночасно; m_d — маса прополісу за один день з однієї сітки.

Масу прополісу, отриманого зі 100 бджолосімей за сезон тривалістю 86 календарних днів, розраховували за формулою:

$$m_R = \frac{m_{d2} T n}{1000}, \quad (3)$$

де m_R — маса прополісу, зібраного за сезон R з бджолосімей у кількості n ; m_{d2} — маса прополісу, отриманого з другої сітки за одну добу при використанні двох сіток одночасно; T — кількість днів, протягом яких триває сезон збору прополісу (у нашому розрахунку взято 86 днів); n — кількість бджолосімей, які задіяні у зборі прополісу (у нашому випадку 100).

Отже, в результаті обрахунків встановили, що для Черкаської області:

$$m_R = \frac{0,36 \cdot 86 \cdot 100}{1000} = 3,096 \text{ кг.}$$

Відповідні розрахунки провели для господарств усіх регіонів (табл. 7).

Таблиця 7. Розрахунок потенційної можливості отримання прополісу на пасічницькому господарстві

Маса прополісу	Регіональне розміщення дослідних груп						
	А	Б	В	Г	Д	Е	Є
З 1 сітки/добу, г	0,18	0,24	0,22	0,20	0,24	0,17	0,26
За 1 день з 1 вулика, г, (дві сітки)	0,36	0,48	0,45	0,39	0,48	0,34	0,52
Сезон (86 днів)	31,25	41,09	38,69	33,94	41,65	29,05	44,41

Продовження таблиці 7

У розрахунку на 100 бджолиних сімей за 1 сезон, кг, (дві сітки)	3,096	4,11	3,87	3,39	4,17	2,91	4,44
$X \pm \Delta$ по Україні	3,72 $\pm$ 0,22						
C_v , % по Україні	15,62						

Примітка. А — Черкаська область, Б — Полтавська область¹, В — Тернопільська область¹, Г — Хмельницька область, Д — Житомирська область, Е — Тернопільська область², Є — Полтавська область². X — середнє значення; Δ — похибка вимірювання; C_v , % — коефіцієнт варіації.

Встановили, що у різних регіонах продуктивність збору прополісу запропонованим методом знаходиться у межах від 2,91 до 4,44 кг, що, ймовірно, зумовлено забезпеченням наявності його ресурсів у природі. У середньому продуктивність збору прополісу запропонованим методом становить 3,72 кг. Коефіцієнт варіації вказує на помірну мінливість ознаки.

Щоб визначити, як змінюються швидкість обертання валів під час очищення та як це впливає на продуктивність пристрою, здійснювали заміри обертів валів тахометром. Результати відображені у табл. 8.

Таблиця 8. Зменшення кількості обертання валів пристрою залежно від ступеня навантаження

№	Регіональне походження	% зниження обертів валів порівняно з холостим ходом*	Оберти валів при очищенні сіток з прополісом, хв**	% зниження обертів валів порівняно з охолодженою сіткою без прополісу*	Маса прополісу з 1 сітки**
1.	Черкаська область	34,6	48,51	20,65	12,72
2.	Полтавська область ¹	33,93	49,00	15,58	16,72
3.	Тернопільська область ¹	37,52	46,44	20,06	15,74
4.	Хмельницька область	32,96	49,69	14,45	13,81
5.	Житомирська область	36,31	47,21	10,02	16,95
6.	Тернопільська область ²	29,45	52,29	20,40	11,82
7.	Полтавська область ²	37,43	46,45	20,65	18,07

Примітка. А — Черкаська область, Б — Полтавська область¹, В — Тернопільська область¹, Г — Хмельницька область, Д — Житомирська область, Е — Тернопільська область², Є — Полтавська область²; * $n=4$; ** $n=10$.

Вали пристрою без сіток на холостому ході обертаються зі швидкістю 74,1 об/хв ($n=4$), а за умови проходження охолодженої (+5 °С, 60 хв) сітки без прополісу — 58,5 об/хв.

Наявність прополісу в сітці створює навантаження на пристрій порівняно з охолодженими сітками за тих же умов і складає різницю у 17,12%. В той же час маса зібраного прополісу залежить від наявності воску в зразку. Відомо, що віск є легшим, ніж прополіс, тому якщо повністю покрита сітка містить більше прополісу порівняно з воском, то при однаковій площі покриття сітки маса отриманого продукту буде різною. Склад воску сильно змінюється залежно від того, з якої частини бджолиного гнізда він відібраний. Густина воску становить 0,958...0,970 г/см³ при 15 °C (Gupta, & Anjali, 2023).

При вимірюванні часу, витраченого на очищення однієї сітки, було проведено розрахунок технічної можливості одного пристрою:

$$W = \frac{(c/t_a)L}{1000}, \quad (4)$$

де W — продуктивність пристрою з очищення сіток, м/хв; t_a — час, необхідний для проходження однієї сітки через вали пристрою; c — 60 секунд; L — довжина сітки, см.

Отже, продуктивність складає:

$$W = \frac{(60/8,38)39}{100} = 2,79, \text{ м/хв.}$$

Витрати часу на очищення однієї сітки слід розділити на дві складові. Перша — час, витрачений на проходження сітки через пристрій, складає в середньому 8,38 с. Тож пропускна можливість пристрою складає 2,79 м за 1 хв охолодженої сітки без прополісу. Середній час, витрачений на очищення сіток, складається з часу, витраченого на включення пристрою, переміщення сіток з камери до пристрою. Середнє значення часу складає 48,51 с на одну охолоджену сітку з прополісом. Витрати часу на 10 сіток — 8,085 хв, з яких проходження сіток — 1,39 хв. Оскільки робочий день відповідно до чинного трудового законодавства складає 8 год, то ми можемо розрахувати кількість сіток, які може очистити один оператор:

8-годинний робочий день — 1 година обідньої перерви = 7 годин.

40 хв — особисті потреби оператора (санітарія, гігієна, фізіологічні потреби людини).

Режим роботи пристрою, зважаючи на експериментальні результати експлуатації та виробничі умови (зовнішня температура, тип прополісу), потребує часу на охолодження 30 хв роботи — 15 хв охолодження в режимі роботи 24 °C. Час на очищення валів (за необхідності) від прополісу — 15 хв. Отже, один оператор за один робочий день може очистити 301 сітку за умови, що їх розміщення й охолодження розпочалось до початку робочої зміни. У разі охолодження очищуваних сіток під час поточної зміни їх кількість становитиме 227.

Враховуючи визначену продуктивність пристрою, для очищення 1000 сіток знадобиться 4,4 робочих днів. 1000 сіток можна розмістити на 500 вуликів. Наведені результати підтверджують високу продуктивність використання пристрою. За необхідності пришвидшення очищення сіток, зважаючи на технології ведення господарства, можливо використання двох та більше пристроїв одночасно.

Економічна ефективність. Вартість виготовлення пристрою залежить від витрат на комплектуючі, матеріали, доставку, оплату праці, комунальні послуги,

податки та збори. Для розрахунку економічної ефективності врахували вартість пристрою, яка склала 11446 грн. Вартість сіток у кількості 1000 шт. складає 71790 грн. Середня продуктивність отримання прополісу в Україні в цьому досліді в перерахунку на 1000 сіток складає 18,6 кг. Ринкова вартість прополісу в Україні станом на березень 2023 р. складає 1400 грн/кг.

Враховуючи середню вартість прополісу (1400 грн) та кількість отриманого прополісу 1 (8,6 кг з 1000 сіток), отримуємо 26040 грн.

Вартість пристрою та сіток (11446+71790 грн) складає 83236 грн. Вартість поліетиленової плівки складає 45 грн за 1 м/п. Для покриття 1000 сіток необхідно 52,63 м/п, що складає 2368,42 грн. Господарство може повернути інвестицію у збір прополісу після завершення трьох пасічних сезонів.

Важливим економічним показником є споживання електроенергії виробничим обладнанням. Пристрій під час роботи споживає в середньому 121,75 Вт ($n=4$) без навантаження, під час проходження сітки неохолодженою — 160,5 Вт ($n=4$), а під час охолодження сітки протягом 60 хв — 169,75 Вт ($n=4$). Отже, пристрій в активному режимі очищення протягом однієї зміни споживає 0,679 кВт/год з урахуванням режиму роботи, визначеного в цьому дослідженні. Затрати на електроенергію за вартості 1,44 грн за 1 кВт складатимуть 0,98 грн за одну зміну.

У результаті проведених випробувань були сформовані рекомендації щодо використання дослідженого методу отримання прополісу. Використання пристрою забезпечить механізацію процесу очищення сіток, що знизить собівартість продукту. Пристрій слід зберігати в чохлі, аби запобігти осіданню пилу на вали з часом. Пристрій слід розмішувати в доступній близькості до холодильної камери для того, щоб скоротити час на очищення однієї сітки. Перед охолодженням в камері сітки слід розправити. Рівні сітки зручно вставляти у пристрій, також це зменшує викришування прополісу поза пристроєм із сіток. Необхідність очищення валів пристрою слід візуально періодично перевіряти. Використання сіток EVA та пристрою сприяє можливості очищення сіток та їх повторному використанню в поточному році.

Висновки

Проведено науково-виробниче дослідження щодо збору прополісу новим методом у різних областях України. Пристрій для збору прополісу може бути використаний пасічними господарствами для очищення 227 сіток (розміром 20×39 см) за один робочий день. У різних регіонах продуктивність збору прополісу запропонованим методом знаходиться у межах від 2,91 до 4,44 кг (у розрахунку на 100 бджолосімей), що, ймовірно, зумовлено наявністю його ресурсів у природі. Заготівельникам слід звернути увагу на наявність рослинних джерел прополісу та вживати заходів, щодо їх збільшення. Охолодження сіток при +5 °C протягом 60 хв є оптимальним режимом для очищення сіток. Надано рекомендації щодо збору прополісу з урахуванням досвіду та результатів, отриманих під час дослідження. Збір високоякісного прополісу новим методом збільшить економічну ефективність пасічних господарств і забезпечить можливість диверсифікації прибутку. Отримання безпечної та якісної сировини прополісу дасть змогу збільшити обсяги його використання в харчовій промисловості.

Література

- Dvykaliuk, R. M. & Adamchuk, L. O. (2021). Development of a propolis collecting device. In *Animal Science and Food Technology*, 12, 3. <https://doi.org/10.31548/animal2021.03.007>.
- Dvykaliuk, R. M., Adamchuk, L. O., & Lisohurska, D. V. (2022). New factors influencing the propolis productivity of bee colonies. *Publishing House "Baltija Publishing"*, 85—87. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-238-8-20>.
- Gupta, G., & Anjali, K. (2023). Environmentally Friendly Beeswax: Properties, Composition, Adulteration, and its Therapeutic Benefits. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1110(1), 012041. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1110/1/012041>.
- Henderson, A. M. (1993). Ethylene-vinyl acetate (EVA) copolymers: a general review. *IEEE Electrical Insulation Magazine*, 9(1), 30—38. <https://doi.org/10.1109/57.249923>.
- Mehmetoğlu, S., Tarakçı, Z., & Çakıcı, N. (2022). Investigation of the Mineral and Heavy Metal Contents of Propolis Additive Ice Cream. *Bee Studies*, 14(1), 17—20. <http://doi.org/10.51458/BSTD.2022.23>.
- Milojković Opsenica, D., Ristivojević, P., Trifković, J., Vovk, I., Lušić, D., & Tešić, Ž. (2016). TLC fingerprinting and pattern recognition methods in the assessment of authenticity of poplar-type propolis. *Journal of chromatographic science*, 54(7), 1077—1083. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmw024>.
- Mountford-McAuley, R., Prior, J., & Clavijo McCormick, A. (2021). Factors affecting propolis production. *Journal of Apicultural Research*, 1—9. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1938456>.
- Örösi-Pál, Z. (1957). The role of the mandibular glands of the honeybee. *Bee World*, 38(3), 70—73. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1957.11094979>.
- Pahlavani, N., Malekahmadi, M., & Sedaghat, A. [et al.]. (2022). Effects of Melatonin and Propolis Supplementation on Inflammation, Oxidative Stress, and Clinical Outcomes in Patients with Primary Pneumosepsis: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Complementary Medicine Research*, 4(29), 275—285. <https://doi.org/10.1159/000523766>.
- Popova, M., Trusheva, B., & Bankova, V. (2022). Chemistry and Applications of Propolis. In Murthy, H. N. (eds.), *Gums, Resins and Latexes of Plant Origin. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91378-6_38.
- Przybyłek, I., & Karpiński, T. M. (2019). Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, 24(11), 2047. <https://doi.org/10.3390/molecules24112047>.
- Saccardi, L., Schiebl, J., Weber, K., Schwarz, O., Gorb, S., & Kovalev, A. (2021). Adhesive behavior of propolis on different substrates. *Frontiers in Mechanical Engineering*, 7, 660517. <https://doi.org/10.3389/fmech.2021.660517>.
- Schneider, C., Langer, R., Loveday, D., & Hair, D. (2017). Applications of ethylene vinyl acetate copolymers (EVA) in drug delivery systems. *Journal of Controlled Release*, 262, 284—295. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2017.08.004>.
- Tsagkarakis, A. E., Katsikogianni, T., Gardikis, K., Katsenios, I., Spanidi, E., & Balotis, G. N. (2017). Comparison of Traps Collecting Propolis by Honey Bees. *Advances in Entomology*, 5(02), 68. <https://doi.org/10.4236/ae.2017.52006>.
- Warakomska, Z., & Maciejewicz, W. (1992). Microscopic analysis of propolis from Polish regions. *Apidologie*, 23(4), 277—283. <https://doi.org/10.1051/apido:19920401>.