

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

доцента кафедри процесів, обладнання та енергетичного менеджменту  
Одеського національного технологічного університету,  
доктора технічних наук, доцента **Ігоря БЕЗБАХА**  
на дисертаційне дослідження **Романа ДВИКАЛЮКА**  
на тему: **«Науково-технічне забезпечення процесу  
та обладнання виробництва прополісу»**,  
подане на здобуття ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

*Актуальність теми дослідження.* Прополіс може виступати природним заміником консервантів та підвищувати цінність харчових продуктів через свій хімічний склад. Розвиток та популяризація здорового способу життя викликає інтерес до харчових продуктів, як його ключового компонента. Зростає попит на цінну харчову сировину природного походження, яка може поліпшити якість харчових продуктів за різними критеріями. Система відстеження, як інструмент захисту бізнесу та споживачів, значною мірою впроваджена в законодавство ЄС та провідних країн світу. В Україні виробники харчових продуктів також вживають заходів для впровадження передових практик захисту споживачів.

Прополіс, який формується від рослинної смоли до готового інгредієнту для харчових композицій, може бути оптимізований для отримання продукту, що не потребує додаткової очистки, складної обробки та має прямий вплив на вартість виробництва. Однак, це потребує удосконалення існуючих технологій та поширення знань про його властивості й можливості використання.

Прополіс є перспективним природним продуктом для харчової промисловості, що використовується в біоконсервуванні м'яса, риби, яєць, молока, швидкопсувних фруктів, овочів, фруктових соків та інших напоїв. Його можна додавати в харчову матрицю як екстракт, наносити на поверхню продукту у вигляді біоактивної плівки або включати до харчових біоупаковок.

Проте використання прополісу також пов'язане з викликами, такими як техногенне забруднення через природні фактори, включаючи екологію, та можливість алергічних реакцій. Це потребує ретельного дотримання чинників формування безпечності та якості прополісу.

Удосконалення процесів виробництва прополісу спрямовані на зменшення витрат людської праці та підвищення рентабельності. Зменшення присутності людини у виробництві допомагає уникнути антропогенних ризиків, зокрема пов'язаних із погіршенням санітарно-гігієнічних умов. Тому, в Україні існує

потреба в розробленні, дослідженні та впровадженні промислового обладнання для виробництва прополісу. Це дозволить забезпечити високі обсяги сировини та стандарти безпечності й якості харчових продуктів.

***Рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.*** Метою дослідження є підвищення ефективності процесу очищення сіток для отримання прополісу, як сировини для харчової промисловості; оптимізація якісних показників прополісу шляхом удосконалення процесу очищення, розроблення обладнання для його реалізації та фізико-математичне моделювання досліджуваного процесу на основі отриманих експериментальних даних.

Досягнення поставленої мети та виконання завдань забезпечується вдало підібраними методичними прийомами та вмілим застосуванням методики дослідження.

Теоретичну і методологічну основу дослідження становлять фундаментальні положення технічних наук, зокрема в напрямі процесів харчових виробництв та отримання сировини високої якості. Для вирішення завдань дисертації використано загальні та спеціальні наукові методи, а саме: аналітичний, абстрактно-логічний, фізико-математичне моделювання, 3D-моделювання, конструкційний, фізико-хімічні, мікроскопічний, обробка даних, статистичний.

Інформаційну базу досліджень становить аналіз та синтез наукової інформації із використанням методу Torraco (2005), науково-метричної бази Springer, пошукового інструменту Google Scholar, патентного пошуку засобами патентно-правової компанії «PRIMA VERITAS». Автором також було опрацьовано каталоги виробників спеціалізованого обладнання: Thomas Apiculture, Lyson, Melica-93, ABB-100, ПБІК «Павік», Civan, Park Plus, ІСКО, Bienen-Voigt & Warnholz, Giordan Srl, Logar, Prestige Stainless, Boutelje Products, Dadant, Maxant.

***Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих в дисертації.*** Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані здобувачем є переконливими. При їх обґрунтуванні використано наукові праці переважно зарубіжних учених. Загальний перелік використаних джерел складає 231 найменування, з яких 212 латиницею. При цьому слід зазначити, що наукові джерела, використані здобувачем переважно критично, – з проведеним аналізом, коректною полемікою та аргументацією власного підходу до тих чи інших положень, висновків чи пропозицій їх авторів, що свідчить про наукову зрілість автора та його загальнонаукову культуру.

Поставлені здобувачем завдання дозволили всебічно розкрити тему наукового дослідження та досягти його мету. Відповідає встановленим вимогам

та не викликає заперечень *об'єкт дослідження* – технологія та процес очищення засобів збору для отримання прополісу, що включає всі аспекти збору та первинної його обробки, вивчення його властивостей, якості та безпечності, а також його використання у харчовій промисловості; *предмет дослідження* – прополіс як сировина для використання у харчових та переробних виробництвах, пристрій для очищення сіток, механізація даного процесу очищення сіток для збору з покращенням санітарно-гігієнічних умов та нівелюванням ручної праці. Сформована *гіпотеза наукових досліджень* полягає у наступному: застосування напруг зсуву в умовах знакозмінних величин кінематичних параметрів сіток для збору при удосконаленні технології та розробленні конструктивного оснащення для його реалізації. Заміна залежностей між параметрами досліджуваного процесу очищення на залежності між безрозмірними комплексами та критеріями подібності, що базуються на отриманій експериментальній базі.

Результати досліджень, їх обговорення та висновки, які виникають з них, підтверджують, що Роман Двикалюк відмінно володіє навичками аналізу, інтерпретації та об'єктивної оцінки, науково обґрунтовуючи отримані результати. Підготовлені висновки (до розділів та загальні) відповідають сутності розглянутих питань і відзначаються чіткістю викладених думок.

***Новизна представлених теоретичних та/або експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень.*** Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що дисертація є комплексним теоретичним та практичним дослідженням забезпечення процесу та обладнання виробництва прополісу.

Дисертація Романа Двикалюка вперше обґрунтовує технологічний процес виробництва прополісу, ґрунтуючись на фізико-математичному моделюванні процесу очищення, 3D-моделюванні виконавчих елементів, впливу біологічних чинників та проектуванні параметрів якості готового продукту.

Технологія виробництва прополісу була вдосконалена автором за допомогою впровадження нового обладнання та засобів для збору з метою його використання в промислових масштабах, що сприятиме більш широкому використанню продукту у харчовій галузі.

В результаті використання математичного моделювання вперше було отримано рівняння для процесу очищення сіток для збору прополісу. Це рівняння враховує залежності між фізико-механічними та теплофізичними параметрами, такими як площа контактного впливу, коефіцієнт температуропровідності, густина продукції, час обробки, адгезійна здатність виконавчих органів та відцентрові сили. Ці залежності базуються на застосуванні другої теореми подібності Федермана-Букингема та теорії «розмірності» при фізико-

математичному моделюванню досліджуваного процесу. Розрахункові залежності для визначення безрозмірних комплексів, критеріїв подібності Ейлера та Фур'є, технологічних та конструктивних параметрів обладнання були вдосконалені з урахуванням особливостей очищення засобів збору прополісу та його первинної обробки (натуральної грануляції).

**Практичне значення отриманих результатів** полягає у тому, що вони мають як науково-теоретичний, так і практичний інтерес, а відтак, можуть бути використані у практичній діяльності та навчальному процесі, що підтверджено документально, через наявні довідки й патенти, зокрема вперше розроблено технологію виробництва прополісу з використанням механізації основного процесу, що максимально нівелює ручну працю та підвищує якість продукту порівняно із традиційними методами збору. Автор вперше розробив пристрій для виробництва прополісу, застосовуючи технологічні принципи проектування, що забезпечує підвищення продуктивності очищення засобів збору та значно осучаснює технології отримання продукту

Під час виробничих досліджень нового обладнання Роман Двикалюк вдосконалив процес очищення виконавчих органів для збору прополісу, адаптував їх до застосування в промислових обсягах та забезпечив максимальну механізацію досліджуваного процесу, з перспективами автоматизації та розширення використання продукту у харчовій галузі.

Одним із значущих практичних досягнень є розроблення, виготовлення та тестування набірних валів здобувачем. Ці вали забезпечують одночасне введення (витягання) та деформацію засобів збору прополісу. Це дозволяє уникнути необхідності включення додаткових механізмів у конструкцію пристрою для введення засобів збору (сітка EVA) під час їх згинання. Спрощення конструкції пристрою без втрати функціональності позитивно впливає на вартість його виготовлення, обслуговування та переносність. Вали, складені з вкладок та роздільників, створюють основу для розроблення автоматизованих ліній за таким же принципом роботи з можливістю очищення засобів збору необхідних розмірів.

Внаслідок виробничих випробувань було доведено, що розроблений пристрій дозволяє отримувати прополіс в різних природо-кліматичних умовах України. Двикалюк Роман провів комплексне дослідження складу, властивостей та якості отриманого продукту. Було підтверджено високі біологічно-активні властивості отриманого продукту, що вказує на вміст флавоноїдів у широкому діапазоні.

Для підвищення ефективності процесу очищення засобів збору прополісу під час його виробництва, було вдосконалено конструктивні параметри обладнання. Ці зміни призвели до поліпшення енергоефективності,

продуктивності та безпеки експлуатації нового обладнання. Оновлене обладнання може бути використане для обробки 227 сіток (20×39 см) протягом одного робочого дня.

Дослідник науково-технічно обґрунтував процес очищення засобів збору прополісу на основі оптимізації режимів та конструкційних параметрів обладнання. Запропоновано новий підхід у технології виробництва прополісу, а механізація процесу очищення дозволяє підвищити ефективність виробництва та подолати адгезію прополісу. Доведено, що на процес очищення сіток статистично значуще впливає маса сіток до та після очищення, час витрачений на очищення та масова частка воску у прополісі. Найоптимальнішим режимом для очищення сіток виявилось охолодження їхньої температури до +5 °С протягом 60 хв.

Загалом випробувано 150 сіток (EVA) покритих прополісом з використанням розробленої моделі, що удосконалювалася у процесі. Для дослідження якості отриманого продукту зібрано 70 зразків прополісу, та проведено 7 усереднених випробувань за регіональною приналежністю.

Наведені наукові розробки Романа Двикалюка були впроваджені на промисловому рівні в умовах таких виробництв, як ТОВ «Апіпродукт» (м. Київ), ТОВ «Київоблбджолопром» (м. Боярка, Київська обл.) та ФГ «Сила природи» (с. Гуньки, Полтавська обл.).

***Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.*** Дисертація безпосередньо пов'язана з тематикою наукових досліджень Національного університету біоресурсів і природокористування України, зокрема темою «Наукові основи створення комплексу технологій здорових, оздоровчих та функціональних продуктів з використанням лікарських рослин та нетрадиційної сировини» (державний реєстраційний номер 0120U102377; терміни виконання 2020–2022 рр.).

***Апробація результатів дисертації.*** Результати дисертаційного дослідження висвітлені на IV Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія і практика розвитку вівчарства України в умовах євроінтеграції» (м. Дніпро, 2019); 4<sup>th</sup> International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life» (Nitra, Slovak Republic, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якості і безпечність харчових продуктів» (м. Житомир, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 90-річчю від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН і РААН Г. О. Богданова «Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті», (м. Київ, 2020); IX Міжнародній науково-практичній конференції вчених,

аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, 2020); X Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, 2021); Міжнародній науково-практичній конференції «Здорове харчування дітей в Україні – запорука майбутнього нації: стан і перспективи» (м. Київ, 2021); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасне бджільництво: проблеми, досвід, нові технології» (м. Київ, 2021); 5<sup>th</sup> International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improving the Nutrition, Health, Quality of Life and Spiritual Human Development» (Nitra, Slovak Republic, 2021); Міжнародній науковій конференції «Прогнози та перспективи наукових відкриттів в аграрних науках і продовольстві» (м. Рига, Латвійська Республіка, 2022); 47<sup>th</sup> Apimondia International Apicultural Congress (Istanbul, Türkiye, 2022); 48<sup>th</sup> Apimondia. International Apicultural Congress (Chile, 2023).

***Повнота викладення основних результатів в опублікованих працях.***

Основні наукові положення та результати дисертаційного дослідження опубліковано в 27 наукових працях, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, 2 статті в інших наукових виданнях, 2 патенти України на корисну модель, патент України на промисловий зразок, 19 тез наукових доповідей.

***Оформлення дисертації та дотримання принципів академічної доброчесності.*** Дисертація оформлена згідно з нормативними вимогами і стандартами з дотриманням системного викладення матеріалу. Робота написана державною мовою, стиль викладення матеріалу – науковий, літературний. Текст дисертації переважно позбавлений граматичних та орфографічних помилок, а також технічних недоліків. Основні положення, висновки, пропозиції та рекомендації дисертації в цілому характеризуються послідовністю, аргументованістю і завершеністю.

Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково-обґрунтованими висновками та рекомендаціями. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела. У роботі відсутнє привласнення чужих ідей, результатів або слів без оформлення належного цитування.

***Висновки та пропозиції, що викликають певні сумніви, зауваження або вказують на окремі суперечності, що може слугувати підґрунтям дискусії під час прилюдного захисту дисертації.*** Дисертаційне дослідження викликає ряд зауважень, окремі висновки автора є недостатньо аргументованими та мають бути розглянуті в дискусії під час прилюдного захисту дисертації:

1. Автор стверджує, що розроблено рекомендації щодо використання нового обладнання для процесу очищення засобів збору, це одне із положень практичної цінності. Але при аналізі дисертації, не було виявлено досліджень щодо цього. На яких підставах сформовано висновки про ремонтпридатність та настанови з експлуатації.

2. З викладених матеріалів не зовсім зрозуміло, чим пояснюється вибір матеріалів для засобів збору (зокрема сітки EVA) та чи придатне розроблене обладнання для інших засобів? Автору бажано було б навести порівняння показників продуктивності розробленого пристрою з іншими сітками.

3. Оскільки автор фактично удосконалює технологію, то доцільно було б навести апаратурно-технологічну схему виробництва прополісу у розділі 4.

4. Не зрозуміло, які результати виробничого впровадження, адже за винятком довідок, у роботі не наведено результати використання розробленого пристрою на підприємствах.

5. Не всі загальні висновки дисертації виходять із висновків за розділами, вони сформульовані із наведеного тексту дисертації. Методологічно доцільно було б загальні висновки формулювати шляхом обробки та узагальнення висновків за розділами.

Водночас, вищевикладені зауваження здебільшого мають дискусійний характер. Вони є висловленням власного бачення офіційного опонента на розкриття предмету дисертації та її окремих питань, які, очевидно, можуть і не збігатися з позицією автора дисертації та його наукового керівника. Зазначені зауваження в цілому не впливають на високу позитивну оцінку дисертації Романа Двикалюка, а свідчать лише про її актуальність, комплексність та багатогранність досліджуваних автором проблем.

***Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам.***  
Немає сумнівів у тому, що дисертація Романа Двикалюка на тему «Науково-технічне забезпечення процесу та обладнання виробництва прополісу» представляє собою завершене та цілісне наукове дослідження та за актуальністю, ступенем новизни представлених результатів, їх наукової обґрунтованості, повноти викладення в опублікованих наукових працях, рівнем виконання поставленого наукового завдання та володіння методологією наукової діяльності відповідає вимогам, які висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертація відповідає галузі знань 18 «Виробництво та технології» спеціальності 181 «Харчові технології», вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 (із змінами, внесеними

згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 283 від 03.04.2019 р. та № 502 від 19.05.2023 р.), наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31.05.2019 р.) і Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022 р. та № 502 від 19.05.2023 р.), а її автор – Двикалюк Роман Мар'янович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології».

*Офіційний опонент*  
**доцент кафедри процесів, обладнання  
та енергетичного менеджменту  
Одеського національного  
технологічного університету,  
доктор технічних наук, доцент**



**Ігор БЕЗБАХ**

