

ВІДГУК
офіційного опонента завідувача Проблемної науково-дослідної лабораторії
Національного університету харчових технологій,
кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника
МАРИНІНА Андрія Івановича на дисертаційне дослідження
ДВИКАЛЮКА Романа Мар'яновича на тему:
«Науково-технічне забезпечення процесу
та обладнання виробництва прополісу»,
подане на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

Актуальність теми дослідження

Поняття здорової їжі на сучасному етапі розвитку науки про харчування, рівня знань у областях медицини, біології та фізіології набуло певної конкретизації. Крім речовин, що забезпечують формування поживної цінності харчової продукції, у їжу вносять сполуки та речовини, які покликані уникнути негативного впливу і, натомість, підвищити рівень оздоровчого впливу на здоров'я спожитої продукції. Такі продукти окрім, позитивного впливу на імунітет людини, покликані забезпечувати зменшення впливу негативних чинників промисловості на довкілля в умовах погіршення екологічної та техногенної ситуації в масштабах усього світу.

Зважаючи на це, усе більше уваги приділяють не лише оздоровчим, а й екологічно дружнім технологіям харчових продуктів. До таких, відноситься прополіс, який має виражені функціональні властивості, широко застосовується у технологіях їстівних оболонки для пролонгованого терміну зберігання та як заміник синтетичних консервантів. Біологічні властивості прополісу обумовлені унікальним комплексом хімічних сполук, що входять до його складу, переважно, це флавоноїди та фенольні кислоти. У прополісі також містяться Калій, Кальцій, Фосфор, Натрій, Магній, Сульфур, Хлор, Алюміній, Ванадій, Ферум, Манган, Цинк, Купрум, Силіцій, Селен, Цирконій, Гідраргірум, Флуор, Кобальт та інші зольні елементи у сприятливому для організму людини співвідношенні. Хімічний склад прополісу зумовлює його антибактеріальні, протизапальні, дезінфікуючі, імуномодулюючі, бактерицидні, антиоксидантні властивості.

Завдяки вмісту біологічно активних речовин, прополіс використовують у технологіях м'ясних, рибних продуктів, десертів, хлібобулочних виробів, під час зберігання та переробки фруктів та овочів. Водночас, попит на прополіс, як інгредієнт харчових продуктів, перевищує пропозицію підприємств-виробників. Насамперед, це пов'язано із відсутністю належного технічного забезпечення процесу його виробництва у промислових обсягах. Відсутність обладнання для деяких процесів, зокрема очищення засобів збору прополісу, досі зберігає ручну працю, що негативно позначається на обсягах та вартості виробництва. Зважаючи на євроінтеграційні процеси, також потребує перегляду класична технологія одержання прополісу із урахуванням сучасних вимог до безпечності та якості харчової сировини.

У зв'язку з цим, проведення досліджень з 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 є актуальними завданнями, яке вирішує дисертація.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих в дисертації

Проаналізувавши матеріал дисертації, зазначимо наступне: зміст дисертації відповідає її темі та завданням, повністю розкриває мету роботи, спрямовану на обґрунтування та розроблення технічного забезпечення виробництва прополісу. Вибір об'єкту, предмету, методів досліджень свідчить, що здобувач володіє ними досконало, вони є обґрунтованими попередньо проведеним глибоким аналізом наукових даних.

З отриманих результатів, їх обговорення та зроблених висновків випливає, що Р. М. Двикалюк вміло проводить аналіз, інтерпретує, об'єктивно оцінює і науково обґрунтовує отримані результати. Висновки до розділів та загальні висновки відповідають сутності розглянутих питань і відзначаються чіткістю викладених думок. При їх обґрунтуванні використано широке коло

наукових, переважно іноземних, джерел за результатами сучасних досліджень проведених новітніми методами, зокрема щодо: походження та сировини для виробництва прополісу; технологій, способів відбору та обладнання з виробництва й первинної обробки прополісу; складу, властивостей, якості та безпечності прополісу різного ботанічного та географічного походження; використання прополісу у харчових технологіях; національних та міжнародних нормативних документів, що регулюють виробництво, переробку та використання прополісу

Ступінь та характер новизни головних результатів дисертації полягають в наступних наукових положеннях. Вперше обґрунтовано технологічний процес виробництва прополісу, що базується на фізико-математичному моделюванні процесу очищення, результатах 3D-моделювання виконавчих елементів, впливу біологічних чинників, проектування параметрів якості готового продукту. Вдосконалено технологію виробництва прополісу через впровадження у процес очищення нових обладнання та засобів для його збору, з метою користування у промислових обсягах, що сприятиме ширшому використанню продукту у харчовій галузі.

У результаті математичного моделювання, вперше отримано рівняння процесу очищення сіток для збору, що наводить залежності між такими фізико-механічними та теплофізичними параметрами досліджуваного процесу, як: площа контактного впливу при дії зсувних на згинальних напруг, коефіцієнт температуропровідності, густина продукції, часу обробки, адгезійна здатність виконавчих органів та відцентрові сили у процесі, конструктивні характеристики сіток та валів; залежності базуються на використанні другої теореми подібності Федермана-Букингема, теорії «розмірності» при здійсненні фізико-математичного моделювання досліджуваного процесу. Було вдосконалено розрахункові залежності для визначення безрозмірних комплексів, критеріїв подібності Ейлера та Фур'є, технологічних та конструктивних параметрів обладнання за умов урахування особливостей досліджуваних процесів очищення засобів збору прополісу та його первинної обробки (натуральної грануляції).

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що вперше розроблено технологію виробництва прополісу, з використанням механізації її основного процесу з максимальним нівелюванням ручної праці, підвищенні якості продукту порівняно із традиційними методами збору, поліпшенні гігієнічно-санітарних умов виробництва.

Автором вперше розроблено пристрій для виробництва прополісу із застосуванням технологічних основ проєктування, що забезпечує підвищення продуктивності очищення засобів збору та виводить технологію на новий сучасний рівень. У процесі досліджень Р. М. Двикалюком було вдосконалено процес очищення виконавчих органів для збору прополісу, здійснено їх адаптацію до застосування у промислових обсягах, із забезпечення максимальної механізації досліджуваного процесу з перспективами його автоматизації та підвищення обсягів використання продукту у галузях харчових і переробних виробництв.

Одним із важливих практичних результатів є те, що здобувачем було спроектовано, виготовлено та апробовано роботу набірних валів, які забезпечують одночасну подачу (втягування) та деформацію засобів збору прополісу. Завдяки цьому нівельовано необхідність включення додаткових механізмів у конструкцію пристрою для подачі засобів збору (сітка EVA) під час їх згинання. Спрощення конструкції пристрою без втрати функціоналу позитивно впливає на собівартість його виготовлення, обслуговування та портативність. Вали, що складаються із вкладок та розділювачів створюють підґрунтя для проєктування та виготовлення за таким ж принципом роботи автоматизованих ліній з можливістю очищення засобів збору необхідних розмірів.

За результатами виробничих випробувань, автором доведено, що розроблений пристрій дозволяє отримувати $12,72 \pm 2,26$ г прополісу з бджолоїної сім'ї в Черкаській області, $18,07 \pm 1,62$ г – Полтавській, $15,74 \pm 2,86$ г – Тернопільській, $13,81 \pm 1,96$ г – Хмельницькій, $16,95 \pm 1,30$ г – Житомирській області. Подібні результати були отримані вперше в Україні.

Двикалюк Р. М. провів комплексне дослідження щодо складу, властивостей та якості прополісу, який був отриманий з використанням нового розробленого обладнання. Доведено, високі біологічно-активні властивості отриманого продукту, на що вказує вміст флавоноїдів у межах від 14,47 до 88,64 ($\pm 1\%$). Автором також розроблено практичні рекомендації із використання нового обладнання для практиків, оцінено його ремонтпридатність.

З метою інтенсифікації процесу очищення засобів збору прополісу під час його виробництва, удосконалено конструктивні параметри обладнання, а саме: покращено енергоощадність, продуктивність (через збільшення кількості, зміну конструкції, функціонал валів), збільшено строки корисного використання пристрою (додано захисну камеру), безпечність експлуатації (додано направляючу-запобіжник). Нове обладнання може бути використане для очищення 227 сіток (20×39 см)/робочий день.

Таким чином, науково-технічно обґрунтовано процес очищення засобів збору прополісу на підґрунті оптимізації режимних та конструктивних параметрів обладнання. Запропоновано новий процесний підхід у технології виробництва прополісу. Механізація процесу очищення засобів збору дозволяє підвищити ефективність виробництва та ґрунтується на подоланні адгезії прополісу. Доведено, що на процес очищення засобів збору прополісу статистично значущо ($p \leq 0,05$) впливає маса сіток до та після очищення прополісу, час витрачений на очищення сіток, масова частка воску у прополісі. Охолодження сіток за $+5^\circ\text{C}$ протягом 60 хв є оптимальним режимом для очищення сіток.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Наукові результати дисертації пов'язані з тематикою науково-дослідних робіт факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України й використанні при виконанні теми «Наукові основи створення комплексу технологій здорових, оздоровчих та функціональних продуктів з використанням лікарських рослин та нетрадиційної сировини» (номер

державної реєстрації 0120U102377, 2020–2022 рр.), у межах якої автором розроблено нове обладнання для очищення прополісу із засобів збору. А також досліджено отриманий прополіс, як сировину для створення оздоровчих харчових продуктів.

Практичне значення та впровадження результатів дослідження

За результатами виконання дисертації розроблено технологію виробництва прополісу, з використанням нового обладнання для механізації основного її процесу з максимальним нівелюванням ручної праці, підвищенні якості продукту порівняно із традиційними методами збору, поліпшенні гігієнічно-санітарних умов виробництва.

Наукові результати підтверджено двома патентами України на корисну модель «Пристрій для збору прополісу» і «Колектор для одержання прополісу від бджолиних сімей» та патентом України на промисловий зразок «Елемент збірного вала пристрою для збору прополісу».

Результати роботи використано на промисловому рівні у виробничих умовах ТОВ «Київоблбджолопром» (м. Боярка, Київська область), яке є виробником продуктів бджільництва та обладнання для галузі; ТОВ «Апіпродукт» (м. Київ), яке є виробником оздоровчих продуктів харчування із вмістом прополісу, як біологічно цінної сировини; ФГ «Сила природи» у технологію виробництва прополісу.

Повнота викладення основних результатів в опублікованих працях

Основні наукові положення та результати дисертаційного дослідження викладено у 27 наукових працях здобувача, 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. Вимоги МОН України щодо необхідної кількості статей у наукових фахових виданнях дотримані.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

У дисертації Р. М. Двикалюка відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів містять посилання на відповідне джерело.

Дискусійні питання та зауваження

У цілому позитивно оцінюючи наукове та практичне значення одержаних результатів дисертації, слід звернути увагу на деякі окремі дискусійні положення і окремі недоліки:

1. В розділі 1 «Передумови розроблення технічного забезпечення виробництва прополісу», підрозділу 1.3 «Технології, способи відбору та обладнання з виробництва й первинної обробки прополісу», що є головним, зважаючи на об'єкт досліджень, присвячено лише 10 сторінок із 84. Бажано було б зменшити огляд інших суміжних питань, та більш детально розглянути технічну складову.

2. З результатів дослідження, не зовсім зрозуміло, чому для технології пролісу було обрано сітки «EVA». Не зрозуміло, чому надано перевагу саме цьому виробнику засобів збору?

3. У розділі 2.3 «Методи проведення досліджень» наведено методи проведення досліджень, однак, не вказано, де проводили мікроскопічні дослідження крапель прополісу, результати якого лягли в основу висновків щодо розрідження його бджолами у процесі покривання засобів збору.

4. Чим обумовлено вибір показників для фізико-хімічного аналізування? Варто було б навести показники безпеки, такі як накопичення антибіотиків, важких металів, пестицидів.

5. У підрозділі 4.2 «Виробничі випробування пристрою та одержання продукту за допомогою нового обладнання» наведено результати з шести областей, а у загальних висновках вказано, що у дослідженнях було задіяно 24 області.

6. Висновки до розділів бажано було б конкретизувати, у деяких випадках розширити (розділ 2), в інших скоротити (розділ 3).

7. Трапляються невдалі вирази та стилістичні помилки, на які автору вказано по тексту роботи.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Не викликає сумніву, що дисертація Двикалюка Романа Мар'яновича на тему: «Науково-технічне забезпечення процесу та обладнання виробництва

прополісу» є завершеним та цілісним науковим дослідженням, що відрізняється актуальністю, сучасною постановкою завдань та науковою новизною, має вагоме теоретичне та практичне значення. Зміст дисертації повністю розкриває і відповідає темі, за якою виконувалася робота, меті й поставленим завданням.

Дисертація оформлена згідно з вимогами 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.), відповідає 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.) 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 з галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 181 «Харчові технології».

**Офіційний опонент
завідувач Проблемної
науково-дослідної лабораторії
Національного університету
харчових технологій,
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник**



Андрій МАРИНІН

