

РЕЦЕНЗІЯ

доцента кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
кандидата технічних наук, доцента **МУШТРУКА Михайла Михайловича**
на дисертацію **ДВИКАЛЮКА Романа Мар'яновича** на тему:
«Науково-технічне забезпечення процесу та обладнання виробництва прополісу»,
поданої на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

Актуальність теми дослідження. Нині зростає пошук цінної харчової сировини природного походження, що може покращувати харчові продукти за декількома факторами. Прополіс – продукт рослинно-тваринного походження, що проходить декілька етапів формування від рослинної смоли до підготовленого інгредієнту харчових продуктів. На якість прополісу впливають чинники на різних етапах його формування як окремого продукту чи сировини для використання у харчових технологіях. На етапі формування рослинної смоли, як джерела прополісу, – це біорізноманіття рослин, якість ґрунтів, техногенне забруднення території, інтенсивне сільське господарство. На етапі транспортування бджолами у гніздо – забруднення атмосферного повітря. На етапі збору – застарілі методи заготівлі (ручне зшкрябування), відсутність передових технологій, непрофесіоналізм операторів ринку, порушення умов гігієни. На етапі переробки – відсутність сучасних технологій та відповідних знань, дороговартісне або відсутнє обладнання. Щонайпершими у рейтингах країнами, котрі приділяють значну увагу дослідженню і використанню прополісу, а також його постачанню на світові ринки є Бразилія, Китай, США та інші розвинені країни. Україна не є провідною країною з постачання прополісу, як сировини або продуктів харчування з його вмістом на світові ринки. Це зумовлено, насамперед, відсутністю сучасних технологій збору продукту, адаптованих та розроблених в умовах пасічних господарств помірного кліматичного поясу. Розроблення нових рішень харчовою промисловістю для створення продуктів тривалого зберігання з використанням природних консервантів є актуальною сьогодні. Ефективним вирішенням цього питання може бути поширення застосування прополісу, який має широкі протимікробні властивості. Зниження собівартості отримання харчових інгредієнтів, зокрема прополісу, завжди сприяло розширенню їх використання.

У цьому контексті обґрунтування процесу та розроблення обладнання для виробництва прополісу стають актуальним завданням. Дисертація Романа Двикалюка присвячена підвищенню ефективності процесу очищення засобів збору прополісу, автоматизації технології виробництва та зменшенню ручної праці за допомогою розроблення нового обладнання, використання 3D та фізико-математичного моделювання, а також оцінювання факторного простору моделі та встановлення критичних розмірів впливу факторів на досліджуваний процес. Отримані наукові результати створюють передумови для збільшення обсягу виробництва прополісу та його широкого використання в харчовій промисловості.

Це визначило теоретико-практичну значущість теми дослідження Романа Двикалюка, його структуру і зміст, та конструкцію науково обґрунтованих авторських рекомендацій щодо науково-технічного забезпечення процесу та обладнання виробництва прополісу.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Дисертація характеризується системним підходом до предмету дослідження. Робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Структура повністю відповідає меті та завданням

дисертаційного дослідження, дозволяє послідовно розглянути всі окреслені проблеми. Обґрунтованість положень, сформульованих у дисертації, підтверджується критичним аналізом сучасних наукових джерел, вітчизняного та міжнародного законодавства, нормативних документів з якості та безпечності продуктів харчування, нормативних документів з вимог до обладнання, що застосовується у харчовій промисловості.

У дисертаційному дослідженні, на підставі аналітичного огляду сучасних наукових літературних джерел та нормативних документів, сформульовано, доведено важливість та сучасні тенденції застосування прополісу у складі харчових продуктів, розкрито потенціал застосування прополісу як сировини для біоактивних упаковок, потенційні можливості заміни сенситивних консервантів, консервантами природнього походження; обґрунтовано доцільність розроблення та впровадження нових підходів до процесу отримання прополісу як сировини; здійснено фізико-математичне моделювання процесу очищення засобів для збору прополісу з використанням запропонованого нового обладнання; техніко-економічно обґрунтовано застосування нової технології та обладнання у процесі виробництва прополісу.

Структура дисертації дозволила автору повною мірою охопити предмет дисертаційного дослідження. Справляє позитивне враження системне використання здобувачем спеціальних закордонних літературних джерел, що свідчить про продумане й ґрунтовне опрацювання досліджуваної проблеми, а також високий рівень фахової підготовки автора та його наукову зрілість.

Вступ присвячено обґрунтуванню вибору теми дослідження; наведенню зв'язку роботи з науковими програмами, планами, темами; визначенню мети, завдань, об'єкту, предмету і методів дослідження; розкриттю положень наукової новизни та практичного значення отриманих результатів, наданню відомостей щодо їх впровадження та апробації, а також щодо кількості публікацій, у яких відображено основні положення дисертаційного дослідження.

У **першому розділі** наукового дослідження проведено аналітичний огляд сучасних наукових та першоджерел джерел за тематикою дослідження, детально розглянуто різні аспекти походження й використання прополісу, який є важливим продуктом у сфері харчових технологій. Висвітлено походження та основні рослинні джерела, що слугують для збору прополісу у різних кліматичних зонах. Аналізуючи різні джерела, надано детальний огляд технологій та методів відбору сировини, а також описано важливе обладнання, що використовується в процесі первинної обробки прополісу. Далі в розділі розглянуто склад, властивості та якість прополісу різного ботанічного походження. Досліджено вплив географічного фактору на властивості прополісу та надано аналіз його безпечності, звертаючи увагу на різні типи. Не менш важливим етапом у розділі є розгляд використання прополісу у харчових технологіях. Автор дослідження визначає різні аспекти застосування прополісу у виробництві харчових продуктів та визначає його значення у створенні функціональних й безпечних для споживача рецептур. Охарактеризовано національні та міжнародні нормативні документи, які регулюють виробництво, переробку та використання прополісу. Автор звертає увагу на важливі стандарти і вимоги, які забезпечують якість та безпеку продукції на міжнародному рівні. Такий підхід до написання гарантував системний та обґрунтований аналіз кожного аспекту теми дослідження, що робить науковий матеріал доступним та зрозумілим для читача.

Другий розділ роботи присвячено дослідженню організаційних, методичних і технологічних аспектів проведення експериментальних досліджень. Автором достатньо

повно описано умови, методи та матеріали дослідження, що дає змогу відтворити їх структурно-логічну послідовність.

У *третьому розділі* визначено оптимізацію режимних та конструктивних параметрів обладнання, що ґрунтується на дослідженні біологічних інстинктів бджіл. Здійснено детальний аналіз їхньої поведінки в контексті накопичення прополісу у гніздах та пристроях, що, в свою чергу, сприяє глибокому розумінню оптимальних умов для процесу їх очищення. Науково обґрунтовано розроблення пристрою для очищення сіток з етилвінілацетату з вивчення фізико-хімічних властивостей матеріалу і вибір методів, які забезпечать ефективне очищення. Застосовані технологічні основи проєктування у 3D конструюванні пристрою дозволяють впроваджувати інновації та забезпечувати високу точність виготовлення. Удосконалення обладнання для виробництва прополісу передбачає вдосконалення конструкційних особливостей та оптимізацію процесів виробництва. Фізико-математичне моделювання процесу очищення сіток з використанням нового обладнання дозволило передбачити його ефективність та визначити оптимальні параметри. Оцінка факторного простору та визначення рушійної сили процесу очищення є важливим етапом для розуміння взаємозв'язків між різними параметрами. Складання загального степеневого рівняння досліджуваного процесу допомогло узагальнити вплив різних факторів на результат. Складання критеріального рівняння процесу очищення та використання графоаналітичного методу для вивчення степеневих коефіцієнтів допомогло систематизувати та аналізувати отримані дані. Цей комплексний підхід забезпечує наукову обґрунтованість та ефективність впроваджених змін у процесі виробництва прополісу.

У *четвертому розділі* здійснено порівняння класичної та удосконаленої технологій виробництва прополісу, детально розглянуто ключові аспекти обох підходів. Визначено відмінності в етапах та матеріалах, використаних у кожній з технологій. Зокрема, розглянуто впровадження нових елементів у процес виробництва та їх вплив на якість кінцевого продукту. Наведено принципові схеми класичної та удосконаленої технології виробництва прополісу. На основі проведених виробничих випробувань пристрою та застосування нового обладнання, системно й обґрунтовано описано вплив цих змін на процес виробництва. Результати випробувань представлені у вигляді конкретних даних та спостережень, вказуючи на покращення ефективності та якісних характеристик одержаного продукту порівняно з прийнятим. Дослідженню органолептичні та фізико-хімічні показники нового продукту, наведено результати аналізів, які включають в себе вигляд, аромат, смак та основні хімічні характеристики. Це дозволяє об'єктивно оцінити якість та прийняття продукту на ринку. Проведені аналізи включають розрахунки витрат, оцінку рентабельності та порівняльний аналіз за попередніми показниками. Зроблено висновки щодо ефективності та економічної доцільності впровадження нової технології у виробництво.

У *висновках* резюмовано результати аналізу та вивчення сучасних наукових джерел, сформульовано та доведено основні вдосконалення процесу очищення засобів збору прополісу; наведено науково-технічне обґрунтування розробленого нового обладнання, що спрямовано на збільшення обсягів виробництва прополісу та використання у харчовій промисловості. Досліджено передумови розроблення технічного забезпечення виробництва прополісу, враховуючи технологію, процеси та взаємозв'язки між обсягами збору сировини та біологічними особливостями медоносних бджіл. Результатом є ефективне обладнання, базоване на використанні еластичних засобів збору, підвищуючи продуктивність та забезпечуючи відповідність міжнародним стандартам безпеки та якості. Розроблені технічні інновації сприятимуть інтенсифікації процесу виробництва прополісу та підвищенню його якості.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендації щодо їх можливого використання. Наукова новизна полягає у вперше обґрунтованому технологічному процесі виробництва прополісу, що ґрунтується на фізико-математичному моделюванні процесу очищення, результатів 3D-моделювання виконавчих елементів, впливу біологічних чинників та проєктуванні параметрів якості готового продукту. Автором було 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.

Отримані результати мають **практичне значення** у виробництві прополісу. Вперше була розроблена технологія, яка ґрунтується на механізації основних процесів виробництва прополісу з мінімізацією ручної праці, підвищенням якості продукту порівняно з традиційними методами збору та поліпшенням гігієнічно-санітарних умов виробництва. Розроблений пристрій для виробництва прополісу, із застосуванням технологічних основ проєктування, забезпечує підвищення продуктивності очищення засобів збору. Автором було вдосконалено процес очищення виконавчих органів пристрою 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.

Описані науково-практичні здобутки були успішно впроваджені на промисловому рівні у виробничих умовах ТОВ «Апіпродукт» (м. Київ), ТОВ «Київоблбджолопром» (м. Боярка, Київська область) та ФГ «Сила природи» (с. Гуньки, Полтавська область), що підтверджує практичне застосування результатів дисертації.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації. Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено у 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.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково-обґрунтованими висновками та рекомендаціями, які винесено Романом Двикалюком для публічного захисту. 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.

Питання для дискусійного обговорення та недоліки дисертації щодо її змісту та оформлення:

1. Розділ 1, на нашу думку, є досить об'ємним та займає 84 сторінки друкованого тексту, можна було б скоротити. Зокрема пункт, що стосується аналізу нормативної документації, який не має продовження наукової думки у результатах дослідження.

2. У підрозділі 3.1 автор значну увагу приділяє колекторам, як засобам збору прополісу, однак подальше дослідження і розроблене обладнання стосується лише еластичних сіток. З чим це пов'язано?

3. Частина табличного матеріалу з розділу 4 варто було перенести у додатки.

4. Відсутнє бачення автора щодо подальших удосконалень обладнання для його виробництва у промислових обсягах. Зокрема, що стосується конструктивних особливостей приводів валів пристрою?

5. Описуючи удосконалену технологію одержання прополісу, варто було б навести апаратно-технологічну схему виробництва та виділити окремо використання нових технологічних операцій, зокрема використання нового обладнання для очищення пропонованих засобів збору.

6. По тексту наявні стилістичні помилки, на які вказано автору.

Проте, викладені зауваження переважно мають дискусійний характер і суттєво не впливають на позитивну оцінку наукових положень дисертації. Вони викликані інтересом до цього дослідження, новизною та актуальністю окреслених у дисертації питань, і свідчать про творчий характер роботи та спроби вирішення теоретично складних і практично важливих проблем, що мають суттєве значення для харчової та переробної галузей України.

Загальний висновок. Усесторонній аналіз роботи свідчить про самостійність і цілісність проведеного дослідження, його актуальність і науковий рівень, теоретичне й практичне значення. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в роботі, достатньо повно викладено в опублікованих здобувачем наукових публікаціях.

Дисертація на тему: «Науково-технічне забезпечення процесу та обладнання виробництва прополісу» відповідає 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 Роман Двикалюк заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 181 «Харчові технології».

Рецензент

**Доцент кафедри процесів і обладнання
переробки продукції АПК**

**Національного університету біоресурсів
і природокористування України,
кандидат технічних наук, доцент**



Михайло МУШТРУК

