

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

на дисертаційну роботу **ДУБОВОЇ ГАЛИНИ ЄВГЕНІЇВНИ**

**«Біотехнологічні основи регулювання дії попередників аромату харчової сировини»**, поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія

Відгук складено на основі аналізу дисертаційної роботи, опублікованих результатів наукових досліджень, а також матеріалів, які підтверджують впровадження результатів роботи.

### **1. Актуальність обраної теми дисертації**

Природа подарувала людині не тільки гаму звуків, палітру кольорів, а і чудовий світ ароматів, вишуканих і неповторних, чим збагатила їй відчуття світу і щастя.

Дисертацію присвячено теоретичному та експериментальному обґрунтуванню наукових основ якісно нових технологій ароматизації харчової продукції.

Є багато різних підходів до створення нових технологій ароматизації харчової продукції і жоден з них не має монополії на остаточне рішення. Будь-яке успішне вирішення базується на логічному ланцюжку досліджень з фундаментальними засадами, науковим підходом, практичною перевіркою і оптимізацією.

Робота, безумовно, актуальна і має практичне значення.

Сьогодні, прикметник «стратегічний» активно вживають не тільки у військовій термінології, а й в економіці, життєдіяльності сучасної людини.

Визначальна стратегія сучасної харчової промисловості – продукти та напої здорового харчування. Проте, зниження вмісту жиру, солі та цукру, збільшення вмісту харчових волокон відчутно змінює смак та аромат продукту. А саме ці характеристики цінують споживачі. Приємний смак і аромат продукту підвищують його біологічну цінність, посилюють діяльність органів травлення, покращують настрій і працездатність.

Сьогодні в усьому світі галузь виробництва ароматизаторів виступає лідером забезпечення населення якісною ароматизованою продукцією. Її використання відбувається практично в усіх галузях харчової промисловості.

При цьому приблизно 24 % джерел ароматичних речовин мають натуральне походження. Все інше – штучні харчові ароматизатори, синтезовані в лабораторії як імітатори природних ароматичних речовин.

Разом з цим, на відміну від штучних, натуральні ароматизатори забезпечують не лише смако-ароматичні властивості, вони надають продукції функціональні переваги. Наприклад, ефірні олії та екстракти фруктів, трав і спецій містять антиоксиданти, антимікробні речовини та біологічно активні сполуки, що можуть сприяти загальному зміцненню здоров'я.

В світі ведуться розробки нових методів видобутку та використання

ароматичних сполук із природної сировини, зокрема: біотехнологічні методи (ферментація мікроорганізмами); суперкритична флюїдна екстракція; ензиматичне модифікування ефірних олій. Результати таких розробок відкривають нові можливості для харчової, косметичної та фармацевтичної промисловостей, відповідаючи на запити сучасних споживачів щодо харчової цінності, якості та безпеки продукції.

В дисертації, опираючись на отримані результати системних досліджень, наданий розвиток науково практичному напрямку – технології харчової продукції, ароматизованої шляхом ферментативного формування аромату.

Утворення летких компонентів у харчових продуктах значною мірою залежить від хімічного складу і способу обробки. При цьому, генерація ароматичних речовин значною мірою пов'язана з взаємодією між продуктами реакції Майяра при швидкій високотемпературній обробці та продуктами деградації ліпідів, особливо при повільному варінні. Бажаний присмак створюється контрольованим механізмом ферментативних реакцій. Розвиток стороннього присмаку також можна контролювати.

Виконана дисертаційна робота щодо теоретичного та експериментального обґрунтування наукових основ інноваційних технологій ароматизації харчової продукції представлена Г.Є.Дубовою актуальна і своєчасна

Науковець Галина Євгенівна ДУБОВА знайшла свою нішу у світовому науковому просторі, запропонувавши власні наукові підходи до недостатньо висвітленої в науковому середовищі проблематики, щодо ефективних умов взаємодії між рослинними ферментами та попередниками аромату ліпідної природи, умов активації і гальмування ароматотвірних реакцій в рослинній сировині. Перспективними та конкурентноспроможними є розроблені технології отримання ароматизованих продуктів та гідролатів.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційну роботу виконано у рамках бюджетних науково-дослідних тем 0110U007146 «Дослідження властивостей рідких натуральних ароматичних речовин, отриманих мікрохвильовим вакуумним сушінням», 0110U007145 «Технології отримання натуральних харчових компонентів із заданими властивостями та перспективи їх використання», 0114U005410 «Технологічні інновації як фактор розвитку нанотехнологій: практичні, економічні і маркетингові дослідження») – кафедр Полтавського університету економіки і торгівлі та Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» «Розроблення методів підвищення біологічної активності харчових продуктів для спеціальних медичних цілей» (Державний реєстраційний № 0122U200933).

## **3. Огляд змісту роботи**

Основний зміст роботи викладено на 485 сторінках тексту. Дисертація містить анотацію (українською й англійською мовами), зміст, вступ, огляд літератури, три розділи, висновки, список використаних джерел, додатки (нормативні документи, протоколи випробувань, акти впровадження). Робота

включає 86 таблиць і 120 рисунків. Список використаної літератури налічує 548 джерел, з яких більшість – праці зарубіжних авторів. Додатки складаються з 34 документів, більшість з яких підтверджує практичні впровадження.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, наведено наукову концепцію дисертаційної роботи, мету, завдання, предмет і об'єкт дослідження, сформовано наукову новизну, наукові положення і практичну цінність отриманих результатів. Вказано особистий внесок здобувача і наведено дані про впровадження і апробацію результатів дослідження.

**У розділі 1** зібрано, узагальнено та проаналізовано наукові розробки вітчизняних і зарубіжних авторів щодо виробництва та споживання ароматизаторів у харчовій промисловості. Узагальнено вплив попередників аромату на утворення ароматичних речовин та механізми їх біосинтезу. Проаналізовано біосинтез і локалізацію ферментів, що беруть участь у формуванні ароматичних сполук у рослинній сировині. Визначено роль окиснювальних процесів у формуванні аромату фруктів і овочів.

Зроблено висновок про обмеженість розробок в світі по використанню попередників аромату, а також технологій продуктів на основі реакцій з ними. Це підтверджує актуальність досліджень в даному напрямку. Узагальнені результати стали основою для формулювання завдань дисертаційної роботи.

**У розділі 2** наведено характеристику матеріалів та методів досліджень. Наведено опис установок використаних в дисертаційній роботі, зазначено умови газохроматографічного аналізу ароматичних сполук, стандартні уніфіковані й оригінальні методики фізико-хімічних методів дослідження.

**У розділі 3** викладено цілеспрямовані дослідження та їх результати щодо перетворення ароматичних сполук в процесах зневоднення рослинної сировини та грибів гливи. Зниження вмісту летких компонентів в сировині дає можливість подальшого новоутворення ароматів при обробці рослинної сировини у вакуумі.

Отримані порівняльні данні про ароматичний профіль дослідної рослинної сировини після варіння, заморожування. Опрацьовані результати досліджень участі рослинних ферментів в утворенні аромату.

Сформовані переваги впливу МВ енергії на попередники аромату порівняно з конвективним нагріванням завдяки ущільненню клітин рослинної сировини, селективного нагрівання ліпідних компонентів сировини. Встановлена відмінність у сприйнятті та ідентифікації продуктів із рідкими ароматизаторами.

Доведено можливість відновлення втраченого аромату у плодовій м'якоті тонкоподрібненої дослідної сировини з активним комплексом ферментів, що забезпечує збагачення органолептичного профілю термооброблених плодових пюреподібних продуктів.

Встановлено, що екстрактивні речовини імбиру, хрону, гірчиці, зеленого та чорного чаю є інгібіторами рослинних ароматотвірних ферментів цибулі.

**В розділі 4** обґрунтовано біотехнологію використання попередників аромату в галузі харчових технологій, а саме представлено результати дослідження специфічних умов формування аромату з попередників,

взаємозв'язок між фізичним впливом та зміною властивостей попередників аромату ліпідної природи, вплив опромінення макроміцетів на зміни жирнокислотного складу та ароматичних компонентів.

Дисертанткою на основі аналізу складу ліпідів дослідної сировини, доведено доцільність застосування ферментів задля відновлення аромату. Показано, що механоактивація збільшує площу поверхні контакту ферментів з попередниками аромату та прискорює ароматотвірні реакції. У розділі представлено узагальнену блок-схему факторів керованого впливу на процеси утворення аромату. Авторка показує, що зміни вмісту ароматичних речовин в макроміцетах корелюють зі змінами жирнокислотного складу.

*У розділі 5* основна увага сконцентрована на практичній реалізації біотехнології ароматизації харчових продуктів. Показано, що розроблену принципову схему відновлення втраченого аромату плодового пюре після термообробки доцільно використовувати при виготовленні пюреподібних продуктів з гарбуза, дині. Надано практичні рекомендації з використання пророслих зерен пшениці, а саме вказано, що після 11 діб пророщування паростки пшениці за структурою придатні для виготовлення ароматизованих емульсій. Наведені результати дослідження процесу ферментації листя дерев та ягід, модифікації аромату молочної сироватки, технології приготування відварених субпродуктів, фруктових супів.

Дисертанткою запропоновано використання бадилля буряку, листя перцю, горіха, пряно-ароматичних трав в сумішах з сіллю, також запропоновано технології ароматизованих продуктів з сирі цибулі та картоплі.

**Висновки дисертаційної роботи** є аргументованими, підсумовують й узагальнюють отримані автором результати.

#### **4. Наукова новизна одержаних результатів**

У дисертаційній роботі на основі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано й доведено наукову концепцію за якою ароматизація харчової сировини може здійснюватись регульованими біотехнологічними процесами між попередниками аромату та рослинними ферментами. Використання в харчових технологіях додаткових процесів ароматоутворення дозволяє сформувати новий науково-практичний напрям отримання ароматичних гідролатів й ароматизовану харчову продукцію.

Дисертантка запропонувала ефективні умови взаємодії між рослинними ферментами та попередниками аромату ліпідної природи, розробила умови активації і гальмування ароматотвірних реакцій в рослинній сировині.

Запропоновано підхід до альтернативних способів ароматизації шляхом відтворення природних реакцій в термічно обробленій сировині. Запропоновано способи підвищення вмісту ароматичних компонентів в макроміцетах, а також показані гальмуючі фактори реакцій ароматоутворення в них (використання наночастинок заліза, срібла, магнію та опромінення LED). Обґрунтовано параметри обробки рослинної сировини у мікрохвильових вакуумних сушарках, вилучення рослинних ферментів сольовим розчином, періоду збору листя вишні та липи.

## **5. Практичне значення отриманих результатів**

Дисертанткою визначено умови альтернативних способів ароматизації, які полягають у використанні рослинних ферментів, осаджених сольовим розчином, гомогенатів рослинної сировини, обробляння у вакуумі, опроміненні макроміцетів. Розроблено технологічні підходи до покращення органолептичного профілю напоїв на основі сирової картоплі, виробів з цибулі. Удосконалено технологічні параметри виготовлення пюреподібних виробів з гарбузів та дині, обґрунтовано вибір періоду збору листя вишні та липи задля наближення їх аромату до плодів і цвіту.

Дисертанткою запропоновано методику визначення карбонільних сполук, які є складовими ароматів, рецептури ферментованих продуктів. Розроблено та затверджено технічні умови «Продукти функціональні харчові на основі рослинної та грибною сировини» ТУ У 10.8-02070921-001:2023, проекти технічних умов: «Натуральні ароматизатори» ТУ У 15.3-01597997-001:2010; «Наповнювачі ароматизовані» ТУ У 10.2-01597997-001:2013, технологічна інструкція на виробництво наповнювачів ароматизованих; «Желе з ароматичною композицією» ТУ У 10.2-01597997-002-2014, технологічна інструкція на виробництво желе з ароматичною композицією; «Ароматизатори FTNF, WONF» ТУ У 10.2-01597997-003:2014; «Ароматизатори на основі концентрату жирних кислот рослинних олій «БІОІЛ» ТУ У 10.2-01597997-001:2016 та проект ТУ на виготовлення фруктових супів.

Практичне значення роботи підтверджено актами впровадженнь з виробничих підприємств України та закладів харчування. Матеріали дисертаційної роботи використовувались у викладенні дисциплін «Інноваційні технології в курортній справі», «Барна справа» і «Сервісна діяльність» у Полтавському університеті економіки і торгівлі.

## **6. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, логічно обґрунтовані, ґрунтуються на результатах системних досліджень і розкривають вирішення поставлених задач.

Достовірність отриманих результатів забезпечена використанням значної кількості сучасних методів досліджень і засобів вимірювання, а також математичних методів обробки експериментальних даних. Слід також відзначити системність, логічність, комплексність одержаних даних і великий об'єм досліджень.

Обґрунтованість висновків і рекомендацій підтверджено актами виробничих випробувань, апробацією на науково-практичних конференціях, затвердженням нормативної документації на розроблені вироби та впровадженням у навчальний процес.

Отже, вважаю, що викладені у дисертації наукові положення, їх новизна, висновки та рекомендації сформовані авторкою вірно та є науково обґрунтованими.

## **7. Ідентичність змісту реферату та дисертації**

Зміст реферату повною мірою відображає основні положення дисертації, новизну та практичне значення проведених досліджень. У рефераті представлено результати, які отримано вперше, удосконалені результати та результати, які є підсумком критичного переосмислення попередніх досліджень українських та іноземних вчених.

## **8. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.**

Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково обґрунтованими висновками та рекомендаціями, які виставлені авторкою 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. Таким чином, у дисертаційному дослідженні Г.Є.Дубовій відсутні порушення академічної доброчесності.

## **9. Повнота викладу основних результатів дисертації у наукових фахових виданнях.**

Результати дисертаційної роботи висвітлені у 76 працях, серед яких: монографія одноосібна, 27 статей у фахових наукових виданнях України, 5 статей у закордонних виданнях, 8 статей у інших наукових виданнях, 9 патентів України на корисні моделі та один патент на винахід, 25 матеріалів конференцій.

Наведені дані свідчать про відповідність дисертації Дубової Г.Є. чинним вимогам за ознакою «повнота опублікованих результатів».

Дисертаційна робота є підсумком системних, цілеспрямованих науково-практичних досліджень автора. Основні результати доповідалися на українських, міжнародних науково-практичних конференціях і семінарах в Україні та закордоном.

Матеріали, викладені у докторській дисертації, можуть бути використані для впровадження у виробництво технологій альтернативної ароматизації вітчизняної харчової продукції, зокрема органічної та дієтично-профілактичної.

Результати досліджень використовуються в навчальному процесі та при виконанні курсових і магістерських робіт.

## **11. Зауваження по дисертації**

1. В окремих підрозділах надано забагато роз'яснювальної інформації, зокрема: с.127 (пояснення метасистемного підходу), с.165-166 (преамбула до 3 розділу), с. 257 (дотичність до нанотехнологій). Зустрічаються повторення, зокрема щодо «відновлення аромату в рослинній сировині після теплової обробки здійснено за рахунок реакцій попередників та комплексу ферментів» (с.358).

2. Перший розділ можна було б скоротити, зокрема підрозділ 1.1 «Дослідження зв'язку між сприйняттям аромату, фізіологією та поведінкою

людини», оскільки ця інформація не відноситься до задач, окреслених в роботі (с.42-53). Анотація також завелика і мала б бути більш стислою.

3. Не зрозуміло чому для досліджень обрані макроміцети *Hericium erinaceus*, *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum*, які є також їстівними грибами, а для засолювання обрані гриби гливи (с.178) ? До того ж гриби гливи не відображені у 2 розділі (с.130) за їх походженням (фермерські господарства чи Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України).

4. Процеси сатурації не досліджені, тому не варто було їх зазначати у назві підрозділу 3.1.2 (с.180).

5. У розділі 3 та розділі 5 описаний метод висолювання ферментів, але не зазначено як будуть впливати вилучені ферментні препарати на загальний смак і рецептурну кількість кухонної солі. Якщо розроблені технології пропонуються для продуктів зі зниженою кількістю солі, чи коректним буде використання таких екстрактів ферментів?

6. Дослідження дистилятів плодів огірка та дині при конвективній перегонці (с.402-406) варто було представити в четвертому розділі, оскільки результати практичних аспектів цих досліджень зосереджені в п'ятому розділі .

7. У розділі 5 на с.374-376 описані результати ароматизації м'ясо-бульйонної суміші, а також на с. 436 наведені результати термічної обробки субпродуктів з гарбузом. Варто було об'єднати ці результати в одному підрозділі.

8. На с.431 згадано, що ядра соняшника можуть бути джерелом ферментів, але не зазначено щодо умов їх попередньої підготовки (обсмажені чи сирі, якщо обсмажені, то ферменти інактивовані) та яка саме ферментативна активність їм притаманна?

9. Питання стосується даних, що представлені на рисунку 5.19. (стор. 397): за схемою не зрозуміло як буде відбуватися видалення конденсату з накопичувача.

10. З інформації розділу 5 не зовсім зрозуміло чому саме потрібна ароматизація продуктів вітаміном D (табл. 5.34, с.459).

11. У дисертації наведено дві технологічні схеми розроблених автором (рис.5.31, 5.32). При цьому в роботі наведено значну кількість інших функціональних та принципівих схем (рис.5.1, рис.5.6-5.8, рис.5.11-5.13, рис.5.15, рис.5.17, рис.5.18, рис.5.27, рис.5.30). Варто було б показати більше власноруч розроблених технологічних схем.

#### **Зауваження щодо оформлення роботи:**

- зустрічаються визначення «конденсат» (с.169, с.171, с.227, с.228, с.243) «дистилят» (с.151-154, с. 401-415, с.455-456), «гідролат» (с.358-359, с.409-411, с.459), хоча мова йде про один продукт конденсації водяних парів (с.59, с.358).

- дисертація містять невиправлені механічні, морфологічні й стилістичні помилки та низку невдалих виразів (наприклад, «Щоб зберегти природну ноту, ароматичні сполуки можуть бути введені під час або в кінці процесу приготування. Це дуже важливо для продуктів, що містять ліпіди» с.93; «Підтверджувальним фактом є значення маалондіальдегіду – вихід

маалондіальдегіду в ході окиснення ліпідів» с.261); не коректна назва «ефіри» (с. 206, с.354, с. 401-403).

- робота містить забагато скорочень, які до того ж дублюються українськими та англійським літерами, а деякі відсутні у списку скорочень («OFC» на с.201).

Слід відмітити, що наведенні запитання та зауваження не стосуються наукової новизни роботи і не впливають на її позитивну оцінку.

## 12. Висновок по дисертації.

Представлена до захисту дисертація Дубової Галини Євгеніївни «Біотехнологічні основи регулювання дії попередників аромату харчової сировини». представляє собою завершене наукове дослідження, виконане автором самостійно, на актуальну тему. Робота містить нові рішення важливої наукової задачі, В результаті її виконання одержано нові науково обґрунтовані й практично значимі результати, що можуть бути використані для впровадження і подальшого розвитку біотехнологічних підходів ароматизації у важливих для України сферах харчової промисловості.

Актуальність науково-технологічної тематики, належний методичний рівень проведених експериментів, наукова новизна й практичне значення результатів, обґрунтованість основних положень і висновків, якість оформлення свідчать, що робота Дубової Г.Є. «Біотехнологічні основи регулювання дії попередників аромату харчової сировини» цілком узгоджується із чинними вимогами до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук.

Отже, вважаю, що представлена дисертаційна робота відповідає вимогам п. 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року, а її автор – Дубова Галина Євгеніївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія.

4.03.2025

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри технології ресторанної  
і аюрведичної продукції Національного  
університету харчових технологій

Наталія ФРОЛОВА



Підп. Наталії Фролової  
завіряю  
Вчений секретар  
С. А. Мельник