

ВІДГУК

на дисертаційну роботу

Стаशिшина Юрія Арсеновича, аспіранта кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного університету «Львівська політехніка», за темою «Ідентифікація харчових продуктів за параметрами адмітансу», яка подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

1. Актуальність теми дисертації.

Контроль якості продукції в харчовій промисловості є завжди актуальним, тому як харчові продукти є основою життя людини. Сучасний ринок насичений великою кількістю продуктів різних виробників, серед яких часто трапляються підробки, виготовлені з неякісних складників і з порушенням норм.

У зв'язку з цим важливого значення набуває ідентифікація харчової продукції - процес, що дозволяє відрізнити оригінали від фальсифікатів, а високоякісні продукти - від низькосортних. Ідентифікація дозволяє відрізнити якісну продукцію від неякісної, низькосортну продукцію від продукції високого гатунку, оригінал від підробки. Ідентифікація може стосуватися як усього продукту, так і його окремих компонентів.

Існує велика кількість методів ідентифікації - біологічні, хімічні, фізико-хімічні, електричні, постійно ведуться пошуки ефективніших, дешевших і більш швидкодіючих рішень. В теперішній час проводяться дослідження у напрямку створення нових методів, з меншою собівартістю, меншою руйнацією досліджуваних продуктів, швидшим і точнішим процесом ідентифікації.

Одним із перспективних підходів до ідентифікації харчових продуктів є метод, що базується на вимірюванні електричних характеристик (адмітансу) продуктів, та подальшому порівнянні отриманих значень з встановленими нормами. Цей метод є універсальним, він підходить для продуктів у різних агрегатних станах, в залежності від типу електродів. Його вже застосовують для дослідження змін у складі м'яса через активність мікроорганізмів, оцінювання жорсткості води, якості меду, вологості горіхів і фруктів, та інших досліджень. Такий підхід має значний потенціал для використання у агропромисловому комплексі та харчовій промисловості.

На мою думку, у дисертації вирішено актуальне науково-прикладне завдання - створено методичне та інструментальне забезпечення для оперативної ідентифікації харчової продукції, що дозволило розробити методики та засоби ідентифікації заданих рівнів якості та виявлення фальсифікованої харчової продукції, які можуть бути також орієнтовані на масового споживача.

2. Зміст дисертаційної роботи

Дисертаційна робота підготована українською мовою, за структурою відповідає встановленим вимогам, містить анотацію, вступ, чотири розділи, висновки, список використаної літератури, додатки. У роботі обґрунтовано тему дисертаційного дослідження, наведено інформацію про перелік наукових

публікацій автора за темою дисертації, актуальність, об'єкт дослідження, методи дослідження, наукову новизну, персональний внесок автора, апробацію та впровадження результатів досліджень, зв'язок дисертаційної роботи з планами, темами, науковими програмами.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрито сутність і стан науково-технічного завдання, що досліджується, наведено обґрунтування доцільності проведення досліджень, визначено актуальність теми дослідження, сформульовані мета і завдання роботи, наведено методи дослідження, визначена наукова новизна і практичне значення одержаних результатів та зазначено особистий внесок здобувача, наведено результати апробації роботи та публікації її результатів у наукових виданнях.

У **першому розділі** представлено результати аналітичного огляду нормативно-технічної документації щодо безпечності та якості харчових продуктів. Проаналізовано фізико-хімічні методи, які є найпоширенішими, і застосовуються для визначення у продуктах кількісного вмісту поживних компонентів, мінеральних речовин та токсичних домішок. Наведено недоліки хімічних методів, зокрема їх високу собівартість аналізу через руйнування структури досліджуваних об'єктів. Також розглянуто біологічні методи, які ґрунтуються на виявленні шкідливих живих організмів в продуктах харчування. Зазначено, що вибір методу залежить від необхідної швидкості випробувань, детальності їх результатів, виду харчового продукту, терміну проведення та вартості.

У **другому розділі** розглянуто ідентифікацію харчової продукції за її електричними параметрами, зокрема з використанням імітансного методу контролю якості. Як інформативні параметри ідентифікації використано активну та реактивну складові адмітансу контрольованого продукту. Для здійснення ідентифікації харчової продукції використано диференційний метод оцінювання якості. У відповідності до цього методу, порівнюються значення складових адмітансу з відповідними значеннями електричного стандартного зразка такої ж продукції на окремих частотах заданого частотного діапазону. Запропоновано концепцію ідентифікації харчової продукції за параметрами адмітансу як різного виду продукції, так і одного виду, але різного рівня якості. Описано алгоритм формування електричного стандартного зразка відповідно до контрольованого продукту, який подається також абсолютними значеннями активної та реактивної складової адмітансу на окремих частотах. При цьому вимірювання як інформативних параметрів, так і параметрів зразка, повинні проводитися з використанням перетворювачів з однаковим параметрами електродів (форма електродів, їхня площа, міжелектродна відстань). Наведено варіант ідентифікації харчового продукту за активною провідністю та діелектричною проникністю, які визначаються за результатами одночасних вимірювань активної та реактивної складових адмітансу харчового продукту.

У **третьому розділі** розглянуто питання виявлення ідентифікаційних ознак харчових продуктів з різними значеннями електропровідності та діелектричної проникності. Для цього проаналізовано результати експериментальних досліджень активної та реактивної складових адмітансу низькоомних та високоомних об'єктів дослідження в частотному діапазоні тестового синусоїдного сигналу. За аналізом результатів експериментальних досліджень

виявлені ідентифікаційні ознаки амплітудно-частотних характеристик складових адмітансу окремих видів харчової продукції. Також наводяться результати аналізу удосконаленої математичної моделі за електричною схемою заміщення імітансного перетворювача з різною площею електродів. Аналіз математичної моделі показав, що реактивна складова адмітансу визначається сумою складових, які по-різному залежать від частоти, а саме, якщо перша із зростанням частоти зростає лінійно, то інша зростає нелінійно із зростанням частоти. На основі зазначеного доводиться, що результати експериментальних досліджень та математична модель реактивної складової є адекватними.

У четвертому розділі запропоновано узагальнений спосіб ідентифікації фальсифікації харчової продукції, який ґрунтується на порівнянні абсолютних значень реактивної складової контрольованого продукту зі значеннями такої ж складової апріорно оригінального продукту (стандартного зразка) на обраних частотах заданого діапазону. Наводяться способи ідентифікації на прикладі фальсифікованої горілки двома видами фальсифікації, зокрема заміною її водно-спиртовим розчином та підміною марки, та структурні схеми засобів реалізації таких способів. Також розглянуто способи ідентифікації продукції, яка містить добавки, використовуючи при цьому як ідентифікаційну ознаку наявність екстремального значення для продукції з добавкою, і відсутність його у продукції без добавки в певному частотному діапазоні. Окрім цього пропонується спосіб ідентифікації соняшникової олії, яка піддавалася термічній обробці або не оброблялася. Для цього використовують результати порівняння значень активних або реактивних складових зразків (контрольованого та стандартного) на відповідних частотах. Зазначені способи ідентифікації забезпечують оперативність проведення такої процедури і можуть бути реалізовані як з використанням серійних засобів вимірювання складових адмітансу, так і спеціалізованими засобами з автономним живленням.

У загальному висновку сформульовано основні результати дисертаційної роботи.

Список використаних джерел охоплює сучасні публікації вітчизняних та іноземних авторів за тематикою дисертації.

У додатках наведено акт впровадження результатів дисертаційної роботи.

3. Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи

1. В дисертаційній роботі не проведено аналіз невизначеності вимірювання параметрів продуктів, за якими здійснюється їх подальша ідентифікація.

2. В дисертаційній роботі не проведено оцінку достовірності ідентифікації продуктів.

3. В дисертаційній роботі не в повному обсязі проведена оцінка впливу нелінійності електричного поля на краях електродів на результат вимірювання адмітансу.

4. Недоліком дисертаційної роботи є відсутність експериментальних зразків запропонованих засобів вимірювання, за допомогою яких визначаються факти фальсифікації продукції.

5. На мою думку, в додатках треба було би навести результати експериментальних досліджень та фрагменти лістингу програмного коду для обробки отриманих результатів.

4. Висновок.

Представлена дисертація Стасишина Юрія Арсеновича «Ідентифікація харчових продуктів за параметрами адмітансу» є завершеною науковою роботою, яка містить обґрунтовані наукові результати. Отримані наукові положення і практичні результати є значущими для галузі метрології та інформаційно-виміральної техніки. Тема, зміст дисертації та отримані наукові результати відповідають предметній області спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка.

Таким чином, враховуючи актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх наукову новизну та практичну цінність, відповідність предметній області спеціальності, повноту викладу у наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішень разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор Стасишин Юрій Арсенович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка.

Опонент,
д.т.н., професор

Павло КУЛАКОВ

Підпис *Павло Кулаков*

ЗАСВІДЧУЮ
Начальник відділу кадрів Уманського
національного університету

Олександр Стасишин

20 04 20 25 р.

