

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Мідика Ігора-Михайла Володимировича «Удосконалення методів та розроблення віртуального засобу оцінювання якості продукції овочівництва»**, яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

### Актуальність теми.

У чинних в Україні нормативних документах зазначено якісні показники стосовно овочів. В основному, це показники, які описують зовнішній вигляд, розмір овочів, маркування упаковки та гранично допустимі норми забруднювачів.

Овочі є джерелом поживних речовин, зокрема, вуглеводів, клітковини, білків, органічних кислот, а також вітамінів, корисних мінералів. Завдяки цим речовинам та їх сполукам овочі мають антиоксидантні, антибактеріальні, протигрибкові, антивірусні та протиракові властивості. Проте, овочі можуть містити токсини, нітрати та інші шкідливі елементи, які, залежно від їх вмісту, є небезпечними для здоров'я людини, погіршують смакові якості та харчову цінність. Отож, важливо ідентифікувати та кількісно оцінити наявні в овочах корисні та шкідливі елементи.

Для оцінювання показників якості овочів необхідні спеціалізовані експрес-методи їх оцінювання, а також відповідні засоби для дослідження показників якості продукції овочівництва характеристики яких мають відповідати міжнародним та європейським стандартам. При цьому необхідно мати комплексний підхід до оцінювання показників якості продукції овочівництва, який враховуватиме також і безпечність та корисність продукції для споживача. Відсутність комплексних показників якості овочів, що відображають різнопрофільні потреби споживачів, потреба у оцінюванні показників якості продукції для задоволення вимог зацікавлених сторін у безпечності овочевої продукції, оптимізації її якості, встановлення економічно обґрунтованих цін є актуальною науковою задачею даної дисертації.

### Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Тема дисертації відповідає науковому напряму кафедри «Інформаційно-вимірвальні технології» Національного університету «Львівська політехніка»: Розвиток теоретичних і методичних засад нормування характеристик якості продукції і послуг та створення метрологічного забезпечення для їх вимірювання та контролю при сертифікації і підтвердженні відповідності. Дисертація виконана в межах науково-дослідної роботи ДБ Медтест «Основи технології та засоби моніторингу, профілактики і реабілітації органів кровообігу людини, зумовлених віковими і травматичними змінами» (№ 0120U102205, з 01.04.2020 р. по 31.12.2020 р.)

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає у розробці математичної багатокритеріальної моделі оцінки якості на основі функції залежності комплексного показника якості від значень окремих характеристик, теорії нечітких множин, імітансного методу та віртуального засобу вимірювання на основі апаратно-програмної платформи LabVIEW, які дозволяють систематизувати та оптимізувати показники якості продукції овочівництва.

У процесі розв'язання науково-технічної задачі отримано наступні наукові результати:

1. Вперше побудовано математичну багатокритеріальну модель оцінки якості на основі цільової функції, як функції залежності комплексного показника якості від значень окремих характеристик, що дало змогу систематизувати показники якості продукції овочівництва та вирішити задачу комплексного оцінювання рівня якості продукції овочівництва.

2. На основі використання теорії нечітких множин, завдяки використанню підходу Беллмана-Заде, розглянуто задачу оптимізації внесення підживлення до овочів із нечітко визначеними обмеженнями, яку зведено до задачі класичного лінійного програмування з подальшим розв'язком системи нерівностей.

3. Вперше на основі результатів досліджень, пов'язаних з визначенням вмісту шкідливих домішок в овочевих соках, запропоновано функцію якості, що описує відповідність отриманих показників якості вимогам міжнародних стандартів. Це дає змогу, за необхідності, коректувати інтенсивність підживлення овочів і, таким чином, на місці коректувати виробничі параметри.

4. Вперше отримано обернено-пропорційну залежність активної та реактивної складових провідності, що свідчить про незмінний модуль комплексної провідності, притаманний морквяним сокам без добавок. За наявності домішок важких металів у них посилюється чутливість методу імітансу на низьких частотах.

5. Розвинуто імітансний метод оцінювання показників якості овочевого соку за вмістом домішок важких металів на основі якого запропоновано віртуальний засіб, який реалізовано на платформі LabVIEW, що дає змогу проводити оперативні дослідження вирощуваної овочевої продукції in-situ на змінному струмі. Віртуальний прилад включає програму тестового сигналу та програми опрацювання оригіналів напруги та струму об'єкту дослідження для обчислення імітансу.

**Практична цінність одержаних результатів** полягає у вдосконаленні метрологічного забезпечення моніторингу електричних характеристик об'єктів неелектричної природи, зокрема для проведення експрес-методу контролю якості та безпечності продукції овочівництва. Крім того, впровадження методу нечітких множин дає змогу, на основі контролю якості овочів (на прикладі моркви) та соків із них, оперативно корегувати програму внесення підживлень при вирощуванні сільськогосподарської продукції.

Результати досліджень можуть бути використані при експрес-аналізі соку на вміст важких металів за електричними параметрами у виробничих умовах. Споживче товариство підприємство «Антоній» Бібрського сільського

споживчого товариства (м. Бібрка) використали результати при контролі якості овочів, які стосувалися оцінювання концентрації важких металів за електричними параметрами у виробничих умовах.

Результати роботи використовуються у навчальному процесі кафедри «Інформаційні вимірювальні технології» Національного університету «Львівська політехніка» для підготовки фахівців за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», в тому числі аспірантів - курс «Платформа та середовище розроблення обчислювально-вимірювального обладнання в межах візуальної мови програмування LabVIEW».

### **Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях**

Результати наукових досліджень, які отримані автором, опубліковано у 20 наукових працях, з них 4 статті у фахових виданнях України, 2 статті у наукових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз даних, 1 стаття – у науковому періодичному виданні іншої держави, що включене до міжнародної наукометричної бази даних та 13 тез доповідей. Дисертаційна робота пройшла достатню апробацію. Результати досліджень доповідались та обговорювались на 13-х всеукраїнських та міжнародних науково-практичних та науково-технічних конференціях.

**Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.** Теоретичний аналіз, проведений у дисертаційній роботі, ґрунтується на теоретичних основах метрології та опрацюванні результатів вимірювань. Достовірність отриманих результатів обумовлена коректністю фізико-математичних моделей та розрахунків, проведених з допомогою сучасних прикладних програмних пакетів.

### **Структура та обсяг роботи.**

Дисертаційна робота складається із переліку умовних позначень та скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи складає 165 сторінок, з яких 127 сторінок основного тексту, що містять 39 рисунків та 8 таблиць. Список використаних джерел налічує 154 найменувань.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, задачі досліджень, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, відзначено наукову новизну та практичну цінність отриманих у роботі результатів, а також наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів досліджень і публікації щодо роботи.

**У першому розділі** проаналізовано методи аналізу якісного та кількісного складу харчових продуктів.

На основі проведеного огляду методів контролю якості овочів визначено, що перспективним методом кількісного аналізу вмісту мінеральних речовин в овочах є кондуктометричний метод дослідження рідин, що ґрунтується на вимірюванні електричної провідності.

У другому розділі на основі математичного аналізу з використанням теорії нечітких множин вивчено вплив мінеральних добрив на вміст корисних речовин (клітковини, вуглеводів, білків). При цьому, задача розв'язана у три етапи:

- 1) апроксимація результатів впливу мінеральних добрив на вміст корисних речовин;
- 2) симплекс – метод. Знаходження оптимальних значень задачі лінійного програмування - параметрів  $w_0$  та  $d_0$ ;
- 3) розв'язок системи нерівностей із шуканим результатом – марка мінеральних добрив.

Також здійснений розрахунок функції належності цілі та обмежень для повної картини розв'язку математичної задачі.

У третьому розділі досліджено можливості відомого імітансного методу для контролю показників якості овочевого соку. У кондуктометричну комірку поміщались модельні рідини – овочеві соки з домішками важких металів. Вивчено залежності активної та реактивної складових електропровідності овочевого соку з домішками іонів міді та натрію в частотному діапазоні 50 Гц - 100 кГц. Використання отриманих залежностей покращує інформативність електричних досліджень і, таким чином, підвищує оперативність аналізу показників якості. Розроблений засіб вимірювання та отримані залежності дають змогу здійснювати експрес-контроль вмісту домішок в овочевих соках за електричними параметрами.

У четвертому розділі для імітансного контролю показників якості овочевого соку запропоновано і реалізовано віртуальний засіб вимірювання на основі апаратно-програмної платформи LabVIEW та з блоком NI USB 6009. Віртуальний прилад у складі: ПК з програмним забезпеченням LabVIEW, згаданого блоку NI USB 6009 та кондуктометричної комірки з соком вжито для визначення вмісту важких металів у цьому соці. Тим самим, доведено, що у виробничих умовах при незначних витратах можна оперативно контролювати якість овочів, з яких отримують досліджуваний сік.

У висновках сформульовані основні результати виконаних досліджень.

У додатках подано порівняння європейських стандартів категорії 67.080.20 з українськими стандартами, основні фізико-хімічні та біологічні показники овочів, наведений акт апробації результатів дисертаційної роботи у Споживчому товаристві підприємстві «Антоній» Бібрського сільського споживчого товариства (м. Бібрка) і список публікацій здобувача за темою дисертації з відомостями про апробацію результатів дисертаційної роботи.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам оформлення дисертацій.**

Дисертаційна робота написана науковою українською мовою із використанням сучасної української наукової термінології. Робота виконана на належному науковому рівні, є завершеною науковою працею, має практичне значення та відображає рішення актуального науково-прикладного завдання у

галузі вимірювання якості продукції овочівництва - удосконалення методів та розроблення віртуального засобу оцінювання якості продукції овочівництва. Оформлення дисертації загалом відповідає темі досліджень і вимогам пунктів 9, 11, 12 положення про «Порядку присудження наукових ступенів», щодо кандидатських дисертаційних робіт, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013р. № 567 та діючим пунктам Наказів Міністерства освіти і науки України «Про опублікування результатів дисертацій та здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» 17.10. 2012 р. №1112, від 03.12.2012 р. № 1380 та Листа МОН України від 04.12.2015р. №1/9-586 «Про опублікування результатів дисертацій у періодичних виданнях», а також паспорту спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. У підрозділі 1.2 автором проведено аналіз засобів контролю якості харчових продуктів, при цьому в дисертації не наведено їхні метрологічні характеристики, такі як достовірність контролю, діапазони вимірювань та похибки засобів вимірювань. Тому виникає запитання яка точність (достовірність) запропонованого засобу в порівнянні з відомими аналогами?

2. В другому розділі дисертації автор наводить вирази структурних матриць (2.15) та (2.30), однак не зрозуміло яким чином і в результаті яких дослідів були отримані саме такі числові значення (чому саме ці, чи можливі інші числові значення), що зазначені в матриці. Доцільно було б більш детально описати процедуру (методику) їх отримання.

3. Автор використовує для дослідження спрощену електричну модель об'єкта дослідження. При цьому не обґрунтовано чому не враховується вплив імпедансу Варбурга, обмежуючись лише ємністю подвійного шару.

4. У віртуальному приладі частота тестового сигналу визначається апроксимаційно, це вносить деякі незручності пов'язані із розрахунками. Яка похибка такої апроксимації?

5. Не вказано тип конструкції фільтра, що використовується у віртуальному засобі, який він?

**Відповідність автореферату змісту дисертації.** Автореферат написаний згідно вимог МОН України до авторефератів. Він містить всі необхідні складові структурної побудови і в ньому викладена основна суть виконаних наукових досліджень, а також наведені висновки та список публікацій. В цілому зміст автореферату дисертації адекватно відображає основну суть дисертації.

**Висновок про відповідність дисертації вимогам Міністерства освіти і науки України.**

Дисертаційна робота Мідик І.-М.В. є завершеним науковим дослідженням і присвячена удосконаленню методологічного й метрологічного забезпечення контролю якості овочів та соків із них на основі аналізу їх електрофізичних параметрів за допомогою віртуального засобу імітаційного контролю.

Мета роботи, поставлені та розв'язані в ній задачі досліджень, викладені основні наукові результати дають можливість зробити висновок про те, що дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Зазначені недоліки і зауваження не стосуються основних наукових положень дисертації і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи та на її наукову цінність.

На підставі проведеного аналізу дисертації, вважаю, що дисертаційна робота «Удосконалення методів та розроблення віртуального засобу оцінювання якості продукції овочівництва» за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю отриманих в ній результатів досліджень і рівнем виконання повністю відповідає вимогам МОН України, які висуваються до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема, пп. 9, 11, 12 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», а її автор Мідик Ігор-Михайло Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри метрології  
та промислової автоматики  
Вінницького національного  
технічного університету



О.М. Васілевський

