

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**Луца Павла Михайловича**, кандидата технічних наук  
на дисертаційну роботу **Мельника Олександра Сергійовича**  
**«Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів  
та режимів роботи гідропонної установки»,**  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

### **1. Актуальність теми.**

Використання гідропонних систем, техніки та технологій вирощування різноманітних культур дозволяє максимально реалізувати концепцію створення в країні малих підприємств, з мінімальним стартовим капіталом. Крім того, впровадження гідропоніки дає можливість отримувати додатковий прибуток та вирощувати цінну рослинну сировину невеликим підприємствам та фермерським господарствам.

Останнім часом значну увагу приділяють удосконаленню гідропонних установок із акцентом на підвищення ефективності підведення живильного розчину. Проте в дисертаційній роботі вирішується завдання підвищення показників якості вирощування шляхом обґрунтування функціональних процесів роботи гідропонної установки.

Отже, розробка та удосконалення конструкцій гідропонних установок й проведення теоретичних та експериментальних досліджень з визначення факторів впливу, як на процес роботи, так і на ефективність та функціональність є надзвичайно актуальним завданням.

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

Дослідження, що складають основу дисертації роботи виконано у Вінницькому національному аграрному університеті. Основну частину одержаних результатів отримано в рамках виконання ініціативних науково-дослідних робіт: «Інтенсифікація процесів механічної обробки сільськогосподарської сировини за вібраційного впливу» (№ РК 0117U004700,

період виконання 2017-2022 рр.) та «Високоєфективне обладнання для здійснення масо- та теплообмінних процесів у харчовій та переробній галузі» (№ РК 0122U002098, період виконання 2022-2026 рр.).

### **3. Аналіз змісту дисертації. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.**

Дисертаційна робота присвячена підвищенню продуктивності та показників якості вирощування аграрної продукції шляхом удосконалення конструкції та обґрунтування раціональних параметрів гідропонної установки.

Спрямованість проаналізованої роботи свідчить про напрямок досліджень на вирішення актуальної проблеми підвищення технологічної ефективності вирощування гідропонної продукції (салату та мікрозелені) шляхом удосконалення конструкції гідропонної установки та обґрунтування раціональних параметрів її функціонування.

Об'єктом дослідження є гідропонна установка та технологічні процеси вирощування салату й мікрозелені гідропонним способом в теплиці.

Робота структурована та складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури із 200 найменувань на 21 сторінках та 13 додатків на 17 сторінках, які включають як теоретичні, так і експериментальні дослідження. Загальний обсяг дисертації складає 219 сторінок. Основні результати роботи викладено на 177 сторінках, де містяться 87 рисунків і 9 таблиць. Основними завданнями є розробка математичних моделей та аналіз обмінних процесів у кореновому середовищі, моделювання переміщення та розподілення посівного матеріалу по лотку пристрою та розробка роботехнічної платформи для виконання комплексних експериментальних досліджень.

Дисертаційна робота відповідає принципам та правилам академічної доброчесності, що підтверджується належним оформленням, відсутністю порушень авторського права та дотриманням етичних стандартів у процесі дослідження.

### **4. Наукова новизна і теоретичне значення дисертації.**

До найбільш суттєвих і науково нових результатів дисертаційної роботи, було обґрунтовано оптимальні параметри робочих процесів та удосконалено конструкцію гідропонної установки вирощування салату та мікрозелені в тепличних умовах. Уперше було розроблено математичну модель, яка описує функціональну зміну процесу мінерального живлення рослин під час вирощування гідропонного салату, враховуючи аналіз масообміну складових компонентів коренежиттєвого середовища, та записана в параметричній і операторній формі. Також уперше створено емпіричні моделі, що характеризують зміну основних показників якості розвитку рослини салату, зокрема площі листової поверхні та маси листя, залежно від параметрів опромінення.

Подальший розвиток досліджень набуто завдяки розробленню математичної моделі функціонального процесу переміщення посівного матеріалу по гладкій поверхні прямокутного лотка під час вирощування мікрозелені гідропонним способом із врахуванням обертання лотка в протилежні сторони, математичного опису системи автоматизованого функціонування сучасного гідропонного обладнання із застосуванням методів механіко-математичного моделювання та числового розв'язання задач за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, а також вдосконаленої емпіричної моделі функціональної зміни коефіцієнта повноти заповнення поверхні прямокутного лотка посівним матеріалом залежно від вхідних параметрів процесу.

Новизна технічних рішень підтверджена патентом України на корисну модель № 153587 «Пристрій для вирощування гідропонної продукції» та свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір № 103284 «Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Комп'ютерна програма «Smart IR-Control Robotic Chassis v 1.0»

Вважаю наукові результати здобувача ваговим внеском у розвиток створення, теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень

раціональних конструктивних параметрів та режимів роботи гідропонної установки.

## **5. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання.**

Результати експериментальних і теоретичних досліджень з запропогованими алгоритмами роботи автоматизованої системи управління режимними параметрами гідропонної установки використовуються у навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету при викладанні дисциплін «Мехатроніка і мобільна робототехніка» та «Система точного землеробства». Удосконалена багатоярусна гідропонна установка проходила виробничу перевірку на базі ПСП «Агрофірма Нападівська» (с. Нападівка, Вінницький район, Вінницька область). Дослідження проводились на гідропонних модулях з забезпеченням належних умов мікроклімату у закритому лабораторному приміщенні з використанням штучної системи освітлення.

За результатами досліджень встановлено функціональні залежності розвитку рослин салату від варіювання дози опромінення. Зокрема, значне збільшення листової маси (від 5 до 15 г) спостерігається при рівні освітлення, що перевищує 350 Вт·год/м<sup>2</sup>. Таким чином, отримані результати підтверджують технологічну ефективність застосування удосконаленої багатоярусної гідропонної установки у виробничих умовах при вирощуванні салату в умовах теплиць підприємства.

До ТОВ «Агромаш-Калина» (м. Калинівка, Вінницька область) передано конструкторську та технічну документацію, що дозволяє виготовити гідропонну установку для проведення виробничих випробувань і серійного виробництва.

## **6. Апробація результатів дисертації.**

Основні результати розглянутої роботи та досліджень за темою дисертації опубліковані в 11 наукових працях: 6 статей у наукових фахових виданнях України (категорії Б), 1 патент України на корисну модель, 1 свідоцтво про

реєстрацію авторського права на твір, 3 тези у збірнику доповідей наукових конференцій.

3 доповідей конференцій отримано позитивні відгуки: Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні вектори розвитку агарної науки» (м. Кропивницький, 17-18 вересня 2024 р.); VI-й науково-практичній конференції «Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України (м. Київ, 25-26 вересня 2024 р.); XIII-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 11-12 грудня 2024 р.).

## **7. Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи.**

1. Розділ 1.3 має аналіз систем приготування поживних сумішей та систем підтримання мікроклімату, але це не про аналіз роботи існуючих конструкцій гідропонних установок.

2. Потребує додаткового пояснення суть графічних залежностей зміни концентрацій розчину на вході кубика з кореневим субстратом залежно від часу, які представлені на рисунку 2.6 пункту 2.2 розділу 2.

3. До припущень моделі пропоную додати мінімальний об'єм насіння та яке саме насіння розглянуто, також взаємодію насіння між собою та вплив інерційних (динамічних) характеристик системи.

4. На рисунку 3.1 розділу 3 поняття «керувальний» бажано замінити на «керований». Фактори можуть бути керовані чи некеровані або контрольованими чи неконтрольованими відповідно до стандартів методології планування експериментів.

5. Експериментальні дослідження по вивченню процесу розвитку рослин гідропонного салату в теплиці залежно від параметрів освітлення пункту 3.2 розділі 3 тільки частково підтверджують розроблені математичні моделі.

6. У розділі 4.2 вказано, що ключовими факторами є час та інтенсивність опромінення. Було б доцільно надати додаткову характеристику того, чому саме ці фактори були обрані, і як вони впливають на зростання рослин.

Виявлені зауваження є незначними та не впливають на практичну і наукову цінність проведених досліджень.

## **8. Висновки до дисертаційної роботи.**

Дисертаційна робота, присвячена обґрунтуванню раціональних конструктивних параметрів і режимів роботи гідропонної установки охоплюють теоретичний аналіз, математичне моделювання та експериментальну перевірку, містить науково обґрунтовані результати досліджень та має як теоретичне, так і практичне значення. Представлений матеріал свідчить про актуальність проблематики, обґрунтованість викладених здобувачем наукових положень і висновків, новизну отриманих результатів та їх практичне застосування. Представлена робота повністю відповідає вимогам 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 12.01.2022 р. № 44 (зі змінами) та наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), і може бути представлена для офіційного захисту в разовій спеціалізованій вченій раді, а її автор – Мельник Олександр Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування.

### **Рецензент**

кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри машин та обладнання  
сільськогосподарського виробництва  
Вінницького національного  
аграрного університету

Підпис Луца П.М. засвідчую:  
Вчений секретар



Павло ЛУЦ

Тетяна КОРПАНЮК