

ВІДГУК

офіційного опонента, професора кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, доктора технічних наук, професора Барановського Віктора Миколайовича на дисертаційну роботу Мельника Олександра Сергійовича «Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів та режимів роботи гідропонної установки», яку подано до спеціалізованої вченої ради у Вінницькому національному аграрному університеті на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами

Ефективне вирощування гідропонної продукції в умовах ключової ролі виробництва продукції агропромислового комплексу України має стратегічне значення. Аналіз зазначеної проблеми вирішується на основі подальшого розвитку аграрної галузі, який базується на створенні технічних засобів, які здатні оперативно та цілеспрямовано змінювати режими роботи гідропонних установок, що забезпечить необхідну якість виконання технологічних операцій в заданих умовах вирощування гідропонної продукції.

Подана дисертаційна робота є своєчасною, а отримані наукові результати направлені на підвищення ефективності технологічного процесу вирощування гідропонного салату та мікрозелені шляхом обґрунтування раціональних параметрів робочих органів і режимів роботи багатоярусної гідропонної установки.

Обґрунтування гідропонного способу вирощування аграрної продукції та дослідження впливу конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів багатоярусної установки на показники ефективності виробництва салату та мікрозелені, є актуальною задачею, а її вирішення має важливе науково-прикладне значення.

Дисертаційна робота Мельника Олександра Сергійовича присвячена вирішенню цього важливого науково-прикладного завдання підвищення ефективності вирощування рослин гідропонним методом шляхом розробки конструкції та обґрунтування параметрів багатоярусної установки.

Дисертаційна робота виконувалася в межах виконання ініціативних науково-дослідних робіт Вінницького національного аграрного університету «Інтенсифікація процесів механічної обробки сільськогосподарської сировини за вібраційного впливу», № РК 0117U004700 та «Високоєфективне обладнання для здійснення масо- та теплообмінних процесів у харчовій та переробній галузі», № РК 0122U002098.

Ступінь обґрунтованості і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення та загальні висновки є кількісно і якісно обґрунтованими. Ці положення та висновки сформульовані та підтверджені поданими у дисертації даними, які отримано автором на основі проведених ним теоретичних і експериментальних досліджень з використанням типових і запропонованих методів і методик аналітичного та емпіричного аналізу.

Ступінь обґрунтованості наукових положень є достатнім і підтверджується сучасним застосуванням математичного апарату під час проведення здобувачем теоретичних і експериментальних досліджень процесу вирощування салату та мікрозелені, конкретизованого аналізу отриманих результатів досліджень, перевірки технологічності роботи багатоярусної гідропонної установки в виробничих умовах.

Достовірність результатів наукових досліджень виконана на необхідному науково-практичному та методологічному рівні, яка забезпечена коректними наведеними теоретичними та експериментальними даними, які отримано здобувачем з використанням існуючих типових і запропонованих автором дисертації часткових методик математичного аналізу, постановкою та реалізацією планованих факторних експериментів, сучасним аналізом результатів експериментальних досліджень з застосуванням комп'ютерних програм, перевіркою результатів у виробничих умовах, публікацією результатів дослідження у наукових виданнях і їх оприлюдненням на міжнародних наукових конференціях.

Результати дисертаційної роботи викладено у висновках після кожного розділу, а також у преамбулі та 6 пунктах загальних висновків.

Преамбула описує узагальнену характеристику роботи та шляхи підвищення технологічної ефективності вирощування гідропонної продукції.

Преамбула сформована на основі отриманих результатів першого розділу дисертаційної роботи.

Перший загальний висновок характеризує технологічні умови розробки багатоярусної гідропонної установки.

Другий загальний висновок характеризує технологічні умови розробки математичних моделей, які описують динаміку масообміну в субстраті та розроблені на основі моделей структурні схеми живлення рослин з контурами концентрації живильного розчину та сонячного опромінення рослин.

Третій загальний висновок визначає межі зміни коефіцієнта заповнення площі лотка посівним матеріалом, які отримано на основі проведених теоретичних досліджень.

Перший, другий і третій пункти загальних висновків сформовані на основі отриманих результатів другого розділу дисертаційної роботи.

Четвертий загальний висновок характеризує межі зміни значення площі листової поверхні та маси листя рослин салату залежно від діапазону зміни часу опромінення та інтенсивності опромінення рослин, а також межі зміни коефіцієнта заповнення площі лотка насінням сочевиці від параметрів процесу, які отримано під час проведення експериментальних досліджень гідропонної установки та констатує різницю теоретичних і експериментальних значень коефіцієнта заповнення площі лотка.

Четвертий пункт загальних висновків сформовані на основі отриманих результатів четвертого розділу дисертаційної роботи.

П'ятий загальний висновок встановлює шляхи досягнення комплексної автоматизації процесу роботи гідропонного обладнання на основі розробленої структурної моделі та блок-схемі алгоритму автоматизованого синтезу й аналізу варіантів його функціонування та перспективних напрямків удосконалення гідропонних систем.

Шостий загальний висновок характеризує розрахований річний економічний ефект від впровадження багатоярусної гідропонної установки в умовах виробництва та термін її окупності.

П'ятий і шостий пункти загальних висновків сформовані на основі отриманих результатів п'ятого розділу дисертаційної роботи.

Усі пункти загальних висновків є логічними наслідками отриманих здобувачем результатів наукових досліджень, які приведені у дисертаційній роботі.

Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва

Наукова новизна одержаних результатів у загальному випадку полягає в тому, що здобувачем удосконалено технологічний процес вирощування гідропонної аграрної продукції та обґрунтовано раціональні технологічні й основні конструктивно-кінематичні параметри робочих органів багатоярусної гідропонної установки.

Здобувачем отримано нові функціональні залежності або математичні моделі, які встановлюють взаємозв'язки характеру зміни процесу мінерального живлення рослин під час вирощування гідропонної продукції в теплиці на основі аналізу масообміну складових компонентів коренежиттєвого середовища рослини, записаних в параметричній і операторній формі та показників якості розвитку рослини салату в теплиці, або площі листової

поверхні та маси листя залежно від параметрів їх опромінення, що дозволило обґрунтувати параметри робочих органів і режимів роботи за результатами механіко-технологічного аналізу процесу роботи гідропонної установки.

На основі проведеного кінематично аналізу процесу переміщення посівного матеріалу по поверхні лотка дістали подальший розвиток розроблені автором теоретичні та емпіричні залежності для визначення функціональної зміни коефіцієнта повноти заповнення поверхні прямокутного лотка посівним матеріалом, що дозволило обґрунтувати раціональні режими етапу завантаження посівного матеріалу залежно від параметрів процесу.

Дістав подальший розвиток математичний опис системи автоматизованого функціонування сучасного гідропонного обладнання на основі застосування методів механіко-математичного моделювання та числового розв'язку задач з використанням програмного забезпечення для персонального комп'ютера.

Значущість результатів досліджень для науки полягає в тому, що проведені аналітичні дослідження та характер отриманих результатів є подальшим розвитком теоретичних положень і уточнення методики обґрунтування раціональних параметрів робочих органів і режимів роботи багатоярусної гідропонної установки та є вихідними положеннями для подальшого розрахунку та оптимізації параметрів робочих органів технологічного процесу вирощування гідропонної продукції загалом.

Значущість результатів досліджень для виробництва полягає в обґрунтуванні удосконаленої конструктивно-компонувальної схеми та визначенні конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів і режимів роботи багатоярусної гідропонної установки, а застосування розробленої гідропонної установки в умовах виробництва дозволяє підвищити технологічні показники економічної ефективності під час вирощування салату та мікрозелені в теплиці.

Запропоновано рекомендації для вибору раціональних параметрів робочих органів і режимів роботи багатоярусної гідропонної установки.

Теоретично-експериментальні результати наукових досліджень прийняті спеціалістами підприємства ТОВ «Агромаш-Калина» (м. Калинівка, Вінницька область) для впровадження у виробництво.

Розроблена багатоярусна гідропонна установка проходила виробничу перевірку на базі ПСП «Агрофірма Нападівська» (с. Нападівка, Вінницький район, Вінницька область).

Результати досліджень підтвердили технологічну ефективність застосування розробленої багатоярусної гідропонної установки в виробничих умовах під час вирощування салату в теплиці.

Будова, принцип роботи, теоретичні розрахунки, структура та алгоритми роботи автоматизованої системи керування параметрами гідропонної установки використовуються у навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету при викладанні навчальних дисциплін «Мехатроніка і мобільна робототехніка» та «Система точного землеробства».

Повнота викладення основних результатів у наукових фахових виданнях і дотримання вимог академічної доброчесності

Результати досліджень у достатньому обсязі та не необхідному рівні викладені у наукових публікаціях та апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях. При цьому автором дисертації загалом опубліковано 11 наукових праць, із них: 6 статей, які опубліковано у фахових виданнях України категорії Б; 1 патент України на корисну модель, 1 свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір; 3 одноосібні тези Міжнародних наукових конференцій.

Зміст наведених наукових публікацій ідентичний результатам основного змісту дисертаційної роботи здобувача.

Наведені дані апробації та опублікування результатів наукових досліджень в періодичних рецензованих виданнях відповідають вимогам пунктів 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії... і далі за текстом, затвердженого постановою КМ України від 12.01.2022 р. за № 44.

Обсяг і структура роботи та повнота викладення матеріалу дисертації відповідають вимогам пунктів 5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...» і далі за текстом, затвердженого постановою КМ України від 12.01.2022 р. за № 44 до оформлення дисертаційних робіт. Зміст анотації ідентичний структурі та змісту дисертації і в достатній мірі характеризує основні результати роботи.

Використання чужих наукових результатів без посилань на авторів у дисертаційній роботі не виявлено, тобто автором дотримані вимоги академічної доброчесності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та загальна характеристика роботи

Дисертація складається зі анотації, вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 200 найменувань і 13 додатків.

Основний зміст дисертації викладено на 177 сторінках. Вона включає 9 таблиць і 87 рисунків. Загальний обсяг роботи складає 219 сторінок.

У вступі (с. 19-23), відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрита сутність і стан наукової задачі, її значущість, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображено методи дослідження, сформульовані мета й основні завдання дослідження, визначено наукову і практичну цінність результатів та особистий внесок автора в їх отримання.

У першому розділі «Аналіз технологій та обладнання для гідропонного вирощування сільськогосподарських культур» (с. 24-70) проведено аналіз стану наукового завдання: представлений аналіз основних положень, технологій і способів вирощування гідропонної продукції, конструкцій існуючих гідропонних установок і їх основні недоліки; наведена характеристика відомих досліджень з питань розробки та ефективного функціонування технологічних процесів гідропонних систем.

Констатовано, що низький рівень універсалізації технології є однією з причин, що заважає широкому розповсюдженню гідропонної системи вирощування культур і існує можливість підвищення технологічної ефективності виробництва гідропонної продукції.

У другому розділі «Теоретичні дослідження процесів функціонування багатоярусної гідропонної установки» (с. 71-102) приведені теоретичні розробки автора щодо аналізу технологічного процесу роботи удосконаленої багатоярусної гідропонної установки:

- наведено будову та принцип роботи багатоярусної гідропонної установки; розглянуто аналіз масообміну складових компонентів коренежиттєвого середовища рослини, наслідками якого є розробка аналітичних математичних моделей, які описують процес мінерального живлення рослин під час вирощування гідропонного салату в теплиці;

- проаналізовано процес переміщення посівного матеріалу по похилій поверхні прямокутного лотка за результатами якого розроблено аналітичну залежність, яка описує функціональну зміну коефіцієнта повноти заповнення площі лотка залежно від кількості коливань і кута нахилу лотка.

При цьому:

- на основі створеної математичної моделі розроблені структурні схеми з контурами концентрації розчину та сонячного опромінення рослин, які можуть бути використані для розробки реальних систем автоматизації подачі живильних речовин рослинам закритого ґрунту;

- встановлено, що реальне теоретичне значення коефіцієнта заповнення площі лотка посівним матеріалом буде змінюватися в межах від 0,1 до 1,0 залежно від зміни кута нахилу лотка у межах від 15 до 30 град. та кількості коливань лотка в межах від 1 до 3 разів.

У третьому розділі «Програма та методика проведення експериментальних досліджень гідропонної установки» (с. 103-116) приведені описи будови та принципу роботи та методики проведення експериментальних досліджень багатоярусної гідропонної установки й процесу розподілення посівного матеріалу в лотку.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень функціональних процесів розробленої гідропонної установки» (с. 117-144) представлені:

- результати розробки робототехнічної платформи з комплексом апаратно-програмного забезпечення;
- результати експериментальних досліджень удосконаленої гідропонної установки:
 - розробки рівнянь регресії, які описують функціональну зміну площі листової поверхні та маси листя під час гідропонного вирощування рослин салату;
 - розробки рівняння регресії, яке описує функціональну зміну коефіцієнта заповнення площі поверхні лотка.

Встановлено, що за зміни часу опромінення та інтенсивності опромінення рослин відповідно, в діапазоні від 8 до 24 год. та від 10 до 30 Вт/м² площа листової поверхні рослин салату збільшується в середньому в 1,7...3,2 рази, а значне збільшення маси листя рослин салату (майже в 3 рази – від 5 до 15 г) спостерігається за дози опромінення, яка більша за значення 350 Вт год./м², при цьому в межах зміни дози опромінення від 480 до 720 Вт год./м² приріст маси листя рослин салату незначний – в середньому на 1,5...2,0 г.

Встановлено, що за зміни кута нахилу лотка в діапазоні від 10 до 30 град. та кількості коливань лотка в діапазоні від 1 до 5 раз коефіцієнт заповнення площі лотка зерном ячменю збільшується в середньому в 1,2...1,5 рази, а розбіжність теоретичних і експериментальних значень коефіцієнта заповнення площі лотка посівним матеріалом знаходиться в діапазоні від 5 до 25%.

У п'ятому розділі «Узагальнені результати ефективності технологічного моделювання процесів роботи гідропонних установок» (с. 145-177) сформовані перспективні напрямки вдосконалення робочих процесів і робочих органів гідропонних установок, розроблено структурну схему автоматизованого регіонального гідропонного виробничо-логістичного об'єднання та блок-схему алгоритму автоматичного синтезу та аналізу варіантів його функціонування, методику розрахунку основних технологічних параметрів процесу роботи гідропонних установок, наведено результати впровадження удосконаленої багатоярусної гідропонної установки та визначені показники економічної ефективності її застосування.

Загальні зауваження та дискусійні положення щодо матеріалів дисертації

1. Матеріали, які наведено в підрозділі 1.1 необхідно було б скоротити та узагальнити, приділивши більшу увагу безпосередньо тільки аналізу субстрату, який буде використовуватися під час вирощування гідропонної продукції в багатоярусній установці. Можливо його необхідно було б навести в додатках, що значно б скоротило доволі значний загальний обсяг першого розділу дисертаційної роботи.

2. На нашу думку бібліографічний запис переліку опублікованих праць після кожного розділу наводити не доцільно – від дублює попередній запис «Основні наукові результати розділу опубліковано в працях...». Необхідно було б вибрати щось одне.

3. Назву четвертого розділу «Результати експериментальних досліджень функціональних процесів розробленої гідропонної установки» необхідно скорегувати в плані того, що експериментальні дослідження робототехнічної платформи з комплексом апаратно-програмного забезпечення не проводилися, а в підрозділі 4.1 наведено тільки процес її розробки.

4. Бажано було б більш повно навести аналіз графічних залежностей, які характеризують зміну концентрації розчину на вході кубика з кореневим субстратом (рис. 2.6) та зміну концентрації розчину на вході (рис. 2.7), що б забезпечило більш повне уявлення про процес, який досліджували.

5. На с. 117-123 та с. 154-161 наведено опис, який розкриває сутність процесу розробки робототехнічної платформи з комплексом апаратно-програмного забезпечення та системи автоматизації функціонування гідропонного обладнання, або автоматичного синтезу та аналізу варіантів функціонування регіонального об'єднання гідропонних автоматичних технологічних комплексів.

Проте в роботі не в достатній мірі зазначено, яким чином ця система пов'язані з процесом роботи багатоярусної гідропонної установки та які переваги будуть надані при застосуванні цих систем.

6. Перший і четвертий пункт загальних висновків за структурою та формою подання сформовано невдало та потребують корегування: перший висновок є простою констатацією необхідних фактів, без яких неможливо проведення наукових досліджень; четвертий висновок є занадто складним для його сприйняття загалом і потребує його поділу на окремі загальні висновки, які характеризують отримані результати кожного дослідженого параметру процесу функціонування гідропонної установки.

7. Подекуди трапляються неправильні словосполучення, описки, відхилення від загальноприйнятої термінології.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Мельника Олександра Сергійовича на тему «Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів та режимів роботи гідропонної установки», яку подано до спеціалізованої вченої ради на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування є завершеною науковою працею, де отримано самостійні результати теоретично-експериментальних досліджень, які вирішують поставлену мету та забезпечують підвищення технологічної ефективності процесу вирощування гідропонної продукції шляхом вдосконалення конструкції та обґрунтування раціональних параметрів робочих органів і режимів роботи багатоярусної гідропонної установки.

Результати, які отримано автором дисертації є новими, мають наукову і практичну цінність та достатньо обґрунтованими, перевірені у виробничих умовах і підтверджені необхідними документами.

Матеріали всіх розділів логічно пов'язані і разом складають закінчену роботу, яка вирішує поставлені завдання. Зміст, форма подачі матеріалу та стиль викладання в достатній мірі задовольняють вимоги МОН України до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Анотація дисертації автентична та адекватна змісту та результатам дисертаційної роботи.

Відмічені недоліки до дисертаційної роботи не знижують її наукового та практичного рівня і не впливають на позитивну оцінку дисертації в цілому.

Виконані дослідження за науковим рівнем та практичним значенням, відсутності порушень академічної доброчесності відповідають вимогам пунктів 5-9 Постанови Кабінету Міністрів України «Порядок присудження ступеня доктора філософії...» і далі за текстом, від 12.01.2022 р. за № 44, а її автор Мельник Олександр Сергійович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент,
професор кафедри інжинірингу машинобудівних
технологій Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя,
доктор технічних наук, професорВ.М. Барановський

Підпис Барановського В.М. завідує:
проректор з наукової роботи Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя,
доктор технічних наук, професор *П.О. Марущак

