

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію

Чернової Ірини Степанівни

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ

ВИРОБНИЦТВОМ ЕНТОМОФАГІВ»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.13.07 «Автоматизація процесів керування»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Метою поданої в спеціалізовану вчену раду Д 26.004.07 Національного університету біоресурсів і природокористування України до захисту роботи Чернової І.С. «Інтелектуальна система керування виробництвом ентомофагів» є підвищення ефективності виробництва ентомофагів, яке нині є одним із пріоритетних напрямів біологізації землеробства в Україні через необхідність отримання екологічно чистих продуктів харчування. При цьому виробництво ентомофагів є складною динамічною біотехнічною людино-машинною системою з керуванням. Складність керування цим виробництвом обумовлена такими його особливостями, як невизначеність щодо обсягу інформації про об'єкт керування; наявність значної кількості підсистем, цільові функції яких не співпадають з цільовою функцією загалом виробництва та зовнішніх збурень. Тому для реалізації поставленої мети було вирішено розробити інтелектуальну систему керування із врахуванням особливостей біологічної складової процесу виробництва в умовах невизначеності.

Дисертаційна робота є частиною держбюджетних науково-дослідних робіт Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України: «Системне конструювання машин та агрегатів, адаптивних інформаційно-керуючих комплексів для ресурсозберігаючих біотехнологій» (ДР № 0111U003728, 2011-2015 рр.); «Розробити автоматизовану систему контролю якості ентомологічних засобів

захисту рослин при їх масовому розведенні» (ДР № 0116U003721, 2016-2018 рр.); «Розробити інтелектуальну систему керування виробництвом ентомофагів» (ДР № 0119U002144, 2019-2020 рр.).

Рівень обґрунтованості наукових результатів, сформульованих у дисертаційній роботі

Основні наукові результати, сформульовані у дисертаційній роботі, спрямовані на підвищення ефективності виробництва ентомофагів. Для реалізації цього завдання було створено інтелектуальну систему керування на базі використання основних положень теорії автоматичного керування, системного аналізу, нечіткої логіки, когнітивного аналізу, експертного оцінювання, ситуаційного керування, експериментальних досліджень в умовах лабораторного виробництва. Рівень обґрунтованості наукових результатів базувався на: аналізі сучасних досліджень щодо виробництва біологічних засобів захисту рослин; визначенні характерних особливостей існуючих інтелектуальних систем; порівнянні результатів аналітичних та експериментальних досліджень. Обґрунтованість наукових результатів підтверджено достовірним збігом результатів аналітичних та експериментальних досліджень, апробацією на міжнародних науково-практичних конференціях, впровадженням у лабораторне виробництво.

Аналіз дисертаційної роботи.

У вступі обґрунтовано вибір теми дослідження; визначено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; мету і завдання дослідження; об'єкт, предмет і методи дослідження; наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення; відображено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації та кількість публікацій.

У першому розділі дисертаційної роботи «Аналіз виробництва ентомофагів» автором здійснено детальний аналіз технологічних процесів

виробництва ентомофагів, зокрема, розроблено: структуру процесів, модель у вигляді орієнтованого графа, технологічні схеми, структурно-параметричні комплекси оцінки якості ентомофагів; визначено основні підходи до забезпечення якості ентомологічної продукції та проведено кількісну оцінку значущості як суттєвих технологічних факторів забезпечення якості ентомологічної продукції, так і факторів, що призводять до отримання некондиційної продукції; проведено енергетичну характеристику виробництва.

У другому розділі **«Дослідження виробництва ентомофагів як об'єкта автоматизації»** виконано параметричну характеристику виробництва ентомофагів, визначено динамічні властивості боксу з комахами, розроблено автоматизовану SCADA підсистему керування виробництвом ентомологічної продукції та проведено експериментальні дослідження процесів лабораторного виробництва млинової вогнівки, комахи-хазяїна ентомофага бракон.

У третьому розділі **«Розробка інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофагів»** проведено огляд сучасних досліджень щодо створення інтелектуальних систем керування; науково обґрунтовано розробку інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофагів; визначено основні етапи побудови системи; виконано комп'ютерне моделювання гібридної і традиційної підсистем керування температурою повітря боксу для вирощування млинової вогнівки у виробництві ентомофага бракон; розроблено метод, а на його основі алгоритм керування для енергоефективного виробництва ентомофагів; інформаційну модель керування процесом вирощування гусениць млинової вогнівки; інформаційну модель інтелектуальної системи.

У четвертому розділі **«Реалізація інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофагів»** досліджено гібридну інтелектуальну підсистему керування температурою повітря боксу з комахами в режимі реального часу; практично реалізовано метод, а на його

основі алгоритм енергоефективного виробництва ентомофагів; розроблено інформаційне забезпечення інтелектуальної системи (яке реалізовано базою даних показників якості ентомокультур, параметрів техноценозу та інтелектуальною підсистемою підтримки прийняття рішень); формалізовано слабо-структуровані завдання у виробництві ентомофагів у вигляді нечітких когнітивних карт і когнітивних моделей; розроблено блок-схему загального алгоритму функціонування інтелектуальної системи; розроблено структуру дій щодо керування виробництвом ентомофагів за допомогою інтелектуальної системи, яка деталізує роботу на різних рівнях керування, зокрема, за ступенем участі людини та машини в реалізації керуючих впливів; визначено головні напрями використання інтелектуальних інформаційних технологій у виробництві ентомофагів; реалізовано інтелектуальну систему керування виробництвом ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*).

У п'ятому розділі «Економічна оцінка ефективності впровадження інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофагів» проведено розрахунок показників ефективності впровадження інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*), визначено найбільш ефективні стратегії керування при збільшенні кількості боксів для розведення млинової вогнівки (*Ephestia kuehniella*), структуровано фактори підвищення ефективності виробництва.

У висновках дисертаційної роботи, що складаються з шести пунктів, викладено основні результати проведених досліджень у відповідності з поставленими завданнями для вирішення мети роботи.

Наукова новизна отриманих результатів.

В дисертаційній роботі вперше:

- розроблено метод керування для енергоефективного виробництва ентомофагів в умовах невизначеності, гібридну інтелектуальну підсистему керування температурою повітря боксу для вирощування комах;

- формалізовано слабо-структуровані завдання у виробництві ентомофагів, визначення якості ентомологічної продукції системою нечіткого висновку;

- досліджено інформаційні потоки виробництва ентомофагів.

Науково обґрунтовано розробку інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофагів.

Практичне значення роботи.

Результати дисертаційної роботи Чернової І.С. впроваджено у: науково-дослідному відділі промислової ентомології Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України, навчальний процес на природничому факультеті Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди, Товаристві з обмеженою відповідальністю «Науково-виробничий центр» Агробіотехнологія» м. Кам'янка Черкаської області.

Перевагами роботи є формування стратегій керування, що в умовах невизначеності максимізують прибуток виробництва ентомофагів; підвищення точності підтримання технологічних вимог виробництва в умовах збурень; ідентифікація ентомологічних виробництв за критерієм якості продукції в умовах невизначеності біологічного об'єкту.

Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Чернової І.С. є завершеною, загальний обсяг складає 186 сторінок та містить анотації українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел із 169 найменувань (з них 20 найменувань – латиницею), три додатки, 104 рисунка, 31 таблицю та 3 схеми. Отже, структура дисертаційної роботи Чернової І.С. відповідає основним вимогам та містить необхідні розділи.

Основні положення роботи надруковано у 32 наукових працях, з яких 4 – одноосібно, 8 статей у наукових фахових виданнях України, 6 статей у

наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 1 стаття у науковому виданні іншої держави, 2 патенти на корисну модель, 2 наукові доповіді, включені до зарубіжних наукометричних баз Scopus та Web of Science, 13 матеріалів та тез наукових доповідей на міжнародних конференціях, що відбувались в Києві, Одесі, Харкові та Кишиневі (Республіка Молдова).

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. При розгляді виробництва ентомофагів як біотехнічної системи ергатичного типу доцільним було б конкретизувати функції людини-оператора щодо керування виробництвом з використанням інтелектуальної підсистеми прийняття рішень.

2. У процесі проведення експериментальних досліджень автоматизованої підсистеми керування виробництвом ентомологічної продукції зі SCADA програмою вважалось, що об'єкт характеризувався зосередженістю абіотичних параметрів. Пропоную при подальших дослідженнях удосконалити цю підсистему.

3. Автором проведено спостереження в режимі реального часу за температурою поживного середовища комахи-хазяїна. Вважаю, що у подальших дослідженнях слід проводити спостереження також за відносною вологістю поживного середовища комахи-хазяїна. При високій вологості поживного середовища може відбуватися його саморозігрів, що в значній мірі впливає на розвиток комахи-хазяїна. Цю особливість технологічного процесу повинна відслідковувати автоматизована система керування.

4. Для визначення енергоємності процесу виробництва ентомологічної продукції доцільно використовувати кількість енергії, що витрачається на одиницю виробленої продукції, а не кількість енергії, що споживається протягом циклу виробництва.

5. Доцільно було б виділити окремі часові інтервали етапів технологічного циклу виробництва ентомофагів і формувати керувальні дії автоматичної системи та технологічні дії оператора для цих інтервалів.

Слід зазначити, що відмічені зауваження не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок.

Вважаю, що результати дисертаційної роботи **Чернової Ірини Степанівни** «Інтелектуальна система керування виробництвом ентомофагів» мають суттєве значення у виробництві ентомологічних засобів захисту рослин. Напрями досліджень відповідають паспорту спеціальності 05.13.07 «Автоматизація процесів керування», структура роботи, її зміст – порядку присудження наукового ступеню кандидата технічних наук. Робота є актуальною, закінченою; наукова новизна та наявність значної кількості публікацій дозволяють зробити висновок про позитивну оцінку, а її автор – присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 «Автоматизація процесів керування».

Офіційний опонент:

**Завідувач кафедри електропостачання
і енергоменеджменту
Національного університету
харчових технологій України,
доктор технічних наук, професор**

08.04.20

Підпис д.т.н., проф. Балюти С.М.
Вчений секретар НУХТ



 С.М. Балюта

 Ткачук Н.А.