

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Гракова Дмитра Павловича

на тему «**Інтенсифікація тепломасообміну та автоматичний контроль**

процесу сушіння каротиновмісної сировини»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14–Електрична інженерія

за спеціальністю 144–Теплоенергетика

Актуальність теми дисертації

Сушіння каротиновмісної сировини, такої як морква та гарбуз, визначається потребою у створенні стабільних і довготривалих джерел натуральних біологічно активних речовин. Морква та гарбуз характеризуються високим вмістом β -каротину, який є природним антиоксидантом та попередником вітаміну А. Проте у свіжому вигляді ці овочі мають обмежений термін зберігання і значні втрати поживних речовин при традиційних способах консервування. Сушіння, особливо із застосуванням сучасних енергозберігаючих технологій, дозволяє максимально зберегти цінні компоненти та органолептичні властивості. Це робить сушену моркву і гарбуз перспективною сировиною для виробництва харчових концентратів, дитячого та лікувально-профілактичного харчування. Також морква та гарбуз є перспективними для створення каротиновмісних композитів, зокрема білково-каротиновмісної сировини (морквяно – соєва, моркво – грибна суміші) та антиоксидантної каротиновмісної сировини (морквяно – селерна, гарбузово – хурмова суміші). Морква, гарбуз та їх композити використовуються як натуральні барвники й добавки у харчовій промисловості.

З урахуванням вище викладеного, дисертаційна робота Д.П. Гракова є актуальною тим, що вона присвячена інтенсифікації тепломасообміну та автоматичному контролю процесу сушіння каротиновмісної рослинної сировини.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1) на основі результатів комплексу виконаних експериментальних досліджень розроблена підготовка сировини до сушіння, за якої зменшуються втрати каротиноїдів до 5-8%;

2) досліджено та узагальнено кінетичні закономірності конвективного сушіння каротиновмісної композиційної рослинної сировини;

3) визначено відносні коефіцієнти сушіння, отримані залежності для визначення тривалості сушіння білково-каротиновмісної сировини, які підтверджуються експериментальними даними та обґрунтовують доцільність обраних режимів;

4) визначена густина теплового потоку, яка витрачається на випаровування вологи в залежності від інтенсивності випаровування і вологовмісту матеріалу;

5) розроблена система, що дозволяє у режимі реального часу стежити за динамікою зневоднення колоїдних капілярно-пористих матеріалів в процесі сушіння, шляхом вимірювання зміни маси з високою частотою дискретизації та обчисленням поточної вологості.

Дисертація містить обґрунтовані результати та ступінь їх обґрунтованості підтверджується достатньою кількістю проведених досліджень. Достовірність отриманих результатів підтверджується розробленою технологією.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Гракова Д.П. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 144 – Теплоенергетика та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми ІТТФ НАН України зі спеціальності 144 – Теплоенергетика.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям теплоенергетика.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Гракова Дмитра Павловича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Дисертація викладена послідовно, логічно та доступно. Написана дисертаційна робота технічною мовою з використанням наукової термінології.

Робота є завершеною науковою працею та містить актуальні рішення; складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 139 сторінок.

У вступі розглянуті актуальність, мета та задачі дослідження, наведено наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

Перший розділ присвячений аналізу літературних джерел, а саме методам та обладнанню по сушінню каротиновмісної рослинної сировини, які показали можливість подальших досліджень у цій тематиці, для зменшення енерговитрат та збереження поживних властивостей сушеної продукції.

Другий розділ присвячений експериментальним установкам та методам, які використані у дослідженнях сушіння каротиновмісної сировини.

Третій розділ присвячений дослідженню тепломасообмінних процесів при сушінні каротиновмісної рослинної сировини на основі моркви та гарбуза. Дослідження кінетики дозволило визначити ефективні режими сушіння для інтенсифікації процесу. Визначені регідратаційні властивості каротиновмістних матеріалів, які показали доцільність розроблених режимів сушіння. Проведене дослідження залежності критерію оптимізації сушіння від вологості матеріалу обґрунтовує ефективність вибраних режимів сушіння.

У четвертому розділі проведено оснащення існуючої сушарки додатковими елементами, що дозволило створити систему, яка забезпечує повний цикл контролю процесу сушіння – від точного вимірювання параметрів і збереження даних у кількох незалежних сховищах, до наочної візуалізації та автоматичних сповіщень.

П'ятий розділ присвячений розробці інноваційних теплотехнологій для переробки каротиновмісної сировини на основі моркви та гарбуза.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 13-ти наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у фахових наукових виданнях України; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus; 2 патенти на винахід; 1 заявка патенту України на винахід; 1 стаття у наукових виданнях України, що додатково відображає наукові результати дисертації; 4 матеріали тез доповідей на міжнародних конференціях, на яких були апробовані результати дисертації.

Аналіз публікацій здобувача дозволяє зробити висновок, що вони в достатній мірі висвітлюють результати дисертаційного дослідження.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В роботі предметом дослідження є види сировини: морква, гарбуз, селера, соя, хурма та їх композитні суміші. Які саме композиційні суміші? У другому розділі необхідно було б чітко це вказати. Які суміші підлягали купажу та

сушінню на експериментальній установці? Які середні форма та розмір їх частинок до сушіння?

2. У третьому розділі наведено графічні залежності зміни коефіцієнту тепловіддачі при сушінні білково-каротиновмісної суміші (рис. 3.29). Характер зміни коефіцієнту тепловіддачі від вологовмісту матеріалу обґрунтовано недостатньо.

Автор стверджує: «При досягненні вологовмісту 0,9 кг вол/кг с.р. за температурними режимами 100 °С (крива 2 рис.3.24) та 120 °С (крива 3 рис.3.29) коефіцієнт тепловіддачі починає падати». І пояснює причину: «Це відбувається через збільшення часу нагрівання випаровування води з білково-каротиновмісної суміші зменшувалося, тобто об'ємна витрата гарячого повітряного потоку зменшувалася, а отже, зменшувався коефіцієнт тепловіддачі». Таке пояснення є незрозумілим.

Автор стверджує: «За температурним режимом 80 °С та досягненні вологовмісту 0,38 кг вол/кг с.р. падіння коефіцієнту тепловіддачі почало сповільнюватися до 0,25 кг вол/кг с.р., після чого починає знову швидко зростати до 0,13 кг вол/кг с.р., після чого падати.» Такий самий характер має режим 100 °С.» Причина такого явища в роботі не пояснена.

3. В роботі існують деякі термінологічні неточності. «Виконано розрахунок кінетики» – доцільно було б – «досліджено кінетику». Замість «розраховано» ряд параметрів – «автором встановлено залежності для визначення» ряду параметрів. Замість «отримано формули» – «отримані залежності».

4. Що означає « \lg » в рівняннях (3.4 – 3.11), (3.14 – 3.17), (3.25 – 3.28) ?

5. На стор 109: «5.3. Висновки до четвертого розділу». Необхідно: «5.3. Висновки до п'ятого розділу».

6. Пункти 14 та 15 в загальних висновках по роботі (с. 111) потребують корегування.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії **Гракова Дмитра Павловича** на тему «**Інтенсифікація тепломасообміну та автоматичний контроль процесу сушіння каротиновмісної сировини**» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для теплоенергетики.

Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «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 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Граков Дмитро Павлович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 – Електрична інженерія за спеціальністю 144 – Теплоенергетика.

Офіційний опонент:

доцент, кафедра хімічної інженерії,
Інститут хімії та хімічних технологій,
Національний університет
«Львівська політехніка»,
к.т.н., доцент

Ірина ГУЗЬОВА

М.П.

«25» вересня 2025 року