

ВІДГУК

офіційного опонента – доктора технічних наук, доцента, доцента кафедри хімічної інженерії Національного університету «Львівська політехніка» Гузьової Ірини Олександрівни на дисертаційну роботу **Самойленко Катерини Миколаївни**

на тему «**Наукові засади створення енергоефективних теплотехнологій отримання білкововмісних продуктів**»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – «Технічна теплофізика і промислова теплоенергетика»

Актуальність теми. В дисертаційній роботі представлено наукові дослідження, які присвячені інтенсифікації тепломасообміну при сушінні білкововмісної сировини, дослідженні теплофізичних, фізико-хімічних властивостей та розробці теплотехнології отримання натуральних сухих продуктів з підвищеним вмістом білку.

Саме процес сушіння є одним із найважливіших способів збереження продукції в сучасних умовах, оскільки забезпечує тривале зберігання та транспортування продуктів харчування без втрати їхніх корисних властивостей, запобігає псуванню сировини у сільському господарстві. Завдяки розвитку сучасних технологій сушіння стає більш енергоощадним, екологічним та ефективним, що робить його незамінним для продовольчої безпеки й економіки загалом.

Представлені в науковій роботі результати досліджень при створенні енергоефективних теплотехнологій отримання білкововмісних продуктів є важливим завданням, оскільки від цього залежить здоров'я людей в екстремальних умовах. Тому поставлена задача в дисертаційній роботі з розробки теплотехнології отримання сухих білкововмісних продуктів швидкого приготування є актуальною.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до тематики науково-дослідних робіт відділу «Тепломасопереносу в теплотехнологіях» Інституту технічної теплофізики НАН України. Базовими науково-дослідними роботами для підготовки і подання даної дисертаційної роботи були держбюджетні прикладні та фундаментальні дослідження в рамках наступних тем: 1.7.1.879 «Наукові засади підвищення енергоефективності теплотехнологій при зневодненні колоїдних капілярно-пористих матеріалів» (2017-2021 рр., РК № 0117U002650); 1.7.1.897 «Інтенсифікація тепломасопереносу при зневодненні колоїдних капілярно-пористих матеріалів та розроблення енергоефективного сушильного обладнання» (2020-2024 рр., РК № 0120U103352, ОК № 0225U003159); 52-07/03-2021 «Підвищення енергоефективності тепломасообмінних процесів при зневодненні термолабільних колоїдних капілярно-пористих матеріалів в

*Вх. 144
30. 04. 26*

інноваційних теплонасосних сушарках» (2021-2022 рр., РК № 0121U111865, ОК № 0223U000132, 0221U106933); 1.7.1.910 «Інтенсифікація тепломасообмінних процесів при зневодненні та термообробці дисперсних матеріалів» (2025-2029 рр., РК № 0125U003694).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації та їх достовірність.

Ознайомившись зі змістом дисертаційного дослідження Самойленко К.М., а також опублікованими науковими працями та рефератом дисертації, можна стверджувати, що завдання, результати і висновки поданої до розгляду роботи цілком обґрунтовані. В роботі згідно до вимог сформульована актуальність теми, визначено об'єкт (тепломасообмінні процеси при розробці енергоефективної теплотехнології отримання сухого м'яса, грибного порошку, та гранульованого м'ясного продукту) та предмет дослідження (теплові режими та кінетика сушіння м'яса свинини, яловичини та культивованих грибів ерінги, шіїтаке, глива, печериця і їх теплофізичні параметри після зневоднення). Мета і завдання дослідження цілком відповідають заявленій темі. Достатньо широким є перелік використаних джерел, який включає в себе 209 джерел.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів дисертаційної роботи Самойленко К.М. підтверджується коректністю основних припущень і положень, що були покладені в основу наукових досліджень. Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані у дисертації є достатньо обґрунтовані і базуються на теоретичних та експериментальних дослідженнях. Закономірності тепломасопереносу в процесах сушіння під час зневоднення білкововмісної сировини вивчалися на різних об'єктах (м'ясо свинини та яловичини, культивовані гриби ерінги, шіїтаке, печериця та глива звичайна), їх спільне узагальнення свідчить про достовірність наукових положень. При проведенні експериментальних досліджень використовувалися сучасні методики. Розрахунки теоретичного дослідження тепломасопереносу здійснювалися засобами програмування. Теоретичні дослідження проведені з використанням методів, що ґрунтуються на основних положеннях теорії тепло- і масообміну, теорії подібності, що оброблялись за допомогою комп'ютерних технологій.

Перевагою роботи є створення енергоефективних теплотехнологій отримання білкововмісних продуктів за рахунок розробки попередньої підготовки до сушіння та застосуванням оптимальних режимів зневоднення. Досліджено процеси сушіння за визначеним енергоефективним режимом $3800 \text{ Вт/м}^2 + 60^\circ\text{C}$ на дослідно-промисловій камерній сушарці із завантаженням до 100 кг та доведено, що енерговитрати при цьому в середньому становлять 3800 кДж/кг випареної вологи, при цьому відбувається інтенсифікація процесу на 25 % у порівнянні із режимом 60°C . Важливо, що при цьому було збережено

біологічно активні речовини, оскільки температура матеріалу не перевищувала критичну для білкововмісних продуктів.

Розроблені продукти можуть бути використані у продуктах швидкого приготування з метою підвищення калорійності та поживності або як самостійний перекус в умовах, де отримати доступ до звичайного харчування неможливо. За рахунок розробленої теплотехнології із застосуванням теплової обробки перед сушінням продукт придатний до вживання.

Наукова новизна одержаних результатів виражена у науковому обґрунтуванні теорії тепломасообміну під час зневоднення білкововмісної харчової сировини при тепломасоперенесенні в процесі сушіння, а саме:

- аналітичний аналіз методів підготовки та сушіння білкововмісної сировини дав змогу отримати нові рішення для вирішення проблем тепломасообміну в процесах сушіння;

- обґрунтовано вплив попередньої підготовки білкововмісної сировини до сушіння на тепло- та вологообмін в матеріалі і встановлені теплофізичні характеристики, які дозволили зменшити енерговитрати на 15 – 20 % із збереженням якості кінцевої продукції;

- встановлено залежність основних характеристик процесу сушіння за розробленими режимами при зневодненні білкововмісної сировини із зменшенням енерговитрат та максимальним збереженням біологічно активних речовин;

- *вперше* було визначено теплоту випаровування культивованих грибів, при цьому отримані під час сушіння значення питомих витрат теплоти на випаровування були представлені у вигляді залежності від поточного значення відносної вологості зразків, які показали складність випаровування з матеріалу у порівнянні з випаровуванням чистої води;

- *вперше* було визначено теплоємність культивованих грибів в діапазоні температур 32,5 – 87,5 С, експериментальні та теоретичні значення яких співпадають;

- встановлено залежність критерію оптимізації сушіння від вологовмісту матеріалу, що обґрунтовує ефективність розроблених режимів;

- за результатами чисельного моделювання тепломасопереносу при конвективному сушінні колоїдних капілярно-пористих матеріалів отримано графіки залежностей температури поверхні тепломасообміну та маси вологи від часу в зразку в процесі його сушіння;

- досліджено регідратаційні властивості сухих білкововмісних продуктів, отриманих при різних режимах сушіння та встановлено ефекти впливу режимів сушіння на відновлюваність отриманого продукту;

- досліджено енергоефективний процес сушіння білкововмісної сировини на дослідно-промисловій камерній сушарці, визначено енергетичні витрати на процес, які підтвердили доцільність вибраних режимів;

- визначено активність води для білкововмісної сировини як критерію збереження якості сировини;
- *вперше* визначено рівноважну вологість й оптимальні умови зберігання білкововмісних продуктів.

Практичне значення одержаних результатів:

- на основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень розроблено енергоефективні теплотехнології виробництва гранульованого м'ясного порошку з м'яса свинини, яловичини; грибного порошку з культивованих грибів шиїтаке, ерінгів, печериць та гливи звичайної та сушеного гранульованого м'ясного продукту.

- розроблено дослідно-промислові лінії отримання сухого продукту швидкого приготування із підвищеним вмістом білків;

- практична реалізація запропонованої теплотехнології полягає у передачі результатів досліджень до науково-дослідницького Інституту продовольчих ресурсів НААН для впровадження грибного порошку у технологію отримання ковбасних виробів з метою розширення асортименту харчових продуктів із підвищеним вмістом білку;

- результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес НТУУ КПІ для підготовки фахівців за спеціальністю «Галузеве машинобудування»;

- на пріоритети нових способів подані патенти:

заявка на Патент України на Винахід № а202405902 від 12.12.2024 р. «Спосіб одержання сушеного гранульованого м'ясного продукту»;

заявка на Патент України на Винахід № а202406176 від 24.12.2024 р. «Спосіб одержання харчового порошку з грибів шиїтаке»,

заявка на Патент України на Винахід № а202500756 від 20.02.2025р «Спосіб одержання м'ясного продукту швидкого приготування».

Загальна оцінка дисертаційної роботи та її завершеність

Дисертаційна робота Самойленко Катерини Миколаївни є завершеною науковою працею, складається із анотації українською та англійською мовами зі списком опублікованих праць за темою дисертації, змісту, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел з 209 найменувань та трьох додатків. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладання відповідає вимогам до оформлення дисертацій (наказ МОН України № 40 від 12.01.2017 р. із змінами, внесеними згідно з наказом № 759 від 31.05.2019 р.).

Метою дисертаційної роботи є розроблення теоретичних засад та експериментальне підтвердження комплексної та ефективної переробки білкововмісної сировини тваринного та рослинного походження, тепломасообмінні процеси та створення енергоефективних теплотехнологій з отриманням харчових порошоків високої біологічної цінності, які є основою

продуктів харчування для використання в екстремальних умовах населення, військовослужбовців та спортсменів.

У вступі обґрунтовано стан наукової проблеми, актуальність та важливість, яка вирішується у дисертаційній роботі, сформульовано мету і задачі дослідження, охарактеризовано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, наведено відомості щодо особистого внеску здобувача та апробації результатів досліджень, представлена структура та об'єм дисертаційної роботи.

У першому розділі відображено виконаний аналіз літературних джерел, що стосується основних проблем переробки білкововмісної сировини на сухий продукт; особливостей розробки підготовки сировини до зневоднення, проаналізовано процеси тепломасообміну при сушінні білкововмісної сировини з точки зору енергоощадності процесу та збереження біологічно активних речовин нативної сировини.

У другому розділі представлено вибір об'єктів дослідження та наведено її характеристики. Автором для теоретичних та експериментальних досліджень було обрано м'ясна сировина, а саме – свинина, яловичина, також культивовані гриби – ерінги, шіїтаке, глива, печериця звичайна.

Наведено методики проведення експериментальних досліджень процесу зневоднення, визначення теплофізичних, сорбційних, регідратаційних, якісних властивостей білкововмісної сировини. Наведено опис та принцип дії експериментального конвективного стенду, приладу ДМКИ-01, диференціального сканувального мікрокалориметра ДСМ-2М, молоткової дробарки, установки для дослідження дисперсного складу рослинної сировини, приладу Aqualab3TE.

У третьому розділі наведено результати аналітичних та експериментальних досліджень волого-теплової обробки білкововмісної сировини, які показали можливість підвищення їх ефективності. Розроблено попередню підготовку м'ясної сировини до сушіння, яка включає в себе теплову обробку протягом 20 хв. Визначено розмір та форму сировини, що дозволяє ефективно провести підготовку та сушіння. Запропонований спосіб попередньої обробки білкововмісної сировини дав змогу зменшити енерговитрати під час сушіння.

Досліджено кінетику зневоднення білкововмісної сировини та визначено оптимальні режими для зменшення тривалості процесу: конвективний двоступеневий та комбінований. Визначено, що тривалість при комбінованому способі $3800 \text{ Вт/м}^2 + 55^\circ\text{C}$ для м'яса свинини у формі гранул у 1,7 р. є меншою у порівнянні із режимом 55°C . Найнижча швидкість є для зразків за режиму 55°C , яка становить 1,7 %/хв, а найвища для комбінованого способу - 3,15 %/хв.

Автором було виявлено, що при дослідженні сушіння м'яса свинини у вигляді кубиків за режиму 55°C тривалість становить 200 хв, а за комбінованого

режиму – 355 хв, тобто у 1,8 р довше. На думку автора, це відбувається тому, що при утворенні гранул була порушена структура білків м'яса, в той час як у кубиках цільного м'яса вона не порушувалась і тому випаровування вологи з гранул відбувається краще, а від цього і інтенсивність процесу зневоднення вища. Для культивованих грибів застосовували конвективний у діапазоні від 60°C до 100°C, інфрачервоний від 2000 Вт/м² до 3800 Вт/м², конвективний двоступеневий 100/60°C та комбінований інфрачервоно-конвективний 3800 Вт/м²+60°C способи.

В результаті експериментальних досліджень, було відмічено, що не дивлячись на майже однакову початкову вологість, тривалість процесу для всіх грибів різна. Найшвидше піддаються зневодненню культивовані гриби глива звичайна 62 та 64 хв для конвективного двоступеневого та комбінованого інфрачервоно-конвективного режимів відповідно. На другому місці шийтаке із тривалістю 97 хв та 115 хв. Гриби ерінги мають найдовшу тривалість 145 хв та 160 хв при ефективних режимах у порівнянні з іншими культивованими грибами.

На основі проведених експериментальних досліджень кінетики сушіння м'ясної сировини та культивованих грибів Самойленко К.М. було розроблено сушений гранульований м'ясний продукт з підвищеним вмістом білку з таким співвідношенням компонентів: м'ясо 60 %, гриби 20 %, селера 10 %, морква 10 %. Характер процесу зневоднення продукту наближений до кривих сушіння м'яса, оскільки саме цього інгредієнту у складі гранульованого продукту найбільше. Тривалість при комбінованому інфрачервоно-конвективному способі 3800 Вт/м²+55°C становить 83 хв.

Досліджено теплофізичні характеристики білкововмісної сировини на прикладі культивованих грибів. Витрати теплоти на випаровування вологи з гриба печериці звичайної в процесі конвективно-кондуктивного сушіння вперше було визначено за допомогою диференціального мікрокалориметра випаровування ДМКИ-01, що поєднує в собі можливості калориметрії та термогравиметрії.

Результати досліджень дозволяють стверджувати, що при зневодненні тканин гриба печериця істотно зростання енерговитрат на зневоднення відбувається вже на початкових етапах сушіння, досягає 11% перевищення понад табличним значенням для випаровування води з вільної поверхні до моменту досягнення тканинами гігроскопічної вологості та різко збільшується при спробах сушіння за межу їх гігроскопічної вологості.

Теплоємність тканин плодового тіла гриба печериця з вологістю $W = 0 - 95$ % відн. вперше було визначено в діапазоні $t = 32,5 - 87,5$ °C. Отримано експериментально сімейство кривих зміни теплоємності тканин плодового тіла гриба печериця зі зміною їх вологості $C=f(W)$ при різній температурі зразків.

Значення теплоємності, вираховані за формулою достатньо добре (з середньою похибкою 2,12 %) співпадають з отриманими експериментальними даними.

Розраховано критерій оптимізації сушіння, який визначає відношення кількості теплоти, витраченої від нагрівання матеріалу до випаровування значної вологи за нескінченно малий проміжок часу. Характер зміни критерію оптимізації сушіння доводить ефективність впровадження запропонованих режимів і свідчить про те, що теплота корисно витрачається на видалення вологи.

Проведено розрахунок тривалості та швидкості процесів сушіння білкововмісної сировини рослинного походження. Побудована крива кінетики сушіння грибів ерінги при температурі теплоносія 60°C в координатах $W - N_{max}$ t , для визначення характеру процесу сушіння. Визначено загальну розрахункову тривалість для оптимального температурного режиму.

Розроблена фізична та математична модель процесу сушіння сировини (колоїдних капілярно-пористих матеріалів). Процес конвективного сушіння відбувається наступним чином, сировина знаходиться на піддоні та обдувається верхня частина поверхні матеріалу і контактує з теплоносієм.

Порівняння результатів чисельного моделювання процесів конвекційного сушіння зразка культивованих грибів з експериментальними результатами показало їх достатньо задовільне якісне узгодження. Водночас спостерігається певна розбіжність у кількісних показниках даних результатів. Розглянута розрахункова модель може бути використана для наближеного визначення характеристик процесу сушіння, зокрема часу.

У четвертому розділі досліджено кінетику сушіння білкововмісної сировини на дослідно-промисловій камерній сушарці із завантаженням до 100 кг, яка розроблена в Інституті технічної теплофізики НАН України. Для збільшення ефективності всередині камери змонтовані нагрівальні елементи, відповідно до руху теплового агента, які встановлені перед візками по всій їх висоті та розміщені навпроти піддонів.

Досліджено кінетику сушіння для м'ясної сировини за температури теплоносія $t = 60^{\circ}\text{C}$, швидкості руху теплоносія $V = 3$ м/с, товщина матеріалу $\delta = 5$ мм, вологовміст повітря $d = 10$ кг/г с.п. із зміною та без зміни напрямку потоку теплоносія та виявлено, що після зміни напрямку потоку теплоносія на 120 хв, видалення вологи у випадку зміни потоку теплоносія стає більш інтенсивним, починаючи із 150 хв експерименту. Тобто, вологість матеріалу при режимі без зміни потоку теплоносія становить 18 % на 300-ій хв., а при режимі зі зміною напрямку потоку - цю ж вологість досліджуваний зразок має вже на 250 хв. Даний розроблений спосіб дозволяє зменшити тривалість сушіння на 50 хв, або на 20 %. Автором запропоновано провести зміну напрямку на 120 хв або через 2 години, в області зниження видалення вологи з матеріалу. Максимальна швидкість сушіння без зміни напрямку потоку сушильного агенту складає 0,22

%/хв, а із зміною – 0,37 %/хв. Отже, максимальна швидкість сушіння зі зміною потоку теплоносія є в 1,68 раз вища.

Дослідження процесу сушіння культивованих грибів на дослідно-промисловій камерній сушарці показали, що для досягнення вологості матеріалу 8 % при температурі теплоносія 60°C тривалість процесу становить 390 хв, що на 90 хв довше, ніж при комбінованому 3800 Вт/м²+60°C.

Визначено енергетичні витрати на процес зневоднення культивованих грибів на дослідно-промисловій камерній сушарці, які в середньому становлять 3800 кДж/кг випареної вологи. Розраховано коефіцієнт корисної дії сушарки, який при цих затратах становить 69 %.

У п'ятому розділі досліджено процеси подрібнення білкововмісної сировини рослинного походження на молотковій дробарці, в результаті чого отримано порошок із високим відсотком оптимальної фракції менше 0,5 мм. Виходячи із результатів досліджень, рекомендовано використовувати молоткову дробарку для подрібнення культивованих грибів.

Визначено відновлюваність для м'яса свинини у вигляді гранул та кубиків, а для яловичини лише для гранул за температури витримки під час експериментального дослідження 45 °C та 90 °C. Було виявлено, що для гранул свинини навіть при температурі витримки 45 °C показник відновлюваності знаходиться в межах 130-170 %, а для кубиків – 100-120 %. За температури витримки 90 °C показник відновлюваності є ще вищим – 160-190 % для гранул, 120-130 % для кубиків. Як видно, основна закономірність спостерігається і для м'яса яловичини, що має показник відновлюваності – 185-195 %. На думку автора це свідчить про те, що розроблені режими зневоднення дозволяють зберегти якісні показники білкововмісної сировини тваринного походження на високому рівні.

Для визначення якості сухих грибів визначено відновлюваність за різних способів зневоднення та форми зразка (пластина, порошок). Показник відновлюваності є вищим для пластин, ніж для порошку для всіх представлених способів сушіння. Найвище значення відновлюваності культивованих грибів є для режимів сушіння 60°C, комбінованого 3800 Вт/м²+60°C та конвективного двоступеневого 100/60°C та знаходиться в межах від 79,7 % до 96,1 %.

Досліджено адсорбційні властивості культивованих грибів за різних способів зневоднення. Порівняння ізотерм адсорбції культивованих грибів показує, що маючи на однаковий характер цих ізотерм і однакові форми зв'язування вологи, в той же час суттєво відрізняються один від одного рівноважною вологістю. Це можна пояснити їх різним хімічним складом для кожного виду культивованих грибів.

Досліджували зміну активності води a_w для м'ясної сировини у формі гранул та сушених культивованих грибів у формі порошку. Показник активності

води для досліджуваних зразків знаходиться в межах 0,5, яка не перевищує норму для розвитку мікроорганізмів.

У шостому розділі представлено розроблені принципово-технологічні схеми та апаратурно-технологічні лінії для виробництва сухих білкововмісних продуктів, а саме м'яса свинини, яловичини, культивованих грибів ерінги, шийтаке, глива та печериця. Наведена вперше розроблена теплотехнологія отримання гранульованого м'ясного продукту швидкого приготування з м'яса, грибів, моркви та селери, який є основою для продуктів харчування з метою використання в екстремальних умовах населення, військовослужбовців та спортсменів.

При розробці технологічної лінії виробництва сухих білкововмісних продуктів визначальним чинником продуктивності є потужність сушарки. Автором обрано сушарку 2-х зонну на теплогенераторі ТФ2.02, з такими основними показниками: виробництво по сировині 0,23-0,26 т/год, встановлена потужність 32-34 кВт та виробнича площа становить 320 м².

Для малих фермерських господарств із застосуванням сушарки на 100 кг вихідної сировини розраховано співвідношення витрат у відсотках на виготовлення білкововмісного порошку з культивованих грибів ерінги. Основними статтями витрат є: на сировину 62,6 %, на заробітну плату 11,3 %. Затрати електроенергії при цьому становлять 14,3 %. Очікуваний загальний річний економічний ефект від впровадження теплотехнології отримання грибного порошку складає для культивованих грибів ерінги 947 904,68 грн при терміні окупності 8,2 міс.

Результати дисертаційної роботи передані до науково-дослідницького Інституту продовольчих ресурсів НААН України для впровадження грибного порошку у технологію отримання ковбасних виробів з метою розширення асортименту харчових продуктів із підвищеним вмістом білку та використовуються у навчальному процесі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського для підготовки фахівців за спеціальністю «Галузеве машинобудування».

В загальних висновках наводиться перелік основних наукових і практичних результатів, одержаних у дисертаційній роботі.

Відповідність реферату змісту дисертаційної роботи. У тексті реферату відображено основні положення, зміст, результати та висновки проведених досліджень. Зміст реферату та основні положення дисертаційної роботи є ідентичними.

Мова та стиль дисертації. За змістом подана дисертація в цілому вирішує поставлену мету та завдання дослідження. Текст дисертації викладено

державною мовою аргументовано, логічно та послідовно. Стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання. Структура дисертації та реферату дисертації, оформлення, мова та стиль викладення відповідають вимогам, які ставить до докторських дисертацій Міністерство освіти і науки України. Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Самойленко К.М. є результатом самостійних досліджень і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Повнота викладу основних результатів дисертації підтверджується апробацією результатів дисертаційного дослідження в публікаціях у фахових та виданнях, що входять до наукометричних баз *Scopus*, *Web of Science*, оприлюдненням на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, а також поданими заявками на патенти на винахід України на розроблені теплотехнології.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 41 науковій праці, з яких 8 наукових статей, що входять до наукометричних баз даних *Scopus*, *Web of Science* (з них 1 в журналі з квантилем Q3); 10 наукових статей у фахових виданнях України; 2 монографії; 3 колективні монографії (1 з них розділ колективної монографії, що входить до наукометричної бази даних *Scopus*), 3 заявки на патент на винахід України; 15 матеріалів тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково обґрунтованими висновками та рекомендаціями, які висвітлені авторкою для публічного захисту. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела. У роботі відсутнє привласнення чужих ідей, результатів або слів без оформлення належного цитування. Таким чином, в дисертаційному дослідженні Самойленко К.М. відсутні порушення академічної доброчесності.

Зауваження та рекомендації щодо змісту дисертації:

1. У першому розділі на рис. 1.2 наведений відсотковий склад витрат теплоти під час процесу сушіння. Необхідно було б вказати, звідки ця інформація та для яких конкретно речовин вона актуальна.

2. В другому розділі необхідно було б наряду з аналізом навести також класифікацію усіх об'єктів дослідження, а саме: які об'єкти дослідження та з якою метою, нарізають, подрібнюють, просіюють. Які об'єкти змішують з овочевою сировиною та з якою метою?

3. Рівняння підрозділу 2.3 є загальновідомими. Крім того, рівняння 2.5 – 2.9 майже дублюють рівняння 2.18 – 2.21. Назва підрозділу 2.3. «Методи досліджень білкововмісної сировини» є загальною для другого розділу. Необхідно було б цю назву конкретизувати. В рівнянні 2.21 в знаменнику має бути число 100.

4. У пункті «Методика визначення дисперсності сухого матеріалу» незрозуміло, які саме досліджувані об'єкти підлягали просіюванню? Який дисперсний склад був отриманий в результаті просіювання? Аналогічно і в наступних пунктах: незрозуміло, що мається на увазі під поняттями «зразок» та «рослинна сировина». Це всі об'єкти досліджень? Чи якісь конкретні? Для яких об'єктів дослідження була використана молоткова дробарка?

5. Спосіб приготування білково каротиновмісної сировини необхідно було б навести в другому розділі (с. 202).

6. З результатів досліджень в даній дисертаційній роботі видно, що другий період сушіння (рис. 3.52) поділяється на чотири частини. В роботі також визначені коефіцієнти K1, K2, K3 і K4. Вважаю, що пояснення «Ці коефіцієнти, як правило, визначаються безпосередньо, з досліду по сушінню даного матеріалу» є недостатнім. Необхідно було б встановити фізичний зміст цих коефіцієнтів, а також їх залежність від природи, форми зв'язку з матеріалом та інших параметрів.

7. Рівняння 3.28 належить автору? Необхідно було б зробити посилання на відповідне джерело, де вперше наводиться це рівняння.

8. Доцільно було б навести числові дані одержаних, згідно рівняння 3.28 коефіцієнтів тепловіддачі та масовіддачі (рівняння 3.29). Це було б ще одним підтвердженням обраного оптимального режиму сушіння.

Висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Самойленко К.М.

Загальний висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам. Вважаю, що дисертаційна робота Самойленко Катерини Миколаївни на тему «Наукові засади створення енергоефективних теплотехнологій отримання білкововмісних продуктів» є завершеною науковою працею, що

виконана на високому науковому та практичному рівнях, в якій представлено нові наукові результати, спрямовані на вирішення науково-технічної проблеми інтенсифікації процесів сушіння білкововмісної сировини із збереженням нативності. Реферат повністю відображає основні положення дисертації. За актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною, змістом, оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам п. 7,8,9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197 (зі змінами, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України № 928 від 30.07.2025 р.), а здобувач, Самойленко Катерина Миколаївна, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – «Технічна теплофізика і промислова теплоенергетика».

доктор технічних наук, доцент,
доцент кафедри хімічної інженерії
Національного університету
«Львівська політехніка»



Ірина ГУЗЬОВА

Підпис доцента, д.т.н. Гузьової І. О.

ЗАСВІДЧУЮ:

Вчений секретар Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ