

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
СОКОЛОВОЇ ТАЇСІЇ ІГОРІВНИ

на тему «**УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ
ХАРЧОВИХ ВІДХОДІВ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ**»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 18 Виробництво та технології
за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища

Актуальність теми дисертації.

Харчові відходи готельно-ресторанного комплексу становлять значну частку твердих побутових відходів, їхнє захоронення на звалищах призводить до викидів метану, забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Переробка відпрацьованої кавової гущі на біочар та харчових відходів на біогаз дозволяє зменшити навантаження на навколишнє середовище та перетворити відходи на корисні ресурси. Анаеробне зброджування є важливою біотехнологією для отримання біогазу шляхом переробки харчових відходів на вторинний продукт, що може використовуватися для генерації енергії, в той час, як біочар, отриманий термічним та мікрохвильовим піролізом є сорбентом для очищення стічних вод. Це створює додаткові джерела доходу для готельно-ресторанних підприємств та знижує витрати на утилізацію. Біотехнологія сприяє циркулярній економіці, перетворюючи органічні відходи на цінні продукти, що особливо актуально в умовах дефіциту ресурсів та зростання цін на енергоносії, але має свої недоліки, наприклад, час зброджування, вихід біогазу тощо.

Враховуючи впровадження жорстких норм та вимог до утилізації органічних відходів на прикладі Директиви ЄС 2018/851, що в процесі гармонізації з українським законодавством, то удосконалення біотехнології переробки харчових відходів відповідає міжнародним трендам та національним стратегіям зі зменшення вуглецевого сліду. Розробка ефективних методів переробки харчових відходів готельно-ресторанних комплексів на біочар і біогаз є актуальною з екологічної, економічної та соціальної точок зору, що відповідає світовим трендам сталого розвитку та потреб України в інноваційних рішеннях для екологічної безпеки.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Застосовуючи різні наукові підходи здобувачка Соколова Таїсія Ігорівна проаналізувала можливі джерела забруднення компонентів довкілля шляхом аналізу життєвого циклу продукції готельно-ресторанного комплексу

(балансові схеми, релевантні таблиці тощо), виділила основні джерела харчових відходів на підприємстві та *вперше* запропонувала удосконалення біотехнології, яке полягає в використанні при анаеробному зброджуванні біочару отриманого мікрохвильовим піролізом з відпрацьованої кавової гущі в якості інтенсифікатора процесу метанового бродіння. Наукова новизна полягає в удосконаленні біотехнології переробки харчових відходів готельно-ресторанного комплексу, яка поєднує: застосування біочару з відпрацьованої кавової гущі, виробленого методом мікрохвильового піролізу, як інтенсифікатора процесу та анаеробне зброджування для отримання біогазу з високим вмістом метану (>80%). На основі проведених здобувачем наукових досліджень та статистичної обробки результатів були оприлюднені дані на наукових конференціях та в рецензованих журналах. Отримані дані узгоджуються із сучасними теоретичними концепціями у сфері переробки відходів, що підтверджує їхню наукову цінність і практичну значимість.

Таким чином, наукові результати дисертації мають високий рівень обґрунтованості та достовірності, що підтверджено численними експериментами та сучасними методами аналізу. Дисертаційне дослідження повністю вирішує поставлене наукове завдання, пропонуючи інноваційний підхід до переробки харчових відходів. Отримані результати мають значний потенціал для застосування у сфері екологічної безпеки та сталого розвитку.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертаційна робота здобувача Соколової Таїсії Ігорівни повністю відповідає Стандарту вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» та є завершеною науковою працею, яка демонструє особистий внесок здобувача у напрямок поводження з відходами, а саме переробку харчових відходів на біочар та біогаз, що можуть бути використанні в різних технологічних процесах, як сировина або готовий продукт. На основі аналізу звіту про подібність слід зазначити, що дисертаційна робота не має ознак порушення автором вимог академічної доброчесності або використання ідей та тверджень без надання посилання на джерело літератури. Робота не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату чи несанкціонованих запозичень, а отже, дисертаційне дослідження Соколової Таїсії Ігорівни є результатом її самостійних досліджень.

Мова та стиль викладення результатів.

Робота написана державною мовою, у доступній та зрозумілій формі з використанням загальноприйнятої термінології, яка відповідає тематиці

дослідження з дотриманням всіх вимог нормативних документів щодо оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Загальний обсяг матеріалів дисертаційної роботи становить 212 сторінок машинописного тексту. Робота містить 48 ілюстрації, 40 таблиць та 158 літературних джерел у бібліографії. Крім того, дисертація включає 3 додатки.

У *вступі* обґрунтовано актуальність дисертації, сформульовано мету та завдання дослідження, показано зв'язок роботи з науковими програмами та темами, представлено наукову новизну та практичну значущість роботи.

У *першому розділі* описано джерела утворення харчових відходів, розглянуто питання забруднення компонентів довкілля готельно-ресторанними комплексами, їх вплив на навколишнє середовище. Розділ присвячений літературному огляду біотехнологій по переробці харчових відходів на цінні продукти шляхом різних технологічних процесів.

У *другому розділі* дисертації представлено матеріали та методи дослідження, наведені детальні характеристики установок для отримання біочару та біогазу, описано досліди для визначення фізико-хімічних властивостей отриманих продуктів. В даному розділі зазначені методи та обладнання, які здобувач використовував протягом досліджень, детально описано процес підготовки зразків до аналізу, їх маркування та особливості процесу.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи представлений аналіз життєвого циклу продукції готельно-ресторанного господарства методом балансових схем, релевантних таблиць та аналізу екологічних аспектів з подальшою рекомендацією впровадити екологічні заходи направлені на зниження негативного впливу на довкілля від готельно-ресторанного комплексу. Наведені схеми в повному обсязі охоплюють всі виробничі процеси на підприємстві та показують вплив на навколишнє середовище, що можна оцінити, як значний.

У *четвертому розділі* дисертації наведені результати проведених досліджень, а саме: аналіз біочару отриманого шляхом термічного піролізу та мікрохвильового опромінення; аналіз біогазу отриманого з додавання біочару в якості ідентифікатора процесу. Представлені результати досліджень в повному обсязі описують фізико-хімічні властивості отриманих продуктів, а саме: біополімерний та гранульований склад, структурні характеристики, кислотно-основні, іонно-обмінні властивості, диференційну ІЧ-спектроскопію та комплексний термічний аналіз сировини та біочарів; для біогазу - кумулятивне утворення біогазу, рН, хімічне споживання кисню, вміст легких жирних кислот та накопичення аміаку, що пригнічує археї в результаті високих показників.

У п'ятому розділі представлені удосконалені схеми біотехнологічних процесів переробки харчових відходів для отримання біочару та біогазу.

У висновках сформульовано основні науково-практичні результати роботи.

У додатках представлено деклараційний патент на корисну модель, розрахунок кількості харчових відходів ресторану та акти впровадження результатів дослідження. 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 21 друкованій праці, у тому числі 4 статтях у фахових виданнях, з них 3 у цитованих виданнях наукометричної бази Scopus (Q3), 16 тезах доповідей на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях та одному патенті на корисну модель.

Авторський внесок у співавторських роботах включав експериментальну частину, аналіз даних та літератури, а також участь у підготовці публікацій. Усі ключові результати дисертації опубліковані у працях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В першому розділі на рис. 1.1 та 1.2. наведені дані по накопиченню відходів та кількості сміттєзвалищ та полігонів в періоди 2017-2021 та 2010-2020 рр., краще було б обрати однаковий період по рокам, для легшого порівняння цих графіків.

2. В розділі 3 наведено багато великих таблиць (табл. 3.2, 3.3, 3.5, 3.6), які можна було б розмістити в додатках, їх відсутність в основному тексті не знизить значимість результатів, але зробило би розділ більш структурованим.

3. В четвертому розділі при наведенні результатів дослідження кислотно-основних та іонообмінних властивостей сировини та біочарів (п. 4.1.5.) часто вказано про фенольні сполуки, але в п. 4.2.4 не наведена інформація щодо їх впливу на процеси анаеробного зброджування, бажано було описати токсичність цих сполук та більш детально про мікроорганізми, що споживають їх при метановому бродінні.

4. На термограмах сировини та зразків біочарів (рис. 4.12-4.15) наявні різкі піки, що не описані в тексті, наприклад, при якому температурному інтервалі випаровується зв'язана вода, в якому відбувається деструкція органічних залишків тощо. Також на рис. 4.16 відсутні підписи на графіку.

5. В тексті дисертації зустрічаються технічні, стилістичні та граматичні помилки, є неточності в підписах рисунків (рис. 4.12, 4.14, 4.15 тощо).

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

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота **Соколової Таїсії Ігорівни** на тему «Удосконалення біотехнології переробки харчових відходів готельно-ресторанного комплексу» за актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, науковою і практичною цінністю отриманих результатів і висновків та формою викладу є оригінальним авторським дослідженням, що відповідає вимогам МОН України № 40 від 12 січня 2017 р. (зі змінами) «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та 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.

Вважаю, що здобувач **Соколова Таїсія Ігорівна** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 18 Виробництво та технології за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри «Екології та природоохоронних технологій»
Державного університету «Житомирська політехніка»
доктор технічних наук,
професор

Ірина ПАЦЕВА

«08» 07 2025 року

Підпис *Пацива І.*
Засвідчую:
Учений секретар
Житомирська політехніка
Босарук

