

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.

У сучасних умовах споживання послуг готельно-ресторанного бізнесу (HoReCa) суттєво збільшує кількість харчових відходів, що становить серйозну екологічну, економічну та соціальну проблему. Згідно з даними Європейської комісії, до 10% усіх харчових відходів у Європі генерується саме закладами громадського харчування, а їхня неправильна утилізація призводить до забруднення навколишнього середовища, втрати цінних ресурсів і додаткових витрат для бізнесу. Харчові відходи є джерелом викидів парникових газів, особливо метану на звалищах, що посилює проблему зміни клімату. Для готельно-ресторанних комплексів оптимізація поводження з відходами – це шлях до зниження витрат на їх вивезення та утилізацію, а також можливість отримання додаткового доходу. Переробка дозволяє зменшити навантаження на полігони, запобігти забрудненню ґрунтів і водних ресурсів, а також сприяє замкнутій економіці через повернення органічних матеріалів у виробничий цикл у вигляді біогазу та компосту.

Дане дисертаційне дослідження спрямоване на удосконалення біотехнології переробки харчових відходів у продукти з доданою вартістю, такі як біочар та біогаз. Аналіз сучасних технологій, їх адаптація до умов України та ефективність впровадження залишаються недостатньо вивченими, що підкреслює науково-практичну цінність роботи. Удосконалення переробки харчових відходів у готельно-ресторанному комплексі є критично важливим кроком для досягнення цілей сталого розвитку, зменшення екологічного сліду бізнесу та підвищення його конкурентоспроможності. Інноваційні підходи в цій галузі можуть значно вплинути на вирішення задач утилізації та переробки харчових відходів, що є однієї з ключових екологічних проблем нашого часу.

Таким чином, дисертаційна робота Соколової Таїсії Ігорівни, яка присвячена питанням підвищення рівня екологічної безпеки компонентів довілля за рахунок переробки харчових відходів в біочар та біогаз є актуальною та важливою.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукові результати, основні положення та висновки дисертації ґрунтуються на численних та детальних лабораторних дослідженнях, проведених із використанням сучасних методик. Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів, висновків та рекомендацій підтверджуються широким оприлюдненням даних на наукових конференціях та в рецензованих журналах. Отримані дані знаходяться у повній відповідності до сучасних теоретичних положень у галузі поводження з відходами, що свідчить про їхню актуальність та наукову цінність. Ретельний аналіз експериментальних даних та їхня узгодженість з існуючими теоріями забезпечують високу надійність та практичну значущість представлених у дисертації результатів.

Наукова новизна результатів дисертації виявляється в обґрунтуванні та розробці технологічних рішень з удосконалення переробки харчових відходів готельно-ресторанного комплексу шляхом анаеробного зброджування та використанням в якості інтенсифікатора біочару з відпрацьованої кавової гущі, що отримана мікрохвильовим піролізом (опроміненням). Впровадження даної удосконаленої біотехнології позитивно впливає на збільшення рівня екологічної безпеки, зниження кількості накопичення харчових відходів та можливості отримувати вторинні продукти з доданою вартістю, що можуть реалізовуватися, як окремий продукт. В роботі на основі аналізу життєвого циклу науково обґрунтовано та досліджено вплив готельно-ресторанних комплексів на забруднення компонентів довкілля, шляхом викидів забруднюючих речовин, теоретично та експериментально підтверджено використання харчових відходів для отримання біочару з відпрацьованої кавової гущі та біогазу. Встановлено екологічну та економічну ефективність та доцільність виробництва біочару з відпрацьованої кавової гущі шляхом мікрохвильового опромінення, що дозволяє знизити енерговитрати, прискорити процес, знизити рівень накопичення відпрацьованої кавової гущі та отримати вторинний продукт із доданою вартістю. Також встановлено закономірність впливу біочару на процес анаеробного зброджування при мезофільних та термофільних режимах, що дозволяє збільшити вихід біогазу, прискорити процес та отримати в складі біогазу більше 80% метану

Таким чином, наукові результати дисертації мають високий рівень обґрунтованості та достовірності, що підтверджено численними експериментами та сучасними методами аналізу. Новизна результатів забезпечує вагомий внесок у розвиток біотехнологічних методів переробки харчових відходів у цінний продукт, що є актуальним для екологічної безпеки та стійкого розвитку. 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.

Дисертаційна робота здобувача Соколової Таїсії Ігорівни повністю відповідає Стандарту вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Ця робота є завершеною науковою працею, яка демонструє особистий внесок здобувача у переробку харчових відходів в цінний продукт біогаз.

Аналіз звіту про подібність, отриманого після перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, підтверджує, що дисертація Соколової Таїсії Ігорівни є результатом її самостійних досліджень. Робота не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату чи несанкціонованих запозичень. Використані в роботі ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела, що підтверджує високу академічну доброчесність здобувача.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Усі розділи роботи викладені у доступній та зрозумілій формі з використанням загальноприйнятої термінології, яка відповідає тематиці дослідження. Автор дотримується 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 аналітичний огляд проблеми забруднення компонентів довкілля твердими побутовими відходами до складу яких входять харчові, їх накопичення впливає на екологічну безпеку регіонів країни та світу за рахунок неефективної переробки, процесів бродіння та гниття на сміттєзвалищах та полігонах, куди вони здебільшого потрапляють. Розділ присвячений аналізу проблеми забруднення навколишнього середовища відходами та їх перетворення на цінні продукти з доданою вартістю шляхом біотехнологічної переробки в біогаз та біочар. Розглянуто біотехнології

отримання цінних продуктів з харчових відходів, які можна використовувати в різних галузях промисловості, та замкнутому циклі роботи готельно-ресторанного комплексу.

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. Даний розділ присвячений характеристиці досліджуваних об'єктів та методик досліджень. Детально описані процес підготовки зразків до досліджень, включаючи різні методики, а також викладено процедури визначення складу та структури експериментальних зразків тощо.

У третьому розділі дисертаційної роботи представлений аналіз життєвого циклу продукції готельно-ресторанного бізнесу методом балансових схем та релевантних таблиць, а також наведені екологічні аспекти готельно-ресторанного господарства із запропонованими заходами для зниження антропогенного навантаження на компоненти довкілля та підвищення екологічної безпеки. Результати дослідження показали, що накопичення харчових відходів мають значний вплив на забруднення навколишнього середовища та оцінюються по шкалі А. В роботі ідентифіковані істотні екологічні аспекти готельно-ресторанного комплексу, такі як: стічні води, відходи виробництва, паливно-мастильні матеріали тощо. Також результатом оцінки екологічних аспектів є запропонована програма природоохоронних та ресурсозбережених заходів направлених на зниження негативного впливу на довкілля.

У четвертому розділі дисертації наведені результати аналізу біочару отриманого шляхом термічного та мікрохвильового опромінення та біогазу з додавання біочару в якості ідентифікатора процесу метанового бродіння. Результатами дослідження є визначення біополімерного та гранульованого складу, структурних характеристик, кислотно-основних, іонно-обмінних властивостей, диференційної ІЧ-спектроскопії та комплексного термічного аналізу сировини та біочарів, а також кумулятивне утворення біогазу, рН, хімічне споживання кисню, легких жирних кислот та накопичення аміаку при анаеробному зброджуванні харчових відходів.

У п'ятому розділі представлені удосконалені схеми біотехнології переробки харчових відходів, як окремими векторними схемами, так і технологічними з поєднання процесів отримання біочару та біогазу, також наведені характеристики отриманих продуктів.

У висновках сформульовано основні наукові 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.

Внесок автора у роботах, опублікованих у співавторстві, включав отримання експериментальних результатів, аналіз літератури, спільний аналіз отриманих даних та оформлення робіт. Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю відображені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В другому розділі досить об'ємно описані методики дослідження біочару, але значно менше уваги приділяється біогазу.

2. В розділі 3 наведені табличні дані по оцінці життєвого циклу продукції готельно-ресторанного комплексу. Але доцільніше було б деякі данні розмістити в додатках, що не знизить якість викладених матеріалів і зменшить обсяг основної частини роботи.

3. Відпрацьована кавова гуща та отриманий з неї біочар має в своєму складі фенольні сполуки, які можуть пригнічувати метанотворні археї та знижувати виробництво біогазу. Бажано було б у п. 4.2.4 більш детально розкрити цю тему.

4. Оксиген визначає гідрофільність та є ключовим для поведінки поверхневих груп, на сторінці 53 при описі хімічного складу біовугілля не вказано його вміст, зазначені лише Карбон, Гідроґен та Нітроґен.

5. На диференційних кривих потенціометричного титрування (рис. 4.6. та 4.8) наявні різкі коливання значень, не повністю описано з чим саме це пов'язано.

6. В тексті дисертації зустрічаються технічні, стилістичні та ґраматичні помилки (у вступі вказано загальна кількість сторінок 213, замість 212; на рис 4.16 відсутні підписи до ліній ґрафіку та інше).

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

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії **Соколової Таїсії Ігорівни** на тему «Удосконалення біотехнології переробки харчових відходів готельно-ресторанного комплексу» 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 галузі знань 18 Виробництво та технології. 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 **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 «Безпека праці та навколишнього середовища»
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктор технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека,
професор

« 08 » 07 2025 року

