

**РЕЦЕНЗІЯ**  
**на дисертаційну роботу**  
**Якименко Ольги Сергіївни**

«Розробка технологій одержання із недеревної рослинної сировини  
наноцелюлози та її використання у виробництві паперу і картону»,  
яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
в галузі знань: 16 – Хімічна та біоінженерія,  
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

**Актуальність теми дисертації.** Не дивлячись на суттєве зменшення обсягів виробництва, паперова промисловість України функціонує, однак технічні проблеми галузі залишаються.

Через відсутність високопродуктивного обладнання головним вектором в асортименті продукції є високотехнологічні технічні види паперу та картону, зокрема: пакувальний, електроізоляційний, банкнотний, захищений, фільтрувальний, основа для шпалер і т. п. Головна особливість такої продукції полягає в специфічних, складних для досягнення цільових показників, реалізація яких і визначає її конкурентноздатність.

Як правило, для досягнення необхідних цільових показників якості паперу і картону у процесі їх виробництва додають різні хімічні допоміжні речовини із вичерпних джерел – нафти, газу, вугілля, що призводить до забруднення довкілля. Разом з тим, останніми роками в світовій практиці активно проводяться дослідження з переробки недеревної рослинної сировини (НДРС) та отримання з неї, зокрема, целюлози і наноцелюлози, що мають унікальні властивості. З одного боку, така целюлоза, сировинні запаси якої в Україні достатньо великі, може розглядатись як альтернативна деревній, а з іншого боку, наноцелюлоза, яку з неї отримують, може бути застосована в композиції маси замість хімікатів і покращити окремі показники якості, зберігаючи від забруднення навколишнє середовище. Тому розробка екологічно безпечних способів одержання з НДРС наноцелюлози та використання їх у виробництві паперу і картону є актуальною науково-практичною задачею.

## **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Під час виконання досліджень використано комплекс сучасних та взаємодоповнюючих методів вивчення структури й властивостей наноцелюлози (НЦ) та паперу і картону з додаванням НЦ: скануючої електронної мікроскопії, атомно-силової мікроскопії, трансмісійної електронної мікроскопії, рентгенівської дифракції, інфрачервоної спектроскопії з Фур'є-перетворюванням, термогравіметрії, аналізу фізичних, хімічних та технологічних властивостей, механічних випробувань, з хорошою кореляцією даних, що забезпечила високу достовірність отриманих результатів.

Отримані наукові результати є комплексом наукових досліджень, які проведено із застосуванням сучасних підходів та відображають повноту вирішення наукової задачі.

Наукова новизна результатів дослідження у дисертації полягає в наступному.

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність комбінування стадій лужної обробки та пероцтового варіння з метою отримання целюлози із недеревної сировини, а саме пожнивних решток кукурудзи, стебел соняшника, очерету та волокон конопель, придатної для екстракції з неї наноцелюлози.

Показано підвищення показників щільності, міцності на розрив, прозорості, індексу кристалічності, термічної стабільності наноцелюлози в такій послідовності залежно від середовища її одержання: глибоких евтектичних розчинників – 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-оксиду – сульфатної кислоти.

Встановлено лінійну кореляцію показників міцності на розрив і прозорості наноцелюлози від щільністю наноцелюлозних плівок.

Важливим етапом є удосконалення способів отримання картонно-паперової продукції широкого спектру споживання із використанням як зміцнюючого реагенту наноцелюлози для заміни синтетичних хімічних допоміжних речовин, які є шкідливі для навколишнього середовища.

Наукові дослідження були виконані здобувачкою на кафедрі екології та технології рослинних полімерів КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи № 2301-п "Екологічно безпечні технології перероблення недеревної рослинної сировини у наноцелюлозні композиційні матеріали для органічного пакування і зеленої гнучкої електроніки", № держреєстрації 0120U102056 (2020–2022 р.р.) під керівництвом професора, кандидата хімічних наук, професора Барбаша В.А.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання, спрямоване на удосконалення методики одержання із недеревної сировини целюлози органосольвентними способами та впливу технологічних параметрів на отримання наноцелюлози і її застосування виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукових досліджень.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Якименко О.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Хімічні технології та інженерія». Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувачки у науковий напрям дослідження способів отримання целюлози та наноцелюлози із НДРС.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Якименко Ольги Сергіївни є результатом самостійних досліджень здобувачки 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. Поданий дисертанткою матеріал відзначається логічною послідовністю. Використано загальноприйняту термінологію, яка відповідає науковим стандартам у галузі

хімічних технологій та інженерії. Стиль викладення матеріалу є доступним, науково обґрунтованим, що сприяє легкому сприйняттю інформації.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 206 сторінок друкованого тексту, основний її зміст викладено на 171 сторінці.

У вступі описано обґрунтування актуальності теми. Тут викладено мету, завдання і методи дослідження, наукову новизну й практичну цінність результатів, особистий внесок здобувачки, наведено дані про реалізацію, апробацію та публікації результатів.

У першому розділі висвітлено сучасний стан використання наноцелюлози у виробництві паперу і картону. Проведено порівняльний аналіз характеристик НДРС для одержання целюлози для виготовлення НЦ. Описано методи отримання різних видів НЦ із рослинної сировини та дана їй оцінка як зміцнюючої складової в композиції паперу та картону. Обґрунтовано напрям досліджень.

У другому розділі описано методи та методики досліджень. Дано характеристики вихідної рослинної сировини. Описано методи одержання органосольвентної целюлози з НДРС та екстракції з неї НЦ. Наведено методики виготовлення картонно-паперової продукції за використання НЦ та прилади контролю. Описано методи математичної обробки результатів експериментальних даних.

У третьому розділі описано способи одержання целюлози і НЦ із дослідженої вітчизняної НДРС: із пожнивних решток кукурудзи, стебел соняшника та очерету, конопляних волокон методами кислотного гідролізу, окислення в середовищі ТЕМПО та глибоких евтектичних розчинниках (DES). Розраховано оптимальні значення технологічних параметрів досліджених процесів.

У четвертому розділі дано опис технологій використання НЦ із НДРС у композиції масових видів паперу і картону, зокрема: паперу для пакування харчових продуктів, паперу-основи для шпалер, електроізоляційного паперу,

картону для плоских шарів гофрокартону і тарного макулатурного вологостійкого.

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 24 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 6 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 6 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких одна стаття у журналі Q1, дві статті у журналах Q2; одна стаття у журналі Q3 відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Також результати дисертації були апробовані на 11 наукових фахових міжнародних конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

Відзначаючи високий рівень роботи, наукове та прикладне значення результатів доцільно зробити деякі зауваження та побажання:

1. Недостатньо обґрунтовано методику вибору представників НДРС для проведення досліджень; чому саме вибрані ці представники?
2. Велику увагу приділено методам та технології отримання целюлози з НДРС, що не є темою даної роботи; за рахунок цього можна було б частково скоротити її об'єм, і використати для інших розділів.
4. Ряд зауважень можна зробити щодо оформлення рисунків: наприклад, рис. 3.9; 3.17; 3.22; 3.23.

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 здобувачки ступеня доктора філософії Якименко Ольги Сергіївни на тему «Розробка технологій одержання із недеревної рослинної сировини наноцелюлози та її використання у виробництві паперу і картону» 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 16 – Хімічна та біоінженерія. 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.

Здобувачка Якименко Ольга Сергіївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 16 – Хімічна та біоінженерія за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

#### **Рецензент:**

доцент кафедри екології та  
технології рослинних полімерів  
«КПІ ім. Ігоря Сікорського»  
к.т.н., доцент

Романія ЧЕРЬОПКІНА

М.П.

«9» червня 2025 року