

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу

**Якименко Ольги Сергіївни**

на тему «Розробка технологій одержання із недеревної рослинної сировини

**наноцелюлози та її використання у виробництві паперу і картону»,**

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 16 хімічна та біоінженерія

за спеціальністю 161 – хімічні технології та інженерія

### **Актуальність теми дисертації.**

Найважливішою передумовою розвитку целюлозно-паперового виробництва є наявність сировини. Однак, на даний час Україна є малолісистою державою і всі її регіони вимагають збільшення лісистості до оптимальних показників. Через природоохоронні функції та режим обмеженого лісокористування наявними лісовими ресурсами не можна забезпечити зростання попиту на целюлозно-паперову продукцію. Покращення ж ситуації щодо збільшення обсягів лісосировини в найближчий час очікувати не варто через велику тривалість циклу лісовирощування. Недеревна рослинна сировини відноситься до щорічно поновлювальної волокнистої сировини, яка має низьку вартість у порівнянні із деревиною.

Сучасні технології переробки рослинних ресурсів у продукцію різного призначення сприяють сталому розвитку суспільства та допомагають вирішувати екологічні й економічні виклики. Перспективним напрямом використання целюлози є одержання наноцелюлози, яка може бути використана як нановнювач та зміцнююча для покращення характеристик паперу і картону та підвищення його екологічності.

З цих позицій слід визнати актуальною тему дисертації **Якименко О.С.**, мета якої є полягає в науковому обґрунтуванні розроблення інноваційних технологічних підходів до отримання з вітчизняної недеревної рослинної сировини наноцелюлози та визначення оптимальних її витрат в композиції технічних видів паперу і картону для досягнення їх експлуатаційних характеристик.

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

**Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження** полягає в тому, що здобувачем вперше теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність комбінування стадій лужної обробки та перексоцтового варіння з метою отримання целюлози з пожнивних решток кукурудзи, стебел соняшника, очерету та волокон конопель, придатної для

екстракції з неї наноцелюлози, встановлено зростання показників якості наноцелюлози, таких як щільність, міцність на розрив, прозорість, індекс кристалічності, термічної стабільності у такій послідовності залежно від середовища її одержання: глибоких евтектичних розчинників – 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-оксиду – сульфатної кислоти, а також встановлено лінійну кореляцію між міцністю на розрив і прозорістю наноцелюлози та щільністю наноцелюлозних плівок.

Основні результати досліджень та сформульовані на їх основі рекомендації щодо використання отриманих даних є новими і направлені на отримання наноцелюлози з недеревної рослинної сировини високої якості, яка придатна для використання у виробництві картонно-паперової продукції.

**Обґрунтованість і достовірність наукових результатів**, наведених у дисертації, забезпечуються коректністю та строгістю постановок завдань, значним обсягом експериментальних досліджень з подальшим використанням методів варіаційної статистики, високою збіжністю результатів експериментів з розрахунками, несуперечністю отриманих результатів основним науковим положенням, а також апробацією наукових результатів та їх практичною реалізацією в навчальному процесі.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі екології та технології рослинних полімерів КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках виконання 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.), замовник – Міністерство освіти і науки України під керівництвом **професора, кандидата хімічних наук Барбаша Валерія Анатолійовича**.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання щодо удосконалення методики одержання із пожнивних решток кукурудзи, стебел соняшника, очерету, волокон конопель целюлози, придатної для подальшої екстракції з неї наноцелюлози; вивчення впливу технологічних параметрів процесів одержання наноцелюлози методами гідролізу розчинами сульфатної кислоти, окиснення в середовищі 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-оксиду (ТЕМПО) та глибоких евтектичних розчинників (DES) на показники її якості; встановлення впливу додавання отриманої наноцелюлози у волокнисту композицію і на поверхню зразків паперу і картону на показники їх якості та на зменшення витрат шкідливих хімічних допоміжних речовин та визначення точки введення наноцелюлози у технологічні потоки виробництва паперу і картону виконано повністю, здобувачка повною мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача **Якименко О.С.** повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 161 – хімічні технології та інженерія та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми ***Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології***.

Дисертаційна робота Якименко О.С. є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям ***ресурсоощадні технології отримання наноцелюлози з недеревної рослинної сировини та її використання при виробництві паперу та картону***.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Якименко О.С. 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, має чітку та логічно завершену структуру. Наукова термінологія, що використовується в роботі, є загальновизнаною. Зміст дисертаційної роботи Якименко О.С. відповідає чинним вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 206 сторінок, 60 рисунків і 29 таблиць, список використаних джерел 195.

У *вступі* обґрунтовано актуальність роботи та вибір теми дослідження, зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і завдання, окреслено об'єкт, предмет і методи дослідження, описано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, приведено особистий внесок здобувача та апробацію результатів дослідження.

У *першому розділі* дисертаційної роботи описано сучасний стан із використання наноцелюлози у виробництві паперу і картону. Наведено порівняльну характеристику рослинної сировини для одержання целюлози та виготовлення з неї наноцелюлози, аналіз сучасних методів отримання різних видів наноцелюлози із рослинної сировини та можливості використання наноцелюлози в композиції картонно-паперової продукції.

У *другому розділі* дисертації представлено характеристику вихідної рослинної сировини (морфологічну структуру та хімічний склад). Наведено

методи визначення характеристик рослинної сировини, целюлози, наноцелюлози, паперу та картону. Ґрунтовно описано способи отримання органосольвентної целюлози. Детально представлено опис різних способів отримання з органосольвентної целюлози з недеревної рослинної сировини наноцелюлози. Описано способи отримання паперу і картону з використанням наноцелюлози.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи доведено можливість отримання із пожнивних решток кукурудзи екологічно безпечним органосольвентним методом з використанням розчину пероцтової кислоти целюлози, придатної для екстракції з неї наноцелюлози. Показано дію сульфатної кислоти в процесі гідролізу органосольвентної целюлози. На основі даних FTIR та XRD встановлено такі показники для кукурудзяної наноцелюлози. Дисертанткою проведено дослідження щодо впливу термохімічної обробки стебел недеревної рослинної сировини соняшнику лужною екстракцією та органосольвентним варінням на показники якості целюлози та отримання з неї наноцелюлози. Показано позитивний вплив використання 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-оксид (ТЕМПО) при отриманні стабільного в часі наноцелюлозного гелю. Показано лінійну залежність міцності на розрив і прозорості конопляної наноцелюлози від щільності її плівок НЦ. Наведено математичну обробку отриманих експериментальних даних з використанням ПФЕ.

У *четвертому розділі* дисертаційної роботи автором доведено позитивний вплив поверхневого нанесення наноцелюлози на поверхню паперу для пакування харчових продуктів на автоматах, що в подальшому дозволить замінити часткового використання дорогої целюлози на макулатуру. Показано позитивний вплив додавання конопляної наноцелюлози у виробництві паперу для пакування харчових продуктів на автоматах, а саме покращення показників міцності паперу та можливості зменшити (на 50%) використання у виробництві паперу хімічно-допоміжних речовин із синтетичних речовин. Також магістранткою доведено позитивний вплив використання очеретяної наноцелюлози у виробництві паперу-основи для шпалер, додавання від 1 % до 5% конопляної наноцелюлози у виробництві електроізоляційного паперу, наноцелюлози із пожнивних решток кукурудзи в композиції картону для плоских шарів гофрокартону, соняшnikової наноцелюлози у волокнистій композиції картону тарного 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 та 6 статей – у виданнях, що індексуються наукометричними базами даних Scopus та Web of Science. Також результати дисертації були апробовані на 11 міжнародних та всеукраїнських наукових фахових конференціях.

Внесок автора в опублікованих у співавторстві роботах полягав в отриманні органосольвентної целюлози з недеревної рослинної сировини та в отриманні та випробуваннях наноцелюлози, проведенні розрахунків та контролю параметрів процесу гідролізу, дослідженні властивостей наноцелюлози, процесів отримання наноцелюлози та дослідженні її впливу на показники якості паперу та картону, проведенні розрахунків та контролю параметрів ТЕМПО-окислення: температура, співвідношення реагентів, дослідженні впливу основних технологічних параметрів процесів екстракції наноцелюлози із органосольвентної целюлози різними методами на показники якості наноцелюлози

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

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

1. В описі актуальності теми роботи слід було б більш ґрунтовно розкрити питання щодо вибору для досліджень вихідної недеревної рослинної сировини.
2. У другому розділі роботи (підрозділ 2.3) не для всіх методик виготовлення паперу і картону вказано волокнисту композицію та ступінь млива волокнистих напівфабрикатів.
3. У таблиці 3.3 зазначено початковий вихід целюлози 100 %, що є некоректно, так як за експериментальними даними він становить 58.9%. Варто було б внести пояснення щодо розрахунків виходу наноцелюлози.
4. У роботі дисертантка не представила порівняння характеристик отриманої наноцелюлози між собою і відповідними відомими видами наноцелюлози.
5. У розділі 4 автор не завжди уточнює які марки паперу та картону він отримує в результаті проведення своїх досліджень.
6. Результати розрахунків техніко-економічної оцінки виробництва паперу і картону з використанням наноцелюлози із недеревної рослинної сировини є некоректними так як вони проводилися не враховуючи вихід від сировини. Розрахунки собівартості продукції в розділі не наведено.

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 Якименко Ольги Сергіївни на тему «Розробка технологій одержання із недеревної рослинної сировини наноцелюлози та її використання у виробництві паперу і картону» виконана на високому 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.

Здобувач Якименко Ольга Сергіївна заслуговує на присудження 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, к.т.н., доцент



«9» червня 2025 року