

НАПОВНЮВАЧІ НА ОСНОВІ КУКУРУДЗЯНИХ СТЕБЕЛ І КОКОСОВОЇ ШКАРАЛУПИ ДЛЯ ПЛА-КОМПОЗИТИВ

Миرونюк О. В., Наумчик А. О., Баклан Д. В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
d.baklan@kpi.ua*

Перехід від нафтохімічних полімерів до біосновних матеріалів дозволяє зменшити вуглецевий слід і залежність від викопного палива. Полілактид (PLA) – один із найперспективніших біополімерів, проте його застосування в покриттях обмежене через необхідність органічних розчинників при отриманні плівок. Метою роботи було розробити водно-дисперсні композиції на основі PLA, збагачені біосновними волокнистими наповнювачами, отриманими з аграрних відходів (кукурудзяні стебла та кокосова шкарлупа), і забезпечити рівномірний розподіл волокон у матриці.

Вихідну сировину дробили, проводили хімічну обробку (суміш оцтової кислоти та перексиду при 95 °С, лужна обробка КОН і подальша перексидна обробка), диспергували в колоїдному млині і фракціонували у воді для отримання фракцій 30–400 мкм. Для зниження поверхневої енергії частинки було гідрофобізовано за допомогою поліметилгідридсилоксану (у вигляді розчину в ксилолі, 1 мас. %), PLA-дисперсію (Ingeo 4060D) готували за процедурою з роботи [1]. До складу додавали диспергатор (0,5 мас. % поліакрилат натрію). Плівки формували за допомогою аплікатора і термічно спікали при 130 °С для коалесценції частинок. Аналіз включав вимір кута змочування, ІЧ-спектроскопію, оптичну мікроскопію та гранулометричний аналіз. Середній розмір частинок становив ~65 мкм для кукурудзяних волокон і ~150 мкм для кокосових. Отримані волокна анізотропні та можуть служити армуючими агентами. Отримані волокна з кукурудзи включають тонкі волокна та целюлозні пластинки. У випадку кокоса волокна мають більш рівномірну ширину і чітке співвідношення сторін. Обробка силанами суттєво збільшила гідрофобність: кути змочування водою становлять 133° для кукурудзяних і 140° для кокосових наповнювачів. Ефект зумовлений як хімічною гідрофобізацією, так і капілярною структурою. ІЧ-спектроскопія показала зменшення адсорбованої води після обробки і ознаки взаємодії PLA з поверхневими ОН-групами волокон, що вказує на хороший інтерфейс. У процесі спікання при 130 °С спостерігалася послідовна коалесценція частинок: через 5 хвилин формувалися майже бездефектні плівки. Включення гідрофобізованих волокон дало рівномірний розподіл без агрегації. Тести вологопоглинання показали зменшення сорбції: кокосові волокна з 3,33 до 3,0 мас. % (≈10% зниження), кукурудзяні з 3,61 до 2,81 мас. % (≈30% зниження), що пояснюється більшою питомою поверхнею кукурудзяних фракцій і кращою реакцією з силаном.

Результати дослідження підкреслюють потенціал перетворення сільськогосподарських відходів у високоякісні функціональні наповнювачі для біоснованих PLA-покриттів. Майбутні дослідження повинні бути спрямовані на поширення цього підходу на інші сільськогосподарські волокна (наприклад, льон, стебла бананів), використання альтернативних біоматриць, таких як РНА, та заміну силанних модифікаторів повністю біосумісними речовинами, такими як жирні кислоти або оксалати. Подальший розвиток також повинен бути спрямований на розробку промислових рецептур шляхом включення пластифікаторів, пігментів, стабілізаторів та інших функціональних добавок для отримання довговічних і масштабованих систем покриттів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Plasticized Polylactide Film Coating Formation from Redispersible Particles/O. Myronyuk et al. AppliedChem. 2025. Vol.5, №.3. P.14. URL: <https://doi.org/10.3390/appliedchem5030014>.