

УДК 678.549

П. Савчук¹, д.т.н., проф., В. Кашицький², к.т.н., проф., О. Садова², к.т.н., доц., В. Мазурок²

¹Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту картоплярства Національної академії аграрних наук України, Україна

²Луцький національний технічний університет, Україна

МОДИФІКУВАННЯ БІОПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ ПОЛІВІНІЛАЦЕТАТОМ

P. Savchuk¹, Dr., Prof., V. Kashytskyi², Ph.D., Prof., O. Sadova², Ph.D., Assoc. Prof., V. Mazurok²

¹ The Volynska state agricultural research station of the Institute for Potato Research of the National academy of agrarian sciences of Ukraine, Ukraine

²Lutsk National Technical University, Ukraine

MODIFICATION OF THE BIOPOLYMER MATRIX WITH POLYVINYL ACETATE

Abstract. The influence of the modifying additive of the gluten matrix on the mechanical characteristics of biocomposite materials investigated. Optimization of heat treatment regimes of biocomposite materials at the first and main stages of product formation carried out. The effectiveness of additional heat treatment of biocomposites determined.

Сучасний розвиток матеріалознавства в галузі розробки полімеркомпозитів повинен враховувати виклики та загрози, що пов'язані з екологічним станом навколишнього середовища та вичерпністю нафтових ресурсів. Використання компонентів природного походження дозволяє частково або повністю відмовитися від синтетичних полімерів, як в'язучого компонента полімеркомпозитів, а також активно використовувати відходи сільськогосподарського виробництва та харчової галузі для отримання сировини, після переробки якої можна отримати відповідні порошкові наповнювачі.

Закордонні науковці у своїх науково-інноваційних розробках часто використовують волокнисті наповнювачі або тканини на основі волокон рослинного походження [1, 2]. Такі наповнювачі є в достатній кількості та мають високі показники механічних характеристик, що дозволяє ефективно їх застосовувати як армуючі добавки. Функцію матриці в більшості випадків виконує біополімер – полімолочна кислота, яка забезпечує зміну в'язкості під впливом теплового поля та формування біокомпозитних виробів шляхом пресування за оптимального тиску [3]. Однак, експериментальні дослідження відрізняються від теоретичних розрахунків, оскільки така матриця не забезпечує високу адгезію до органічного волокна.

В більшості випадків біополімерні матриці у чистому вигляді значно поступаються за фізико-механічними та експлуатаційними властивостями матрицям на основі синтетичних полімерів, що визначається меншою міцністю хімічних зв'язків між групами молекул амінокислот. Використання модифікуючих добавок дозволяє покращити механічні властивості, однак потребує проведення експериментальних досліджень для визначення особливостей взаємодії компонентів між собою.

Перспективним матеріалом для отримання біополімерного в'язучого є розчин глютину, який має високу технологічність та належить до відновних джерел сировини тваринного походження. Приготування в'язучого полягає у розчиненні дозованої кількості гранул глютину у воді за температури 50-60 °С з наступним введенням полівінілацетату та механічного змішуванням розчину до отримання однорідної

консистенції. В результаті змішування в'язучого та деревного борошна отримано композицію, вологість якої перевищує оптимальні показники, що потребує проведення термічної обробки композиції на початковій стадії за температури 5-70 °C протягом 10-15 хв. Підготовлену композицію поміщають у порожнину прес-форми і стискають, що дозволяє отримати конфігурацію виробу заданої форми. Отриманий матеріал являє собою брикет, компоненти якого перебувають у механічному зачепленні між собою. В процесі основної термічної обробки відбувається зниження в'язкості в'язучого за рахунок переходу з гелеподібного стану у рідкотекучий, що забезпечує високий ступінь змочування частинок деревного борошна, заповнення пустот та утворення міцних фізико-хімічних зв'язків між компонентами біокомпозитного матеріалу. Отриманий виріб містить надлишкову вологу, тому існує потреба у проведенні додаткової термічної обробки, яка призводить до видалення молекул води та підвищення механічних характеристик матеріалу.

Експериментально встановлено, що додаткова термічна обробка за температури 50-60 °C біокомпозитів, які містять глютинову матрицю без полівінілацетату є недоцільною, оскільки відбувається підвищення міцності при стисненні та ударної в'язкості лише на 5-8 %. Це пов'язано з невисокою температурою термічної обробки, яка не забезпечує повного видалення води з об'єму біокомпозитів. Застосування вищої температури 80-100 °C призводить до переходу води у газоподібний стан та інтенсивного її видалення, що зумовлює утворення глибоких тріщин та руйнування виробу.

Введення до складу глютинового розчину полівінілацетату в кількості 8 мас.ч. на 100 мас.ч. розчину глютину призводить до формування біокомпозитного матеріалу з аналогічними характеристиками, які мають біокомпозити без введення модифікуючої добавки на етапі формування після проведення основної термічної обробки виробів. Застосування додаткової термічної обробки за температури 120-130 °C дозволяє підвищити міцність при стисненні на 20-25 % та ударну в'язкість на 45-50 %. Це пов'язано з тим, що за такої температури відбувається взаємне розчинення модифікуючої добавки в розчині глютину, в результаті чого утворюються додаткові фізико-хімічні зв'язки з поверхнею частинок деревного борошна. Збільшення вмісту модифікуючої добавки забезпечує одночасне зменшення вмісту глютинового розчину, макромолекули якого за високих температур руйнуються, що знижує механічні характеристики біокомпозиту.

Таким чином, введення до складу біополімерного в'язучого полівінілацетату в оптимальній кількості 8 мас.ч. забезпечує підвищення ударної міцності біокомпозитного матеріалу на 45-55 %, що пов'язано з видаленням надлишкового вмісту вологи в результаті проведення додаткової термічної обробки за оптимальної температури 120-130 °C. Така термічна обробка забезпечує ущільнення біополімерної матриці за рахунок зменшення відстані між фрагментами макромолекул та утворення додаткових фізичних зв'язків між макромолекулами глютину та полівінілацетату.

Література.

1. Salman D, Leman Z, Mohamed T, Sultan H, Mohamad R, Cardona F. Kenaf/Synthetic and Kevlar/Cellulosic Fiber-Reinforced Hybrid Composites: Suhad et al. (2015). "Hybrid composites," *BioResources* 10(4), 8580-8603.
2. Kozłowski R, Władysław-Przybylak M. Uses of natural fiber reinforced plastics. In *Natural Fibers, Plastics and Composites*, Wallenberger FT, Weston NE (eds). Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, 2004.
3. Fazita N, Rawi M, Jayaraman K, Bhattacharyya D. A performance study on composites made from bamboo fabric and poly(lactic acid). *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 32(20), 1513-1525.