

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Química

Títol: Valorització de corrents residuals de l'explotació industrial de fruits secs mitjançant el desenvolupament de materials d'elevat valor afegit.

Document: Memòria

Alumne: Chorouk Jaadi El Harrak

Tutor: Marc Delgado Aguilar

Departament: Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària (EQATA)

Àrea: Enginyeria Química

Convocatòria (Setembre/2023)

1.- Resum

L'explotació agroalimentària de *Pistacia vera*, tant en els processos d'assecat com de manipulació, genera un gran volum de residu de closca de festuc que actualment no es gestiona correctament o s'utilitza per a valoració energètica. L'objectiu d'aquest treball és plantejar i reproduir una ruta de valorització progressiva d'aquest residu. Degut al elevat contingut biològic de les closques, aquestes poden ser valoritzades mitjançant l'obtenció de components amb propietats antioxidants, en aquest cas polifenols. Un cop determinat el poder antioxidant de les closques, s'aprofita l'extracte per a realitzar recobriments de paper i estudiar la viabilitat del seu ús en recobriments alimentaris amb propietats barrera. Per altra banda, el contingut de cel·lulosa i lignina de les closques residuals de l'extracció de polifenols s'aprofita per la elaboració de materials compòsits amb matriu termoplàstica.

Primerament, i amb l'objectiu de determinar l'activitat antioxidant de les closques de festuc, es realitza una extracció amb diversos dissolvents tant orgànics com aquosos, essent aquests una solució Buffer de pH4 i una dissolució d'etanol aigua al 50%. Un cop finalitzades les extraccions, es determina el rendiment de l'operació. El poder antioxidant es valora amb anàlisis colorimètrics; per una banda, el contingut total de polifenols (TPC per les seves sigles en anglès) amb el mètode de Folin-Ciocalteu i, per altra banda, la prova de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracil).

Seguidament, un cop analitzat el contingut de polifenols, els extractes es congelen i liofilitzen, prèviament evaporant una petita fracció de solvent, per tal d'eliminar tota la fase líquida de l'extracte i conservar la màxima fracció de solut. El contingut sòlid resultant de la liofilització s'ha addiciona a una solució de nano-cel·lulosa d'eucaliptus amb una proporció determinada. La nano-cel·lulosa aporta viscositat a la suspensió i augmenta la afinitat amb el paper, fent més fàcil l'aplicació i millorant la cohesió entre el recobrint i el paper. La solució de nano-cel·lulosa, juntament amb l'extractes, es fa servir per a realitzar recobriments de paper.

Per tal d'avaluar els atributs del paper tractat per al seu ús com a recobrint alimentari en envasos d'atmosfera modificada (MAP), s'estudia la permeabilitat al aire i l'angle de contacte amb l'aigua. Per altra banda, es valora la capacitat antioxidant del recobrint de paper mitjançant anàlisis colorimètrics, duent a terme la prova de DPPH i determinant el TPC. En aquest cas, petites fraccions de paper de massa i secció coneguda són sotmeses a una extracció amb etanol-aigua, essent l'extracte l'objecte de les proves colorimètriques. Addicionalment, es calcula el gramatge d'aplicació del recobrint sec.

Paral·lelament, les closques de festuc derivades de les extraccions es conserven i assequen. Com que aquest material és ric en cel·lulosa i té una elevada cristal·linitat, és òptim per a millorar les propietats mecàniques d'un material compost. Amb l'objectiu de condicionar les closques per a la mescla de polímers, aquestes es sotmeten a extracció mecànica per tal de reduir-ne la mida de partícula. La ferradura vegetal obtinguda es torna a assecar fins a reduir la seva humitat al màxim, essent aquesta ja apta per a incorporar a matrius termoplàstiques bio-basades.

Posteriorment, les ferradures de festuc es van servir com a reforç per a la producció de materials composts, juntament amb HDPE com a matriu plàstica i MAPE com a agent d'acoblament. El compounding es realitza amb les restes de les dos tipologies d'extracció (amb dissolvent Etanol i dissolvent pH4) i s'apliquen diferents concentracions de closca.

A continuació, es fa una caracterització preliminar dels composts obtinguts. Es determina la densitat dels compostos i la densitat de les ferradures, com també el MFI (*Melt flow index*, per les seves sigles en anglès), essent aquests paràmetres necessaris per determinar les condicions òptimes d'extrusió. Per estudiar les propietats de les fibres després del compounding, s'ha realitzat una extracció de Soxhlet per tal de separar les ferradures de festuc de la matriu plàstica (HDPE). Les fibres resultants de l'extracció es caracteritzen morfològicament per tal de conèixer la mida i la distribució d'aquestes. Per altra banda, també es fa un estudi morfològic de les fibres abans d'afegir-les als materials composts. Això permet comparar les fibres abans i després de l'extracció i estudiar els canvis que han patit durant el procés d'elaboració degut a les forces mecàniques a les que han estat sotmeses durant el procediment. Per últim, es realitza una termogravimetria per avaluar l'efecte de les ferradures de closca de festuc en l'estabilitat tèrmica del compost.

Un dels objectius del present treball era injectar els composts elaborats obtenint provetes i estudiar les seves propietats físico-mecàniques, però, malauradament i per motius tècnics, aquesta part de l'estudi no s'ha pogut realitzar. Això és degut a que la injectora del Parc Científic i Tecnològic, novament adquirida per Lepamap, no compta amb les instal·lacions elèctriques necessàries per al seu correcte funcionament, fent que la previsió de posta en marxa sigui posterior a la data d'entrega del present treball. Aquest estudi queda pendent per a fases futures. De totes maneres, no es preveu una millora de les propietats mecàniques del material degut a la morfologia de les fibres. Les fibres de festuc obtingudes tenen poca longitud, fent que les ferradures de fibra puguin generar zones de fàcil trencament dins del material.