

## **Resum del TFG: Desenvolupament d'embalatge alimentari basat en cel·lulosa amb sistemes de detecció d'oxigen**

La quantitat de plàstics als oceans està incrementant de forma exponencial el detriment dels diferents ecosistemes que hi conviuen, la biodiversitat i, fins i tot, de la salut dels humans. És més, els plàstics arriben als nostres pulmons i a les nostres taules, ja que els microplàstics estan presents a l'aire, a l'aigua i als aliments amb efectes desconeguts per la nostra salut. Recentment, ha aparegut una proposta de Directiva Europea sobre la reducció de l'impacte de certs productes plàstics al medi ambient. Específicament, la Directiva fa referència als plàstics d'un sol ús (SUP, de l'anglès Single Use Plastics), ja que representen aproximadament el 50% dels residus plàstics trobats als oceans. En aquest sentit la Comissió Europea planeja eliminar els bastonets per les orelles, els coberts de plàstic i els globus del mercat europeu a curt termini, tenint com a objectiu eliminar altres productes a mig termini com per exemple els gots, les ampolles, les bosses i els envasos de plàstic per aliments.

Per tot això, actualment s'estan posant molts esforços en el desenvolupament de materials basats en cel·lulosa que permetin substituir aquests plàstics de diverses aplicacions. De fet, un dels principals productes on el paper podria tenir potencial és en els envasos de plàstic per aliments. No obstant això, molts aliments es troben en atmosferes modificades, a fi i efecte de conservar el contingut el màxim temps possible. Un dels principals problemes amb els materials basats en fibra (i.e. paper) és l'elevada permeabilitat a diferents gasos que presenten i, per tant, cal desenvolupar estratègies de fabricació i modificació que dotin aquests papers de propietats barrera a diferents gasos. En aquest sentit, les nanofibres de cel·lulosa poden oferir aquestes propietats de barrera si són degudament modificades i aplicades.

Tanmateix, és imprescindible establir sistemes de detecció de certs gasos, com és l'oxigen en carns vermelles, amb l'objectiu de determinar la qualitat de l'atmosfera en què s'envasen els aliments. Així doncs, s'aconsegueix que el consumidor pugui tenir la certesa que l'embalatge és totalment hermètic i que certs gasos no es troben dins del recipient.

En conseqüència d'aquestes necessitats, en aquest treball es desenvolupen papers destinats a l'embalatge d'aliments envasats en atmosfera modificada. Aquests papers, han

de tenir propietats barrera elevades i, alhora, permetre la detecció d'oxigen en el seu interior.

Així doncs, el treball s'inicia amb l'obtenció de papers refinats mecànicament o reforçats amb nanofibres de cel·lulosa, produïdes a escala de laboratori i degudament caracteritzades, tant en massa com en superfície. S'utilitzen sistemes de dosificació en massa convencionals en la indústria paperera, així com sistemes de *coating* que permetin una distribució uniforme de les nanofibres quan aquestes es vulguin dipositar a la superfície del paper. També s'afegeixen per sistemes d'aplicació superficial substàncies com el PVA (Polivinil Acohol), midó natiu i AKD (Dímer d'Alquil Cetè). Els papers són caracteritzats des d'un punt de vista físico-mecànic, en termes de resistència a l'aigua i el greix i barrera a l'oxigen, aire i vapor d'aigua.

Amb el refinat mecànic i l'aplicació en massa de les nanofibres, s'observen millores en les propietats barrera i mecàniques dels suports de paper. A continuació es fa una comparació de les propietats d'aquests dos tipus de pastes de paper i del seu cost. S'arriba a la conclusió que les pastes refinades mecànicament ofereixen millors prestacions a un menor preu. És per aquest motiu, doncs, que la resta de proves físico-mecàniques i les aplicacions superficials de PVA, midó natiu i AKD es fan a papers a diferents graus de refí. Aquests estucats, mostren millores en les proves efectuades i l'AKD permet obtenir papers amb un gran caràcter hidròfob, amb angles de contacte majors a 110°.

D'altra banda, en alguns casos aquestes nanofibres de cel·lulosa es modifiquen amb diòxid de titani (TiO<sub>2</sub>), blau de metilè, hidroxietil cel·lulosa i trietanolamina i s'apliquen en superfície. Primer es fa una prova sobre vidre per corroborar que funciona adequadament abans de procedir amb l'estucat de la tinta sobre els suports de paper. La tinta aplicada al suport s'exposa a llum UV (longitud d'ona inferior a 365 nm) per tal de reduir el blau de metilè. Aquesta reducció canvia el color del blau de metilè a incolor. Aquest procés es duu a terme en absència d'oxigen. Quan el suport s'exposa a l'ambient l'oxigen present a l'aire oxida el blau de metilè recuperant així el seu color blau característic i, per tant, indicant la presència d'oxigen. Així doncs, s'aplica la tinta sobre paper obtenint un indicador en forma d'etiqueta, aconseguint saber l'estat de l'atmosfera modificada d'un envàs i, conseqüentment el de l'aliment que conté amb un mètode elemental i entenedor per tothom.

Per últim, es fa necessari corroborar si el paper fabricat compleix les condicions necessàries per estar en contacte amb aliments. No existeix un document legal que et guïi

amb els passos que s'han de seguir per fer-ho. No obstant, l'any 2018 es va publicar un document, la Guia de Contacte Alimentari Europea, feta per nombroses associacions dedicades al *packaging* amb paper i/o cartró on es proporcionen les metodologies necessàries per demostrar la idoneïtat dels materials utilitzats i articles per una gran varietat d'aplicacions de contacte amb el menjar. Així doncs, seguint la directiva, en aquest projecte es determinen la transferència de constituents antimicrobians, la migració global en aliments aquosos, la solidesa del color de papers acolorits i la solidesa dels papers amb blanquejants fluorescents. Tots els papers estucats amb la tinta indicadora passen amb èxit les proves de contacte alimentari.