

Treball Final de Grau

Estudi: Grau en Innovació i Seguretat Alimentària

Títol: Elaboració d'anàlegs carnis de proteïna de fava mitjançant extrusió humida i efectes de les condicions del procés.

Document: Resum de la memòria treball experimental de recerca

Alumne: Clàudia Sànchez Martínez

Tutor: Clara Barnés Calle / Elena Fulladosa Tomàs / Mònica Toldrà Alegret

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

Àrea: Tecnologia dels Aliments

Convocatòria (mes/any): Juny 2023

RESUM

La població mundial està augmentant i es preveu que arribi als 10 mil milions de persones el 2050, la qual cosa generarà una major demanda d'aliments. A Europa, hi ha un canvi en les preferències de consum, amb una reducció en el consum de carn i un augment en el consum de productes vegetals, motivat pel seu menor impacte ambiental i beneficis a nivell nutricional. Com a resposta, s'està desenvolupant una nova categoria d'aliments, els anàlegs carnis, que imiten l'estructura i característiques de la carn amb ingredients d'origen vegetal. L'extrusió és un procés que està guanyant interès per produir aquests tipus de productes, on els ingredients proteics es combinen amb altres ingredients i són sotmesos a temperatura, força mecànica i pressió per crear una textura similar a la de la carn. Existeixen dos tipus d'extrusió: de baixa humitat, que produeix productes expandits i amb textura esponjosa, i d'alta humitat, que dona lloc a una textura que intenta imitar el teixit muscular de la carn. La selecció del tipus d'extrusió i els processos posteriors són importants per obtenir productes amb les característiques desitjades. El procés d'extrusió humida per a la producció d'anàlegs carnis comença amb la dosificació de la proteïna en pols. A mesura que els ingredients avancen a través del procés, s'afegeixen els líquids i es produeix el desplegament i posterior agregació de les proteïnes vegetals. Després de passar per l'orifici de sortida, el producte es refreda i adquireix una estructura fibrosa en una boca de sortida llarga (*cooling die*), formant l'extrudit d'alta humitat (HME).

A part de les condicions d'extrusió, les matèries primeres utilitzades en la formulació del producte també influeixen en les seves característiques. Normalment, la formulació bàsica inclou una font de proteïna i aigua, amb la possibilitat d'afegir altres ingredients. Les proteïnes són l'ingredient clau en productes *plant-based* per la seva funcionalitat i el seu valor nutricional.

La proteïna de soja és la més estudiada en la producció d'anàlegs carnis per extrusió, ja que té propietats tecno-funcionals i nutricionals molt favorables. No obstant això, la soja és un al·lergen, és majoritàriament transgènica i no és apta per ser cultivada a l'hemisferi nord, el que implica la seva importació i un impacte negatiu en el medi ambient. El gluten, també és molt utilitzat per la seva capacitat de formar masses viscoelàstiques, tot i que també és un al·lergen. Les lleguminoses com el pèsol i la fava són alternatives interessants, ja que tenen un alt contingut proteic, baix potencial al·lèrgic i no són transgèniques. Cada font proteica té propietats nutricionals diferents, incloent el seu perfil aminoacídic, que sovint és menys òptim que el de la carn. Tot i això, la combinació de diferents fonts proteiques permet compensar la falta d'aminoàcids d'una amb l'altra i millorar-ne el valor nutricional, a banda de millorar la textura dels productes combinant també les seves propietats funcionals. Per aquest motiu, la selecció de la font proteica és molt important en la producció d'anàlegs carnis a base de productes vegetals.

Una de les limitacions dels HME és no tenir les mateixes propietats sensorials que la carn real, com la tendresa i la sucositat, relacionades amb el greix intramuscular de la carn. Sovint en productes *plant-based* substitueix amb olis vegetals. El mètode d'addició durant l'extrusió pot afectar la textura final del producte. Estudis recents han demostrat que l'addició d'oli en forma d'emulsió durant l'extrusió pot millorar la masticabilitat dels productes.

El present treball s'emmarca dins de dos projectes que s'estan duent a terme al Programa de Qualitat i Tecnologia Alimentàries de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) de Monells (Girona), anomenats CROPDIVA (*Climate Resilient Orphan crops for increased Diversity in Agriculture*) i SENSANALOG ("Sensors i modelització per optimitzar la producció d'anàlegs carnis a partir de fonts de proteïna alternativa amb la tecnologia d'extrusió d'alta humitat"). L'objectiu principal d'aquest treball ha estat estudiar l'efecte de diferents formulacions a base de concentrat de proteïna de fava (addició d'oli d'oliva en forma d'emulsió, aïllat de proteïna de pèsol i gluten) així com l'efecte de les condicions del procés d'extrusió humida (modificant el rati de velocitat d'alimentació fase líquida i velocitat d'alimentació de la fase sòlida (VAFL/VAFS; entre 1.5 i 1) i la temperatura (145°C i 155°C)), en les característiques fisicoquímiques (contingut d'humitat, índex d'anisotropia, duresa, masticabilitat i elasticitat) de l'extrudit d'alta humitat (HME) obtingut.

Inicialment es va definir la metodologia per l'addició de l'oli en emulsió amb aigua. Es van realitzar proves amb diferents fonts proteïques per determinar quin ingredient permetia obtenir l'emulsió més estable, avaluant de manera indicativa la seva estabilitat a partir de l'observació de separació de fases. Entre les fonts proteïques estudiades, l'aïllat de proteïna de soja i l'aïllat de proteïna de pèsol són les que van mostrar una millor capacitat emulsionant.

Es va utilitzar una extrusora de doble cargol per a la producció dels HME amb concentrat de proteïna de fava com a base. Es van elaborar 5 formulacions diferents: concentrat de proteïna de fava sol, concentrat de proteïna de fava amb oli d'oliva, 50% concentrat de proteïna de fava amb 50% aïllat de proteïna de pèsol, 80% concentrat de proteïna de fava amb 20% aïllat de proteïna de pèsol i 69% proteïna de fava amb 31% gluten. De cada formulació es van extreure mostres a dues temperatures d'extrusió i a tres ratios de velocitat d'alimentació de la fase líquida i velocitat d'alimentació de la fase sòlida (VAFL/VAFS) diferents. L'extrusora estava equipada amb un dosificador volumètric per introduir la fórmula proteica seca i una bomba peristàltica per afegir la fase líquida. Es va utilitzar un bany de refrigeració a una temperatura constant de 20 °C connectat al *cooling die*. Durant l'extrusió, també es va mantenir constant la velocitat de rotació dels visos a 650 rpm. Es va utilitzar un disseny experimental amb un total de 30 mostres diferents per provar diferents formulacions amb diferents concentracions de fórmula seca i temperatures d'extrusió. Es va controlar el flux d'entrada total (fórmula seca i fase líquida) i es va mantenir constant, a 12 g/min. Durant el procés es va monitoritzar la temperatura del producte, la pressió i el *torque*. Les mostres van ser recollides en diferents moments del procés i emmagatzemades a temperatura de congelació per a anàlisis posteriors.

Es va estudiar l'efecte de l'addició de cada un dels ingredients i de les condicions sobre el contingut d'humitat i la textura de l'HME. La textura de les mostres es va analitzar efectuant un assaig de tall (*shear test*) en sentit longitudinal i transversal al flux de sortida de l'extrusora. Es varen enregistrar la força, l'àrea i pendent transversals, relacionats amb la duresa, masticabilitat i elasticitat, respectivament. També es va calcular l'índex d'anisotropia (IA) a partir de la relació entre la força transversal (F_T) i longitudinal (F_L), que està relacionat amb el grau de texturització de l'HME

A partir dels resultats obtinguts, es va concloure que l'extrusió humida permet l'obtenció de productes amb caràcter anisotròpic utilitzant diferents formulacions en base a concentrat de

proteïna de fava. Es va veure que l'addició d'oli d'oliva provocava la disminució del contingut d'humitat de l'HME i dificultava la formació d'una estructura amb caràcter anisotròpic. En el cas dels HME que contenien aïllat de proteïna de pèsol, l'increment del contingut d'aïllat, incrementava l'índex d'anisotropia, aportava major duresa i masticabilitat però provocava una disminució de l'elasticitat de l'HME. En el cas de l'addició de gluten a la formulació, no es va poder analitzar la textura de manera instrumental i es va haver d'avaluar visualment. Tot i això, el gluten va permetre l'obtenció d'HME amb aspecte anisotròpic.

Pel que fa a les condicions d'extrusió, es va veure que l'increment de la temperatura del procés provocava una disminució del contingut d'humitat i que aquest efecte augmentava quan disminuïa el rati VAFS/VAFL i quan s'afegia oli. L'increment de la temperatura d'extrusió també provocava un increment sobre l'IA, la duresa, la masticabilitat i l'elasticitat de l'HME en totes les formulacions.

A nivell nutricional, la fava presenta un perfil aminoacídic amb menor valor DIAAS que el pèsol i el gluten. A partir del càlcul teòric del perfil aminoacídic resultant a les diferents formulacions, es va veure que la incorporació d'aïllat de proteïna de pèsol i de gluten milloren el perfil aminoacídic del concentrat de proteïna de fava, tot i que no s'arriba a imitar el perfil de la carn.

Per últim, també es van comparar les característiques fisicoquímiques dels HME obtinguts amb carn de pollastre cuïta a 75 °C com a producte de referència. Els HME elaborats amb 50% d'aïllat de proteïna de pèsol i un amb un rati VAFL/VAFS d'1,5 tant a 145 °C a 155 °C, van presentar una textura similar a la del pollastre però amb contingut d'humitat i IA inferiors. Tot i això, és necessari investigar altres mètodes d'incorporació d'aigua al producte sense que la textura de l'HME es vegi modificada i investigar altres temperatures d'extrusió per aconseguir unes característiques de textura encara més similars a les del pollastre.

Pel que fa a l'aplicabilitat, un estudi de les característiques d'aquest treball, podria permetre la optimització de la formulació i del procés d'extrusió per a empreses del sector que vulguin treballar amb aquesta tecnologia.