

Avaluació de la detecció de fraus alimentaris mitjançant espectroscòpia de fluorescència front-face

Premi M. del Carmen de la Torre Boronat de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació, per a estudiants, 2024, categoria A

XAVIER MARÍN ANGLADA

Graduat en ciència i tecnologia dels aliments (Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona, UAB). Màster en Tecnologies Facilitadores per a la Indústria Alimentària i de Bioprocessos (Escola d'Enginyeria Agroalimentària i Biosistemes de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya, UPC). Estudiant de doctorat de ciència dels aliments (UAB). Premi M. del Carmen de la Torre Boronat de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (per a estudiants).

El frau alimentari dins de la indústria agroalimentària esdevé una qüestió de gran serietat que manté la seva presència actualment. Aquestes pràctiques comprometen la qualitat dels aliments i dels seus components, minvant la integritat dels productes amb l'objectiu d'obtenir guanys econòmics i manipulant els diferents punts de la cadena productiva, principalment amb l'engany cap als consumidors.

El frau alimentari es conceptualitza com l'acció intencionada de generar una disconformitat entre les especificacions declarades dels productes alimentaris i les seves característiques reals, ja sigui emetent afirmacions sabudament falses o ometent de manera deliberada informació que hauria de ser declarada, tot amb la finalitat d'assolir avantatges econòmics. No obstant això, els fraus no són homogenis, donat que n'hi ha de diversos tipus, com l'adulteració (incloent-hi substitucions, dilucions, addicions o eliminacions de components valuosos), la infracció dels drets de propietat intel·lectual, la manipulació de documentació o l'ús incorrecte de l'etiquetatge.

Aquestes pràctiques fraudulentés tenen una llarga història dins de la producció d'aliments, daten de la segona meitat del segle XVIII, durant els inicis de la Revolució Industrial a la Gran Bretanya. En aquell temps, les begudes alcohòliques eren les més susceptibles a les adul-

teracions, com ara l'afegit d'aigua al vi. Resulta interessant notar que va ser a la Gran Bretanya on, el 1860, es va promulgar la primera llei contra les adulteracions i se'n va prohibir la comercialització. A Espanya, no va ser fins als inicis del segle XX que es va establir un reial decret, el 23 de desembre de 1908, per combatre els fraus.

Malgrat aquestes mesures legislatives inicials, les adulteracions continuen manifestant-se en l'àmbit alimentari. Es poden recordar casos recents que han guanyat notorietat, com ara els canelons que es van comercialitzar com si fossin de carn de vedella però que, de fet, contenien carn de cavall, o el cas de l'oli d'oliva adulterat amb oli de colza, el qual va provocar intoxicacions a milers de persones. Tots aquests incidents posen de manifest la persistent presència del frau dins de les empreses alimentàries.

Amb la finalitat d'abordar aquesta problemàtica, el 2013 es va establir la Xarxa de Frau Agroalimentari de la UE, on els estats membres col·laboren estretament per garantir un rigorós control sobre els fraus en el sector agroalimentari. Aquesta col·laboració ha conduït a la realització de macrooperacions, com l'OPSON IX o la Lake, coordinades per l'EUROPOL (Oficina Europea de Policia), les quals han demostrat ser eficaces i han obtingut resultats positius, incloent-hi la intervenció el 2023 de grans quantitats de pernil curat i oli adulterat. A més, a través d'aquestes iniciatives, la Comissió Eu-

ropea ha elaborat informes anuals que mostren els grups d'aliments i els tipus de frau amb major prevalença durant l'últim període.

Considerant tots aquests aspectes, és un consens general dins del sector que resulta vital desenvolupar mètodes d'identificació i quantificació de compostos presents en aliments fraudulents, que siguin capaços de discriminar amb precisió, sensibilitat, rapidesa, no destructivitat i eficàcia econòmica, i que donin cabuda al control *in-line* o *on-line*. En aquest sentit, l'espectroscòpia de fluorescència *front-face* emergeix com una tecnologia prometedora. Basant-se en aquests criteris, es va proposar aquest projecte de revisió bibliogràfica amb l'objectiu d'avaluar l'eficàcia d'aquesta tecnologia com a mètode d'anàlisi i control per a la detecció de frau, amb la intenció d'identificar diversos fluoròfors presents en aliments fraudulents que puguin ser detectats mitjançant aquesta tècnica espectroscòpica, mitjançant l'ús de sondes i equips òptics disponibles al mercat actualment.

L'espectroscòpia de fluorescència *front-face* emergeix com una tecnologia prometedora amb un gran potencial, amb la previsió que en els propers anys es consolidi com una de les principals eines d'anàlisi i control en la indústria alimentària, tal com ho va fer l'espectroscòpia d'infraroig proper (NIR) en les dècades anteriors. La singularitat d'aquesta innovadora tecnologia radica en el fet que el raig d'excitació incideix entre 30 i 60 graus respecte a la superfície de l'aliment, evita la necessitat de penetrar la mostra i permet que el raig d'emissió surti en la mateixa direcció que la llum reflectida. Aquesta particularitat facilita el treball amb aliments tèrbols o sòlids sense la necessitat de manipular ni diluir la mostra, a diferència de l'espectroscòpia de fluorescència convencional, que requereix la dilució de la mostra per permetre la penetració de la llum sense dispersió. A més, donat que aquesta tècnica realitza mesures no invasives i no destructives, permet la integració de la sonda directament a les conduccions d'alimentació de les indústries i possibilita un control *in-line* o *on-line*, en lloc de l'extracció i l'enviament de mostres al laboratori, cosa que suposaria una pèrdua de temps significativa per a la verificació de l'estat del producte.

Amb l'objectiu de contextualitzar la situació del frau alimentari a la Unió Europea, s'han examinat els informes anuals elaborats per la Comissió Europea, que han estudiat la prevalença del frau segons els grups d'aliments i els tipus de frau durant l'última dècada dels anys 2000, la qual cosa ha permès identificar els aliments amb major incidència i cercar estudis que apli-

quessin l'espectroscòpia de fluorescència *front-face* en aquests.

Els resultats han revelat que els greixos i olis, el peix i els productes de la pesca, i la carn i els productes carnis són els grups d'aliments amb més casos de frau, i l'adulteració i l'etiquetatge incorrecte són els tipus de frau més comuns. En particular, s'han trobat diversos estudis que utilitzen l'espectroscòpia de fluorescència *front-face* per detectar adulteracions en olis de diferent origen, avaluar paràmetres de frescor en diferents espècies de peixos, identificar adulteracions d'herbes o espècies amb alternatives més econòmiques i, especialment, detectar frau en llet i derivats làctics, on s'ha detectat una major presència de fluoròfors. A més, s'han identificat diverses sondes disponibles al mercat que es poden acoblar a fibres òptiques per realitzar controls *in-line* o *on-line* amb configuració *front-face*.

Finalment, a través d'aquest projecte s'ha demostrat el potencial de l'espectroscòpia de fluorescència *front-face* com a eina d'anàlisi i control per identificar, determinar i quantificar components rellevants per a la detecció de frau alimentari en aliments amb una alta incidència i prevalença a la UE. A més, aquesta tecnologia ja és una realitat, ja que s'han identificat diverses empreses que comercialitzen sondes de fluorescència que permeten la configuració *front-face*. No obstant això, es necessiten més estudis que utilitzin aquesta tecnologia òptica en diferents matrius alimentàries per continuar validant-ne l'eficàcia en la detecció de frau alimentari. I, precisament, és una de les línies en la qual s'està treballant des del grup d'investigació OPTICmizing, pertanyent al Centre d'Innovació, Recerca i Transferència en Tecnologies dels Aliments (CIRTTA) de la Universitat Autònoma de Barcelona.

«L'espectroscòpia de fluorescència *front-face* emergeix com una tecnologia prometedora amb un gran potencial.»

BIBLIOGRAFIA

- ABAMBA OMWANGE, K.; AL RIZA, D. F.; SAITO, Y.; SUZUKI, T.; OGAWA, Y.; SHIRAGA, K.; GIAMETTA, F.; KONDO, N. (2021). «Potential of front face fluorescence spectroscopy and fluorescence imaging in discriminating adulterated extra-virgin olive oil with virgin olive oil». *Food Control* [en línia], 124, article 107906. <<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107906>>.
- AYALA, N.; ZAMORA, A.; RINNAN, Å.; SALDO, J.; CASTILLO, M. (2020). «The effect of heat treatment on the front-face fluorescence spectrum of tryptophan in skim milk». *Journal of Food Composition and Analysis* [en línia], 92, article 103569. <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103569>>.
- BOUGHATTAS, F.; LE FUR, B.; KAROUI, R. (2019). «Non-targeted identification of brine covered canned tuna species using front-face fluorescence spectroscopy combined with chemometric tools». *Food Analytical Methods* [en línia], 12, p. 2823-2834. <<https://doi.org/10.1007/s12161-019-01638-w>>.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (2018). *Discussion paper on food integrity and food authenticity* [en línia]. Brisbane, Austràlia: Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Committee on Food Import and Export Inspection and Certification Systems. Twenty-Fourth Session (22-26 octubre). <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-733-24%252FWorking%252BDocuments%252Ffc24_07e.pdf> [Consulta: 5 abril 2022]. [CX/FICS 18/24/7]
- COMISSIÓ EUROPEA (CE) (2018). *The EU Food Fraud Network and the System for Administrative Assistance and Food Fraud: Annual report 2017* [en línia]. Brussel·les: CE. <https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/ff_ffn_annual-report_2017.pdf> [Consulta: 5 abril 2022].
- COMISSIÓ EUROPEA (CE) (2020). *Agri-Food fraud: What does it mean?* [en línia]. Brussel·les: CE. The Agri-Food Fraud Network. <https://food.ec.europa.eu/safety/eu-agri-food-fraud-network/what-does-it-mean_en> [Consulta: 5 abril 2022].
- DOVAL PAIS, A. (1995). *Fraudes alimentarios: evolución histórica y elementos esenciales del sistema de protección penal* [en línia]. Tesi (doctorat). València: Universitat de València. <<http://hdl.handle.net/10550/38583>> [Consulta: 5 abril 2022].
- LAKOWICZ, J. R. (ed.) (2006). *Principles of fluorescence spectroscopy*. 3a ed. Nova York: Springer US.
- MORIN, J.-F.; LEES, M. (ed.). (2018). *Food Integrity handbook: a guide to food authenticity issues and analytical solutions*. Nantes: Eurofins Analytics France. També disponible en línia a: <https://seafoodacademy.org/pdfs/Misc/Food Integrity_Handbook-compressed.pdf> [Consulta: 5 abril 2022].
- «Real Decreto dictando las disposiciones convenientes a fin de evitar el fraude en las sustancias alimenticias» (1908). *Gaceta de Madrid*, núm. 358 (23 desembre), p. 1182-1186. També disponible en línia a: <<https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1908/358/A01182-01186.pdf>> [Consulta: 5 abril 2022].
- SAHAR, A.; DUFOUR, É. (2015). «Classification and characterization of beef muscles using front-face fluorescence spectroscopy». *Meat Science* [en línia], 100, p. 69-72. <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.142>>.
- ULLAH, R.; KHAN, S.; ALI, H.; BILAL, M. (2020). «Potentiality of using front face fluorescence spectroscopy for quantitative analysis of cow milk adulteration in buffalo milk». *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* [en línia], 225, article 117518. <<https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.117518>>.