



TECA és la revista  
de l'Associació Catalana de  
Ciències de l'Alimentació

Número 7 · Febrer 2005

**Consell de Redacció:**

Teresa Raventós  
Enric Puyaltó  
Josep Obiols  
Mercè Raventós  
Anna Llorente  
Joan Juli Bonet  
Jaume Estruch

**Associació Catalana**

**de Ciències de l'Alimentació**

President: Josep Obiols Salvat  
Vicepresidenta: Mercè Centrich Sureda  
Tresorer: Jordi Carbonell Casas  
Secretari: Josep Dolcet Llavèria  
Vocals: Francesc Malgosa Granja,  
Eusebi Puyaltó Ballart,  
Teresa Raventós Joaquín,  
M. José Rosselló Borredá,  
Ramon Viader Guixà  
Delegat de l'IEC: Damià Barceló i Cullerés

**Adreça:**

Carrer del Carme, 47  
08001 Barcelona  
Telèfon: 933 248 580  
Fax: 932 701 180  
Adreça electrònica: [acca@iecat.net](mailto:acca@iecat.net)  
Adreça d'Internet: <http://www.iecat.net/acca>

L'ACCA i TECA expressen la seva opinió a l'«Editorial». Les afirmacions i opinions aparegudes en els articles són responsabilitat dels seus autors.

Per a qualsevol tipus de reproducció del contingut d'aquesta revista, adreceu-vos a l'ACCA per obtenir l'autorització de l'autor.

© dels autors dels articles.

Editat per l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació, filial de l'Institut d'Estudis Catalans.

ISSN: 1137-7976

Dipòsit legal: B. 46874-1996

Producció editorial: Rubes Editorial

## SUMARI

Editorial

---

Tecnologia i ciència dels aliments: *TECA*

*Josep Obiols*

Recerca

---

Microestructura i propietats dels aliments 5

*M. Àngels Lluch*

Recerca

---

Preparats de proteïnes en pols com a complement  
de la dieta per a esportistes 11

*Alfred Benavent i Josep Sancho*

Ciència

---

Manger et les cinq temps du drame olfactif 17

*Joël Candau*

Divulgació

---

Additius vells i nous 24

*Robert Xalabarder*

Divulgació

---

Hydrocarburs aromàtics policíclics en oli de samsa  
o de pinyolada d'oliva i altres aliments 27

*M. Carmen Vidal Carou*

Divulgació

---

Dioxines *versus* àcids omega-3 en el salmó 36

*J. A. Canicio*

# Tecnologia i ciència dels aliments:

## **TECA**

**L**a diversitat és una característica que trobem constantment en els aliments, no solament a la taula o al mercat, sinó també a les tecnologies que els industrials utilitzen per a la seva presentació, conservació i elaboració.

També són diverses les ciències, com ara la química o la biologia, que donen suport als tecnòlegs, interessats a incorporar els progressos científics a les bones pràctiques industrials i a aportar solucions competitives.

La rapidesa amb què actualment apareixen noves tecnologies i amb què queden obsoletes obliga els tecnòlegs dels aliments a estar molt atents tant a les ofertes científiques com a qualsevol informació que provoqui idees innovadores.

D'altra banda, la lluita comercial amb poc rigor facilita, en primer lloc, el desconcert i, després, la desconfiança dels consumidors cap als aliments que reben, la qual cosa justifica la intervenció legislativa i reglamentària de les administracions públiques en defensa dels consumidors. La participació dels tecnòlegs alimentaris és una base important de la confiança dels consumidors, ja que aporten les garanties i el rigor científic en la comu-

nicació i la informació, cada vegada més especialitzada i diversa.

Per ajudar els professionals del sector alimentari en un entorn tan complex, la Junta Directiva de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA) ha establert tres línies de comunicació amb els seus associats i amb els científics i tecnòlegs dels aliments: una a través del web ([www.iecat.net/acca](http://www.iecat.net/acca)), una altra amb el *Butlletí de l'ACCA*, i una tercera que és la revista que teniu a les mans, *TECNOLOGIA I CIÈNCIA DELS ALIMENTS (TECA)*, en què es publiquen els resultats de recerques i els reculls informatius de l'estat de qüestions d'actualitat relacionades amb els aliments.

Amb la publicació del número 7 de *TECA* es reprendrà la seva edició després de dos anys. Per continuar aquesta iniciativa és important disposar de la col·laboració en la redacció d'articles originals i en l'aportació de publicitat dels que vulguin participar i enriquir la comunicació entre els professionals i la d'aquests amb el seu entorn industrial i de consum dels aliments.

**JOSEP OBIOLS**  
President de l'ACCA



Filial de l'Institut  
d'Estudis Catalans

# TECA

## PUBLICAR A TECA

### *Normes de publicació*

#### Lliurament dels articles

Els treballs es faran arribar a la revista *TECA: Tecnologia i Ciència dels Aliments*, carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona. S'ha d'acompanyar amb una carta de presentació en la qual s'ha de sol·licitar l'acceptació del treball per a la seva publicació a la revista. S'ha d'adjuntar la indicació expressa que es tracta d'un treball original, que no ha estat publicat excepte en forma de resum i que només s'ha fet arribar a *TECA: Tecnologia i Ciència dels Aliments*. S'ha de fer arribar una còpia informàtica de l'article generada per un processador de textos, en MS Word o Corel WordPerfect. També pot emprar-se el correu electrònic ([acca@iecat.net](mailto:acca@iecat.net)) per fer-nos arribar els articles.

#### Comú a tots els articles

Tipus de lletra i cos: Times New Roman 12. Marges: 25 mm. Espai doble entre línies. Extensió inferior a les 15 pàgines (comptant-les totes: les que contenen taules, etc.). Resum d'entre 75 i 200 paraules. Ha de ser independent del text principal de l'article i no ha de contenir citacions bibliogràfiques ni acrònims sense descripció. Cal consignar paraules clau. La numeració haurà de començar per la pàgina del títol. Les taules i les figures es presentaran en una pàgina per a cadascuna. Es facilitarà una còpia informàtica dels arxius generats pel full de càlcul a partir del qual s'hagi obtingut la gràfica.

#### Dades dels autors

Nom complet i els dos cognoms dels autors i nom dels departaments i les institucions als quals es vol atribuir el treball.

#### Articles científics

Manuscrits que tinguin forma de treball científic i recullin els apartats següents: introducció, part experimental (amb la

informació necessària per poder reproduir els experiments), resultats, discussió i conclusions.

#### Cartes al director

Aquesta secció inclourà el plantejament de dubtes o convocatòries relacionades amb articles publicats recentment. Les cartes han de ser enviades a l'autor responsable de l'article citat per a la seva possible resposta. No ha de tenir una extensió superior a les 500 paraules. Les dades que ha de facilitar l'autor són les que s'esmenten més amunt i, a més, cal adjuntar el número de DNI.

#### Citacions bibliogràfiques

S'han de presentar segons l'ordre d'aparició en el text amb la corresponent numeració correlativa. En l'article hi ha de constar sempre la numeració de la citació en número entre claudàtors. Es poden citar aquells articles acceptats però no publicats, esmentant el nom de la revista seguit d'«en premsa» entre parèntesis. Els noms de les revistes s'han d'abreujar segons l'estil dels índexs internacionals.

#### Acceptació de manuscrits

El Consell de Redacció es reserva el dret de rebutjar els articles que no jutgi apropiats. Si no els considera apropiats, s'assessorarà amb membres del Comitè Científic, que conservaran l'anonimat, hi introduirà modificacions d'estil, escurçarà els textos que no necessiti o fragmentarà el text en apartats. Les modificacions es consultaran a l'autor es consultaran a l'autor amb el compromís de respectar el contingut de l'original. *TECA: Tecnologia i Ciència dels Aliments* no accepta la responsabilitat de les afirmacions fetes pels autors ni de la veracitat de les citacions bibliogràfiques que presentin. L'acceptació de l'article es comunicarà a l'autor titular quan es decideixi.

## PUBLICITAT A TECA

### *Beneficis fiscals*

**La Llei 30/1994, de fundacions i d'incentius fiscals a la participació privada en activitats d'interès general, estableix:**

#### **Donatius de persones físiques** (art. 59):

- **Diners:** deducció a la quota del 20 % del donatiu, amb el límit del 30 % de la base liquidable.
- **Béns que s'incorporen a l'actiu material de l'entitat per a la realització de les seves activitats:** 20 % del valor del bé donat amb el límit del 30 % de la base imposable.
- **Béns del patrimoni històric:** 20 % del valor del bé, amb el límit del 30 % de la base liquidable.

#### **Donatius de persones jurídiques** (art. 63):

- **Diners:** deducció de la totalitat del donatiu, amb el límit

del 10 % de la base imposable de la societat donant, i amb l'alternativa del límit de l'1 ‰ del volum de vendes, sense que en cap cas pugui determinar una base negativa.

- **Béns que s'integren a l'actiu material de l'entitat donatària:** deducció de la totalitat del donatiu, amb el límit del 30 % de la base imposable, i amb l'alternativa del 3 ‰ del volum de vendes.

#### **Contractes de col·laboració** (art. 68) **i de patrocini publicitari** (art. 69):

Per a l'empresa és deduïble fins al límit del 5 % de la base imposable o, alternativament, el 0,5 ‰ del volum de vendes. S'estableix la comptabilitat d'aquest benefici amb el que s'estipula per als donatius.



# Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació

Societat filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Carrer del Carme, 47  
08001 Barcelona  
Tel.: 933 248 580  
Fax: 932 701 180  
acca@iecat.net

- Sol·licitud d'ingrés a l'ACCA
- Actualització de les dades de soci

**Tipus de soci:** Ordinari (36,06 €/any)  
Jubilat (18,02 €/any)  
Estudiant (18,02 €/any)

Cal acreditar la condició de jubilat o d'estudiant.

## Dades personals

Nom:
Cognoms:
Adreça:
CP:
Població:
Telèfons:
Fax:
A/e:
Titulació:
DNI:                      Data de naixement:

## Dades professionals

Empresa:
Departament:
Càrrec:
Adreça:
CP:
Població:
Telèfon:
Fax:
A/e:
A/I:

## Àrees d'interès personal

(no marqueu més de tres opcions)

- |                             |                                |                       |                            |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| additius                    | comercialització i distribució | inspecció             | productes carnis           |
| agricultura                 | docència                       | legislació            | productes lactis           |
| alimentació animal          | documentació                   | màrqueting            | ramaderia                  |
| anàlisi i control           | enginyeria                     | medi ambient          | recerca                    |
| automatismes                | enologia                       | nutrició i dietètica  | restauració                |
| begudes                     | envasos i embalatges           | olis i greixos        | sanitat                    |
| confiteria                  | farines i panificació          | pesca                 | altres (especifiqueu-les): |
| conserves                   | gestió de l'empresa            | preparats alimentaris |                            |
| consultoria i assessorament | gestió de qualitat             | producció             |                            |

Si no ens dieu res en contra, incorporarem les vostres dades al fitxer de l'Institut d'Estudis Catalans per poder enviar-vos informació sobre les nostres activitats. Si detecteu qualsevol error, hi ha un canvi de domicili o preferiu cancel·lar les vostres dades, comuniqueu-ho directament a l'Institut d'Estudis Catalans, carrer del Carme 47, 08001 Barcelona.

Data: ..... Signatura: .....

## Dades bancàries

Titular del compte:
Entitat:
Número del compte (vint dígit):

## Autorització

Senyors,  
Us demano que, fins a una nova ordre, feu efectius els rebuts que anualment us presentarà l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (filial de l'Institut d'Estudis Catalans), amb càrrec al meu compte corrent indicat més amunt.

Data: ..... Signatura: .....

# Microestructura i propietats dels aliments

*La microestructura dels aliments està directament afectada pels canvis químics i bioquímics soferts a través del seu processament, i d'aquesta depenen, majoritàriament, les propietats finals, buscades o indesitjables, de l'aliment elaborat. La microscòpia és la principal eina en l'elucidació de les microestructures dels aliments. S'estudien les característiques dels aliments d'origen animal, com ara la carn, el peix, els làctics i els ous. També es descriuen les microestructures dels aliments d'origen vegetal, com ara els cereals, els llegums, les oleaginoses, els fruits secs, les fruites i les verdures.*

PARAULES CLAU: *microestructures dels aliments, microscòpia.*

## CONCEPTE I INTERÈS DE LA MICROESTRUCTURA DELS ALIMENTS

**E**l coneixement de la microestructura dels aliments es planteja actualment com un nou desafiament per als avenços tecnològics. Les distintes etapes del processament i l'emmagatzematge dels aliments produeixen modificacions químiques i físiques que es manifesten en canvis macroscòpics que confereixen a l'aliment elaborat els seus atributs característics (textura, color, sabor).

Així, per exemple, es poden esmentar els canvis desitjats totals de la microestructura en aliments en els quals ha desaparegut qualsevol organització del teixit originari vegetal o animal (torró, formatge, xocolata), la recerca d'una microestructura òptima definida per la disposició dels seus components (distribució d'alvèols relacionada amb

els constituents químics i bioquímics en productes de panificació), la reproducció d'una microestructura predefinida en l'obtenció d'aliments elaborats amb una textura determinada com ara el surimi on les proteïnes miofibril·lars són clau en la reproducció artificial d'una organització tissular, etc. Al contrari, en aliments processats que han de retenir l'aspecte d'aliment fresc, l'estructura submicroscòpica original ha de ser respectada al màxim durant els diversos tractaments (vegetals de «quarta gamma», plats preparats). La presència de materials microscòpics aliens a un aliment permet la detecció de frau (productes triturats i pulverulents). La microestructura dels aliments pot considerar-se, a més, com un aspecte que s'ha de tenir en compte en el control de qualitat.

D'altra banda, la microestructura de l'aliment té un paper fonamental en molts processos en els quals els fenòmens de transport,

**M. ÀNGELS LLUCH**

Departament de Tecnologia d'Aliments,  
Universitat Politècnica de València

pel seu interior, són els que defineixen el fonament d'enginyeria del procés i en determinen el mecanisme. Així, cal ressaltar el transport de les substàncies salines i conservants pels espais intercel·lulars i a través de les parets i membranes cel·lulars en l'envinagrat de vegetals i d'adobats de carns (pernil) i peixos (fumats, salats), el transport de la calor en processos tèrmics (esterilització, escaldat, congelació...), la transferència d'aigua i soluts intra- i intercel·lulars, o de calor en processos de deshidratació (assecat per aire calent, deshidratació osmòtica), la transferència de materials en extraccions sòlid-líquid com a fenomen intra- i intercel·lular (extracció d'olis de llavors oleaginoses, extracció de proteïnes vegetals, soja...).

Un aprofundiment en el coneixement de la microestructura dels aliments ha de permetre una millora en la modelització dels processos d'estudi de la microestructura dels aliments i la distribució dels seus components. L'organització en una arquitectura microscòpica definida està reconeguda cada vegada més com un prerrequisit per a la comprensió de les

mic o físic dels aliments que permeti emfatitzar que, en la natura, són materials biològics.

Actualment, la microscòpia en les seves últimes variants, i fonamentalment l'electrònica (d'escombrada SEM, de transmissió TEM), permet disposar d'una potent eina en l'elucidació microestructural dels aliments i en l'establiment de les interrelacions amb el seu comportament físic, químic i bioquímic. L'anàlisi d'imatge acoblada permet, addicionalment, la quantificació de les modificacions morfològiques microestructurals produïdes en el processat d'aliments. Així mateix, amb els actuals sistemes de detecció de raigs X (EDX, WDX) és possible abordar la microanàlisi d'aliments a escala submicroscòpica.

En conjunt, podem dir que hi ha obertes unes amplíssimes perspectives en el camp de la microestructura dels aliments, l'estudi de la qual aportarà indubtables beneficis científics i tecnològics. La microestructura és l'esglaó de coneixement intermedi entre la molècula (l'aliment com a conjunt de components químics) i el menjar (l'aliment que ingerim) i és un nexa

## **MICROESTRUCTURA I PROPIETATS D'ALIMENTS D'ORIGEN ANIMAL**

### **Carn i productes carnis**

Les proteïnes suposen entre el 50 % i el 95 % dels sòlids totals de la carn. Aquest valor depèn del contingut en lípids del teixit. Per això, els estudis microestructurals referents a la carn estan principalment centrats en el seu component majoritari: les proteïnes. L'estructura muscular de la carn és similar en gran part de la majoria de les espècies: les fibres musculars són allargades, polinucleiques, recobertes d'una membrana o sarcolemma i envoltades de teixit connectiu endomisial.

L'estudi de les modificacions microestructurals que es produeixen durant l'etapa *post mortem* proporciona una informació molt útil intermèdia entre els nivells macroscòpics (textura, color...) i molecular (canvis bioquímics). En el múscul acabat de sacrificar, les fibres musculars s'observen íntimament ajuntades entre si, amb la típica estructura de línies Z sobre la superfície i perfectament adherides al teixit conjuntiu endomisial; els diferents feixos estan separats pel perimisi i alhora envoltats per l'epimisi. Després del procés *post mortem* i durant l'emmagatzematge refrigerat, les fibres musculars comencen a degradar-se i es trenquen les connexions, tant entre miofibril·les com entre aquestes i el sarcolemma; d'altra banda, el teixit conjuntiu s'observa amb una estructura més laxa. La microestructura de les fibres musculars del pernil, juntament amb el seu teixit conjuntiu, té un paper important en el comportament durant el procés d'adobat, tant pel que fa al transport de materials (aigua, sals, compostos solubles) com en l'impacte de la proteòlisi i lipòlisi associades; amb l'anàlisi de raigs X acoblada, és possible fer un seguiment de la penetració de les sals d'adob a escala microscòpica. Tots aquests aspectes microestructurals tenen utilitat per al control fi del procés i

## **La interacció entre proteïnes i greix és fonamental en l'estructura de les emulsions càrnies**

seves propietats. En tots aquells casos en els quals interessa descriure, predir i controlar el comportament dels aliments, cal ressaltar la importància d'un perfecte coneixement de la manera que els components alimentaris estan organitzats. Conceptualment, això proporciona un contrapès necessari a l'exclusiu punt de vista quí-

d'unió necessari entre els mecanismes fins de transport (en l'aliment amb organització tissular nativa o sense) i el procés (aliment que s'elabora). Si s'ha d'anar de la molècula a la indústria, el canvi passa per la microestructura. Aquest article pretén mostrar una breu panoràmica sobre tots aquests aspectes.

la racionalització de l'elaboració industrial.

La interacció entre proteïnes i greix és fonamental en l'estructura de les emulsions càrnies. L'observació de salsitxes de Frankfurt per microscòpia electrònica mostra la matriu de proteïna, que envolta gotes de greix de mides diferents; les propietats macroscòpiques texturals i sensorials depenen de l'organització d'aquests elements microestructurals, i d'aquí l'interès del seu control.

### **Peix i surimi**

Les fibres musculars del peix estan organitzades en miòtoms, disposats en cercles concèntrics. Són més curtes que les dels mamífers terrestres, però amb una estructura i disposició espacial semblants. Els canvis en la seva estructura, com a conseqüència del processat, produeixen també modificacions en la seva capacitat de retenció d'aigua. Així, en alguns productes, com ara el surimi, obtingut a partir de proteïnes de peix fresc, la capacitat d'hidratació normalment és elevada i les interaccions aigua-proteïna influeixen de manera decisiva en les propietats del producte final. Així, doncs, aquests aspectes microestructurals han de tenir-se en compte per a la racionalització del procés d'obtenció de proteïnes texturitzades d'aquest tipus.

En els calamars, les proteïnes són les principals responsables de la seva estructura: després de l'aigua (75-84 %), les proteïnes són el component majoritari (13-22 %). En el mantell comestible d'aquest cefalòpode, s'estructuren en forma de fibres musculars que s'agrupen en bandes circumferencials i radials. Els tractaments tèrmics, de cocció o de fritella, com ara la desnaturalització proteica associada, consoliden la seva matriu microestructural, i així condueixen a la textura típica d'aquest aliment.

### **Productes làctics**

La principal proteïna de la llet és la caseïna, aproximadament un 80 % del total, i el 20 % restant el consti-

tueixen les proteïnes solubles i el sèrum. La tendència que tenen les caseïnes a interaccionar amb les proteïnes del sèrum, a agregar-se o hidrolitzar-se per efectes de baix pH, alta temperatura o presència d'enzims proteolítics, constitueix les propietats més importants de la llet per a l'elaboració de productes làctics.

En el iogurt hi ha una matriu tridimensional formada per grànuls de caseïna units en forma de cadenes llargues que immobilitzen la fase líquida, làbil estructura que dóna lloc a la textura característica d'aquest producte lacti.

ara el tall, fet que provoca el seu aspecte típic de greix superficial. La intensitat en l'etapa de premsat influeix directament en la rodonesa dels alvèols i, inversament, en la mida, per la qual cosa és un altre aspecte microestructural d'interès en el control industrial.

Durant el batut d'alguns productes làctics, com ara en l'elaboració dels gelats, es forma una emulsió oli en aigua que incorpora una gran quantitat d'aire en forma de cel·les, d'un diàmetre d'entre 20 i 100 µm. El greix està dispersat en la fase aquosa i també densament empaquetat com a glòbuls en la in-

## **El greix impedeix el creixement dels cristalls de gel i li proporciona una textura suau i lubricació al paladar**

El formatge fresc mostra una matriu tridimensional constituïda per grànuls de proteïnes caseíniques on apareixen inserits els glòbuls de greix. Aquests glòbuls estan envoltats d'una coberta proteica que impedeix que el greix fugi cap a l'exterior, fet que explica l'aparença no greixosa d'aquest tipus de formatge.

Tanmateix, en els formatges madurats, la matriu proteica es torna cada vegada més compacta i es fa més difícil de distingir-hi les estructures globulars natives dels glòbuls proteics. La interacció entre aquests augmenta per efecte de la proteòlisi conforme avança la maduració, la qual cosa dóna lloc a una matriu de proteïna molt més llisa on els glòbuls de greix ja no tenen la coberta proteica, per això poden emigrar i provocar coalescència, sobretot per efectes mecànics, com

terfase aire-aigua, el 50 % de l'aigua del gelat està en forma de gel a la temperatura a la qual s'acostuma a consumir, i la mida mitjana dels cristalls de gel és de 30 µm, però quan aquests superen les 40-50 µm el producte adquireix una textura arenosa.

El greix impedeix el creixement dels cristalls de gel i li proporciona una textura suau i lubricació al paladar. Tot això il·lustra l'interès del control de la microestructura del gelat amb vista a optimitzar la seva qualitat i a controlar el procés de fabricació.

La mantega com a emulsió aigua en oli, presenta gotícules d'aigua disperses de 10 µm de diàmetre. Una fina làmina separa aquestes gotícules entre si i impedeix la coalescència. La microestructura de la mantega mostra glòbuls de greix embeguts en una matriu contínua

de greix lliure; aquests glòbuls han de romandre intactes per mantenir la sensació de frescor en el paladar, per la qual cosa és un aspecte estructural que s'ha de controlar.

Actualment, l'ús d'hidrocoleats en l'elaboració de productes làctics està molt estès. La funcionalitat d'aquests additius és diversa: des d'augmentar el rendiment en la fabricació, fins a disminuir el fenomen de sinèresi, passant per l'ús com a substitutiu de greix en productes desnatats o per modificar les propietats texturals de diferents productes. Per microscòpia electrònica es pot observar la interacció dels hidrocol·loides amb els components microestructurals dels productes làctics. En un formatge fresc elaborat amb pectina, s'aprecia una xarxa de pectina distribuïda uniformement que interacciona amb la matriu proteica i amb la coberta del glòbul de greix. La capacitat de retenció d'aigua de la pectina, juntament amb la seva interacció amb els components del formatge, fa que es pugui obtenir un major rendiment en la fabricació de formatges frescos.

## Ous

El rovell conté la major part dels líquids de l'ou i és una emulsió d'oli en aigua que conté gotes de mida variable d'entre 20 i 150 µm i grànuls de mida més uniforme (diàmetre de 0,3 a 0,6 µm) encara que de formes més irregulars. En l'elaboració d'emulsions per a salses comestibles com ara la maionesa, és important el control de la mida dels grànuls del rovell anteriorment descrits, ja que tenen un paper decisiu en l'estructuració del film interfacial que estabilitza l'emulsió oli en aigua.

## MICROESTRUCTURA I PROPIETATS D'ALIMENTS D'ORIGEN VEGETAL

### Cereals

Els cereals estan formats principalment pel germen i l'endosperma envoltats de diverses capes com ara l'aleurona, la testa i el pericarpi. El component majoritari és el midó

(de mides i formes diferents segons el tipus de cereal) que està empaquetat en les cèl·lules de l'endosperma.

Tanmateix, les proteïnes del blat, que es troben en molta menor proporció que el midó, tenen un paper funcional molt important, ja que són les responsables del desenvolupament de la xarxa de gluten, essencial per a la panificació. Durant la pasterada i el fornejat, la massa adquireix les típiques propietats reològiques i de retenció d'aigua degudes principalment a les interaccions midó-proteïna observables per microscòpia electrònica. La pasterada és decisiva en el desenvolupament de la xarxa tridimensional de gluten que determinarà la viscositat, la plasticitat i l'elasticitat de les masses. Amb l'augment de la temperatura, comença la gelatinització del midó i la desnaturalització per la qual en el fornejat s'aconsegueix l'acabat final del pa amb el desenvolupament de les molles a l'interior i de la crosta a l'exterior. Una fina, però contínua, pel·lícula proteica recobreix la superfície dels alvèols i ajuda a la retenció de gas en el seu interior.

Entre els diferents tractaments a què són sotmesos els aliments tant en l'àmbit industrial com domèstic casolà, una operació molt comuna és la fregida. En les pastes utilitzades per als arrebossats, els aspectes microestructurals més destacats són la generació d'alvèols a causa de la presència d'impulsos en la seva formulació i la presència de glòbuls de greix allotjats, procedents de l'absorció d'oli de fregir per part de la pasta. Aquesta absorció de greix durant el fregit no sols es produeix per part de la pasta de l'arrebossat, sinó que estructuralment s'observa que també arriba fins a l'aliment subjacent que s'utilitza com a substrat per ser arrebossat. Per exemple, en els calamars, que és dels productes arrebossats congelats de més gran consum a Espanya, s'observen gotes de greix entre les seves fibres després del fregit i, a més, també es produeix l'arrosseigament d'altres components de la

pasta, com són els grànuls de midó que apareixen deformats entre les fibres dels calamars. La microestructura és aquí una bona eina per al control del guany de greix.

### Llegums

Els llegums constitueixen una aportació important dins la dieta, ja que contenen un percentatge més elevat de proteïnes que altres aliments d'origen vegetal. Les proteïnes en els llegums estan localitzades en les cèl·lules dels cotiledons. Aquestes cèl·lules contenen grànuls de midó el·líptics o esfèrics (8-25 µm d'ample i 10-40 µm de llarg), inserits en una matriu constituïda per cossos proteics esfèrics de mida més petita que els grànuls de midó. Com que les proteïnes i el midó tenen capacitat de retenció d'aigua, intervien activament durant el remull i la cocció dels llegums. Durant el remull, s'observen canvis microestructurals importants: la matriu proteica es desorganitza i els grànuls de midó augmenten de mida. Després del cuinat, el midó es gelatinitza i els cossos proteics es desnaturalitzen com a conseqüència de la calor; aquests canvis faciliten la digestió dels llegums i impacten en la textura final.

### Oleaginoses

Una de les característiques més importants de les oleaginoses, quant a la seva composició química, és l'alt contingut en lípids (normalment superior al 20 %). Hi ha una gran quantitat d'oleaginoses importants (llavors: soja, cacauet, colza i girasol; fruits: oliva) tant des del punt de vista nutricional com econòmic perquè són una font d'extracció d'olis comestibles. La llavor de soja mostra els cossos proteics més o menys esfèrics i d'una mida aproximada d'entre 5 i 20 µm envoltats d'una matriu proteica citoplasmàtica. Niats en aquesta matriu citoplasmàtica es poden observar els cossos lipídics o esferosomes d'un diàmetre d'entre 0,2 i 0,5 µm i envoltats d'una membrana fina.

En l'oliva, les cèl·lules del mesocarpi o part comestible al seu in-

terior tenen petites gotes aïllades i el-lipsoïdals, recobertes per una membrana lipoproteica. Aquestes gotes poden provocar coalescència i generar un vacúol central.

La motllura de les oleaginoses provoca una sèrie d'estructuracions de la matriu citoplasmàtica i dels esferosomes; els cossos lipídics s'alliberen i provoquen coalescència en petites gotetes que, finalment, donen lloc a la fase oliosa, les fortes interaccions proteïna-greix estableixen la microestructura de la membrana en la morca. La microestructura proporciona aquí informació sobre l'aptitud per a l'ús industrial del producte final.

### **Fruits secs**

La major part de fruits secs són especialment rics en greix i proteïnes. Quasi tot el cotiledó està constituït per un parènquima de cèl·lules amb una paret cel·lular gruixuda; la membrana citoplasmàtica delimita el contingut cel·lular, on els cossos proteics i els cossos lipídics constitueixen els components majoritaris.

En la superfície dels cossos proteics, s'observa l'empremta dels esferosomes on s'allotjava el greix.

En els fruits secs torrats, com ara l'ametlla, els cossos lipídics alliberats emigren, es reuneixen en forma de petites gotícules i donen l'aspecte greixós característic d'aquests productes. L'ametlla constitueix la principal matèria primera del torró de Xixona, producte típic de la Co-

munitat Valenciana. La microestructura del torró pot ser descrita com una matriu porosa de sucre imbricada amb una fase oliosa, que, com que és líquida, a temperatura ambient proporciona l'aspecte greixós característic d'aquest producte. Dispersos en ambdues fases es troben altres components de l'ametlla, entre els quals destaquen cossos proteics i també fibra procedent de les parets cel·lulars. La coexistència d'ambdues fases amb tots els components microestructurals és fonamental per aconseguir les típiques propietats de textura, aparença i gust d'aquest tipus de torró.

### **Fruits i verdures**

La comprensió del comportament microestructural d'alguns teixits vegetals sotmesos a diferents tractaments és també una eina eficaç en l'estudi de les propietats dels aliments. Un aspecte interessant és l'estudi de l'impacte de la penetració de materials exògens sobre la microestructura del parènquima comestible d'algunes fruites i hortalisses amb la finalitat d'eludir els mecanismes fins que regeixen la transferència de matèria. Per exemple, l'establiment de les relacions entre els fenòmens de transport i les modificacions microestructurals que tenen lloc en la poma durant el procés de deshidratació osmòtica per immersió en xarops de sucres. La zona de parènquima més pròxima a la dissolució osmòtica és la

més malmesa: les cèl·lules s'observen col·lapsades i deformades, els espais intercel·lulars es col·lapsen i s'allarguen, i a través d'aquests el teixit parenquimàtic s'inunda de dissolució osmòtica, molt més com més superficial és. Aquest entorn submicroscòpic més hostil, deprimet en oxigen i en aigua, i enriquit en sucre, afavoreix la inhibició de l'aterrossament enzimàtic. La penetració de l'agent osmòtic, juntament amb la sortida de l'aigua del parènquima, modifica el sabor i la textura, i el coneixement del parènquima a escala microscòpica és interessant per establir models matemàtics fins per a la predicció de la transferència de matèria en els processos industrials.

També es poden apreciar els canvis en la microestructura de la pastanaga sotmesa a un procés d'envinagrat. Quan la pastanaga s'introdueix dins la salmorra, es detecta la penetració de sal per microanàlisi de raigs X-SEM. Des del primer dia de l'envinagrat, i fins al final, el tret microestructural més notable és la invasió salina dels diferents elements estructurals. Els dipòsits salins recobreixen i emmascaren la pràctica totalitat de les parets cel·lulars del parènquima de xilema i floema, i també els conductes traqueals. L'estudi de la penetració salina, a escala microestructural, dona una informació fina i molt valuosa per tal d'optimitzar els temps reals de l'envinagrat en la pràctica industrial. 🥕





# Preparats de proteïnes en pols com a complements de la **dieta** per a esportistes

## Estudi comparatiu i avaluació dels existents en el mercat català

*La nutrició d'esportistes és un fet d'interès creixent que, en aquest article, és sistemàticament estudiada, classificada, avaluada i validada a través de productes del mercat. La principal característica de les dietes és el contingut proteic, superior al 15%. Inicialment es cataloguen 273 productes i s'analitzen 27 mostres, de les quals la meitat no compleixen amb allò que declaren. L'etiquetatge sol ser confús i el mercat divers i canviant.*

PARAULES CLAU: *dieta, esportistes.*

### INTRODUCCIÓ

**É**s ben coneguda la diversitat d'aspectes dins del món de la nutrició. Un d'ells és el de l'alimentació per a esportistes, que darrerament està rebent una atenció especial.

En aquest sector, el factor nutricional està interrelacionat amb la voluntat d'un rendiment més alt en la pràctica esportiva. Fruit d'això, s'ha generat un mercat de productes alimentaris molt diversos, els quals volen satisfer el desig de l'esportista de millorar el seu rendiment i assegurar una alimentació equilibrada.

### Interès del producte

L'interès en l'alimentació per a esportistes es pot atribuir a dos aspectes fonamentals. D'una banda, el factor nutricional: l'aportació en

la dieta dels aliments per a esportistes permet suplir les pèrdues per l'esforç. En segon lloc, l'augment en el consum, ja que la ingestió de productes alimentaris per a esportistes o persones sotmeses a un intens desgast va en augment, fruit d'una incipient cultura de l'esport, del culte al cos i de l'estètica.

L'èxit del tipus de producte ha fet que en el mercat es trobin tot un seguit de preparats i presentacions difícils de distingir, atès que no hi ha un estàndard o una referència clara on comparar. És indubtable que hi ha un volum de negoci important que fa que cada cop hi hagi un interès més accentuat en tot el que se'n deriva, però també és evident que, encara que no es pugui parlar d'un buit, sí que hi ha un veritable problema de disponibilitat d'informació, assequible als nivells baixos de l'escala de consum.

**ALFRED BENAVENT \***  
**I JOSEP SANCHO \*\***

\* Enginyer tècnic en indústries agroalimentàries i Màster en Nutrició i Alimentació.

\*\* Professor titular de microbiologia de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona.

## Localització de la informació

L'esportista, com a consumidor, així com el venedor (monitor de gimnàs, propietari de la tenda de dietètica, farmacèutic...) necessiten tenir la informació més acurada sobre els productes que consumeixen o que recomanen. Actualment, el mercat presenta una certa confusió sobre les característiques dels productes i el seu ús. Se'n ressent la credibilitat de la informació. Fonamentalment es pot buscar, triar i justificar basant-se en una sèrie de criteris:

- **Etiquetatge:** un aspecte fonamental que cal avaluar és la manera com es descriuen els diferents complements en l'etiquetatge nutricional, la comprensió del qual sovint és complexa, perquè en el mercat es poden trobar molts productes en altres llengües (l'anglesa, majoritàriament), i on, a més, la informació del contingut del producte no és clara per al consumidor ni per al venedor aconsellador, que sovint no té més criteris que els que es poden derivar de la pròpia interpretació de l'etiqueta.
- **Revistes especialitzades:** el mercat ofereix una gran diversitat de revistes més o menys especialitzades que informen sobre molts temes vinculats a l'esport. La nutrició n'és un.
- **Publicitat:** atès que el màrqueting, i amb ell la publicitat de productes per a esportistes, sovint és un punt que pot generar conflictes d'interpretació dels etiquetatsges i les presentacions, pot representar una limitació interpretativa d'aquests productes.
- **Legislació:** les disposicions actuals classifiquen els aliments per a esportistes en l'annex de la directiva de productes alimentaris destinats a una alimentació especial,<sup>1</sup> que resten pendents d'una regulació més específica. Des de fa uns anys, en l'àmbit europeu, s'està intentant elaborar una legislació (en el seu moment s'hi va prendre part) per tal de regular específicament els productes per

a esportistes. No obstant això, sembla que encara es tardarà un cert temps a concretar-la.<sup>2</sup>

- **Diversitat de marques:** el gran nombre de marques, laboratoris i/o distribuïdors que hi ha al mercat pot induir el consumidor a confusió.
- **Presentació:** la forma en què es presenten els productes és diversa. N'hi ha en pols, líquids ja preparats, barretes, comprimits, ampolles bevbiles, càpsules...

En el sector de la nutrició per a esportistes hi ha un ampli ventall de categories de productes alimentaris (complements de la dieta), dins dels quals hi ha els aliments proteics. La diferent proporció de proteïna permet fer una distinció entre productes, no només en la seva composició percentual, sinó també en la seva aplicació, que són classificats d'una o altra manera.

Els diferents tipus de proteïnes que constitueixen la matèria primera dels productes referenciats també constitueixen un element classificador. S'hi pot trobar proteïna animal d'origen làctic (albúmines, caseïnats, concentrats de proteïna de sèrum...), d'ou (ovoalbúmina dessecada), col·lagen hidrolitzat, vísceres (fetge), cartílag de tauró, de peix (poc usual). La proteïna d'origen vegetal és de soja, d'algues o de pèsols (ambdues molt poc freqüents). La gran majoria de productes destinats als esportistes o a persones amb una intensa activitat física incorporen en les seves formulacions components vitamínics i minerals. Conèixer quines dosificacions es formulen en els diferents productes per poder comparar-les i valorar-les d'acord amb els criteris de la comunitat científica i els desigs de la legislació són punts que s'han de tenir en compte a l'hora d'establir classificacions.

A més, molts dels aliments proteics també incorporen en la seva formulació ingredients no fàcilment classificables dins de la nutrició clàssica i que són fruit de la contínua activitat dins del món

científic per tal de trobar substàncies nutricionals que afavoreixin el rendiment esportiu. La creatina o el polinicotinat de crom en són alguns exemples.

També cal fer esment dels preparats hiperproteics destinats a la nutrició clínica pròpiament dita, dels quals, si bé són majoritàriament d'ús intern als hospitals, és coneguda la utilització per sectors del públic general. Aquest grup pot ser inclòs dins d'aquestes categories, tot i que són oficialment especialitats farmacèutiques.

També hi ha preparats per al control del pes, regits per una legislació específica,<sup>3</sup> que incorporen alts percentatges de proteïna en les seves formulacions i orienten la dieta cap a una ingesta hiperproteica per tal de poder reduir pes. Els esportistes també fan ús d'aquests preparats.

## OBJECTIUS

La finalitat d'aquest estudi és dur a terme una avaluació, sistematització, classificació i validació dels productes que hi ha dins del camp de l'alimentació per a esportistes, la categoria dels quals és de complements proteics de la dieta. El criteri aplicat per a la seva categorització ha estat que el percentatge de proteïna havia de ser, com a mínim, igual o superior al 15 %. Hem fet una especial valoració de l'etiquetatge nutricional i de la informació tècnica a l'abast general inclosa en prospectes publicitaris o en la publicitat en revistes. La validació analítica dels productes ha permès comprovar aquesta informació. Els resultats d'aquesta valoració van permetre determinar les propietats nutricionals dels productes que hi ha en el mercat i estudiar quin lloc hi ocupen.

## MATERIAL I METODOLOGIA

### Fonts d'informació

La metodologia de recerca es basa en l'obtenció d'informació a partir

**TAULA 1.** Referència metodològica per a cada determinació analítica

Determinació	Referència del mètode	
Proteïnes	N. Kjeldhal x 6,25	AOAC 930.29
Carbohidrats	Per diferència	---
Greixos	Hidròlisi	AOAC 932.06
Humitat	103 °C	FIL 26 <sup>a</sup> : 1993
Cendres	550 °C	AOAC 930.30
Valor energètic en kcal i en kJ	Per càlcul	Segons RD 930/1992, de 17 de juliol, pel qual s'aprova la norma d'etiquetatge sobre propietats nutritives dels productes alimentaris. BOE, núm. 187 (5 agost 1992)

de les dades proporcionades pels laboratoris fabricants, així com en la consulta de bibliografia del sector alimentari, de pàgines web relatives al tema i de les publicacions esportives vinculades al sector, l'assistència a fires especialitzades i la revisió directa del producte en el punt de venda. A continuació, es va processar i classificar tota la informació.

### Obtenció de mostres

Les mostres per analitzar es van obtenir per sol·licitud formal als fabricants i per compra directa dels productes en punts de venda o per correu.

### Analítiques

Inicialment, no hi hagué un criteri prefixat sobre com analitzar les mostres obtingudes. Va ser el flux de la informació obtinguda el que va portar a decidir quantes mostres s'analitzarien i de quina manera es faria. El volum de la mostra va ser lleugerament superior al 10 % de tots els productes catalogats com a complement proteics en pols. La comprovació i validació analítica dels productes que componien la mostra tenia únicament com a finalitat analitzar el producte i veure les tendències en el mercat, sense jutjar les empreses elaboradores. Per qüestions estrictament ètiques, no s'identificaran els productes analitzats.

## RESULTATS

### Recerca i catalogació del tipus de producte

Inicialment es catalogaren dos-cents setanta-tres productes en una taula classificadora que incorporava la numeració, el nom del producte, el tipus de producte segons el contingut de proteïna, la presentació, el país d'origen, el nom del distribuïdor o la marca i l'empresa mare. S'elaborà una fitxa individual del producte, on es recollia la seva informació i alguna anàlisi sobre la informació observada.

D'aquest primer grup de dos-

cents setanta-tres productes es va fer una tria inicial i es van desestimar els preparats líquids i en càpsules, els preparats obsolets o dels que no es podia localitzar la companyia. No obstant això, s'hi van incloure productes dels quals, malgrat la poca informació disponible, sí que es coneixia el tipus i que, per tant, era convenient mantenir per tenir constància de la seva existència. Alguns tenien, fins i tot, una certa importància en el mercat.

La recerca externa d'informació aconseguí les respostes següents:

- De les seixanta sol·licituds enviades als laboratoris, es van obtenir setze respostes (26,6 %). Pel que fa a les mostres, se'n van rebre cinquanta-una sense càrrec, de les quals trenta podien ser vàlides per a l'estudi (58,8 %).
- La recerca a través de pàgines web aportà informació addicional dels productes, de les matèries primeres i de les companyies. La relació de pàgines consultades que configuren la bibliografia virtual és avui dia parcialment obsoleta, a causa del gran dinamisme d'Internet. N'indiquem, per tant, les més destacades.
- La recerca en el mateix punt de venda va ser de cinc productes adquirits (dos en punt de venda i tres per correu).

**TAULA 2.** Percentatge dels productes proteics en pols, segons el país d'origen

Continent / País	Unitats	Percentatge del total (266)
<b>Amèrica</b>	<b>132</b>	<b>49,62</b>
Estats Units	127	47,74
Mèxic	5	1,88
<b>Europa</b>	<b>102</b>	<b>38,34</b>
Alemanya	24	9,02
França	6	2,25
Itàlia	11	4,13
Holanda	4	1,50
<b>Estat espanyol</b>	<b>57</b>	<b>21,43</b>
Catalunya	45	16,92
Espanya	12	4,51
<b>Sense dades</b>	<b>32</b>	<b>12,03</b>

**TAULA 3.** Classificació segons el percentatge de proteïna

<b>Preparats proteics (proteïna ≥ 70 %)</b> Nomenclatura assignada: P	El percentatge majoritari, major o igual al 70 %, és de proteïnes.
<b>Preparats proteicoenergètics (proteïna ≅ 65 % + carbohidrats ≅ 35 %)</b> Nomenclatura assignada: PC	Mescla de proteïnes i carbohidrats fonamentalment, en proporcions de 65 a 35 o relacions inferiors. Un contingut superior al 50 % en proteïna també s'ha considerat dins d'aquest grup, així com sempre que el contingut de proteïna sigui superior al de carbohidrats.
<b>Preparats carboproteics (carbohidrat + proteïna no menor al 15 %)</b> Nomenclatura assignada: CP	Mescla de carbohidrats i proteïnes on el dominant és el carbohidrat, però no totalment. Un contingut de carbohidrats superior al 50 % també s'inclou dins d'aquest grup, així com sempre que aquest sigui superior al de proteïna.

**TAULA 4.** Categories de producte segons contingut proteic

Categoria	Unitats respecte al total (266)	Percentatge
Proteic P	156	58,65
Proteicoenergètic PC	30	11,28
Carboproteic CP	80	30,07

El resultat final en la catalogació va ser de dos-cents seixanta-sis preparats proteics en pols aptes per ser avaluats. La representativitat segons el país d'origen dels productes proteics en pols catalogats és un factor destacable en vista dels resultats finals (vegeu la taula 2).

## DISCUSSIÓ

### Avaluació general del grup de productes

#### PERCENTATGE DE PROTEÏNA

A partir de la informació d'etiquetatge i del prospecte publicitari, es van classificar els productes segons el percentatge de proteïna. L'aportació de proteïna mínima havia de ser del 15 %. La nomenclatura quedà afectada pel contingut en hidrats de carboni en el producte. Aquesta classificació portà als resultats mostrats en les taules 3 i 4.

Per fer aquesta classificació, es va valorar el contingut de proteïna (en percentatge) en intervals de cinc unitats, i es va comprovar que dins del total de productes classificats com a proteïna en pols la majoria de preparats se situen en l'interval entre 75 % i 95 % de contingut proteic.

#### TIPUS DE PROTEÏNA

Pel que fa als tipus de proteïna, es descriuen les combinacions següents:

- Proteïna de llet
  - només caseïnat (càlcic, sòdic o potàssic, o les seves mescles)
  - caseïnat + lactalbúmina
  - lactalbúmina
  - aïllat de proteïna de sèrum (WPI, de l'anglès *whhey protein isolate*, proteïna de sèrum obtinguda per bescanvi iònic)
  - concentrat de proteïna de sèrum (WPC, de l'anglès *whhey protein concentrate*, obtinguda per ultrafiltració)

- Proteïna de llet i ou
  - qualsevol dels tipus anteriors amb albúmina d'ou
- Proteïna de col·lagen
  - gelatina (col·lagen hidrolitzat)
- Proteïna d'ou
  - albúmina d'ou
  - albúmina d'ou hidrolitzada
- Proteïna de soja
  - proteïna de soja procedent de la fava de soja
- Mescles de diverses proteïnes
  - qualsevol combinació feta amb les descrites anteriorment
  - altres combinacions amb cartílag de tauró, fonamentalment aquelles on hi ha proteïna de col·lagen.

#### ETIQUETATGE

És molt freqüent rebre informació confusa tant en aspectes d'etiquetatge com d'informació en prospectes i anuncis. Un exemple d'això és l'expressió en base seca dels percentatges de proteïna (dada que sovint no és fàcilment comprensible per al consumidor). La informació de la composició nutricional del producte es detalla fent la mescla de la pols amb llet, però això no és estandarditzable, ja que la llet no sempre és igual. Les recomanacions de consum sovint són poc clares, manifesten efectes o propietats dels components que no estan demostrats i, de vegades, s'utilitzen nomenclatures del tipus de producte que induïxen a confusió, en especial pel que fa als tipus de proteïna làctia.

D'altra banda, es pot donar un incompliment de la normativa d'etiquetatge en els aspectes següents: no incloure la traducció a l'espanyol o incloure una traducció deficient; no esmentar els percentatges de les quantitats diàries recomanades de vitamines i minerals; no expressar la informació en base percentual; no incloure els valors del grup 2 de l'article 5 del Reial decret 930/1992<sup>4</sup> quan s'esmenta un enriquiment o una addició de certs components (vitamines, minerals o fibra, per exemple), o bé, finalment, que el que es declara en l'etiqueta i el que es determina analitzant el producte no es correspongui. Una altra irregularitat observada és ex-

TAULA 5. Representativitat de les mostres analitzades segons el país d'origen

País d'origen	Percentatge del total (27)
<b>Amèrica</b>	<b>11,11</b>
Estats Units	11,11
<b>Europa</b>	<b>88,89</b>
Alemanya	11,11
Itàlia	11,11
<b>Estat espanyol</b>	<b>66,67</b>
Catalunya	25,93
Espanya	40,74

pressar el valor de la proteïna en base seca i no especificar-ho. Aquest fet origina una sobredimensió del producte amb vista a la venda que constitueix un engany.

### Mostres

S'han analitzat vint-i-set mostres, de les quals cinc han estat adquirides i vint-i-dues s'han rebut dels mateixos laboratoris. Aquest valor representa més del 10 % del total de productes classificats. Un dels productes inclosos en la mostra es comercialitza en farmàcies i com que té codi nacional cal considerar-lo com a especialitat farmacèutica. Uns altres tres productes de la mostra també es poden trobar a la venda en alguna farmàcia, sense ser pròpiament especialitats farmacèutiques. La resta es troba en botigues de dietètica, gimnasos i alguns supermercats. D'aquests productes restants, un es considera de control de pes i, per tant, es regeix per una legislació independent, però, atès que s'anunciava com a producte per a dieta hiperproteica, s'ha inclòs en la mostra.

Pel que fa a la procedència de les mostres, s'entén com a país d'origen l'emplaçament del fabricant o, en el seu cas, del distribuïdor, segons l'etiquetatge o la informació de què es disposi (vegeu la taula 5).

### Resultats analítics

Les mostres es van numerar de manera que no era possible relacionar-les amb les empreses productores. Es realitzà una comparació entre resultats analítics i valors declarats

per tal de determinar la veracitat de la informació nutricional relativa a la proteïna.

Els resultats analítics dels principis immediats (proteïnes, carbohidrats, greixos, humitat i cendres) es van expressar en percentatge de pes sobre pes (p/p). A més, es va fer el càlcul calòric pertinent en quilo-calories i quilojoules. En la taula 6 es mostra l'avaluació que es va fer dels resultats de les anàlisis, sobre els quals es va calcular el percentatge de proteïna en base seca per tal de poder comparar-lo amb les dades conegudes. Aquestes valoracions van permetre quantificar la seva incidència en la mostra.

El valor del criteri de positivitat o negativitat en la qualificació establerta pot ser:

- Negatiu: si no hi ha uns valors, ni d'anàlisi ni de recàlcul, que siguin superiors o iguals als que es declara en l'etiquetatge.
- Molt negatiu: quan la diferència és molt gran (superior a dues unitats).
- Positiu: quan els valors són iguals, superiors o lleugerament inferiors (no més de 0,5 unitats).

De les vint-i-set mostres, la relació entre positiu i negatiu era pràcticament d'1 a 1, de manera que es podria dir que, pel que fa als percentatges dels seus components, un de cada dos productes que es troben al mercat català no compleix amb allò que declara en l'etiquetatge.

Tot i que no és específicament el tema del treball, va ser fàcil deduir que els valors de percentatge de proteïna alterats afectaven els altres principis immediats. La valoració dels resultats analítics ens permetia afirmar que, en termes generals, ni carbohidrats ni greixos tampoc no complien amb el que s'esmentava en l'etiquetatge, i la relació era equivalent a la trobada en les proteïnes.

Altres consideracions pel que fa a l'origen de les mostres (vegeu la taula 5) i les valoracions positiva o negativa són les següents:

- De les tres mostres dels Estats Units, una ha estat positiva (33 %) i dues han estat negatives.
- Tretze de les vint-i-quatre mostres europees es qualifiquen com a positives (54,17 %).
- Un 33 % de les mostres d'Alemanya i d'Itàlia són positives.
- A l'Estat espanyol, els resultats positius han estat onze de divuit (61,11 %).
- Pel que fa a Catalunya, la positivitat és de quatre sobre set, fet que representa un 57,14 %; a la resta de l'Estat, els valors positius han estat set d'onze, és a dir, un 63,63 %.
- La mostra del producte catalogat com a fàrmac té una valoració positiva.
- El producte enfocat al control de pes es valora positivament

TAULA 6. Quantificació de les valoracions de les mostres analitzades

Qualificació	Unitats	Percentatge
Positiva	14	51,85
Negativa	10	37,04
Molt negativa	3	11,11
Total	27	

## CONCLUSIONS

### Generals

El sector del culturisme engloba el principal mercat dels preparats hiperproteics, encara que s'estén cada cop més a altres esports (*fitness*, aeròbic...). Els gimnasos, les botigues de dietètica, les parafarmàcies, els supermercats i les farmàcies són els punts de venda habituals. Els formats de presentació en pols són molt variats (500 g, 750 g, 1 kg, 4 kg o, fins i tot, sacs de 25 kg). El tipus de producte estudiat molt sovint és enriquit amb «nutrients de moda», d'eficàcia no contrastada i que no solen estar regulats per cap normativa específica. En concret, l'enriquiment amb vitamines i minerals és un fet molt comú en la majoria de productes i sovint supera les recomanacions diàries de consum establertes. La proteïna més emprada és la de llet, però altres fonts proteïques, com ara l'ou, el col·lagen i la soja, també són freqüents. L'ús d'aquest tipus de preparats proteics es destina majoritàriament al que, dins del sector, s'anomena *creixement muscular*. Així mateix, els que tenen més carbohidrats que proteïna es destinen a «l'augment de pes muscular i de força».

### Sobre etiquetatge

Es detecta un cert grau d'engany al consumidor pel que fa a la declaració del contingut nutricional dels productes de l'estudi. Això va acompanyat d'un etiquetatge confús per al consumidor final, sobretot quan s'expressa el percentatge de proteïna en base seca sense especificar-ho. L'etiquetatge també tendeix a emprar terminologia comercial per potenciar el producte amb un llenguatge tecnocientífic. A més, les adaptacions i traduccions dels etiquetatges de productes forans cap al mercat espanyol es fa erròniament.

### Sobre la qualitat i tipus de proteïna

No hi ha un sistema eficaç per poder determinar el tipus de proteïna que s'inclou en els preparats, la qual cosa pot generar accions frau-

dulentes. Sovint s'usen aminoàcids per obtenir valors proteics superiors. També hi ha confusió en la designació dels tipus de proteïnes de sèrum làctic que hi ha en el mercat, cosa que faria necessari trobar un sistema de classificació que permetés aclarir els tipus de producte i el sector.

L'origen americà (EUA) del producte no té perquè ser garantia d'una millor qualitat (idea, d'altra banda, molt arrelada en el sector). Els productes fabricats a l'Estat espanyol estan més ben adaptats al criteri de mercat i demanda del mateix Estat.

### Sobre el mercat i el màrqueting

El mercat d'aquests productes és molt canviant. Preparats d'una temporada ja no hi són a la següent, tot i que sovint es pot trobar el mateix preparat o la mateixa composició amb un nom o format diferent. També hi ha duplicitat de producte amb marca i canal de venda diferent.

La influència de productes dels Estats Units fa que països d'Europa tendixin a imitar-los, sense assolir resultats gaire satisfactoris. La influència del llenguatge comercial sovint genera definicions falses o mal emprades, com és el cas de la denominació *proteïnes de quarta generació* o *proteïnes de cinquena generació*. 🍷

### AGRAÏMENTS

A CEINAL, SA, Ciència i Enginyeria per a la Indústria Alimentària, per la seva contribució en les determinacions analítiques.

### BIBLIOGRAFIA

1. «Directiva 89/398/CEE, de 3 de maig, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre els productes alimentaris destinats a una alimentació especial». *Diari Oficial de la Comunitat Europea* (DOCE) L 186/27, de 30 de juny de 1989.
2. Esborrany de la «Llei d'aliments per a persones sotmeses a una intensa activitat física, especialment els esportistes». Document de l'Associació d'Indústries d'Aliments Dietètics de la CEE (IDACE) 97/383 (9 juny 1998).

3. «Directiva 96/8/CE, de 26 de febrer, relativa als aliments destinats a ser emprats en dietes de baix valor energètic per a reducció de pes».
4. «Reial decret 930/1992, de 17 de juliol, pel qual s'aprova la norma d'etiquetatge sobre propietats nutritives dels productes alimentaris». *Butlletí Oficial de l'Estat*, núm. 187 (5 agost 1992).
5. SWARTZ, M. L. «Milk proteins and hydrolysates in nutritional foods». *Food Marketing & Technology*, núm. 4 (1995), p. 4-12.
6. «Reial decret 1809/1991, de 13 de desembre, pel qual es modifica la reglamentació tecnosanitària per a l'elaboració, circulació i comerç de preparats alimentaris per a règims dietètics i/o especials, aprovada pel Reial decret 2686/1976, de 16 d'octubre». *Butlletí Oficial de l'Estat*, núm. 308 (25 desembre 1991).
7. «Reial decret 212/1992, de 6 de març, pel qual s'aprova la norma general d'etiquetatge, presentació i publicitat dels productes alimentaris». *Butlletí Oficial de l'Estat*, núm. 72 (24 març 1992) i modificacions posteriors.
8. «Directiva del Parlament Europeu i del Consell 97/4/CE, de 27 de gener, per la qual es modifica la directiva 79/112/CEE del Consell, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres en matèria d'etiquetatge, presentació i publicitat dels productes alimentaris destinats al consumidor final». *Diari Oficial de la Comunitat Europea* (DOCE) L 43/21 (14 febrer 1997).
9. AFPA (American Fitness Professionals & Associates):  
<<http://www.afpafitness.com>>.
10. American Body Building:  
<<http://www.getbig.com>>.
11. Bodybuilder Performance Vitamin & Mineral Supplements:  
<<http://www.ultimatenutrition.com/default.htm>>.
12. British Dietetic Association:  
<[www.bda.uk.com/bda/html](http://www.bda.uk.com/bda/html)>.
13. Cybergene Nutrition and Training:  
<<http://www.cybergene-america.com>>.
14. Fitness-Point:  
<<http://www.fitness-point.com>>.
15. Labrada Bodybuilding Nutrition:  
<<http://www.labrada.com>>.
16. Netrition's Nutrition, Health, and Bodybuilding Information Links:  
<<http://www.netrition.com/links.html>>.
17. Science Foods Online:  
<<http://www.sciencefoods.com>>.
18. US Health List of Manufacturers:  
<<http://www.ushealth.net/manufacturers.html>>.
19. International Sports Sciences Association:  
<<http://www.issa-usa.com>>.

# Manger et les cinq temps du drame olfactif

*L'acte de menjar pot assemblar-se a un drama olfactiu. Primer, és dramàtic en el sentit etimològic del vocable (es tracta d'una acció complexa) i, segon, en el sentit teatral. Com pot succeir damunt d'un escenari de teatre, les olors del menjar ens commouen tot suscitant imatges mentals que quedaran marcades permanentment en la nostra memòria.*

PARAULES CLAU: *multisensorialitat, memòria olfactiva.*

« Human food habits are the expression of both a basic biological, nutritive function, and one of the most elaborated forms of culture »<sup>1</sup>

**V**oir dans l'alimentation humaine une dimension culturelle qui déborde sa seule fonction biologique est un point de vue banal. En effet, chacun sait combien la diversité des pratiques alimentaires est immense,<sup>2</sup> pas seulement entre pays mais aussi entre régions, villes, familles, individus. Outre les raisons écologiques, géographiques, économiques, historiques, ce phénomène s'explique également par des raisons anthropologiques : les aliments ne sont pas seulement bons à manger, ils sont aussi bons à penser en ce sens qu'ils « nourrissent » des pratiques et des représentations sociales riches et nombreuses. Songeons, par exemple, à la variété des modes d'approvisionnement et des recettes de préparation des aliments (à l'intérieur de ce que les anthropologues appellent le triangle culinaire 'cuit, cru, pourri')

ou à la palette contrastée des catégories du comestible et du non comestible,<sup>3</sup> des prohibitions alimentaires et des manières de table.<sup>4</sup> Songeons encore aux multiples usages sociaux de la commensalité<sup>5</sup> ou à la diversité et à l'étendue des langages culinaires dans la plupart des sociétés. Songeons enfin à la mosaïque des représentations du lien entre l'identité (individuelle, culturelle, ethnique, régionale) et l'alimentation ou à la complexité des rapports qui se nouent entre les représentations du corps et celles de la nourriture, complexité telle que, dans les sociétés occidentales contemporaines, nous nous épuisons à faire coexister un idéal anorexique avec une tendance croissante à l'obésité.

En anthropologie, de nombreuses études ont été consacrées à l'inventaire et l'analyse de ces représentations et des comportements

## JOËL CANDAU

Laboratoire d'Anthropologie  
«Mémoire, Identité et Cognition Sociale»,  
Université de Nice-Sophia Antipoli,  
Nice, France

qui leur sont associés. Un aspect des pratiques alimentaires, cependant, me paraît quelque peu négligé : les divers temps de l'acte de manger. Tous nos sens (vue, goût, tact, etc.) jouent un rôle dans ces multiples temporalités. Dans cet article, je me limiterai à un seul d'entre eux, celui de l'odorat. Je vais défendre l'idée suivante : en relation avec les odeurs des mets, on peut

de théâtre, les odeurs des mets nous émeuvent vivement, au point, très souvent, de susciter des images mentales qui marquent durablement notre mémoire. La scène de ce drame — la scène olfactive — peut se découper en cinq temps : *i*) celui de la préparation culinaire, *ii*) la petite seconde qui précède la perception, *iii*) la durée de la perception olfactive proprement dite, *iv*) la durée

une période décisive pour la socialisation des sens (expériences et apprentissages olfactifs et gustatifs, mise en place des habitudes alimentaires).

Chez les cuisiniers professionnels, le temps de la préparation des plats est celui de la mobilisation de la mémoire olfactive à des fins de contrôle des qualités organoleptiques des produits. L'origan frais, par exemple, a une odeur distincte selon l'époque de l'année : elle est plus prononcée en été qu'au printemps, ce qui rend nécessaire un dosage modulé selon la saison. Les herbes qui ont poussé en pleine nature ont des odeurs « puissantes, violentes, fraîches, dynamisantes, pointues ».<sup>9</sup> Elles s'opposent aux herbes « sans identité », cultivées sous serres et qui, de ce fait, n'ont pas pu « prendre les odeurs du vent, du soleil, de la pluie ». La même compétence olfactive mobilisée pour discriminer ce qui est bon et ce qui ne l'est pas s'applique évidemment aux coquillages et aux poissons : « lorsque le poisson sent la mer, il est bon ; lorsqu'il sent l'ammoniac, il est mauvais ». Elle s'applique aussi aux viandes : « si les produits sont frais, on le sent tout de suite ». Un cochon sain a « l'odeur de la campagne ». Un bon poulet nourri d'aliments sains et naturels et que l'on a laissé vieillir diffuse des « odeurs mûres, rondes, déterminées » ou encore « une odeur de grain ». En revanche, un poulet trop jeune est facilement identifié par la présence d'un excès d'albumine et il en va de même avec un poulet élevé en batterie ou un cochon gorgé d'eau issu d'une porcherie industrielle. Grâce à un odorat exercé, un cuisinier peut donc connaître l'origine d'un animal, son âge, sa nature (par exemple, agneau, volaille, bœuf). Il peut aussi apprécier la qualité d'un fumage : artificiel ou au bois, viande fumée à tiède ou à chaud, etc. Il peut encore déterminer la qualité des fruits (mandarines, melons, fraises, pommes qui, lorsqu'elles sont mauvaises, « sentiront la paille », etc.) et de la plupart des légumes. Il peut même, parfois,

**Les sensations ne sont pas isolées  
les unes des autres mais relatives à  
celles qui les précèdent et à celles qui  
les accompagnent, ce qui ici encore fait  
intervenir notre mémoire immédiate**

identifier plusieurs temps distincts qui constituent et structurent ce que j'appelle un « drame olfactif ».

Pourquoi, à propos de l'olfaction, mettre en avant cette notion de « drame » ? Pour des raisons que j'ignore, celle-ci m'est immédiatement venue à l'esprit quand j'ai commencé à préparer la conférence<sup>6</sup> qui est à l'origine de cet article. Je fus très heureux, un peu plus tard, de découvrir qu'un Chef de cuisine, Jean-Marie Amat, avait utilisé cette formule — « drame olfactif » — lors d'un dialogue avec le neuro-biologiste Jean-Didier Vincent, co-auteur avec lui d'un ouvrage sur la physiologie du goût.<sup>7</sup> Le civet de lièvre, estime Jean-Marie Amat, est « un drame olfactif aux odeurs sourdes et prégnantes ».<sup>8</sup> L'expression est merveilleusement évocatrice de la force odorante de ce plat bien typé, mais en réalité l'acte de manger tout entier peut être assimilé à un drame olfactif. Il est dramatique d'abord au sens étymologique de ce mot — il s'agit d'une action complexe — et, ensuite, au sens théâtral. En effet, comme les événements se succédant sur une scène

nécessaire pour recouvrer une sensation ancienne et, enfin, *v*) la durée du souvenir de la sensation.

À partir des données recueillies lors d'une enquête ethnographique menée dans le milieu des métiers de bouche (cuisiniers, œnologues et sommeliers), je présente dans ce texte ces cinq temps du drame olfactif. Je conclurai l'article en évoquant une autre raison de l'intensité dramatique inhérente au rapport entretenu par les êtres humains avec les odeurs : sentir, c'est exposer son corps intime au monde extérieur.

### **1 LE TEMPS DE LA PRÉPARATION CULINAIRE**

Ce temps est, au sens littéral, un temps primordial puisqu'il conditionne toutes les autres temporalités liées à l'acte de manger. Il est d'une nature différente en contexte professionnel et dans l'univers domestique. Dans le premier cas, il est le moment privilégié de l'exercice d'une compétence sensorielle. Dans le second cas, il correspond à

évaluer l'ancienneté des produits : grâce à son odorat, un des chefs interrogés est capable d'estimer à un jour près la date d'arrachage du fenouil. Au-delà de 5 à 6 jours, ajoutez-il, « il n'y a plus rien qui se passe ».

Pendant le temps de la préparation des plats, la mémoire olfactive des cuisiniers remplit également une fonction d'alarme. Dans sa cuisine, le chef se compare à un chef d'orchestre. Lorsqu'il dirige sa brigade de cuisiniers et d'apprentis, il sait, grâce aux odeurs, lequel d'entre eux joue juste et lequel joue faux. « Les odeurs, dit un chef, ce sont les notes de musique ». Elles sont pour lui des guides, des repères et même davantage car chacune est un message qui, à tout instant, sollicite son attention. Par exemple, si un cuisinier est en train de « faire suer les oignons » ou de « les compoter », une « odeur de doré » constitue une alerte, suivie immédiatement d'une injonction de la part du chef : « attention, tu fais une bêtise, c'est plus la recette, tu vas changer le goût. » L'alerte joue encore si un fond de sauce caramélise, roussit ou blondit : le chef réagit à l'odeur dès l'instant où la préparation risque de « basculer », à cause d'une cuisson trop forte ou trop prolongée. Il en va de même avec cet ingrédient essentiel qu'est le beurre. À la cuisson, il diffuse « des odeurs d'amande, de

préciation de la nature et de la qualité du beurre passe également par l'odorat, lorsqu'il s'agit de distinguer le beurre salé — « il sent l'iode » — du beurre non salé, mais aussi sa provenance, généralement soit de la région Poitou-Charentes, soit de Normandie : un beurre d'Echiré a une odeur « plus sensible, plus fragile, plus légère », alors qu'un beurre d'Isigny a une « odeur plus grasse ». Selon un cuisinier, le beurre au lait cru et le beurre industriel « sont deux mondes olfactifs ». Dans le premier, « on sent le lait, la ferme, le pré, les herbages, les saisons aussi, on sent si c'est le printemps ou l'été, si c'est une bête qui mange du foin, si c'est une vache d'hiver ». À la cuisson du second beurre, dans le meilleur des cas, on ne sent rien — « c'est neutre, il n'y a plus rien, tout est parti » — ou alors l'odeur est presque désagréable. La mobilisation de la mémoire olfactive avec une fonction d'alarme, enfin, se fait dans le suivi quotidien de la conservation des produits nécessaires aux préparations. Ainsi, « on sait à l'odeur si de l'ail est en train de pourrir ».

Au sein de la famille, de nombreux travaux touchant à l'anthropologie de l'alimentation ont souligné l'importance des environnements olfactifs, particulièrement les odeurs des plats pendant le temps de leur préparation. Ces

en grande partie une mémoire des odeurs de cuisine, celles des plats préparés pour le shabbath.<sup>10</sup> De même, dans les corons de l'Est de la France, le dénominateur commun des maisons polonaises était l'odeur prégnante du chou.<sup>11</sup> D'autres ethnographes ont insisté sur l'importance du partage des « odeurs de la bonne chère » par les Vietnamiens à l'occasion de la fête du têt.<sup>12</sup> Plus généralement, note Gilbert Durand, les odeurs de la maison — fumets de cuisine, parfums d'alcôve ou d'armoires — constituent la cénesthésie de l'intimité domestique,<sup>13</sup> ce que décrit parfaitement la sociologue Anne Muxel dans son ouvrage sur la mémoire familiale.<sup>14</sup> Une question se pose alors : si ce temps de la préparation culinaire a longtemps marqué de son empreinte nos mémoires domestiques, ne court-on pas le risque aujourd'hui d'un rétrécissement de ce type de souvenirs, voire de leur disparition, avec l'essor des plats tout prêts, en conserve, congelés ou lyophilisés et la régression concomitante des ambiances olfactives ?

## 2 LA PETITE SECONDE QUI PRÉCÈDE LA PERCEPTION

Ce délai<sup>15</sup> qui précède la prise de conscience du stimulus correspond au temps que met le message olfactif à parvenir jusqu'au cerveau. Nous partageons tous ce temps de détection, ce phénomène de « conscience retardée »,<sup>16</sup> à quelques millisecondes près qui vont dépendre des traits idiosyncrasiques de notre appareil olfactif, de notre attention, de la probabilité d'occurrence de l'odeur, de notre état émotionnel,<sup>17</sup> etc. Cette attente de ce qui va arriver, ou plus exactement de ce qui va sentir a un côté quelque peu dramatique : songeons à notre légère appréhension, ou excitation, quand les plats sont servis sous cloche dans un restaurant. Cette attente, parfois trompée ou déçue, est évidemment orientée par le souvenir de nos expériences culinaires antérieures, lorsque nous avons commandé des plats similaires.

**Se souvenir d'une odeur, c'est rappeler ou reconnaître tout l'environnement du stimulus initial, y compris les messages destinés aux autres sens**

noisette puis de café ». En fonction de l'odeur perçue, le chef peut contrôler le déroulement de la recette : « Quand un jeune travaille à côté de moi, je n'ai même pas besoin de le regarder : je lui dis « retire ton beurre, fais attention, il est comme ça et comme ça », rien qu'à l'odeur ». L'ap-

odeurs qui se diffusent dans toute la maison constituent des souvenirs familiaux tenaces. Joëlle Bahloul a bien mis ce phénomène en évidence lors de son enquête sur les Juifs de Sétif, après leur départ d'Algérie et leur arrivée en France en 1961. Leur mémoire familiale est

### 3 LA DURÉE DE LA SENSATION OLFACTIVE PROPREMENT DITE

Ce que nous appelons « sensation » est une représentation stabilisée, pendant un laps de temps plus ou moins long, du flux extrêmement mouvant des stimuli qui nous sollicitent à tout instant. Objet d'un jugement, cette sensation devient alors une perception. Même si par convention nous assimilons ce laps de temps au présent de la sensation — ce que le philosophe du langage Quine appelle le « module » de la stimulation », où le présent est conçu comme une durée et non comme une coupure entre le passé et l'avenir —<sup>18</sup> la notion d'un présent qui dure est logiquement irrecevable. L'idée de la durée de la sensation, note Condillac, est en fait produite « par la succession des impressions qui se font sur l'organe » et que « la mémoire rappelle. »<sup>19</sup> Le présent de la sensation est donc fait en réalité d'un passé et d'un présent en devenir, c'est-à-dire d'un enchaînement de séquences temporelles. En paraphrasant Boileau, on pourrait dire : le moment où je sens est déjà loin de moi. Quoi qu'il en soit, cette représentation d'une sensation à la fois présente et durable est une sorte de socle expérientiel à partir duquel nous portons un jugement hédonique sur les mets que nous dégustons. En fait, cette sensation nous paraît bien trop courte quand ce que nous mangeons est bon, et bien trop longue quand le plat est mauvais. Bien sûr, cette durée de la sensation olfactive est liée à la faculté d'habituation, à la nature des mets, à leur température, à l'état de plus ou moins grande satiété du sujet, etc. Des descripteurs olfactifs et gustatifs tentent de rendre compte de cette expérience de la durée de la sensation comme, par exemple, la « longueur » en bouche d'un vin.

À propos de cette expérience, deux autres aspects sont à considérer : la coexistence et la succession des sensations olfactives au cours d'un même repas, qui relèvent de ce que le célèbre parfumeur Edmond

Roudnitska a appelé la loi de la relativité. Les sensations ne sont pas isolées les unes des autres mais relatives à celles qui les précèdent et à celles qui les accompagnent, ce qui ici encore fait intervenir notre mémoire immédiate. De ce point de vue, on peut distinguer une sensibilité à la mélodie olfactive d'une part et, d'autre part, l'harmonie olfactive.<sup>20</sup> La mélodie olfactive est une coexistence parfaitement ordonnée (pour un sujet percevant doté de certaines dispositions naturelles et culturelles à la perception) des stimuli olfactifs : ceux-ci adviennent là où il faut et exactement à leur place dans la chronologie de l'expérience sensorielle. Ainsi, dans la société française, à l'occasion d'un bon repas, la plupart d'entre nous apprécient les stimuli olfactifs présentés dans l'ordre suivant : odeur anisée (apéritif), odeur de poisson, de viande, de fromage, de café, de cigare ; mais nous serions probablement gênés (plus ou moins) si la première odeur sentie était celle du cigare, suivie de celle du fromage, puis du poisson, du café, de l'anis et de la viande.

L'harmonie entre les odeurs sera également évaluée pendant le temps de la sensation proprement dite. L'assemblage des produits, de ce point de vue, est déterminant : « vous saurez que ça ne marche pas si, déjà, l'odeur vous trouble », affirme un cuisinier. Voilà pourquoi, par exemple, on ne cuisine pas du rouget avec du loup, leurs odeurs étant jugées dysharmoniques. Dans ce domaine, les habitudes alimentaires jouent encore un grand rôle : l'association de l'odeur de la menthe avec celle de l'agneau paraîtra tout à fait harmonieuse dans certains pays (pays arabes, Angleterre) et choquer dans d'autres.

### 4 LA DURÉE NÉCESSAIRE POUR RECOUVRER UNE SENSATION ANCIENNE

Classiquement, on reconnaît une double fonction à la mémoire olfactive. La première est le rappel, avec

trois modalités : d'une part, les odeurs ont un fort pouvoir d'évocation et favorisent la récupération des souvenirs (mémoire épisodique et sémantique) qui vont contribuer à donner à la perception son caractère subjectif ; d'autre part, les souvenirs eux-mêmes peuvent aider à retrouver des odeurs ; enfin, de rares personnes arrivent à recréer mentalement une sensation olfactive en l'absence du stimulus, ceci sans passer nécessairement par leur mémoire épisodique. La seconde fonction est la reconnaissance ou aptitude recognitionnelle : grâce aux informations olfactives déjà mémorisées, il est possible de reconnaître et, éventuellement, d'identifier des stimuli olfactifs, ceci de manière très sûre. Pour simplifier on peut considérer deux cas de figure, le recouvrement du souvenir sensoriel en l'absence ou en présence du stimulus.

En l'absence du stimulus, la mémoire olfactive est généralement mise en échec. Par exemple, à l'instant présent, assis dans mon bureau devant un ordinateur, je suis tout à fait incapable de retrouver l'odeur du civet sans le stimulus, alors qu'en fermant les yeux il m'est très facile de récupérer le souvenir d'une couleur, rouge par exemple. Certains individus, cependant, sont plus performants que d'autres. Cette aptitude tient à la fois à des dispositions individuelles et, surtout, à un long apprentissage, tel que celui que suivent les parfumeurs et certains cuisiniers.

En présence du stimulus, le recouvrement du souvenir olfactif a deux caractéristiques connexes : l'importance du contexte et la multisensorialité. Le contexte est celui de la sensation d'origine, enregistrée en même temps que tout un environnement sensoriel et émotionnel, phénomène bien connu sous le nom de syndrome de Proust. À cela, les raisons sont diverses, mais une des principales est le lien fonctionnel entretenu par la perception olfactive avec le traitement affectif de l'information. Bien que ces mécanismes soient encore in-

complètement connus, plusieurs régions du cerveau associées au traitement du message olfactif — au niveau du thalamus, du néo-cortex frontal et du système limbique —, intègrent diverses informations sensorielles, marquent l'odeur d'une valeur affective, contribuent aux associations et correspondances et jouent un rôle important pour la mise en mémoire de souvenirs (engrammes ou traces neuronales des sensations) qui, en définitive, ne sont jamais purement olfactifs. Ceci contribue à la consolidation de la trace mnésique. Le contexte est aussi celui du moment de la remémoration, qui joue un rôle important dans la reconnaissance du stimulus. Par exemple, il est difficile de ranger l'odeur d'un fromage dans la catégorie « alimentaire » si on la perçoit en entrant chez un fleuriste !

la symétrie, les plans, les nuances, l'harmonie d'ensemble, etc.) mais en laissant aussi pleinement jouer son imagination. La verbalisation des odeurs du vin en référence à des objets ou produits qui ont la couleur du liquide considéré, rouge ou blanc, confirme le caractère multisensoriel de la perception. Ainsi, un vin blanc artificiellement teinté en rouge avec un colorant inodore est décrit olfactivement comme un vin rouge par le biais de l'évocation d'objets ou de produits de même couleur.<sup>22</sup> Cette dépendance entre l'odorat et la vision lors de la dénomination d'un stimulus olfactif a été confirmée par l'imagerie cérébrale (technologie PET) qui a mis en évidence, à l'occasion de ce processus, l'activation d'une partie du cortex visuel primaire.<sup>23</sup> Bref, se souvenir d'une odeur, c'est rap-

ports nouveaux », <sup>25</sup> nécessité qui peut être dangereuse compte tenu de la toxicité potentielle des aliments inconnus. Voilà pourquoi nous nous appuyons largement sur la mémoire durable de nos expériences alimentaires, les préférences et les rejets alimentaires innés (préférence pour la saveur sucrée, rejet de la saveur amère) n'étant pas suffisants pour orienter notre alimentation de manière sûre et fiable. Ainsi, chez tous les êtres humains, on observe un encodage précoce des souvenirs olfactifs. Les expériences chimiosensorielles influencent fortement la formation des préférences pendant les 4 premières années de la vie et, plus particulièrement, pendant la période allant de 6 mois à 2 ans qui apparaît comme « l'âge d'or de la découverte alimentaire ». <sup>26</sup> Des aversions à des arômes alimentaires acquises dès l'enfance peuvent persister cinquante ans plus tard. <sup>27</sup> Il suffit que « l'ingestion d'un aliment soit suivie une seule fois de malaises gastro-intestinaux (nausées, vomissements...) pour que l'individu développe une aversion profonde et tenace vis-à-vis de l'aliment ». <sup>28</sup> Une des fonctions principales de la mémoire olfactive (et gustative) est donc de rappeler des expériences antérieures associées à un aliment et de générer un état d'attente de l'individu pour cet aliment. <sup>29</sup> On a sans doute là une explication de la ténacité des souvenirs olfactifs, les plus désagréables, certes, mais aussi les souvenirs heureux.

Dans la mémoire culinaire des cuisiniers que j'ai interrogés, ces souvenirs — des souvenirs d'enfance, en particulier ceux des recettes maternelles —, sont omniprésents. Un des chefs avoue : « toute ma cuisine est basée là-dessus ». Un autre explique son refus d'intégrer certains plats sur sa carte par des dégoûts alimentaires remontant à son enfance. Un autre reconnaît presque toujours dans le poisson de rivière « une odeur d'herbe » parce que très jeune, se souvient-il, il prenait des bains dans la Loire. Il a définitivement associé les herbes

## La distance n'est pas très grande entre l'ingestion heureuse et l'ingestion tragique

Par ailleurs, la récupération du souvenir est facilitée par les associations entre plusieurs sens. En fait, la multisensorialité est « notre manière habituelle de percevoir et d'être en relation au monde ». <sup>21</sup> Chez la plupart de mes informateurs, la description olfactive emprunte aux autres sens. Les sommeliers, par exemple, font intervenir la vision (la robe), le toucher (le volume en bouche, « gras, riche et opulent » ou bien « fluide et mince ») et bien sûr le goût proprement dit. La description multisensorielle peut être très subtile : on évoque des « notes » de miel ou de résine, des « touches » de fleur ou de champignon, une « pointe » de truffe, etc. Un sommelier, explicitement, assimile sa description à une toile de peintre sur laquelle il place ses couleurs — ses notes — en respectant les règles de l'art pictural (l'équilibre,

peeler ou reconnaître tout l'environnement du stimulus initial, y compris les messages destinés aux autres sens.

### 5 LA DURÉE DU SOUVENIR DE LA SENSATION

Concernant cette ultime temporalité, deux phénomènes fondamentaux sont à considérer : le paradoxe de l'omnivore et le lien identité/alimentation. Selon le paradoxe de l'omnivore, <sup>24</sup> nous faisons preuve d'une grande liberté dans nos régimes alimentaires, ce qui d'un point de vue adaptatif présente un intérêt évident : nous sommes capables de vivre dans des environnements très divers. Mais ceci a contraint l'être humain « à la recherche de variété et donc à la nécessité de se confronter à des ali-

et les poissons du fleuve, association intégrée ensuite à ses propres sensations. Le « vécu olfactif » des œnologues structure tout aussi fortement leur perception. Par exemple, en goûtant un vin du Var (en Provence), un œnologue associe systématiquement l'odeur de pêche au verger de son grand-père qu'il parcourait dans son jeune âge. Un autre œnologue assimile l'odeur du musc à celle du vieux linge de maison qu'il découvrit tout enfant dans une malle. En fin de compte, observe un cuisinier, « chacun a ses propres images », produites à partir de souvenirs olfactifs et gustatifs plutôt agréables<sup>30</sup> remontant à la toute petite enfance.

Ce caractère durable des souvenirs culinaires n'est pas étranger au rôle qu'ils jouent dans le sentiment d'identité personnelle ou culturelle. De ce point de vue, l'alimentation est un élément essentiel. Lorsqu'un individu émigre, lorsqu'il s'installe dans un autre pays, il perd moins vite les habitudes alimentaires de son pays d'origine que la langue. Il suffit souvent d'une ou deux générations pour perdre la langue alors que ces habitudes peuvent se transmettre bien plus longtemps. L'ancrage identitaire passe par un ancrage géographique, dans un terroir (le sol porteur d'un produit) et aussi par un ancrage olfactif. En Sarladais, par exemple, les odeurs reconnues comme périgourdines « sont celles qui participent à la renommée de la région, qui sont offertes aux touristes comme aux gastronomes », notent Nicole Mainet-Delair et Hélène Mainet. Ces auteurs ajoutent : « lorsqu'on réside au loin, souvent en Région parisienne, quand le soleil se fait rare et que le moral s'en ressent, un bon remède consiste à ouvrir une boîte ou un bocal de confit d'oie. L'odeur délicieuse procure un premier réconfort qui se prolongera les jours suivants, la graisse restante servant à la cuisine ». <sup>31</sup> Ces odeurs renvoient à une identité partagée ou, au moins, à la croyance dans cette identité partagée. Cette affirmation identitaire

dans le domaine culinaire peut être conflictuelle. Dans la plupart des sociétés, non seulement on affirme bien manger, mais on prétend aussi mieux manger qu'ailleurs ou mieux manger qu'autrefois. Ces opinions peuvent susciter la crainte d'une uniformisation des goûts, par exemple sous l'effet de la mondialisation, et se traduisent parfois par l'apparition de crispations identitaires à propos de la place qu'il faut ou ne faut pas accorder aux produits « exotiques ». Bref, si nos souvenirs alimentaires sont durables, c'est aussi parce que la cuisine et la gastronomie sont des forteresses pour la conscience identitaire. Voilà pourquoi, aussi, la mémoire des aliments ne peut jamais être réduite à l'énumération des seules propriétés des substances consommées.

## CONCLUSION

Je conclurai par une observation sur le lien étroit qui existe entre l'olfaction et l'ingestion. Le lien est bien entendu constitutif de l'acte de manger lui-même : se nourrir, c'est accepter d'incorporer un produit extérieur à soi et différent de soi, et cette incorporation d'une altérité n'est jamais un acte indifférent. Mais bien avant cela, un sentiment d'ingestion accompagne les stimuli olfactifs. Des odeurs, nous sommes obligés « à en partager l'apport », remarquait Kant.<sup>32</sup> Rousseau, pour sa part, qualifiait l'odorat de sens de l'incorporation. Effectivement, de nombreux descripteurs, multisensoriels, évoquent la sensation d'ingestion ou de pénétration des odeurs : une odeur « violente », « puissante », une « pointe » de truffe, etc. En outre, la distance n'est pas très grande entre l'ingestion heureuse et l'ingestion tragique. Chez les cuisiniers, il arrive que les « mauvaises » odeurs renvoient à des images corporelles. La viande de piètre qualité, déclare l'un d'entre eux, « sent le transpiré ». Ceci me conduit à faire une comparaison avec une forme d'ali-

mentation — plus exactement un imaginaire de l'alimentation — éloignée du monde culinaire mais néanmoins révélatrice du rapport que nous entretenons avec les odeurs. Un jour, lors d'une enquête sur les odeurs en milieu hospitalier, une infirmière m'a dit qu'elle avait parfois l'impression d'ingérer « les parcelles infimes du corps qui filtrent de certaines escarres ou de nécroses ». Lors de mes recherches, j'ai recueilli de nombreuses données similaires, mais il me semble que cet exemple suffit pour montrer qu'une expérience olfactive n'est jamais anodine. Si elle revêt une réelle intensité dramatique et nous laisse généralement des souvenirs robustes, c'est parce que sentir, c'est consentir à ouvrir son corps intime au monde extérieur. À ce titre, c'est toujours une expérience risquée, y compris tout au long des cinq temps qui structurent l'acte de manger. 🍷

## NOTES

1. Rozin & Rozin in Fenton A. & Owen T. (éd.) : *Food in perspective*, Edinbourg, John Donald Pub., 1981, p. 243.
2. J.-Louis Flandrin, Jane Cobbi (éd.) : *Tables d'hier, tables d'ailleurs*, Paris, Odile Jacob, 1999, 497 p.
3. En France et en Italie, on ne mange pas les mêmes champignons ; selon les pays, on ne mange pas les escargots ou les larves, etc.
4. Claude Lévi-Strauss : *Mythologiques* \*\*\*. *L'origine des manières de table*, Paris, Plon, 1968, 478 p.
5. On peut rappeler par exemple l'importance historique des banquets dans la vie politique française.
6. J. Candau : « Comer y los cinco tiempos del « drama » olfativo, [PS2004]. Jornada ACCA de ciencias sensoriales en alimentación », Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, 18 juin 2004.
7. Jean-Didier Vincent ; Jean-Marie Amat : *Pour une nouvelle physiologie du goût*, Paris, Odile Jacob, 2000, 244 p.
8. *Le Monde*, 20 décembre 2000.
9. Tout au long de l'article, le texte en italiques et entre guillemets restitue les descriptions d'odeurs faites par mes informateurs.

10. Joëlle Bahloul : *La maison de mémoire. Ethnologie d'une demeure judéo-arabe en Algérie (1937-1961)*, Paris, Métailié, 1992, p. 165-176.
11. Jeanine Ponty : *Les Polonais du Nord ou la mémoire des corons*, Paris, Editions Autrement, 1995, p. 86.
12. Le Huu Khoa : « Manger et nourrir les relations », *Ethnologie française*, xxvii, 1997, 1, p. 58.
13. Gilbert Durand : *Les structures anthropologiques de l'imaginaire*, Paris, Dunod, 1992, p. 278.
14. Anne Muxel : *Individu et mémoire familiale*, Paris, Nathan, 1996, 229 p.
15. Rouby C. ; Benfasi M. : « Is There a Hedonic Dimension to Odors? » in Rouby (C.) *et al.* (éd.) : *Olfaction, Taste and Cognition*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002, p. 154.
16. Damasio A. : « La conscience du temps », *Pour la Science*, n° 302, décembre 2002, p. 113.
17. Pause B. M. : « Human Brain Activity during the First Second after Odor Presentation » in : Rouby C. *et al.* : *op. cit.*, p. 309-323.
18. Quine W. V. O. : *Le mot et la chose*, p. 59.
19. Condillac : *Traité des sensations*, 1754, chap. iv, § 15.
20. Joël Candau : « The olfactory experience: constants and cultural variables », *Water Science & Technology*, vol. 49, n° 9, 2004, p. 11-17.
21. David Howes : « Évaluation sensorielle et diversité culturelle », *Psychologie française*, n° 48-4, 2003, p. 120.
22. Gil Morrot ; Frédéric Brochet ; Denis Dubourdieu : « The Color of Odors », *Brain and Language*, 2001, 79, p. 309-320.
23. Ahmad Qureshy *et al.* : « Functional Mapping of Human Brain in Olfactory Processing : A PET Study », *Journal of Neurophysiology*, 2000, 84, p. 1656-1666.
24. Claude Fischler : *L'Homnivore*, Paris, Odile Jacob, 1990 & 2001.
25. Claire Sulmont-Rossé, Sylvie Issanchou, Egon Köster : « Caractéristiques de la mémoire des aliments : conséquences sur la perception des aliments », *Psychologie française*, n° 48-4, 2003, p. 10.
26. Sophie Nicklaus : « Poids de la prime enfance dans la formation des préférences alimentaires : présentation des méthodes d'étude et enjeu de l'approche écologique », *Psychologie française*, n° 48-4, 2003, p. 25.
27. J. L. Garb ; A. J. Stunkard : « Taste aversion in man », *American Journal of Psychiatry*, 1974, 131, p. 1204-1207.
28. *Op. cit.*, p. 11.
29. C. Sulmont-Rossé *et al.* : *op. cit.*, p. 11.
30. Si, pour la plupart, les souvenirs ont cette qualité, c'est parce qu'ils apportent avec eux un peu de la jeunesse perdue de mes informateurs.
31. Nicole Mainet-Delair ; Hélène Mainet : « Lou Boun Diou mé lécho l'âmo. Cuisine d'odeurs en Sarladais » in Danielle Musset ; Claudine Fabre-Vassas (éd.), *Odeurs et parfums*, Paris, Éditions du CTHS, 1999, p. 62 et 66.
32. E. Kant : *Anthropologie d'un point de vue pragmatique*, in *Œuvres philosophiques III*, Paris, Gallimard, 1986, p. 976.



**AFCA**

**ASOCIACIÓN DE FABRICANTES Y COMERCIALIZADORES DE ADITIVOS Y COMPLEMENTOS ALIMENTARIOS**

AFCA es la Asociación española de fabricantes y comercializadores de aditivos alimentarios.

Es una Asociación sin ánimo de lucro que nació de la necesidad que sentían las Empresas afectadas de hacer oír su voz y de poder tener parte activa, colaborando de forma eficaz y responsable, en la discusión de los distintos proyectos de la Legislación Alimentaria que, de alguna forma, les atañen. A nivel de la Comunidad Europea, AFCA es miembro de la FEDERACIÓN EUROPEA DE INDUSTRIAS DE ADITIVOS Y ENZIMAS ALIMENTARIOS (ELC), con sede en Bruselas que agrupa las principales Asociaciones comunitarias y que desarrolla una viva actividad en todos los ámbitos que afectan a los aditivos alimentarios (Administración europea, Codex Alimentarius, Universidades, Centros de Investigación, etc.).

**AFCA**

(Asociación de Fabricantes y Comercializadores de Aditivos y Complementos Alimentarios)  
 Viladomat, 174, 4º  
 08015 Barcelona  
 Tel. 93 454 84 05  
 Fax 93 454 39 09  
 e-mail: [afca@sefes.es](mailto:afca@sefes.es)

<http://www.afca-aditivos.org/>

## Additius vells i nous

*L'ús dels additius alimentaris és una pràctica molt antiga, de vegades utilitzada de manera fraudulenta i la majoria de vegades de manera vigilada i legislada. Actualment, hi ha una regulació mundial gairebé uniforme i molt exigent, que pràcticament no permet introduir additius de síntesi i queden, per tant, solament, els d'origen «natural». El fet que sigui difícil esbrinar la veritat en les alarmes alimentàries, quan les raons tenen un fonament científic dubtós, fa que calgui equilibrar i orientar en una mateixa direcció els interessos de la indústria, dels consumidors, de les administracions i dels científics.*

PARAULES CLAU: *additius alimentaris.*

**A**dditiu és 'tota substància que, sense valor nutricional, s'afegeix intencionadament als aliments per tal de millorar la conservació, l'estabilitat, l'aspecte o l'ús a què es destinen'. Aquesta és la definició bàsica que es complementa, lògicament, amb observacions sobre l'autorització prèvia, la dosi, etc. Però si ens atenem a allò bàsic —i segons la definició de fa cinc mil anys—, avui serien considerats com a additius la sal, el pebre, el vinagre i tants altres productes que ara considerem ingredients, però que compleixen perfectament aquella definició. Cal afegir que, si tots els ingredients habituals haguessin estat sotmesos als assaigs toxicològics obligatoris per als additius que cal complir avui dia, de ben segur que alguns d'ells (sobretot moltes espècies) tindrien un ús restringit o, fins i tot, prohibit.

L'ésser humà ha buscat i emprat des de sempre productes que millorin els aliments, ja sia la seva conservació (sal), el seu aspecte (suc de flors o fruites, colorants) o la seva

preparació (la molleta de pa per «lligar» la maionesa o la culleradeta de bicarbonat per entendre els cigrons). Aquesta recerca va dur a realitzar combinacions gens rigoroses des del punt de vista sanitari: la carn i el peix es conservaven amb creosota i formol, el sulfat de coure augmentava la brillantor de les verdures... I, també, s'usaven additius adulterants com ara el sulfat bàric en el pa per fer-lo més blanc i pesant, maons trinxats en el cafè, greixos de màquina a la mantega, orins de vaca a la llet per dissimular el descremat, entre altres barbaritats.

Tornem, però, als additius tal com ara els considerem. Alguns dels actuals són ja molt vells: fa uns cinc mil anys que l'àcid acètic (en forma de vinagre) s'utilitzava com a conservant. Gomes, com ara l'aràbiga i la tragacant, eren usades en l'antiguitat. A l'Egipte dels faraons afegien els nitrats per conservar i millorar l'aspecte de la carn.

L'agar-agar i altres espessants i gelificants provinents de les algues eren ben coneguts des de fa segles

### ROBERT XALABARDER

President de l'Associació de Fabricants d'Additius i Complementes Alimentaris (AFCA)

als països asiàtics. Irlanda, i concretament el poble mariner de Carragheen, va donar nom als actuals carragahens. A la Roma imperial cremaven sofre als cellers per aturar fermentacions no desitjades en el vi i actualment hi afegim sulfits, si bé fins no fa gaire temps encara es cremava l'anomenat *lluquet*.

Ja en temps més propers trobem l'àcid bòric a la Itàlia del segle XIX aplicat a mantega i margarines. Alguns additius procedien del món de la medicina: l'hexametilentetramina (urotropina), remei per a les infeccions urinàries, va començar a aplicar-se l'any 1920 al nord d'Europa en els processos d'escabetx; altres venien de la indústria química, com ara l'antioxidant BHA utilitzat en petroleries o el colorant cotxinilla de la primitiva cosmètica i que era molt apreciat per empolainar-se amb coloretts i pintallavis.

Tots han arribat fins ara. En els últims anys i de la mà de les necessitats d'una indústria alimentària creixent, s'ha incorporat la resta. Paral·lelament, aquestes addicions, especialment les fraudulentas, eren vigilades i parcialment legislades. Així, en el segle XV es prohibeixen els sulfits a Alemanya pels efectes constatats en grans bevedors. Després,

## Per què encara els bromats?

La majoria d'aquestes substàncies són prohibides actualment, però els bromats segueixen utilitzant-se a Anglaterra i, fa poc, vam tenir notícia que també a Catalunya i en alguns llocs de la resta de l'Estat.

Sobre els bromats, cal dir que funcionen molt bé i són molt més barats que l'àcid ascòrbic, el seu substitut actualment autoritzat. Els anglesos diuen que, ben dosificats, no tenen cap perill, ja que amb la calor del forn es descomponen, desprenen oxigen que és el que actua

sobre la farina i queda un petit residu de bromur potàssic que no només no té perill, sinó que va molt bé per apai-vagar els fogots juvenívols (als que vam fer la mili clàssica ens el posaven al vi perquè no hi hagués esvalots erotico-militars).

El cert és que, si no s'ha descompost totalment, el bromat pot resultar perillós com qualsevol altre oxidant. L'actual entusiasme pels àcids grassos insaturats, amb omegues per arreu, comença a ser un xic preocupant.

corants intensos com ara la dulcina o estabilitzadors d'escuma com ara les sals de cobalt). Aquestes prohibicions han estat el resultat de danys demostrats, tot i que afectessin molt pocs consumidors, i de sospites de danys, certes o rebuscades, en un rerefons més polític i econòmic que no pas científic.

Entre els additius que van ser prohibits amb encert, hi ha els oxi-

ozó (l'oxidant) a base d'espurnes elèctriques, però com que tenien el perill de quedar-se sense ni els ciments de la fàbrica (quan petava, petava de veritat) ho van canviar per persulfats, peròxids o bromats. Tots anaven bé per a la farina. No tant, però, per a l'operari o el flequer: el conegut com a *eczema dels flequers*, malaltia provocada pels persulfats, no ha estat diagnosticat fins no fa gaire.

## El poder edulcorant d'aquesta molècula es va descobrir l'any 1975 de manera casual, com gairebé tots els edulcorants (sacarina, ciclamat, aspartam)

cada país comença a regular els additius segons criteris propis i és actualment, des dels anys cinquanta, que hi ha una legislació mundial gairebé uniforme.

Alguns additius han estat prohibits, sia de manera temporal (sacarina) sia definitiva (colorants com ara el groc de Mart i l'orceïna, edul-

dants. La indústria farinera en feia un abús, perquè els anava molt bé per emblanquir la farina i, sobretot, per augmentar-ne la força, per fer més tenaç el gluten.

Entrar en una fàbrica de molturació i preparació de farines fa alguns anys era assistir a un autèntic espectacle pirotècnic: provocaven

### ADDITIVS NOUS?

Apart dels (pocs) que encara estan passant la tirallonga de proves de seguretat abans de concedir-ne l'autorització, d'additius nous sintètics, ja no n'hi haurà cap més. És tan car i tan perllongat el temps que es necessita per assolir dita autorització, que ja no hi ha ningú que opti per aquest camí.

L'exemple el trobem en l'últim edulcorant intens autoritzat: la sucralosa. El poder edulcorant d'aquesta molècula es va descobrir l'any 1975 de manera casual, com gairebé tots els edulcorants (sacarina, ciclamat, aspartam). Aquesta vegada, però, no es va tractar d'investigadors maldestres, descuidats i, fins i tot, bruts que, en llepar-se els

dits o tornar a agafar la cigarreta deixada sobre una gota del producte, van sorprendre's amb la dolçor. Aquesta vegada va ser un becari asiàtic, amb escàs coneixement de l'anglès, a qui van demanar que fes un assaig. En anglès: *test you this product*; però, en comptes de *test* va entendre *taste*, és a dir, 'tasti'l, llepi'l', i així va anar.

L'any 1984 se sol·licita a la Food and Drug Administration (FDA) la qualificació d'*additiu*. Després d'anys presentant proves de seguretat toxicològica, finalment els donen l'aprovació l'any 2000, quan malauradament ja feia un any que els havia caducat la patent i era molt fàcil de copiar.

El que es fa ara és anar a la natura a buscar additius —cal tenir en compte que vuitanta-vuit dels additius actuals ja en són, de naturals!—, perquè la paraula *natural* aixopluga tot el que és bo, sa, saludable, ecològic i segur. Discutir això ens portaria molt lluny i, com deia Mark Twain, «és una altra història».

Tornem al sentit del títol general que ens aplega en aquest acte: les alarmes alimentàries. Durant tota la història, l'única alarma, greu i encara viva en massa països, ha estat la frase: «Hem perdut la collita». Ara anem d'ensurt en ensurt: clembuterol, vaques boges, benzopirens, dioxines, acrilàmida, canyella, anís, konjac, transgènics!

Aquestes alarmes tenen un component científic que cal esbrinar i situar en el seu context racional, però vénen sempre embolcallades en un núvol d'escàndols irracionals, d'explicacions interessades i d'acusacions no menys interessades que pretenen portar el consumidor cap al seu profit.

El problema és que avui ens resulta molt difícil esbrinar qui està dient la veritat enmig d'aquesta allau d'informació que ens arriba d'arreu: publicacions en revistes científiques, articles periodístics, consells de suplementos dominicals, espais radiofònics i de televisió o Internet.

Fins i tot als que, des de qualsevol camp, ens interessa seriosament el tema, ens resulta impossible llegir tota la informació. I si no es pot llegir, molt menys comprovar.

Avui no es comprova res (exagero, però no gaire): senzillament se cita i, si s'ha citat tres o quatre vegades, allò ja va a missa. I, enmig dels treballs seriosos, ben plantejats i millor desenvolupats —que n'hi ha— s'hi entaforen treballs «objectius», és a dir, amb els objectius d'atacar o defensar interessos generalment crematístics. I com que, alguns d'ells, estan molt ben presentats amb un aspecte seriós i científic, resulta impossible criticar-los si no hi ha comprovació.

Cal un centre de referència creïble per a tots. Hi ha un refrany xinès

que diu: «El cavall que muntés té quatre potes, però procura que les quatre vagin en la mateixa direcció». Les quatre potes (investigació, indústria, administració i consumidor), reunides en aquest hipotètic centre, posarien damunt la taula els coneixements, els problemes i les possibles solucions i, encara que no es possessin d'acord que dos i dos fan quatre, almenys no dirien que fan cinc, i finalment en sortiria un dictamen consensuat que seria creïble o acceptable per a tots. Mentre cada pota vagi al seu aire, el catúfol continuarà.

És temps d'acabar aquesta aportació que no voldria que fos el clàssic «granet de sorra», ja que, si tots posem un granet de sorra, solament aconseguirem fer un desert: necessitem terra, un modest grumoll, que permeti germinar i donar fruits a les llavors que, entre tots, podem sembrar 🌱

## BIBLIOGRAFIA

- CLYDESDALE, F. M. *Food additives: toxicology, regulation and properties*. Ed. Harsdserver, 2002.
- DERACHE, R. «Toxicologie et sécurité des aliments». *Technique et Documentation* [Lavoisier], 1986.
- MULTON, J. L. «Additifs & auxiliaires de fabrication dans les Industries agro-alimentaires». *Technique et Documentation* [Lavoisier], 1984.
- WONG, D. W. S. *Química de los alimentos*. Ed. Acribia, 1995.

# Hidrocarburs aromàtics policíclics en oli de sànsa o de pinyolada d'oliva i altres aliments

*Aquest article revisa amb la perspectiva d'avui els fets i els arguments que van motivar el 2001 l'alerta alimentària decretada pel Ministeri de Sanitat i Consum, i que va desencadenar la retirada del mercat de l'oli de sànsa o de pinyolada, ja que presentava una concentració potencialment perillosa d'hidrocarburs aromàtics policíclics (HAPc). Per tal d'entendre la situació creada, es revisen les causes que van portar a l'acumulació d'HAPc, les seves implicacions toxicològiques, les limitacions de les evidències toxicològiques actuals, així com les conseqüències de la mesura adoptada i les actituds de diferents organismes amb competències en l'àmbit de la salut pública.*

PARAULES CLAU: hidrocarburs aromàtics policíclics, oli de sànsa.

## ELS FETS: L'ALERTA ALIMENTÀRIA DEL MINISTERI DE SANITAT I CONSUM

**E**ls termes quasi literals de l'alerta alimentària decretada el dia 3 de juliol de 2001 respecte a l'oli de sànsa o de pinyolada d'oliva (en castellà, *aceite de orujo de oliva*) són els que recull el primer requadre. Cal assenyalar que en el moment en què es va decretar l'esmentada alerta no hi havia cap menció legal a presència o límits admesos d'aquests compostos en olis de sànsa ni en cap altre oli vegetal, i tampoc no hi havia un mètode analític reconegut oficialment per a la seva detecció en aquesta matriu alimentària.

## ELS «PROTAGONISTES»: ELS HIDROCARBURS AROMÀTICS POLICÍCLICS I L'OLI DE SÀNSA

Els hidrocarburs aromàtics policíclics (HAPc), també anomenats de

vegades hidrocarburs aromàtics polinuclears, constitueixen un ampli grup de substàncies que químicament deriven del benzè. Es caracteritzen perquè contenen dos o més anells benzènics units entre ells i amb substituents alquilics (figura 1), i perquè són de naturalesa molt lipofílica. Potser el més conegut d'aquests compostos és l'alfa-benzopirè, benzo(a)pirè (BaP) o, segons una nomenclatura més antiga, 3,4-benzopirè, que té un elevat pes molecular pels seus sis nuclis de benzè i que sol usar-se com a indicador o marcador de la presència i concentració del conjunt d'HAPc.<sup>1</sup>

Són productes que es formen per la combustió incompleta de material orgànic (glúcids i lípids) a temperatures elevades: 300-600 °C i, tot i que es coneixen centenars d'HAPc, sols alguns d'ells (una vintena, els de major pes molecular) s'han relacionat amb efectes toxicològics, particularment amb carcinogenicitat en animals de laboratori i

M. CARMEN VIDAL CAROU

Catedràtica de Nutrició i Bromatologia,  
Universitat de Barcelona

# Text de l'alerta sanitària decretada pel Ministeri de Sanitat i Consum respecte a l'oli de sansa o de pinyolada (juliol de 2003)

- ✓ «S'ha detectat la presència d'hidrocarburs aromàtics policíclics, com ara la d'alfa-benzopirè o 3,4 benzo-pirè, en olis de sansa (o pinyolada) d'oliva. Aquests compostos sembla que es presenten sistemàticament com a conseqüència d'una determinada pràctica tecnològica, en unes concentracions que, tot i el procés de refinat, poden significar riscos per a la salut humana.»
- ✓ «Aquest tipus de compostos tenen una toxicitat ben documentada (carcinogenicitat, genotoxicitat i immunotoxicitat en animals) i no s'ha pogut establir un índex d'ingesta segur, per la qual cosa el Comitè Conjunt Expert per a Contaminants i Additius Alimentaris (JEFCA) aconsella que es minimitzi l'exposició humana tant com sigui possible (OMS; Sèrie Informes Tècnics, núm. 806, Ginebra, 1991) (IARC, vol. 32, última actualització abril 1998).»
- ✓ «L'oli de sansa, un cop refinat, es comercialitza incorporant-hi oli d'oliva per obtenir l'anomenat *oli de sansa i oliva* o *oli de sansa d'oliva*. En cap cas no s'ha de confondre amb l'oli d'oliva o l'oli d'oliva verge, en els quals no es detecta aquesta contaminació.»
- ✓ «En conseqüència, es considera que l'anomenat *oli de sansa d'oliva*, en les condicions mencionades, no s'ajusta al que estableix l'apartat 1.1 del capítol v de la RTS d'olis vegetals comestibles ("Els olis vegetals comestibles, sigui quina sigui la seva procedència, hauran d'estar en perfectes condicions de consum") i el seu consum pot significar un perill greu, encara que no immediat, per a la salut humana.»
- ✓ «Per això, a l'empara de l'article 26 de la Llei 14/1986, de 25 d'abril, procedeix a aconsellar la IMMOBILITZACIÓ CAUTELAR I TRANSITÒRIA de qualsevol producte comercialitzat sota les denominacions *oli de sansa refinat i d'oliva* i *oli de sansa d'oliva*.»
- ✓ «L'aixecament d'aquesta mesura cautelar quedarà condicionada a l'absència de detecció d'aquests compostos mitjançant un mètode analític vàlid i amb un límit de determinació que en cap cas sigui més gran d'1 ppb.»

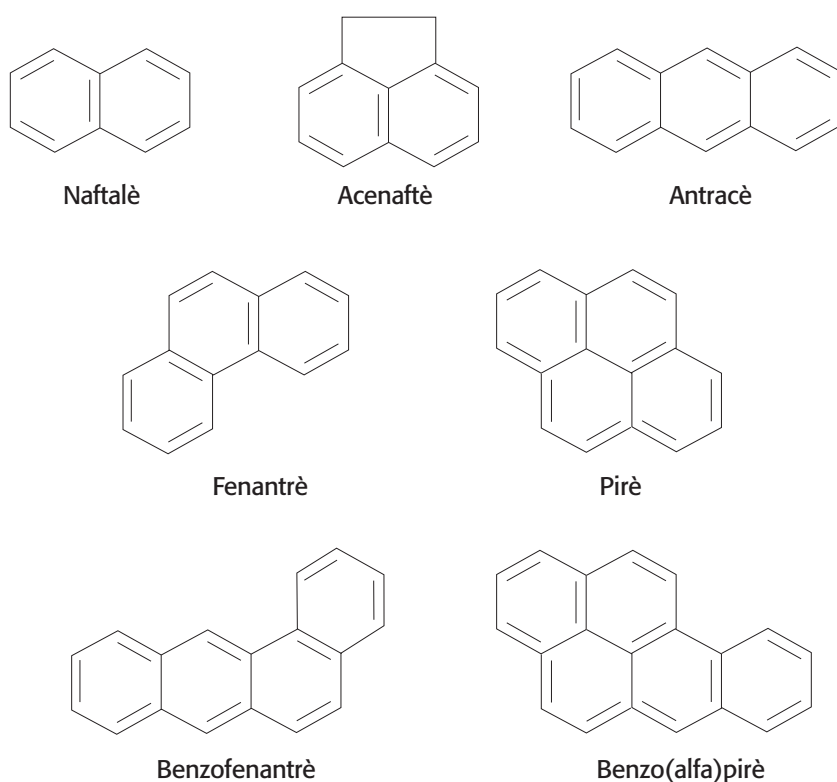


FIGURA 1. Estructura química d'alguns hidrocarburs aromàtics policíclics.

genotoxicitat i mutagenicitat en assaigs *in vivo* i *in vitro*.

Es tracta de substàncies àmpliament distribuïdes en el medi ambient i poden tenir, o no, un origen antropogènic. Formen part de les emissions d'erupcions volcàniques i del fum d'incendis forestals, i també es generen a partir de la combustió del petroli i derivats, de la combustió del carbó, de la fusta, del tabac, etc. En general, la quantitat d'HAPc que es genera depèn de les condicions de la combustió i és més gran quan el fum que es forma és més fosc o negre. Aquesta estesa presència en el medi ambient, juntament amb la seva elevada estabilitat i persistència, explica la seva ubiqüitat en tots els estrats mediambientals: aire, sòls i aigües. L'ésser humà està exposat a aquestes substàncies, a més de per les fonts naturals, a través dels fums de la combustió de vehicles, fums industrials, incineradores, etc.

La presència d'HAPc en els aliments no és tampoc un fet aïllat, ja que pot tenir diversos orígens:

- Presència derivada de la deposició sobre els aliments dels HAPc presents en el medi ambient procedents dels fums de combustió de cotxes, indústries, incendis, calefaccions domèstiques, etc.
- Generació *in situ* en aliments sotmesos a temperatures elevades, a partir de la seva matèria orgànica, fonamentalment glúcids i lípids.
- Impregnació directa amb el fum generat en certs procediments culinaris o de conservació d'aliments.

La contaminació per impregnació (deposició) amb HAPc a partir del medi ambient (aire, sòls i aigua) és, per tant, una primera via que pot explicar la presència d'aquests compostos en els aliments. El seu caràcter lipofílic, major com més alt és el pes molecular, explica que els productes greixosos mostrin una major tendència a incorporar-los, tot i que també poden acumular-se en aigües (a causa d'abocaments industrials) i en aliments poc greixosos (fruites i verdures). En aquest sentit, és conegut, per exemple, que els productes vegetals cultivats en àrees properes a zones industrials o, fins i tot, en carreteres de molt trànsit poden tenir índexs de benzopirens entre deu i cent vegades més alts que els cultivats en àrees rurals (De Vos *et al.*, 1990). La superfície cerosa de fruites i verdures pot concentrar HAPc per adsorció superficial. Atès que aquests compostos no s'acumulen en els teixits vegetals amb elevats continguts d'aigua i que la transferència des dels sòls contaminats a les arrels és limitada, la concentració dels HAPc és generalment més elevada en la superfície de la planta (pell i fulles externes) que en els teixits interns i, en conseqüència, el rentat o pelat en pot eliminar una proporció significativa.

Tanmateix, el peix i el marisc que viuen en aigües contaminades poden presentar índexs significativament elevats de benzopirens (Sirota i Uthe, 1981; Rostad i Pereira, 1987;

Speer *et al.*, 1990), com també els animals terrestres alimentats amb pinsos, pastures o altres aliments contaminats. Igualment, són possibles contaminacions eventuais amb HAPc per contacte de l'aliment amb parafines, olis minerals i dissolvents contaminats amb HAPc i emprats com a lubricants o com a dissolvents d'extracció.

Alguns tractaments tecnològics o culinaris també poden donar lloc a la gènesi *in situ* d'HAPc. Així, el fumats dels aliments s'ha associat clàssicament amb l'acumulació d'aquests compostos, però també es poden generar en la preparació d'aliments a temperatures elevades, com per exemple carn i peix a la brasa<sup>2</sup> o a la graella, o pa o pizza en forns de llenya, sobretot si hi ha contacte directe amb la flama, i també tractaments tèrmics intensos

tres països, des de fa anys, estan sotmesos a una regulació legislativa que estableix un màxim permès de benzopirens. D'altra banda, actualment molts productes fumats no tenen benzopirens o en tenen en quantitats molt reduïdes, perquè s'ha substituït el fumats tradicional per un tractament tèrmic convencional i la subsegüent addició d'aromes de fum per proporcionar el sabor característic.

Per tant, es pot extreure que els principals factors que influeixen en el grau de contaminació dels aliments amb HAPc són:

- La naturalesa de la font energètica emprada: l'escalfament elèctric redueix la formació d'HAPc, en comparació amb fonts de calor que alliberen fums de combustió.

## A Alemanya, s'ha recomanat limitar a 1 ppb el contingut màxim de benzopirens en els olis comestibles

com ara l'atomització, la hidrogenació de matèries greixoses, la torrefacció o el torrat, especialment quan hi ha contacte amb la flama. En aquests casos, l'escalfament a temperatures elevades en provoca la formació *in situ* a partir dels seus precursors, glúcids i lípids fonamentalment. Aquest és el cas, per exemple, d'aliments fregits, del cafè, dels fruits secs, dels cereals torrats o dels olis de llavors, entre d'altres.

En els productes fumats, l'origen dels HAPc és el fum procedent de la combustió de la fusta emprada per a aquest tractament. Tot i que és molt coneguda l'associació entre la presència d'HAPc i els productes fumats, la realitat és que aquests productes, a Espanya i al-

- El contacte més o menys directe de l'aliment amb la font de calor.
- La temperatura del tractament.
- La presència de carbonització superficial, ja que això suposa un enriquiment de l'aliment en HAPc.

En definitiva, els benzopirens poden estar presents en molts productes alimentosos i també en l'aigua potable. És per això que a Alemanya, per exemple, s'ha recomanat limitar a 1 ppb el contingut màxim de benzopirens en els olis comestibles. Les diverses legislacions limiten els continguts d'alfa-benzopirens des de 0,2 ppb per a l'aigua potable fins a 25 ppb en alguns fumats. Cal assenyalar que les concentracions més elevades d'HAPc es troben habitual-

TAULA 1. Contingut de benzopirens en diversos aliments		
Aliment	Mínim (µg/kg)	Màxim (µg/kg)
Cafè	4,8	401,00
Carns a la planxa	4,4	59,00
Fruits secs	< 2,4	37,00
Xoriço	1,8	20,00
Olis de llavors	0,2	17,00
Salsitxes	0	15,00
Pans i pizzas	< 1	15,00
Pernils	< 0,1	9,40
Peixos fumats	< 1,3	4,30
Espècies	< 3,0	4,15

ment en aliments fets a la graella o a la barbacoa (especialment carn i derivats), aliments fumats per tècniques artesanals (peix, en particular) i peixos, musclos i altres aliments marins procedents d'aigües contaminades.

La taula 1 recull els continguts de benzopirens en aliments i considera valors màxims i mínims per a cada aliment. Es pot apreciar una molt gran variabilitat i, de fet, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) ja va assenyalar en un informe de 1991 que, a causa de la diversitat de factors que influeixen en la formació dels HAPc, els continguts de BaP i d'altres HAPc en un mateix aliment poden arribar a ser molt variables, tant des d'un punt de vista qualitatiu com quantitatiu.

L'oli de sansa o de pinyolada és el producte que s'obté a partir de l'extracció del residu (sansa) que queda després de l'extracció de l'oli d'oliva. Aquest residu és bàsicament format per restes de polpa i pel pinyol de l'oliva. És, per tant, un subproducte del procés d'elaboració de l'oli d'oliva, alhora que és la matèria primera per a l'obtenció de l'oli de sansa. Aquesta matèria primera, abans de l'extracció de l'oli que conté, se sotmet a un procés d'assecat. Un cop sec, és mòlt i rentat amb hexà (dissolvent autoritzat per a l'obtenció dels olis d'extracció). La barreja d'hexà i oli es destil·la a con-

tinuació i es recupera oli de sansa cru, el qual, després del refinat i l'addició d'una certa proporció d'oli d'oliva, es converteix en l'oli de sansa comercial (vegeu la figura 2).

La producció d'oli d'oliva es remunta a l'antiguitat, però lògicament ha anat canviant la tecnologia

aplicada per a la seva obtenció. L'últim canvi significatiu es va produir els anys noranta. Abans d'aquesta data, a partir de la pasta d'oliva triturada es feia una extracció en tres fases, que donava lloc a l'oli d'oliva verge, el residu (sansa) i la morca o oliasses (aigua rica en matèria orgànica de l'oliva). L'abocament de morca per les almàsseres provocava un greu problema ecològic en les conques dels rius on era abocada i, per tal d'evitar o minimitzar aquest problema de contaminació ambiental, a partir de 1990 va canviar la tecnologia d'obtenció de l'oli d'oliva verge i es va adoptar un sistema d'extracció en dues fases, que dóna lloc a l'oli d'oliva verge i al residu (sansa), que conté incorporada l'aigua (morca) que abans se separava. Actualment, el 95 % de l'oli d'oliva verge s'obté per aquest procediment.

Quan l'oli se separava per pressió, mitjançant premses hidràuliques, els residus de l'extracció tenien una humitat del 28 % al 30 %. Els olis que resulten de l'extracció en tres fases en tenen del 50 % al 55 %, i els obtinguts amb l'extracció en dues fases, del 60 % al 70 %. Això suposà un canvi en la naturalesa de la matèria primera per a l'obtenció de l'oli de sansa que va obligar a canviar també la tecnologia emprada, ja que, atès que l'aigua dificulta l'extracció, es va haver d'intensificar el procés d'assecat previ a l'extracció.

L'etapa crítica per a la formació d'HAPc es considera que és, precisament, el procés d'assecat, i l'escalfament més intens aplicat per eliminar l'aigua del residu pot haver estat la causa d'un increment eventual en els índexs d'aquests compostos en l'oli de sansa. Cal pensar, però, que el procediment d'obtenció d'aquest oli sempre ha implicat un procés d'assecat i, per tant, no es pot descartar que la presència de certs índexs d'HAPc hagi estat associada des dels seus inicis, fa uns cent anys, a aquest procediment d'extracció. Recordem, sobre aquest tema, que fins a l'esmentada alerta alimentària no existia a la legislació espanyola cap referència a aquests compostos en l'oli de sansa.

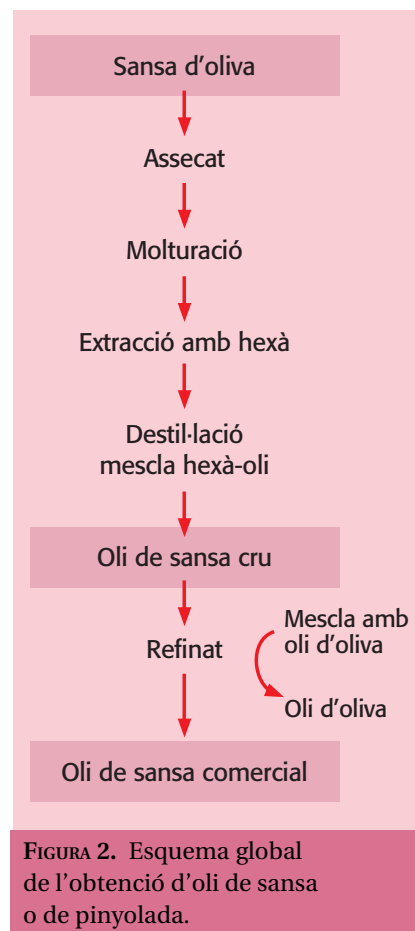


FIGURA 2. Esquema global de l'obtenció d'oli de sansa o de pinyolada.

## ELS ARGUMENTS DE L'ALERTA ALIMENTÀRIA: RISCOS TOXICOLÒGICS DELS HAPc

Tal com s'explicita en l'alerta alimentària decretada pel Ministeri de Sanitat i Consum contra l'oli de sansa, els HAPc tenen una toxicitat ben documentada en animals (carcinogenicitat i immunotoxicitat). En efecte, diversos estudis han posat en evidència que, principalment, els benzopirens poden tenir efectes adversos de tipus hematològic (anèmies) i immunològic (immunosupressió), però, sens dubte, és el seu potencial carcinogènic el que ha despertat un major interès.

El Comitè Científic de l'Alimentació Humana de la Unió Europea (UE),<sup>3</sup> en relació amb la contaminació amb HAPc dels olis de sansa (reunió plenària del 10 i 11 de juliol de 2001), va informar, només una setmana després d'haver-se decretat l'alerta, que fins i tot considerant el màxim índex de contaminació trobat (de fins a 1 700 µg/kg, com la suma dels catorze HAPc analitzats) i assumint una ingesta diària d'oli de sansa de 15 a 50 grams per persona, la ingesta d'HAPc procedent dels olis contaminats estaria en l'interval de 500 a 1 500 ng HAPc/kg de pes i dia. I conclou que aquesta ingesta és diversos ordres de magnitud inferior a la dosi mínima necessària per produir efectes tòxics aguts.

Posteriorment, el 4 de desembre de 2002, aquest Comitè va emetre la seva opinió sobre els riscos per a la salut humana dels HAPc en aliments. Concretament, va assenyalar que alguns d'aquests compostos, i particularment el benzo(a)pirè, mostren evidències de mutagenicitat i genotoxicitat en experiments *in vitro* amb cèl·lules somàtiques, i també *in vivo* en animals i, per això, poden ser estimats com a potencialment genotòxics i carcinogènics per als éssers humans. Igualment, destaca que per als no fumadors l'alimentació és la principal font d'exposició a HAPc.

L'Agència Internacional per la Recerca sobre el Càncer (IARC),<sup>4</sup> associada a l'OMS, estableix, basant-

se en les evidències disponibles, quatre categories o graus de carcinogenicitat en humans:

- **Grup 1:** proves suficients de carcinogenicitat en éssers humans i en animals d'experimentació.
- **Grup 2a:** carcinogenicitat probable. Hi ha proves suficients de carcinogenicitat en animals d'experimentació i una prova limitada o inadequada de carcinogenicitat en éssers humans.
- **Grup 2b:** carcinogenicitat possible. No hi ha proves suficients de carcinogenicitat en animals d'experimentació i hi ha una prova limitada o inadequada de carcinogenicitat en éssers humans.
- **Grup 3:** no es pot establir la seva carcinogenicitat. Les evidències de carcinogenicitat en éssers humans són inadequades i en animals d'experimentació són també inadequades o limitades.
- **Grup 4:** carcinogenicitat improbable. S'aplica a substàncies per a les quals les proves assenyalen que no hi ha carcinogenicitat en éssers humans.

D'acord amb aquests criteris, la IARC considera que els benzopirens es troben en el grup 2a, és a dir, que serien carcinògens probables.

S'ha comprovat *in vitro* que alguns HAPc poden unir-se al DNA i provocar una mutació, la qual cosa podria representar el punt inicial per al desenvolupament del càncer. De fet, van ser les primeres substàncies químiques de les quals es va demostrar experimentalment les propietats cancerígenes, pels volts dels anys cinquanta. Però, abans que es produeixi la unió amb el DNA, succeeixen tota una sèrie de processos cinètics, que poden provocar tant la inactivació del tòxic com la seva biotoxicació, i que no es poden valorar adequadament en els estudis *in vitro*.

El metabolisme dels HAPc (figura 3) és complex. Es produeix majoritàriament al fetge i implica l'epoxidació d'alguns dobles enllaços de les molècules d'HAPc, mitjançant oxidases de funció mixta

associades al citocrom P450, seguida d'una hidroxilació i posterior conjugació. Aquestes reaccions metabòliques aconsegueixen la destoxicació total d'alguns HAPc, i parcial d'uns altres, segons la dosi. Així, per exemple, dosis baixes de benzopirens poden ser eficaçment metabolitzades i eliminades per aquest sistema, de manera que no arriben a representar un perill toxicològic. L'estat fisiològic i nutricional dels individus és un factor que pot modular l'eficàcia d'aquest sistema de destoxicació, i és sabut, per exemple, que en determinades circumstàncies (patològiques o de malnutrició) o en presència de dosis elevades d'HAPc aquesta via de destoxicació pot esdevenir insuficient. En aquest cas tindrien lloc altres reaccions que impliquen l'aparició de compostos (epòxids i dihidrols) més tòxics que els HAPc originals i que, per la seva electrofilia, són capaços d'unir-se a zones nucleòfiles del DNA. Aquest fenomen de toxicació es coneix també com a *bioactivació metabòlica* i representa, de fet, una errada o una insuficiència del sistema de destoxicació de l'organisme. També hi ha defenses antioxidants específiques que poden contribuir a la destoxicació. Així, una ingesta adequada d'elements antioxidants (especialment abundants en productes vegetals) pot ajudar l'organisme a neutralitzar els efectes potencialment tòxics dels HAPc. Per contra, la formació de derivats conjugats permet l'eliminació dels HAPc per via hepatobiliar, a través de la femta i, també, per via urinària.

Els productes formats per la bioactivació toxicològica dels HAPc poden tenir propietats mutagèniques i carcinogèniques perquè es poden unir irreversiblement (mitjançant enllaços covalents) al DNA (adductes). Així doncs, estrictament, els HAPc no són cancerígens directes, sinó que són procancerígens. És a dir, que necessiten una activació metabòlica per poder unir-se al DNA i, a partir d'aquí, provocar les alteracions que confluirien en l'apa-

rició del càncer. Malgrat que la unió entre els metabòlits activats dels HAPc i el DNA és irreversible, l'organisme disposa tant de mecanismes de defensa contra els metabòlits electròfils i els seus efectes, com també de mecanismes específics per a la reparació de la fracció de DNA eventualment afectada.

De tot el que s'ha dit anteriorment es pot extreure, com a conclusió, que el fet que una substància sigui potencialment cancerígena no vol dir que realment ho sigui, ja que depenent de la dosi i de les circumstàncies fisiològiques pot ser metabolitzada i eliminada sense manifestar la seva toxicitat.

### LES LIMITACIONS DE LES PROVES TOXICOLÒGIQUES

Un aspecte fonamental per valorar el risc toxicològic d'una substància és la seva freqüència de consum, ja que poden tenir més significació uns índexs baixos en productes de consum freqüent i abundant (cereals, carns i peixos) que no pas índexs quantitativament més alts en productes de consum poc freqüent o consumits en quantitats més baixes.

Segons un informe de l'OMS de l'any 1998, els principals contribuents a la ingesta total d'HAPc són els cereals, seguits dels olis i greixos. Els primers, per l'elevat consum, i els segons, pel major contingut en aquests compostos. En aquest sentit, assenyala que els productes fumats, tot i que poden tenir els índexs més elevats de contaminació, suposen en realitat una contribució modesta a l'aportació dietètica d'HAPc.

Aquestes dades coincideixen amb les publicades pel Centre Nacional del Càncer de Mama del Regne Unit (National Breast Cancer Center), que assigna als cereals una aportació del 35 % del total dels HAPc de la dieta en aquest país, seguits d'olis i greixos, amb una aportació del 34 %, i de carns i altres aliments, amb unes aportacions inferiors al 5 %. A França, en un estudi de la Direcció General de la Competència, el Consum i la Re-

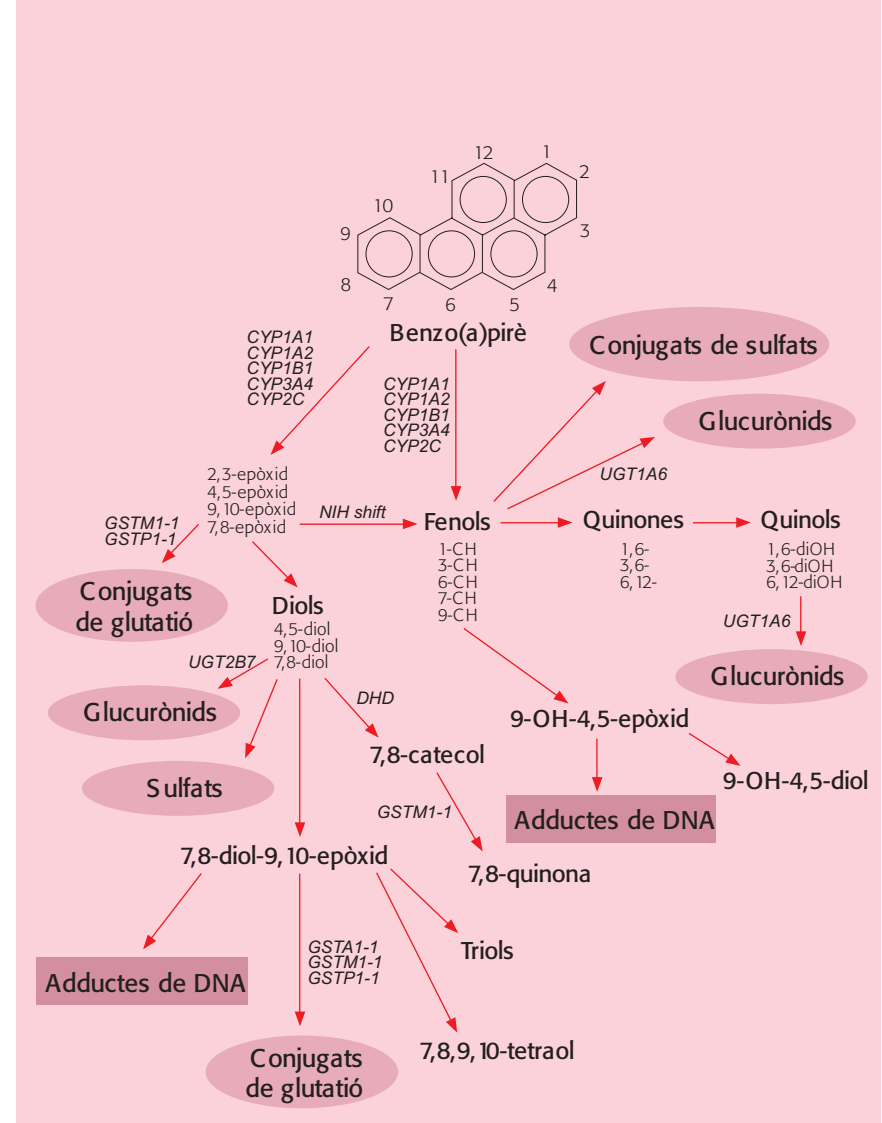


FIGURA 2. Biotransformació dels benzopirens.

pressió de Fraus (DGCCRF, del francès Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes) realitzat el 1996 i publicat el 2000, a partir de dues-centes mostres d'aliments que, entre d'altres, incloïen embotits fumats, fruits secs, oli de pinyols de raïm, peixos fumats, carns a la brasa, pizzes i tes, trobaren valors mitjans de benzopirens d'aproximadament 4 µg/kg en xorico (procedents de les espècies emprades), pans i pizzes (elaborades tradicionalment per cocció en forns escalfats per la combustió de fustes) i carns a la graella. El valor mitjà més alt, però, es va trobar en els tes (6 µg/kg), mentre que van ser més baixos els índexs trobats en fruits secs i peixos fumats. No obstant això, potser el més remarcable d'aquest estudi és l'àmplia variabilitat observada en els continguts de benzopirens dintre d'un mateix ti-

pus de producte. Així, per exemple, en el cas del xoriço es van trobar valors d'entre 1,8 i 20 µg/kg, i en els tes, d'entre 4,8 i 401 µg/kg.

Citem, finalment, un estudi realitzat als Estats Units per Kazerouni *et al.* (2001), també a partir de l'anàlisi de dues-centes mostres d'aliments, en el qual, a més d'una gran varietat d'aliments, es tenia en compte la influència de diverses formes de cuinat. Les concentracions més altes de benzopirens (de fins a 4 µg/kg) es van trobar en carns (vedella, hamburgueses i pollastre amb la pell) «molt fetes» a la graella o a la barbacoa. Els continguts foren més baixos en les mateixes carns fetes «al punt» i quan es cuinaven fredes, independentment del grau de cocció. En cereals i verdures varen trobar índexs de fins a 0,5 µg/kg.

El consum de tabac és una altra via, molt important, d'exposició de l'ésser humà als HAPc. Així, segons

l'OMS (1998), l'exposició d'un fumador d'uns 20 cigarrets/dia als HAPc suposa una contribució d'aproximadament 210 ng de BaP.

El Comitè Científic per l'Alimentació de la UE, en el seu informe de 4 de desembre de 2002, va assenyalar que els aliments que més contribueixen a la ingesta d'HAPc són els olis i els greixos, els cereals, les fruites i les verdures, tot i que, en valors absoluts, els índexs més elevats es troben en carns cuinades a la graella o a la barbacoa, peixos fumats per mètodes tradicionals i altres productes marins capturats en aigües contaminades. Respecte a la contaminació dels cereals i els olis vegetals (inclòs el de sansa d'oliva), assenyala que es produeix durant els tractaments tecnològics, per exemple, per un assecat a foc directe que possibilita l'entrada en contacte dels gasos de la combustió amb els grans de cereals, les llavors oleaginoses o els mateixos olis.

En aquest mateix informe també s'assenyala, respecte als riscos per a la salut humana, que la màxima ingesta a partir d'aliments pot estimar-se a Europa en aproximadament 420 ng (0,42 µg) de benzo(a)-pirè per persona adulta i per dia, que equival aproximadament a 6 ng/kg de pes corporal i dia per a una persona de 70 kg.<sup>6</sup> Aquesta xifra és aproximadament cinc o sis vegades més baixa que la dosi que, ingerida diàriament, produeix tumors en animals de laboratori. Cal destacar que el valor d'ingesta referit (0,42 µg/dia) corresponia a la pitjor de les situacions, ja que és el màxim valor d'ingesta trobat en una àrea concreta d'un dels països europeus considerats, i supera àmpliament l'interval mitjà de valors estimats d'ingesta a la UE, que se situa entre 0,05 i 0,29 µg/dia (50 i 290 ng/dia).

Aquest Comitè de la UE assumeix, també, que els benzopirens (BaP) poden actuar com a marcadors de la presència i els efectes carcinogènics del conjunt d'HAPc dels aliments i assenyala una relació entre ells d'1 a 10 (BaP:HAPc). Assumint aquesta relació, es pot extrapolar que l'aportació de BaP per part del pitjor

dels olis, considerant un consum màxim de 50 g d'oli per persona i dia, seria d'uns 150 ng de BaP, que és un valor important, però netament inferior al valor de 420 ng/kg/dia estimats com a ingesta màxima a Europa.

## LES CONSEQÜÈNCIES DE L'ALERTA ALIMENTÀRIA

El Comitè Científic per l'Alimentació Humana de la UE va concloure en el seu informe de desembre de 2002 que l'exposició dels éssers humans als HAPc hauria de ser la mínima possible i, per això, s'haurien de prendre una sèrie de mesures que inclouen:

- El control de les emissions d'HAPc en l'ambient.
- Mesures encaminades a la reeducació de productors i consumidors per:
  - evitar procediments (tecnològics o culinaris) que impliquin una acumulació d'HAPc en els aliments,
  - reduir l'índex de contaminació en productes vegetals, mitjançant operacions de rentat o pelat (segons el que correspongui).

En definitiva, cal emfatitzar que, d'acord amb aquest Comitè, les mesures per reduir les ingestes d'HAPc dels aliments depenen tant del control de les emissions d'HAPc en el medi ambient com d'unes instruccions

adequades a fabricants, per evitar l'ús de processos que permetin el contacte directe entre els fums de la combustió i els aliments, i d'una informació apropiada als consumidors sobre com evitar la contaminació amb HAPc en la preparació d'aliments a la graella. És significatiu que el Comitè no va plantejar, entre les mesures que s'han de prendre, la prohibició del consum de cap producte que pugui contenir HAPc. Aquesta posició està en consonància amb les recomanacions que es fan en el Decàleg Europeu contra el Càncer (vegeu la taula 2), entre les quals no s'inclou la restricció de cap producte que pugui aportar HAPc o qualsevol altre compost potencialment cancerigen.

Cal assenyalar, com a conseqüència directa de la demanda, les pèrdues econòmiques que va patir el sector de l'oli de sansa o de pinyolada. Dos anys després només s'havia recuperat un 50 % de l'índex de comercialització anterior a l'alerta (*Diario de Sevilla*, 06/05/2003). Aquestes pèrdues van motivar que moltes empreses del sector hagin reclamat a l'Administració indemnitzacions milionàries, i ja han sortit algunes sentències judicials que consideren «il·legal i nul·la de ple dret» la confiscació de l'oli de sansa efectuada per l'Administració autonòmica andalusa l'estiu de 2001, derivada de l'alerta activada pel Ministeri de Sanitat i Consum, i que obliguen l'Administració a

**Taula 2.** Extracte del Decàleg Europeu contra el Càncer

### Mesures per reduir el risc

- ✗ No fumar
- ✗ Evitar exposicions al sol excessives
- ✗ Augmentar el consum de fruites, verdures fresques i cereals integrals
- ✗ Moderar el consum d'alcohol
- ✗ Seguir les instruccions en la manipulació de productes cancerígens
- ✗ Evitar l'excés de pes i greix

### Mesures per afavorir el diagnòstic i el tractament precoç

- ✗ Consultar el metge si s'observen canvis en l'aspecte de pigues, bonys o cicatrius
- ✗ Consultar el metge davant d'una tos i ronquera persistents, canvis en hàbits intestinals i pèrdua de pes
- ✗ Realitzar controls ginecològics en les dones
- ✗ Vigilar les mames, especialment a partir dels cinquanta anys

indemnitzar les empreses afectades.

Legalment, la situació creada amb l'esmentada alerta va motivar o, almenys, accelerar la regulació d'índexs màxims permessos d'HAPc en els olis de sànsa. Segons una proposta conjunta del Ministeri de Sanitat i Consum i el d'Agricultura, Pesca i Alimentació, feta el 2001, s'estableixen límits màxims de 2 µg/kg d'oli per a vuit HAPc: benzo(a)pirè, benzo(e)pirè, benzo(a)antracè, benzo(b)fluorantè, benzo(k)fluorantè, dibenzo(a,h)antracè, benzo(g,h,i)perilè i indeno(1,2,3-c,d)pirè. La proposta establia, a més, que la suma total dels HAPc no pot excedir els 5 µg/kg d'oli de sànsa.

Cal recordar, de nou, que aquesta és la primera vegada que s'estableixen límits legals d'HAPc en olis a Espanya, ja que no es feia cap al·lusió a aquests compostos en el Reial decret 308/1983, que aprovà la reglamentació tecnicosanitària dels olis vegetals comestibles, ni en el Reial decret 2551/1986, pel qual s'autoritza i es regula l'elaboració i comercialització de l'oli de sànsa d'oliva refinat.

També, arran de la situació generada amb la presència d'HAPc en els olis de sànsa, s'han proposat diverses mesures per evitar o reduir l'acumulació d'aquests compostos, entre les quals es poden destacar les següents:

- Evitar el contacte directe amb els gasos de combustió.
- Regular la temperatura d'assecat (< 400 °C).
- Fer el tractament amb carbó actiu durant el refinat.
- Fer el tractament de l'hexà amb carbó actiu.

És inevitable, com a reflexió final, fer comparacions entre el tractament que es va donar a l'acrilamida en aliments amilacis, d'ampli consum (pa, productes de pastisseria, patates fregides, etc.), o, més recentment, a la semicarbazida (en aliments envasats en vidre, com ara sucs, conserves vegetals, pots d'aliments preparats infantils) i el que es va generar amb els benzopirens en l'oli de sànsa, que és un produc-

te amb un consum molt més baix que els anteriors. Les diferències en el tractament de la informació i de la comunicació al gran públic són abismals, i cal preguntar-se si això es justifica per un major risc toxicològic dels benzopirens.

Des d'un punt de vista científic, pot argumentar-se que tant l'acrilamida com els benzopirens estan classificats en el grup 2a de la IARC i, per tant, cal suposar que el grau d'evidència de carcinogenicitat per a humans és comparable. El mecanisme de carcinogènesi de l'acrilamida implica també una bioactivació metabòlica que dona lloc a compostos electrofílics, capaços d'unir-se al DNA. Com en el cas dels benzopirens, cal suposar que l'acrilamida ha estat sempre present en els productes rics en midó sotmesos per a la seva cocció a temperatures elevades. Per tant, la seva presència en productes com ara el pa és, probablement, tan antiga com l'elaboració d'aquest producte ancestral.

La posició de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (AESA) i la mateixa Organització per a l'Alimentació i l'Agricultura (FAO) envers l'acrilamida va ser molt diferent de la que es va adoptar a Espanya davant del descobriment de la presència d'HAPc en l'oli de sànsa, tot i que ambdós compostos tenen aspectes toxicològics comuns. Així, l'AESA, després de confirmar la presència d'acrilamida en diversos aliments, no va recomanar cap canvi en els hàbits de compra o de preparació i va emetre, a més, el següent comunicat: «Estem exposats a múltiples compostos químics naturals en el menjar. Alguns, com els presents en les fruites i hortalisses, ajuden a prevenir el càncer; d'altres poden provocar el seu desenvolupament. Òbviament, s'ha de fer el possible per a reduir o eliminar els productes potencialment perillosos, però de moment és massa aviat per a identificar els efectes de l'acrilamida en els aliments [...]. Sembla que els riscos de l'acrilamida no són nous i que hem estat exposats a ells al llarg de generacions [...]».

## CONCLUSIONS

La presència dels HAPc en el medi ambient és, probablement, tan antiga com el desenvolupament del planeta, ja que aquests compostos formen part dels fums que es produeixen en erupcions volcàniques o en incendis forestals.

El seu risc potencial de carcinogènesi no significa necessàriament carcinogenicitat real, ja que el càncer té un origen multifactorial i requereix la concurrència de diversos factors perquè es manifesti (genètics, ambientals, d'estil de vida i dietètics...). L'aparició dels eventuais efectes cancerígens requereix una exposició perllongada als HAPc. És a dir, una dosi única o diverses dosis repetides en un curt termini de temps tenen, normalment, una toxicitat baixa.

Hi ha pocs estudis que avaluin el risc d'exposició oral als HAPc. En aquest sentit, el Comitè Científic per l'Alimentació de la UE reconeix, en el seu informe del 4 de desembre de 2002, que quasi no hi ha estudis publicats dels efectes sobre la salut de l'exposició oral als HAPc. La majoria es refereixen a exposicions, per qüestions laborals, per mitjà d'inhalacions.

Quan la informació toxicològica sobre una substància no permet establir amb plena seguretat el grau màxim tolerable d'ingesta, com és el cas dels HAPc, la postura més prudent és aquella que promou la reducció de l'exposició humana al risc potencial tant com sigui possible. Aquesta és, precisament, la posició adoptada per organismes competents de referència.

Els HAPc no són les úniques substàncies amb efectes potencialment cancerígens, sinó que hi ha altres compostos dels aliments que tenen efectes similars o, fins i tot, més potents. Així, poden citar-se les nitrosamines, les amines heterocíclics i les aflatoxines, així com la més recentment descoberta acrilamida.

Amb la informació toxicològica disponible i tenint en compte que la presència en els olis de sànsa d'oliva no era recent, sinó que feia almenys

uns deu anys (probablement en una magnitud similar), i que altres aliments i la contaminació ambiental també contribueixen a l'exposició humana als HAPc, cal preguntar-se, assumint la conveniència d'una regulació dels HAPc en els olis de sassa d'oliva per tal d'ajustar-se al que recomanen els organismes de referència (per minimitzar tant com sigui possible l'exposició a compostos potencialment cancerígens), si realment era justificada la urgència i la mesura tan dràstica adoptada d'immobilitzar els olis de sassa o de pinyolada d'oliva. 🌱

## REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- AGÈNCIA DE SUBSTÀNCIES TÒXiques I REGISTRE DE MALALTIES DELS ESTATS UNITS [ATSDR]. «Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)». Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services, 1995. Public Health Statement Series [Versió completa <<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.pdf>>; resum en castellà <[http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts69.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts69.pdf)>]
- AGÈNCIA INTERNACIONAL PER LA RECERCA EN EL CÀNCER DE LA OMS (IARC). «Polynuclear aromatic compounds. Part 1: Chemical, environmental and experimental data». *IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans*, núm. 32 [en línia]. (1983). <[http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol03/benzo\(a\)pyrene.html](http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol03/benzo(a)pyrene.html)> i <<http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol32/benzo%5Ba%5Dpyrene.html>>
- «Tobacco smoking». *IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans*, núm. 38 (1986).
- «Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC Monographs». *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Vol. 1-42 [en línia]. Suplement, núm. 7 (1987). <<http://monographs.iarc.fr/htdocs/indexes/suppl7index.html>>
- CENTRE CANADENC DE SALUT I SEGURETAT OCUPACIONAL [CCOHS]. «CHEMINFO, Chemical profiles created by CCOHS: Benzo(a)pyrene» [en línia]. 1997. <<http://www.intox.org/databank/documents/chemical/benzopyr/cie698.htm>> [Fitxa de la substància]
- COMITÈ CIENTÍFIC DE L'ALIMENTACIÓ DE LA UE [SCF]. Declaració inclosa a l'acta del SCF sobre contaminació d'olis de sassa (olis de residus d'oliva) amb hidrocarburs aromàtics policíclics (adoptada durant la sessió plenària del SCF del 10 a l'11 de juliol del 2001.
- <[http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out92\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out92_en.pdf)>
- «Polycyclic Aromatic Hydrocarbons - Occurrence in foods, dietary exposure and health effects». *Opinion of the Scientific Committee on Food* [en línia]. 2002. <[http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out154\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out154_en.pdf)>
- COMITÈ DE TOXICITAT DE SUBSTÀNCIES QUÍMIQUES EN ALIMENTS, PRODUCTES DE CONSUM I MEDI AMBIENT DEL REGNE UNIT [COT]. «Polycyclic aromatic hydrocarbons - interim pragmatic guideline limits for use in emergencies» [en línia]. 2001. <[http://archive.food.gov.uk/committees/cot/cot\\_20001\\_01\\_pah.pdf](http://archive.food.gov.uk/committees/cot/cot_20001_01_pah.pdf)>
- «Polycyclic aromatic hydrocarbons in the 2000. Total diet study». *Reports TOX/2002/26, TOX/2002/26 Annex A (Draft) and TOX/2002/26 Annex B* [en línia]. 2002. <<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/TOX-2002-26.pdf>>
- «PAHs in the UK diet: 2000 Total diet study samples». *Food Survey Information Sheets [FSIS]*, núm. 31/02 [en línia]. 2002. <<http://www.foodstandards.gov.uk/multimedia/pdfs/31pah.pdf>>
- DERACHE, R. *Toxicología y seguridad de los alimentos*. Barcelona: Omega, 1990, p. 296-317.
- DIRECCIÓ GENERAL DE LA COMPETÈNCIA, EL CONSUM I LA REPRESSIÓ DE FRAUS [DGCCRF]. «Hidrocarbures aromàtiques policíclics dans les aliments» [en línia]. 2002. <<http://www.finances.gouv.fr/DGCCRF/activites/labos/1999/eqhap99.htm>>
- DIRECCIÓ GENERAL PER A LA SALUT I EL CONSUMIDOR DE LA UNIÓ EUROPEA [DG SANCO]. «Final report of a mission carried out in Spain from 8th to 12th April 2002, in order to assess the control measures in place for vegetable oil production and in particular for the assessment of controls on PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons) contamination of such oils» [en línia]. Núm. 8600/2002. <[http://europa.eu.int/comm/food/fs/inspections/fnaoi/reports/contaminants/spain/fnaoi\\_rep\\_spai\\_8600-2002\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/inspections/fnaoi/reports/contaminants/spain/fnaoi_rep_spai_8600-2002_en.pdf)>
- GARCÍA FALCÓN, M. S.; GONZÁLEZ AMIGO, S.; LAGE YUSTY, M. A.; SIMAL LOZANO, J. «Determination of benzo[a]pyrene in some Spanish commercial smoked products by HPLC-FL». *Food Additives and Contaminants*, núm. 16 (1) (1999), p. 9-14.
- KAZEROUNI, N.; SINHA R.; CHE-HAN, H.; GREENBERG, A.; ROTHMAN, N. «Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study». *Food Chemistry and Toxicology*, núm. 39 (5) (2001), p. 423-436.
- MINISTERI D'AGRICULTURA, PESCA I ALIMENTACIÓ [MAPA]. «Ordre de 25 de juliol de 2001 per la qual s'estableixen límits de determinats hidrocarburs aromàtics policíclics en l'oli de sassa d'oliva». *Butlletí Oficial de l'Estat*, núm. 178, p. 27397-27398 [en línia]. <<http://www.boe.es/boe/dias/2001-07-26/pdfs/A27397-27398.pdf>>
- ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT [OMS; WHO, en anglès]. «Evaluation of certain food additives and contaminants. Thirty-seventh report of the joint FAO/WHO Expert Committee on food additives». *Technical Report Series* [en línia], núm. 806 (1991) i corregenda. <[http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_806.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_806.pdf)>
- «Health criteria and other supporting information». *Guidelines for drinking water quality* [en línia]. 2a ed. (addenda del vol. 2). Ginebra, 1998. <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/en/2edaddvol2a.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/2edaddvol2a.pdf)>
- «Polycyclic aromatic hydrocarbons». *Air quality guidelines* [en línia]. 2a ed. Copenhagen, 2000, cap. 5.9. <[http://www.who.dk/document/aiq/5\\_9pah.pdf](http://www.who.dk/document/aiq/5_9pah.pdf)>
- ROSTAD, C. E.; PEREIRA, W. E. «Determination of halogenated organic compounds in estuarine biota and sediments by chemical ionization tandem mass spectrometry». *Surface Water Toxics Technical Meeting*. Lakewood, Colorado, 1987.
- SIROTA, G. R.; UTE, J. F. «Chemical analysis and biological fate: polynuclear aromatic hydrocarbons». A: COOKE; DENNIS, A. J. [ed.]. *Polynuclear aromatic hydrocarbon in marine shellfish*. 5th International Symposium. Columbus, Ohio: Battelle Press, 1981.
- VOS, R. H. de; DOKKUM, W. van; SCHOUTEN, A.; JONG BERKHOUT, P. de. «Polycyclic aromatic hydrocarbons in Dutch total diet samples (1984-1986)». *Food Chemistry and Toxicology*, núm. 28 (1990), p. 263-268.

## NOTES

1. BaP es considera indicador de la presència i contingut dels HAPc de major pes molecular, que són els que tenen una major importància toxicològica com a substàncies potencialment cancerígenes.
2. A més d'HAPc, l'escalfament de carns i peixos a temperatures elevades pot provocar la formació d'amines heterocíclics a partir de les proteïnes que contenen. El seu poder mutagènic (i potencialment cancerigen) és notablement més elevat que el dels benzopirens.
3. Comitè, creat per decisió de la Comissió núm. 74/234/EEC de 16.04.74 i reestructurat el 1995, que aconsella la Comissió en temes de salut i seguretat en relació amb el consum d'aliments.
4. La International Agency for Research on Cancer (IARC) és una agència que realitza i coordina accions de recerca sobre possibles orígens, causes i mecanismes de carcinogènesi en els éssers humans. Aquesta agència publica monografies elaborades per experts independents i internacionals que, per la seva minuciositat, exactitud i integritat, s'han convertit en informes de referència.
5. L'apoptosi, o «suïcidi de les cèl·lules», és el procés pel qual les cèl·lules velles o danyades s'autodestrueixen.
6. Segons el quocient 420/70 = 6

# Dioxines *versus* àcids omega-3 en el salmó

## Un exemple de les complexitats del triangle salut-alimentació-química i d'intoxicacions mediàtiques tan letals com els contaminants

*Prenent com a exemple la síntesi química de l'amoníac, es defensa la contribució positiva de la ciència química en la millora de la salut de la humanitat a través de l'alimentació, més enllà dels perills de la contaminació ambiental, que generalment es veu magnificada pels mitjans de comunicació amb poc fonament científic. També es descriu en profunditat el cas recent de la presència de dioxines en els salmons de viver del nord d'Europa, se n'analitzen les causes i s'aporten dades quantitatives per a la interpretació dels avantatges i riscos que comporta el seu consum, la qual cosa demostra la complexitat de les interrelacions entre química, aliments i salut.*

PARAULES CLAU: *dioxines, salmons, química, alimentació, salut.*

**E**l nitrogen de l'atmosfera no pot ser absorbit de manera directa i immediata per la vida. L'expansió de la matèria viva (i de l'espècie humana) queda limitada, doncs, per la no-disponibilitat de prou quantitat de nitrogen no molecular (nitrogen fixat, ionitzat, oxidat o reduït). La quantitat de nitrogen naturalment fixat als terrenys fèrtils permetria obtenir collites per alimentar tres o, fins i tot, quatre mil milions de persones, però no per nodrir els sis mil milions d'humans que avui som.

### COM ÉS QUE HI SOM, DONCS?

Una manera de formular la resposta és dir que un terç de la humanitat

és de síntesi: el nitrogen, que fa possible l'existència d'un terç de la humanitat, ha estat fixat per les plantes, sí, però per les plantes que fan la síntesi de l'amoníac Haber-Bosch. Sense aquesta síntesi (el procés químic que, des de la seva invenció l'any 1917, converteix el nitrogen de l'aire en amoníac, en nitrogen reduït), solament hi hauria prou nitrogen fixat i proteïnes als aliments primaris procedents de l'agricultura per a tres o quatre mil milions d'humans. No n'hi hauria prou per als més de sis mil milions que som.

Cal, doncs, prendre consciència que, en realitat, un terç de la humanitat deu la vida al procés de Haber-Bosch de síntesi de l'amoníac; que la carn humana té un 30 % de nitro-

**J. A. CANICIO**

Dr. Canicio Consulting Chemist, S. A.

gen fixat a plantes de síntesi; que els humans som, en un cert percentatge, productes de síntesi. Un terç de la humanitat no existiria sense els adobs aportats pel procés Haber-Bosch; un terç de la humanitat deu la vida al nitrogen fixat, des de l'atmosfera, per la indústria, que ha incorporat a la seva carn.

La intoxicació mediàtica ha aconseguit inscriure a la consciència col·lectiva un codi de qualitat alimentària simple i contundent: *qualitat* és sinònim de *natural*, i *natural* és sinònim de *qualitat*. I, encara, ha elevat a la categoria de veritat evident una altra suposició, no sols gratuïta, sinó tot sovint totalment errònia: solament l'aliment «natural» és sa, i qualsevol condicionament minva la qualitat de l'aliment. Val a dir que per *natural* cal entendre, en el context, 'sense cap mena de condicionament químic'.

Sembla cert, però, que la reivindicació de la puresa i origen natural dels aliments com a índex de qualitat no té cap base, ni química, ni conceptual. No en té de química, perquè les molècules no tenen memòria d'origen, ni de conceptual, perquè el mateix cos és, en part, de síntesi.

En el context en què un terç del nitrogen contingut del cos humà prové d'una planta química, com és possible reivindicar una sacra i irreal puresa natural per nodrir-lo?

En els països desenvolupats, mai tanta gent no havia menjat tant<sup>1</sup> (massa, en realitat), ni tan sa, variat, fresc i bo com en els nostres dies.<sup>2</sup> Malgrat aquesta veritat, la gent està convençuda que els aliments no són com els d'abans i que, de fet, els estan enverinant dia a dia. Aquesta divergència tan enorme entre realitat «falsa» i opinió ha de venir, forçosament, derivada de la intoxicació gobbiana dels mitjans: una mentida mil vegades repetida esdevé una obvietat.

Tant se val que els productes químics siguin els principals responsables de la molt notable diferència de qualitat de vida entre nosaltres i els nostres avantpassats, i de l'augment al doble de l'esperan-

ça de vida; que siguin responsables, probablement, de l'existència de potser més d'un 50 % de nosaltres mateixos, i que la supervivència de la meitat de nosaltres sigui probablement conseqüència de l'ús d'adobs, fàrmacs i insecticides (que tallen la transmissió de malalties), d'additius, que milloren la qualitat alimentària, i de materials que augmenten el confort i la seguretat de les nostres vides.

És clar, però, que no tot són flors i violes i que hi ha danys col·laterals. La indústria humana (i la química, particularment) ha elevat el contingut natural en el medi d'algunes substàncies perilloses per a la salut;

tes, ingerits pels éssers vius, s'acumulen en els seus teixits grassos i segueixen la cadena tròfica fins a l'ésser humà. El problema no és conceptual. No es tracta que elements sintètics entrin al nostre cos (recordem el nitrogen), es tracta que, sovint, aquests productes són incompatibles amb la salut, són tòxics.

Dins d'aquesta mena de contaminants perillosos, presents a la natura com a soroll de fons contaminant, i resultat, en la major part, de l'activitat química humana en el segle xx, destaquen els productes organoclorats. En realitat, el problema de les dioxines és una part del pro-

## Els salmons europeus (d'Escòcia i Noruega) estan força més contaminats que els de la regió del Pacífic (Xile i Alaska)

és ben cert que hi ha productes químics ben tòxics i perillosos que s'han de controlar, i no s'han controlat prou en el passat, amb els efectes subseqüents sobre l'entorn natural. Efectes col·laterals que no s'han evitat per manca de consciència. La qüestió, però, fóra: És compatible amb la salut el soroll de fons de contaminació present avui en l'entorn i que, sovint, afecta poc o molt els aliments?

La resposta és evident: sí. Ho avala el fet que s'hagi duplicat l'esperança de vida, malgrat que hi hagi realment un fons de contaminació ambiental que cal minimitzar.

Efectivament, alguns dels productes (o processos) d'ús estès generen contaminants que són extremament estables, de degradació molt lenta. Si aquesta estabilitat ve acompanyada, com passa sovint, de liposolubilitat, aquests produc-

blema general de la bioacumulació de productes organoclorats.

Els principals organoclorats pertanyen a tres famílies: els policlorobifenils, les dioxines i els insecticides organoclorats.

Els policlorobifenils (PCB) tenen estructura bicíclica, amb diversos graus de cloració, com es mostra en la figura 1, on  $x$  i  $y$  representen el nombre d'àtoms de clor, que oscil·la entre un i cinc. Són derivats de la indústria humana usats com a olis de transformació i fluids hidràulics.

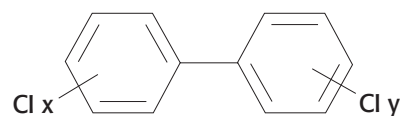


FIGURA 1. Estructura dels policlorobifenils.

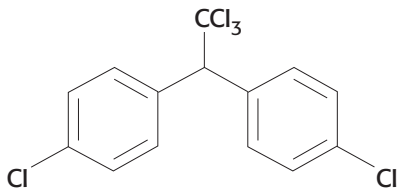


FIGURA 2. Estructura del DDT.

D'insecticides clorats, n'hi ha centenars. Avui blasmats (amb raó) per la seva persistència en el medi ambient i l'acumulació en els teixits grassos de la biomassa, han tingut, però, una importància cabdal en la salut humana, tant en la prevenció de malalties de transmissió per insectes com en la protecció de les collites. El diclorodifeniltricloroetà (DDT, vegeu la figura 2), avui prohibit i satanitzat (prohibit amb raó i satanitzat per rancúnia o ignorància), ha salvat possiblement tantes vides com les sulfamides o els antibiòtics, i a un cost irrisori.<sup>3</sup>

Sota la denominació de *dioxines*, es coneix dos tipus de substàncies químiques diferents: les policlorodibenzodioxines (PCDD), de les quals hi ha setanta cinc isòmers

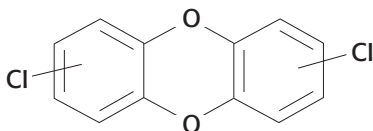


FIGURA 3a Estructura de les dioxines de tipus policlorodibenzodioxines (PCDD).

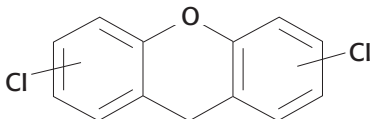


FIGURA 3b. Estructura de les dioxines de tipus policlorodibenzofurans (PCDF).

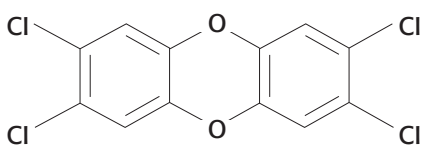


FIGURA 4. Estructura de la 2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina (TCDD).

(figura 3a), i els policlorodibenzofurans (PCDF), dels quals n'hi ha 135 (figura 3b).

Són substàncies considerades molt perilloses per la seva capacitat carcinògena, encara que l'única en la qual s'ha reconegut i mesurat amb certesa aquesta activitat és la 2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina (TCDD), l'estructura de la qual es mostra en la figura 4.

La idea que les dioxines són productes derivats de la indústria humana és totalment falsa. Cap de les dioxines (ni PCDD ni PCDF) no té cap aplicació pràctica ni industrial. Es tracta, al contrari, de productes que es produeixen espontàniament per reacció dels fenols amb el clor. Les dioxines són productes molt estables que es formen sempre que hi ha interposició de clor i fenol, i prou energia d'activació. En el medi natural, la presència potencial de clor és ubiqüa, i els fenols són molt abundants en el món vegetal. La crema de qualsevol combustible vegetal (per incendis forestals inclosos) produeix abundants dioxines. Són productes naturals, encara que l'activitat humana n'hagi augmentat la producció. En concret, es produeixen (i s'han produït) dioxines sobretot pels processos següents:

1. Per incineració i combustió. Vista la ubiqüitat de les traces de fenols i de clor, *a priori* tota combustió a temperatura inferior a uns 1300 °C produeix dioxines (cremar a temperatures superiors necessita forns i materials especials).
2. Per acció de la indústria química. Es produeixen traces de dioxines en els processos de cloració en general i, particularment, en presència o traces de fenols.
3. Per la indústria del paper i la depuració d'aigües. En el cas del paper, si s'utilitza clor o agents clorants per al blanqueig, es poden formar dioxines per reacció del clor amb els polifenols de la fusta.
4. Per causes naturals, com ara incendis forestals, i per bioacumulació en greixos de traces d'altres procedències al llarg de la cadena tròfica.

La ingestió màxima permesa per diverses agències varia. Mentre que a la Unió Europea (UE) el límit màxim permès s'estableix en 1 pg/dia/kg de pes, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) i l'Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura (FAO) permeten fins a 2 pg/dia/kg. El primer que sobta és que la legislació europea no és gaire conseqüent. Efectivament, la ingesta mesurada a Europa de dioxines oscil·la entre 0,4 i 1,5 pg/dia/kg, i el valor mitjà és d'aproximadament 0,9 pg/dia/kg. Una bona colla de països de la UE ingereixen més dioxines del que la legislació europea tolera.<sup>4</sup>

Resulta sorprenent la diversitat del contingut típic en dioxines d'alguns dels aliments més comuns, dades que es mostren en la taula 1.

Efectivament, sorprèn l'elevat contingut de dioxines del peix. La dada, però, és del tot explicable si s'analitza les característiques de la cadena tròfica i els mecanismes de la bioacumulació. Els vegetals són fotosintètics i es nodreixen de fotons i minerals hidrosolubles captats per les arrels. Aquesta particularitat, la manca d'absorció de materials liposolubles, condiciona que les dioxines no puguin, en la pràctica, entrar en els organismes vegetals i ser-hi presents en quantitats rellevants; no hi ha bioacumulació.

Quan parlem de carn per a consum humà, ens referim a carn d'herbívor o omnívor. Entre els rumugadors i els vegetals solament hi ha un pas tròfic. En realitat, el bestiar de pastura o criat amb pinso té una alimentació quasi exclusivament vegetal.

Conseqüentment, si l'aliment conté una proporció molt baixa de dioxines, sembla lògic que, malgrat l'acumulació, el contingut de dioxines sigui baix. Les aus, que fan els ous, són omnívores, però. Cucis, insectes i invertebrats són part de la seva dieta, i el contingut en dioxines del seu producte, lleugerament més alt, estaria d'acord amb els esquemes indicats. Què passa amb els peixos, però, que tenen continguts en dioxines d'aproximadament vint

**Taula 1.** Contingut en dioxines d'alguns dels aliments més comuns

Aliment	Contingut
Vegetals	0,02 pg/g
Ous	1 pg/g (de greix)
Peix	10 pg/g (de greix)
Carn	0,5-0,7 pg/g

vegades el valor dels altres aliments proteics? El que succeeix és que el peix gros es menja el petit. En altres termes, que, al contrari del que passa amb la carn, una bona part del peix és depredador de peix. A la mar, el fitoplàncton marí (l'equivalent als vegetals terrestres) alimenta el zooplàncton, i aquest nodreix crustacis, peixos i mamífers, com ara les balenes. Molts peixos són depredadors d'altres peixos i crustacis. Així, a la cadena alimentària de la major part de peixos es troben tres o quatre passos tròfics, amb la subseqüent acumulació progressiva de contaminants liposolubles en els seus greixos. Per aquest mecanisme, els depredadors marins acumulen les toxines liposolubles en el seus greixos, i també àcids omega insaturats, que els fan especialment valuosos en la dieta. Però, simultàniament, acumulen les dioxines.

El salmó (*Salmo salar*) és un depredador gran i voraç, i, a més, un peix extraordinàriament gras. Tot plegat, una veritable màquina de concentrar contaminants liposolubles. L'any 2004 saltà l'alarma: la revista *Science*<sup>5</sup> publicava un informe segons el qual els salmons de viver (més del 95 % dels salmons consumits, perquè són els més assequibles) contenien catorze vegades més d'organoclorats (encara que, en total, per sota dels mínims exigits per la llei) que els salmons salvatges. En concret, els resultats assenyalaven que:

- Es troben catorze vegades més d'organoclorats en els animals de cultiu que en els salvatges.
- Tots els valors mesurats estan per sota del contingut màxim tolerat.
- Els salmons europeus (d'Escòcia i

Noruega) estan força més contaminats que els de la regió del Pacífic (Xile i Alaska).

El resultat, previsible, fóra l'esfondrament del mercat del salmó de cultiu, per raó, primer, de la presumpta toxicitat del producte i, segon, del frau aparent en el cultiu del salmó, ja que es va sospitar de l'aplicació de pràctiques que condicionaven un elevat contingut de dioxines en el producte final i, per tant, pressuposaven una alimentació incorrecta i fraudulenta dels peixos.

Però no hi ha frau. Als salmons de cultiu nòrdics els passa el que els passa per la seva alimentació basada en productes «naturals», a causa de dos factors de diversa índole. D'una banda, l'augment de preu de la farina de peix peruana, degut a la manca progressiva d'aquest recurs arran de l'episodi d'El Niño i a l'expansió del seu consum. I de l'altra, que, amb el desplegament de la flota de pesca russa al Mar del Nord, el Bàltic i l'Àrtic, on s'acumula almenys un 80 % de la producció de salmó de granja marina (l'altre percentatge correspon a la producció de Xile i Alaska), es va generalitzar a Escòcia i Noruega la pràctica d'alimentar els salmons de manera complementària (i, de vegades, fonamental) amb arengada.

Aquesta és una alternativa a l'alimentació dels salmons amb pinsos preparats a base de farines i oli de peix procedents del Perú i Xile, productes cada dia més cars i escassos. Aquesta alimentació natural (i l'ús de farines i olis de peix àrtics) es mostrarà com la culpable de l'alt índex d'organoclorats i dioxines en els salmons de cultiu europeus.<sup>6</sup>

Efectivament, el peix blau (peix gras) del nord d'Europa mostra un elevat índex d'acumulació d'organoclorats, l'origen del qual es troba quasi segurament en la contaminació aportada pels rius europeus al Mar del Nord i al Bàltic.<sup>7</sup> Durant tot el segle xx, bona part dels residus químics de la indústria europea i la contaminació derivada de l'activitat agrícola intensiva han estat vessats, directament o indirecta, a aquests mars somers i molt tancats, amb circulació minsa. Ací radica el perquè de l'acumulació de tota mena d'organoclorats a la biosfera marina del nord d'Europa.

Per contra, com ja se sap, la farina i l'oli de peix provenen fonamentalment de la zona de pesca d'intersecció dels corrents pacífic equatorial i el fred de Humbolt (que ve de l'Antàrtic), davant les costes de Xile i el Perú. Allí, la pesca de l'*anchoveta* proporciona la immensa majoria de la producció mundial de farina i oli de peix. Les costes del Perú i Xile, però, no han estat seu de producció agrícola intensiva, ni d'indústria potent i, tanmateix, no hi ha hagut abocaments significatius de organoclorats a les aigües australs. Així, les farines i els olis de peix australs, matèria primera dels pinsos, estan força menys carregats d'organoclorats i dioxines.

És l'alimentació natural dels salmons del nord (amb arengades) la que minva la qualitat dels salmons de granja europeus, enfront dels salvatges i els cultivats a les regions australs o a la costa nord del Pacífic, alimentats amb farina de peix del Pacífic. Sorprenent.

Són o no són, però, tòxics els salmons de granja europeus? A la fi, això és el que cal saber. Queda clar, com s'ha reconegut, que tenen dioxines. Però, són carcinògens potencials que han de ser exclosos de l'alimentació humana? Definitivament, els continguts en organoclorats (PCB i dioxines) trobats en salmons de cultiu estan tots per sota dels màxims autoritzats. La resposta és que són legals i estan dins de la legalitat, però sembla que se'n defugen més respostes. Tot i que són

legals, si tenen un alt contingut en dioxines, cal preguntar si són dolents per a la salut. Òbviament, l'índex tolerable no és un nombre màgic: si un determinat índex és inadmissible, el 60 % o el 40 % d'aquest no pot ser, raonablement, bo. O sí? Parlem-ne!

En realitat, quan parlem de la toxicitat d'un producte acumulable, cal mesurar no tant dosis puntuals com dosis continuades. Recordem que la ingesta màxima de dioxines establerta era aproximadament d'1 a 2 pg/dia/kg de pes. Una persona de seixanta quilos podria, doncs, ingerir entre 420 i 840 picograms de dioxines per setmana, posem que uns 0,9 µg/setmana.<sup>8</sup>

Quina quantitat de salmó vol dir això? Considerant el salmó més contaminat (3 pg/g), la ració setmanal màxima fóra de 280 g, segons els límits de l'OMS, i de 140 g, segons la norma europea. Sense fer gaires números, es podria menjar tranquil·lament una ració de salmó d'uns 200 g setmanals. Conseqüentment, a l'estat del coneixement i de la llei, cal considerar innocu el consum d'aquestes quantitats de salmó.

Seria raonable, però (pensant que, mort el gos s'acaba la ràbia), argumentar que no cal ingerir dioxines, ni poques ni moltes, i que fent campanya contra el salmó europeu, el salmó de cultiu, es protegeix la salut del consumidor. Encara que sembli il·lògic, això tampoc no és així. És coneguda, i cada vegada culturalment més estesa, la conveniència, la necessitat, d'ingesta d'àcids grassos omega-3 i omega-6 per al manteniment de la salut en general i, molt especialment, la cardiovascular. La font més important d'àcids grassos omega insaturats és el peix gras, el peix anomenat *blau*. A molts països del Nord, i especialment als Estats Units i l'Europa no mediterrània, el salmó de cultiu constitueix la millor oferta, assequible i culturalment desitjada, com a font d'àcids grassos cardiosaludables. Als països amb poca tradició cultural de consum de peix, com són els Estats Units i l'Europa no mediterrània, el salmó és pràcticament el

peix blau consumit més regularment, si no l'únic (fresc o fumat). I molt assequible en quantitat i preu, al contrari del seu parent salvatge, que resulta una *delikatessen* inassequible al gran consum.

L'eliminació del salmó de la dieta, diuen els dietistes, provocaria una mortalitat derivada de malalties cardiovasculars molt superior al possible augment d'incidència de càncer que es pogués derivar del consum de salmó amb un cert contingut de dioxines (en aquestes quantitats). Així doncs, la prevenció d'un risc remot (un augment de casos de càncer) comportaria una epidèmia segura de malalties cardiovasculars de conseqüències tràgiques.

L'efecte ha estat quantificat.<sup>9</sup> La ingesta d'uns 200 g setmanals de salmó (i dels àcids grassos omega insaturats que això comporta) redueix entre un 20 % i un 40 % la mortalitat per malaltia cardíaca sobtada. Per a una població de tres-cents milions d'habitants, això suposa estalviar anualment entre cinquanta mil i cent mil vides. La ingesta durant setanta anys seguits de la mateixa quantitat de salmó a la setmana augmentaria (en una població de tres-cents milions de persones) els casos de càncer en uns sis mil (un dos per cent mil).

L'elecció òbvia, des del punt de vista de protecció de la salut, és, per tant, fomentar el consum generalitzat de salmó de granja i no potenciar el rebuig social del producte. Una altra cosa són els interessos comercials o, encara més, guanyar audiència i vendre paper, explotant la por i el desconeixement del públic.

Al meu parer, doncs, l'exemple de les dioxines del salmó il·lustra la complexitat de les interaccions entre química, alimentació i salut. La conclusió, la políticament correcta, fóra que la gran complexitat de les interrelacions entre química, aliments i salut condiona la necessitat d'una anàlisi integral i multidisciplinària a l'hora d'avaluar la idoneïtat del seu consum.

També, però, es podria constatar que, conjuntament amb les in-

toxicacions alimentaries esporàdicament denunciades, produïdes per contaminants químics, són cada vegada més freqüents les intoxicacions mediàtiques que indueixen alarmes injustificades, de les quals es poden derivar conductes letals i que resten sempre impunes. Fins i tot, com en aquest cas, intoxicacions mediàtiques força més letals que les químiques derivades dels contaminants que denunciem. 🍷

## NOTES

1. Als països més pobres del món, malgrat que en els darrers cinquanta anys la seva població s'hagi duplicat (i hi hagi tres mil milions de boques noves per nodrir), la quantitat relativa de famolencs i subalimentats respecte a la població total ha minvat força, encara que sembla que es mantingui quan solament es comptabilitza el nombre absolut de desheretats. Fa cinquanta anys hi havia mil milions de famolencs; avui hi ha més o menys els mateixos, però amb tres mil milions de persones més. Això vol dir que s'ha redimit tres mil milions de persones, el triple de la població famolenc inicial, del flagell de la fam. Encara que molt millorable, s'ha fet una bona feina.
2. Una altra cosa són els gustos alimentaris que vénen d'enllà de l'Atlàntic i malmeten el gust (i el cos) del jovent i els «enganxa» a pizzes i hamburgueses. El que es vol assenyalar és l'extrema i assequible disponibilitat d'aliments en varietat i qualitat avui al mercat, impensable per als nostres avantpassats.
3. Algun país del Tercer Món en reivindica l'ús, i d'altres, sense reivindicar res, l'usen directament. Tenint en compte les seves necessitats, i fet el balanç de bé humà immediat envers dany ambiental futur, l'actitud és, si no justificable, sí comprensible.
4. 1 pg (1 picogram) = 10<sup>-12</sup> g.
5. R. A. HITES *et al.*, «Global assessment of organic contaminants in farmed salmon», *Science*, núm. 303 (2004), p. 226.
6. Sempre, però, amb valors inferiors als límits de contingut.
7. Hi vessen a la zona, de nord a sud, els rius Duna, Niemen, Vístula, Oder, Elba, Ems, Rin i Sena, aportant, durant molts anys, les escombraries químiques de bona part d'Europa.
8. 1 ng (1 nanogram) = 10<sup>-9</sup> g = 1000 pg.
9. <<http://mews.ans.purdue.edu/html4ever/2004/040108.Santerre.review.html>>