TOXICOLOGIA DELS ALIMENTS

Discurs llegit a l'acte de recepció
celebrat el dia 9 d'octubre de 1984
a la Reial Acadèmia de
Farmàcia de Barcelona

EXCEL·LENTÍSSIM SENYOR PRESIDENT,
EXCEL·LENTÍSSIMS I IL·LUSTRÍSSIMS SENYORS,
MOLT IL·LUSTRES SENYORS ACADÈMICS,
SENYORES I SENYORS

El gran honor que em concedeix aquesta digníssima Acadèmia, permetent que pugui presentar-me davant de tots Vostès, amb una gosadia i orgull que no tinc en absolut, vull acceptar-lo com a tribut a l'únic mèrit que puc oferir: una decidida vocació per la Universitat, en l'ensenyament i en la tasca de laboratori, que vaig aprendre dels meus professors i molt especialment del meu estimat mestre, el Dr. Francisco Moreno Martín. El meu mèrit, si existeix, està en ells, i a ells dedico aquest esdeveniment de la meva trajectòria acadèmica.

TOXICOLOGIA DELS ALIMENTS

Quan vaig presentar-me a aquesta docta Acadèmica, amb ocasió del meu ingrés com a Acadèmic Corresponent, vaig escollir un tema que em permetia fer una reflexió sobre qüestions lligades a la meva tasca docent, com són la Bromatologia i la Toxicologia. Per aquest motiu, el títol de la meva conferència va ser aleshores, el gener de 1978, precisamente, *Intoxicacions alimentàries.*

Com vostès poden veure m'atreveixo a repetir i a insistir en la mateixa temàtica. Ho faig amb l'esperança de poder oferir nous punts de reflexió, sempre vàlids i tal vegada molt actuals en la situació alimentària –no només del nostre país, sinó també de la comunitat dels països occidentals en la que estem integrats.

Abans d'entrar a tractar els punts que m'interessa comentar, voldria ressaltar, breument, el paper que juguen la Bro-

matologia i la Toxicologia en la formació i en l'activitat del Farmacèutic, la conjunció dels quals utilitzaré per al desenvolupament de la meva conferència.

No és el meu propòsit iniciar el joc dialèctic i l'apologia d'unes assignatures per les quals es pot lluitar en el pla d'estudis de la nostra llicenciatura; això és, en realitat, competència de buròcrates i apassionats. Entenc tan sols el farmacèutic com a un professional sanitari i aquest és el motiu pel qual, de molt a prop (o una mica tangencialment), cal que es preocupi, i es preocupa, per molts aspectes que giren al voltant de l'home, tant si es tracta d'un home sa com d'un malalt.

La Bromatologia és la ciència dels aliments, ciència àmplia que s'aboca en *l'aliment*, considerat des de punts de vista molt diferents. I els aliments, tal com queden definitis en el nostre C.A.E., són: *totes les substàncies o productes de qualsevol naturalesa, sòlids o líquids, naturals o transformats, que per les seves aplicacions característiques, components, preparació i estat de conservació, siguin susceptibles de ser utilitzats idòniament o habitualment per alguna de les següents finalitats: 1.ª) Per a la normal nutrició humana o com a fruitius, i 2.ª) Com a productes dietètics, en casos especials d'alimentació humana.* Queda dit, amb això, que tot aliment és un producte complex aliè a l'individu.

La necessitat d'aliments és un fet intrínsec a la pròpia vida, però no podem ser tan simplistes i concloure: "hem de menjar per viure". Aquesta necessitat primària és més sutil. Segons diu la F.A.O.: *Els aliments han de proporcionar a l'organisme una aportació energètica, plàstica i protectora, que permeti a l'individu les activitats físiques i psíquiques que corresponen a la seva idiosincràsia, a la seva activitat professional i a la seva situació ambiental; dit en altres paraules, els aliments han de proporcionar-li que pugui portar una vida físicament, mentalment i socialment activa,*

També, el 1981, en la celebració del *Primer Dia Mundial de l'Alimentació*, el Director General de la F.A.O. va recordar el "dret humà bàsic a una dieta adequada", dret inalienable a una dieta adequada, tant en quantitat com en qualitat. En quantitat, per evitar els excessos, situació molt freqüent en les societats econòmicament pròsperes i que constitueix un error alimentari tan perillós com pot ser-ho el defecte, la fam. Quant a la qualitat, per allò que asseguri la idoneïtat en l'equilibri entre el valor nutritiu i l'higiènic-

sanitari dels aliments. Equilibri certament difícil, als nostres dies, on la genuïna naturalesa de l'aliment, es complica per moltes raons, obligades, unes vegades, per la tecnologia, i altres per manipuladors i costums adquirits.

La Toxicologia pot definir-se tan simplement com va ferho Orfila al segle XIX: com la ciència dels verins. Més proper als nostres moderns esquemes mentals, va expressar-se Loomis en definir la Toxicologia com *l'estudi de les accions nocives dels productes químics sobre el teixit biològic.* Aquesta definició ens ofereix una visió dinàmica de la moderna Toxicologia, que planteja la relació obligada i constant de la interacció entre l'organisme i el xenobiòtic. En la mesura que el xenobiòtic, tan sovint és el medicament, és lògica la necessitat de la Toxicologia per als nostres professionals.

Ara bé, en aquest moment, ens importen, com a xenobiòtics, els aliments. Aquests, vistos en el conjunt dels seus components, constituents i vehicle d'ingredients, contaminants i residus, configuren una categoria particularment complexa de xenobiòtics, que mereixen la nostra atenció.

Pel que fa a l'organisme, també hem de tenir present, si volem establir, justament, la connexió de la que pot resultar l'efecte tòxic, determinats fets i circumstàncies. Així, la condició de salut, malaltia, necessitats alimentàries especials, en ambdós casos, edat, sexe, treball, etc., fan veure com pot ser d'àmplia la diversitat de possibles efectes, segons es barregin els condicionants esmentats, en arribar a l'organisme un aliment determinat.

Els comentaris anteriors ens obren la porta a l'amplitud de la Toxicologia alimentària, que resulta, com ja hem dit, de la interacció aliment-organisme. Queden plantejats, així, els dos elements del fenòmen tòxic: el *tòxic* (dosi, característiques, propietats, etc.) i l'individu (idiosincràsia: salut, malaltia, sexe, edat, etc.).

Per quant es refereix al tòxic: els aliments, seria convenient disposar de la màxima informació sobre els productes que pot contenir. Els uns, substàncies presents, normalment, en la seva composició genuïna, els altres, resultants de la seva condició acabable i de la seva tecnologia. Aquests darrers aspectes no són sempre ben coneguts i poden donar origen a nous fenòmens tòxics. Sobre algun d'aquests aspectes, haurem d'insistir, en especial, sobre aquells productes tòxics que resulten de la tecnologia, donat que, als nos-

tres dies, no en podem prescindir. I davant d'aquest fet, és fàcil caure, tant en comentaris triomfalistes en pro de la tecnologia, que serveixen tan sols els interessos econòmics, com en altres averanys catastròfics que poden conduir, únicament, la Humanitat a pitjors situacions de fam de les que pateix i que més aviat ens farien retornar a la Baixa Edat Mitjana.

Pel que fa a l'organisme, que rep l'aliment, poden ser considerats sota un punt de vista toxicològic, els desequilibris, invencibles o no, en l'aportació adequada de nutrients, els quals es tradueixen en les malalties de la fam i de la superabundància. Situacions freqüents i importants en el nostre món.

També es presenten situacions toxicològiques amb aliments ben coneguts i que es consumeixen, àmpliament, sense oferir cap mena de perill per a la majoria de la gent, però que per a algunes persones amb trastorns metabòlics o desordres bàsics congènits, desencadenen o agreugen la malaltia, a vegades, amb desenllaç fatal.

Però, caldria posar més interès en el procés toxocinètic que transcorre a l'organisme, quan rep un aliment, i, precisament, aquells dels ingredients que no coincideixen amb components fisiològics per als quals l'organisme disposa de vies metabòliques ben establertes. De no ser així, continuarem parlant, ininterrompudament, de *Toxicologia alimentària*, d'*intoxicacions alimentàries*, de *Tòxics dels aliments*, o d'*aliments tòxics*, de forma estereotipada, repetitiva, meritòria per un exercici memorístic, però, que no descobreix ni avança en el camí del coneixement real del problema. És per aquest motiu, que és transcendental considerar la conjunció aliment-organisme per arribar al concepte modern de la Toxicologia alimentària.

I tampoc seria cert, aïllar el binomi aliment-organisme, ja que el medi ambient en el que estem submergits avui dia, suposa una concomitància de productes molt diferents en la seva composició i origen. Cal pensar en els medicaments que rebem, els quals juntament amb els aliments, poden plantejar situacions tòxiques, resultat de les interaccions aliments-medicaments. Sobre aquest tema, recordo el Prof. MARINE que ho ha tractat i se n'ha preocupat repetidament. Segurament, els seus articles són ben coneguts per tots vostès i a ells em refereixo en la bibliografia citada al final (6), per qui desitgi aprofondir en aquest atractiu camp toxicològic. Altres factors del medi ambient a esmentar són els contaminants industrials i els additius alimentaris, sobre la biotransformació dels quals en sabem poca cosa, etc., i inclusivament els xenobiòtics, ja en forma de metabolits que poden contenir els aliments d'origen animal o vegetal, en el si dels quals ocorregué la transformació (aquest últim extrem planteja la suggestiva àrea de la Toxicologia dels intermediaris). Sobre aquests metabolits certs, però, desconeguts, el nostre organisme tornarà a actuar amb la intenció d'aconseguir una desintoxicació, de l'èxit o fracàs de la qual, repeteixo, poc es pot avançar, ja que fem front al desconegut. Igualment, la tecnologia dels aliments, suposa, moltes vegades, una via "in vitro" de metabolisme dels tòxics, no només dels additius i contaminants que hi transporta l'aliment, sinó també, com origen de modificacions perilloses dels principis immediats, sobre els quals actuarà de nou l'organisme biotransformant-los. I tot això, dins el marc que configura la idiosincràsia de l'individu.

Conceptes de perill i risc en la Toxicologia dels aliments

Abans d'entrar a tractar uns punts concrets de determinats problemes toxicològics de l'àrea alimentària, val la pena aturar-se, davant els conceptes de *perill* i *risc* toxicològic, ja que hi busco la raó que em decideix a tractar uns temes particulars. És a dir, convé dibuixar el marc en el que queden inclosos la majoria dels fenòmens toxicològics d'origen alimentari.

Per experiència pròpia, sabem que problemes de toxicologia aguda, si bé poden donar-se, no són ni els més freqüents ni els més importants. Amb això queda ben clar que el paràmetre DL_{50} serveix, per exemple, per classificar els tòxics segons la seva perillositat, té poc sentit en l'àmbit de la toxicologia alimentària.

Tal com vaig recordar al curs de Toxicologia Alimentària, donat a València durant l'abril de l'any passat (10), tots sabem que, per exemple, la Saxitoxina i la Tetrodotoxina dels musclos i dels "peixos bola" del Japó, respectivament, amb dosis letals per l'home de l'ordre de 1 mg/kg, pertanyen als verins polipeptídics més enèrgics que es coneixen. Són uns tòxics molt perillosos, però, el risc d'intoxicació per aquests és poc probable, com a mínim a les nostres latituds. No en canvi, per exemple, els productes sorgits en determinades

fases de l'alteració i modificació dels aliments o com a resultat de certes manipulacions. En aquests casos, si bé la toxicitat intrínseca pot ser greu, no són perillosos, per raó de les dosis tan baixes en que apareixen en els aliments. De totes maneres, el risc toxicològic és gran per la constant agressió que suposa la seva presència als aliments comuns de la nostra ració.

Aquesta situació de constant agressió, que planteja accions tòxiques a llarg termini, està relacionada amb molt diversos factors, p.e. els problemes dels additius, de les substàncies estranyes, dels contaminants, dels plaguicides i, certament, ofereixen un camp d'atenció primari que ha estat i és objecte d'una gran preocupació i control per part de les autoritats sanitàries i legislatives de tots els països.

Una altra font d'agressió són els tòxics d'origen natural que contenen els aliments, exemples dels quals són ben coneguts i no penso repetir-los, i altres, sorgits dels processos de la tecnologia dels aliments, com he dit abans. Són pocs els aliments que consumim crus, la major part són productes resultants d'una tecnologia, a vegades, molt complexa, altres molt simple, però que implica sempre canvis fonamentals en la composició primitiva de l'aliment.

Aquestes modificacions, buscades i que, sovint, venen de gust, són la majoria de les vegades, positives en molts sentits, sobre tot en el pla nutricional i econòmic, però igualment, poden presentar inconvenients toxicològics, no del tot coneguts, ni valorats en la seva exacta magnitud i transcendència.

Modificacions tòxiques dels lípids

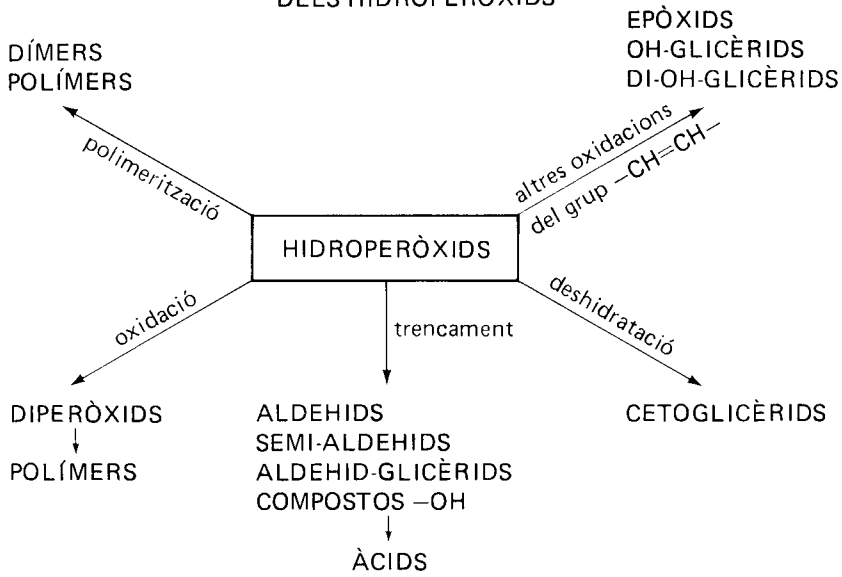
Respecte a aquests principis immediats, sempre es comença per recordar la profunda transformació que pateixen pels fenòmens d'enranciament i termoxidació. Ambdós processos es poden comentar, simultàniament, ja que podem considerar-los com un fenòmen únic, amb la sola diferència en la velocitat de la seva instauració en el greix, més brusca i violenta en el cas dels greixos rescalfats. És una diferència, per tant, més aviat quantitativa que qualitativa. En essència, els productes generats són molt sovint coincidents.

La bibliografia sobre el particular és molt abundant, degut a les importants implicacions, sobretot econòmiques, del problema i també nutricionals i toxicològiques que se'n deriven.

Des del meu punt de vista, PERMANYER, professor de la nostra Càtedra, en la seva Tesi Doctoral, llegida el març del 1983, inclou un magnífic treball de revisió actualitzada sobre els aspectes nutricionals i toxicològics. Penso referir-m'hi, en allò substancial, en els comentaris següents.

La degradació dels greixos comença amb l'aparició d'hidroperòxids, progressant cap a la formació de productes volàtils, polímers, epòxids i monòmers cíclics.

ESQUEMA GENERAL DE LA DEGRADACIÓ DELS HIDROPERÒXIDS



Els efectes biològics que produeixen els productes generats en l'enranciament i termoxidació, poden ser estudiats des de diferents punts de vista. A nosaltres ens interessen el nutricional i el toxicològic, si bé és difícil establir una diferenciació entre aquests dos àmbits.

Els primers canvis i pèrdues nutritives a assenyalar, amb les seves implicacions toxicològiques derivades, són:

1) Pèrdua de vitamines liposolubles.

2) Modificacions en alguns àcids poliinsaturats, el que suposa també la seva pèrdua de valor vitamínic.

3) Augment dels fenòmens d'hidròlisi, acidesa augmentada i, en conseqüència, més gran intolerància gastrointestinal.

Tots aquests aspectes nutritius de caràcter negatiu tenen la seva repercussió toxicològica, més accentuada, sobre tot,

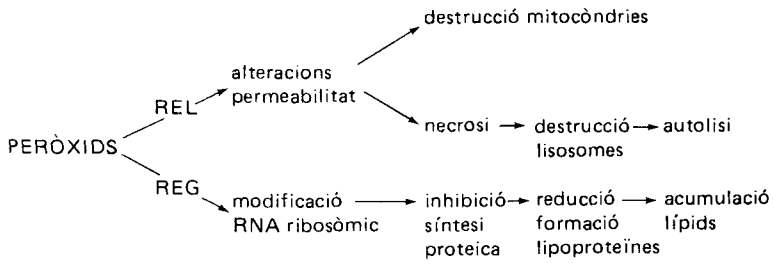
en el cas dels greixos d'insaturació inicial important (p.e. olis de llavors) ja que com se sap els àcids poliinsaturats són els més làbils a aquests processos degradants. Però, un altre aspecte comparatiu a considerar és que alguns productes de l'escalfament es comporten com a veritables xenobiòtics (acroleïna, polímers, monòmers cíclics i epòxids). D'aquests, menys els polímers d'alt grau de polimerització (per la qual cosa no s'absorbeixen i s'eliminen per via fecal), els monòmers cíclics i els epòxids són molt tòxics.

Per la seva part, l'acroleïna té una acció immediata i intensa sobre la mucosa de l'aparell respiratori, ocasionant greus lesions en els conductes tràqueo-bronquials, ara bé, el seu poder lacrimogen elevat constitueix un senyal d'alarma per a l'usuari. De totes maneres, els aliments cuits en forns tancats impregnats de greix poden quedar contaminats per acroleïna.

Però, més que comentaris puntuals, val la pena fer-ne de generals:

Les modificacions termoxidatives donen lloc a una gama amplíssima de subproductes de polaritat molt diferent. Això presuposa, obligadament, una modificació profunda en els processos de transport a través de les membranes cel·lulars i a uns fenòmens de biotransformació no ben coneguts (recordem que s'han generat xenobiòtics per als quals l'home no posseeix vies metabòliques pròpies). Però, a més els productes radicalaris actius, fàcilment actuaran de forma agressiva sobre els lípids, induïnt una oxidació dels mateixos (envelliment), heus ací la major necessitat de vitamina E en el cas del consum de greixos cuinats (d'olis insaturats) i a un canvi de la permeabilitat cel·lular.

El cas dels peròxids sobre el reticle endoplasmàtic, segons l'esquema següent, serveix d'exemple d'aquests efectes nocius dels productes sorgits del procés.



Es precís destacar que, obviament, l'extrapolació de les dades de l'experimentació animal, basades en assaigs d'alimentació amb greixos sotmesos a períodes d'escalfament llargs i agressius, a l'home, és molt difícil.

S'ha de tenir en compte que, en general, les dosis administrades de greixos escalfats són altes. En la dieta humana normal, l'oli i els greixos haurien de suposar un màxim d'un 20-30 % de les calories totals (encara que molts cops es passa aquesta xifra), i d'elles, una petita proporció estarà constituïda per greixos de fregits, per tant la ingestió de productes tòxics serà baixa.

D'allò dit anteriorment, se'n pot desprendre que el consum dels greixos rancis i rescalfats suposa un perill potencial. Segurament, no conduirà a un accident toxicològic agut, però tampoc pot despreciar-se el fet de l'agressió continuada i mantinguda al llarg de la nostra vida, i més, si recordem que la cuina dels pobles mediterranis inclou molts fregits.

Un altre aspecte en la modificació tecnològica dels lípids, potser no tan comentada popularment, com ho han estat els problemes anteriors, està constituït pel paper nutricional i biològic dels isòmers *trans* dels àcids grassos insaturats (1,2).

Com és sabut, els àcids grassos insaturats naturals contenen un nombre variable de dobles enllaços en la configuració *cis*. Aquesta configuració es veu més o menys modificada, per raó de la hidrogenació parcial. Per aquesta tecnologia, de gran importància econòmica en la fabricació de "shortenings" i margarines, els àcids *cis* passen, parcialment, als isòmers *trans*. El volum d'aquesta transformació, pot ser en productes grassos d'origen vegetal hidrogenats, de l'ordre del 8 al 70 %.

El paper dels àcids grassos *trans* en la dieta no és ben conegut, però s'apunten una sèrie de fets, que, si bé no poden ser acceptats en tota la seva amplitud davant la situació dels coneixements actuals, plantegen una sèrie d'interrogants que hauran d'aclarir-se ja que la seva trascendència nutricional i toxicològica és molt inquietant i de conseqüències imprevisibles.

L'alerta sobre el problema dels àcids grassos insaturats *trans* va iniciar-se el 1978, quan l'equip del Prof. KEENY de la Universitat de Maryland, va demostrar l'existència d'una correlació positiva entre el consum d'àcids grassos insaturats *trans* i determinats tipus de càncer, principalment de mama i pàncreas.

Com sabem, s'admet, generalment, que en determinats tipus de càncer, p.e. còlon i mama, el règim alimentici pot ser transcendental i s'ha imputat als greixos d'origen animal com a causes d'aquestes formes de càncer. Doncs bé, l'estudi portat a terme pel Prof. KEENY i col·laboradors, després de comprovar que el consum de greixos a Amèrica del Nord, des del 1910 al 1950, havia augmentat sensiblement (de 125 a 155 g/dia per càpita), tal vegada, no havia variat substancialment quant a aportació de greixos d'origen animal i sí, el de greixos d'origen vegetal i entre aquests els olis parcialment hidrogenats constitueixen la fracció més important (4).

Què se sap dels àcids insaturats *trans*? Entre altres coses, que són absorbits amb la mateixa facilitat que les formes *cis*, que són energèticament tan vàlids com aquests i potser avui dia això tampoc és tan clar, ja que les últimes experiències en aquest camp semblen concloure que animals sotmesos a alimentació rica en àcids grassos *trans*, presenten alts nivells de lípids a les femtes i la REP (relació d'eficiència proteica) es veu rebaixada. Per tant, l'aport energètic que es pogués esperar d'una ració tal, no es pot acomplir. (7)

Altres incògnites que es plantegen sobre la seva repercussió fisiològica activa, poden ser els punts següents:

Les formes *trans* es dipositen, un cop absorbides, en totes les fraccions lipídiques de l'organisme, variant per tant la composició de tots els teixits adiposos i de totes les fraccions lipídiques imaginalbes. En els fosfolípids, normalment, els àcids grassos insaturats queden fixats en la posició β. De totes maneres, quan hi ha una aportació important de formes *trans*, aquestes competeixen amb els àcids grassos saturats per la posició α. De la qual cosa és fàcil deduir, que les propietats físico-químiques dels fosfolípids que constitueixen el 50-80 % dels lípids totals de les membranes biològiques i en les que la naturalesa dels àcids grassos que les constitueixen determinen la permeabilitat i la fluïdesa d'aquests, ens fa reflexionar sobre el fet que les formes *trans* han de tenir un impacte decisiu sobre el funcionalisme normal de les membranes cel·lulars i intracel·lulars. Caldria afegir, també, i sobre el desenvolupament i proliferació de determinades cèl·lules canceroses?

També és molt diferent el comportament, quant a velocitat de l'hidròlisi es refereix, dels ésters de colesterol amb àcids grassos insaturats *trans* o amb formes *cis*. Des d'aquest punt de vista, les formes *trans* s'assemblen als àcids grassos

saturats. Aquest és un altre exemple, com l'anterior, que els sistemes enzimàtics saben distingir entre les formes *cis* i les *trans* i tendeixen a considerar aquestes últimes com àcids grassos saturats. El fet comprovat d'una colesterolèmia rebaixada en animals que reben racions riques en àcids *trans* no serà deguda senzillament a, com hem dit abans, que es perden molts lípids per via fecal?

La presència d'àcids grassos insaturats *trans* en els olis parcialment hidrogenats, ha obligat a establir una distinció molt clara entre *àcids grassos fisiològicament essencials* (PAPUFA = Physiologically Active Polynsatured Fatty Acdis), dels que no ho són. Així, certament, els àcids grassos essencials linoleic i araquidònic, en passar a àcids que contenen configuració *trans*, passen a ser fisiològicament inactius i és, precisament, en aquesta forma com estan en els "shortenings" i margarines.

A tal efecte, les formes *trans* ja no poden resoldre els estats carencials d'àcids grassos essencials, inclús el seu consum pot agreujar les lesions cutànies, característiques de la carència, però, encara més transcendental i molt inquietant és que no poden ser els precursors de prostaglandines, tromboexans i leucotriens com són el linoleic i l'araquidònic, en forma *cis*, amb les implicacions que d'aquest fet poden derivar-se.

Encara es poden enumerar altres situacions toxicològiques lligades al seu consum. Així, sembla cert i comprovat que les formes *trans* han de considerar-se entre els factors alimentaris de risc per a l'arteriosclerosi. Quines conseqüències poden derivar-se, tornant al problema dels fosfolípids que han incorporat a la seva molècula formes *trans* si parem atenció al fet que els fosfolípids i cerebròsids són tan importants i abundants en el cervell?

Cal que repetim que, davant l'estat dels coneixements actuals, no es pot arribar a una conclusió, però tampoc es poden ja ignorar aquests problemes, els quals, al meu entendre, constitueixen una incògnita toxicològica que no pot despreciar-se. El cert és que el consum de shortenings i margarines, en els hàbits alimentaris de la cuina centre-europea i nordamericana, ja no pot protegir-se amb comentaris nutricionalment vàlids. I pel que fa als països mediterranis, reconeguem que el seu ús entre nosaltres, si bé ens era estrany, ens va sent imposat, per la qual cosa hauríem d'adoptar una posició més crítica i prudent davant aquest fet.

Després d'aquests comentaris, val la pena conèixer la posició de la F.A.O. davant aquests problemes, que queden recollits en els punts següents de la seva publicació *"Els greixos i olis en la nutrició humana"*, 1980, en el capítol: *Línies futures d'investigació*, on es recomana entre altres punts: prosseguir l'avaluació, per estudis epidemiològics i clínics, dels possibles efectes a llarg termini sobre la salut d'individus que consumeixen dietes relativament riques en àcids grassos poliènics, i àcids grassos *trans*; determinació de la composició en àcids grassos, inclús la distribució cis/trans, d'aliments, utilitzant mètodes analítics moderns que permetin millorar els quadres de composició dels aliments disponibles.

Es recomana que els aliments elaborats que contribueixin de manera important al total de greixos ingerits, indiquin en les etiquetes el contingut total en greix, els percentatges d'àcids saturats, *cis*-monoènics, els àcids *trans* i tots els *cis*-poliènics. (1)

Comentades les modificacions dels lípids, ens interessarem, ara, per les que introdueix la tecnologia en les proteïnes i hidrats de carboni. De totes maneres, donat que no sempre és possible limitar els camps i encara més, quan l'aliment sobre el que la tecnologia incideix, conté al mateix temps els tres principis immediats, les modificacions s'instauraran de forma coincident i en alguns casos interdependent. Dit això, convé, en aquest punt de l'exposició, subratllar com a exemple d'aquesta interdependència, els fenòmens que ocorren als principis immediats en la tecnologia de la conservació dels aliments, per acció del fum (productes fumats), acció del foc directe (productes a la brasa) i els productes d'enfosquiment no enzimàtic. També, ens haurem d'aturar davant la possible utilització de determinades proteïnes i hidrats de carboni, productes resultants de noves tecnologies, els quals, en alguns casos, són importants ingredients dels "moderns aliments" que la nova societat exigeix i precisa. Em refereixo als hidrolitzats de proteïnes i midons modificats, els quals mereixen algun deteniment sota determinats aspectes toxicològics i que ens permetran conectar, finalment, amb el problema dels additius sota una nova perspectiva toxicològica.

Aliments fumats i a la brasa

El procés del fumat enriqueix els productes així conservats amb una sèrie de substàncies molt interessants, les quals, a més de comunicar caràcters organolèptics agradables, exerceixen múltiples accions, entre elles, antisèptiques i antioxidants, complint-se així la finalitat que persegueix aquesta modalitat de conservació.

Els aspectes negatius d'aquesta pràctica són deguts a la incorporació de substàncies que conté el fum de la fusta, la presència del qual seria injustificable en altres aliments per raó d'una addició voluntària. Potser és difícil que el problema toxicològic adquireixi proporcions greus, degut a les baixes dosis dels compostos incorporats i del consum no massa extès i habitual, com a mínim entre nosaltres, de productes fumats. Però la presència d'hidrocarburs cancerígens i mutàgens són uns altres aspectes més difícils d'evitar. Per exemple, és ben sabut que els productes exposats directament al fum de la fusta es contaminen per hidrocarburs aromàtics policíclics, molts dels quals són cancerígens pels animals.

El mateix problema, però potser més aguditzat, ha de considerar-se en les carns cuites amb graelles i sobre tot a la brasa. Entre els hidrocarburs cancerígens cal fer esment del benzatrè, benzofluorè i especialment el benzopirè, que és el més actiu, encara que moderat, però, en canvi és l'hidrocarbur amb poder mutagènic més elevat. Però, no només es formen els hidrocarburs cancerígens quan es crema el greix que surt de l'aliment mentre es cou sobre foc obert, també per la pirròlisi d'aminoàcids i proteïnes es produeixen substàncies mutàgenes.

S'han pogut identificar mutàgens que responen a aquest origen, per exemple, productes de la pirròlisi del triptòfan, glutàmic, etc. (8)

La formació de mutàgens depèn de la temperatura a que s'arribi en el procés: per als productes de pirròlisi del triptòfan està per sobre els 300°C, però també, a temperatures més saus, hi ha producció. En condicions d'escalfament moderat s'han pogut aïllar nous mutàgens en sardines a la brasa.

Fins aquí els comentaris són molt poc encoratjadors en la mesura que les perspectives de salut que ofereixen aquests aliments, a primera vista, semblen ser del tot catastròfiques.

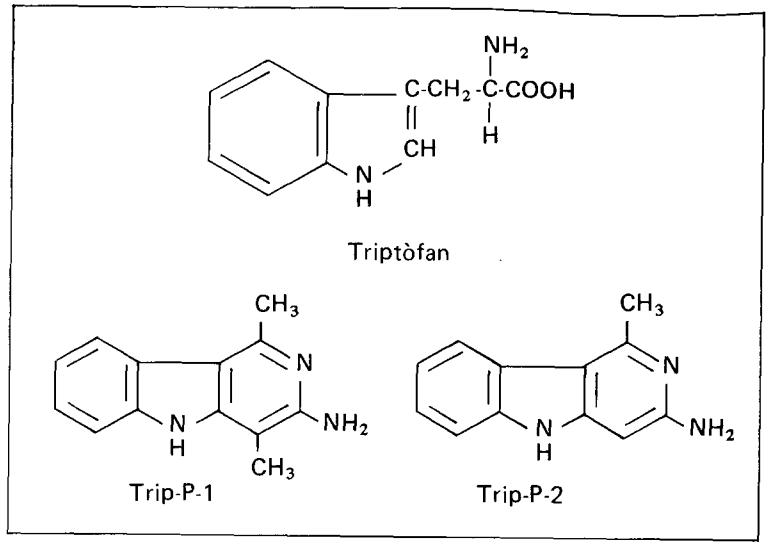


Fig. 1. Estructures del triptòfan. Trip-P-1 (3-amino-1,4-dimetil-5**H**-pirido [4,3-b] indole) i Trp-O-2(3-amino-1-metil-5**H**-pirido [4,3-b] indole).

Ens veiem obligats, doncs, a una reflexió que en ofereixi arguments que no desorbitin el problema. Així, en efecte, si bé existeixen estudis epidemiològics que indiquen una correlació entre increment de càncer i dietes amb aliments carbonitzats o molt fumats, no existeixen suficients dades per avaluar, globalment, el perill dels mutàgens.

Tinguem en compte, primer, que els assajos de mutagènia, en general, practicats segons el Test de Ames sobre Salmonel·la, si bé tenen l'avantatge de ser ràpids i permeten estudiar molts d'aquests productes, no són definitius per treure'n conclusions sobre l'home. Totes aquelles substàncies que donessin positiu, haurien de ser estudiades en assajos de llarga durada, d'una altra manera, no sortim de supòsits i seria del tot improcedent intentar concloure en alguna cosa. Encara que per prudència cal no menysprear aquests resultats.

Un altre punt que no podem oblidar és que l'aliment és un medi complex amb productes d'accions farmacològiques molt diverses, inclús anti-cancerígens i anti-mutàgens (el mateix benzopirè) i altres amb aquestes característiques, que sorgeixen en l'aliment com a conseqüència de la interacció entre components dels aliments i determinats additius, per exemple els nitrits que a pH àcid detoxifiquen de mutàgens

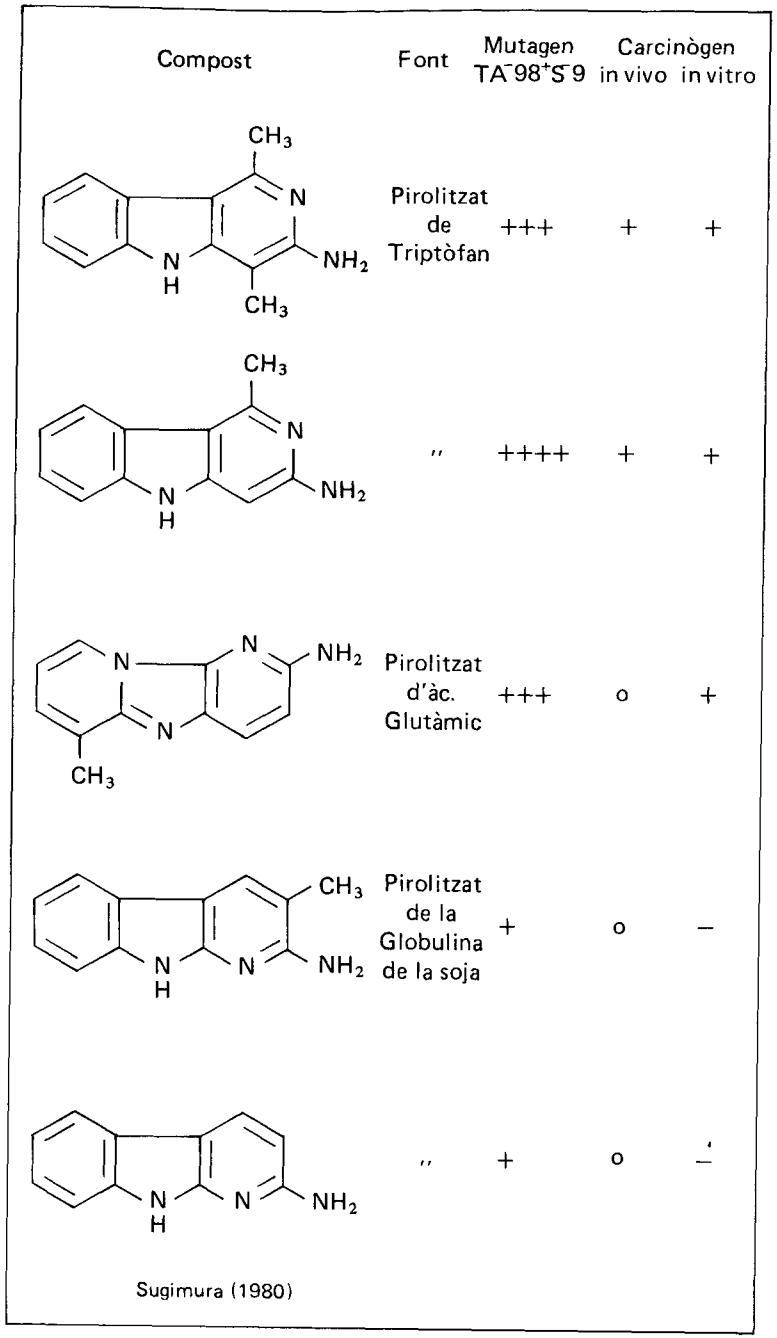


Fig. 2. Mutàgens i carcinògenes formats en aliments calentats.

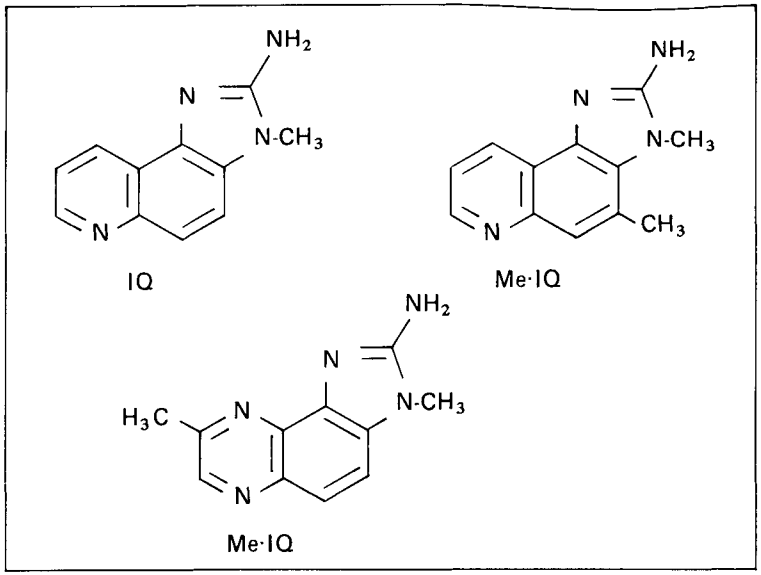


Fig. 3. Estructures d'IQ (2-amino-3-metilimidazo [4,5-f] quinolina); Me IQ(2-aminop3,4-dimetilimidazo [4,5-f] quinolina) i Me IQ_X(2-amino-3,8-dimetilimidazo [4,5-f] quinoxalina).

d'origen pirolític proteic. L'acció inhibitòria de càncer dels antioxidants BHT, BHA, etc.

Potser l'estat de coneixements sobre el problema només pot qualificar-se com a molt incomplet.

Però, el cert és que els profunds canvis que per "transformació tecnològica" pateixen els aliments, si bé són l'origen de molt variats xenobiòtics perillosos, és molt probable que instaurin també fenòmens d'inducció enzimàtica que podrien aconseguir una detoxificació. La conclusió és que cal aprofundir i trobar una resposta a aquesta agressió, certa, però que segons sembla en el mateix si de l'aliment pot trobar una solució, encara que sigui parcial.

Productes de l'enfosquiment

L'enfosquiment no enzimàtic dels aliments constitueix un fenomen d'importància en el període de conservació i és un dels primers canvis químics que s'originen en els aliments per tractament tèrmic. L'interès del seu estudi pot enfocar-se des d'un punt de vista tecnològic, però també, sense dubte, toxicològic.

La reacció de Maillard proposada el 1912 per explicar la formació de pigments marrons, polímers i productes volàtils, que es produeixen per la reacció entre el grup amino dels aminoàcids i el grup carbonil dels sucres, troba el seu medi natural en els aliments ja que en aquests es troben els precursors del fenomen.

La mescla de productes resultants d'aquestes complexes reaccions d'enfosquiment presenta una àmplia varietat de propietats físiques i químiques. A més dels colors i olors que es desenvolupen, posseeixen un poder antioxidant, però també sembla que puguin presentar una acció cancerígena i mutàgena, i, potser, anticancerígena i antimutàgena. Respecte d'això s'han aïllat substàncies mutàgenes en productes resultants de reaccions d'enfosquiment ocorregudes en solucions, i davant d'aquests resultats és molt interessant el plantejament d'investigacions sobre sistemes model per a l'aïllament i identificació de mutàgens creats en diversos sistemes d'enfosquiment, per la llum que poden proporcionar sobre aquest problema.

Així, vull destacar, d'un treball de SHIBAMOTO del 1982, els seus comentaris sobre el poder mutagènic dels productes resultants de les reaccions d'enfosquiment model maltol/NH_3 (9).

Entre els productes amb poder mutagènic, es trobaven una sèrie de derivats de la pirazina que com sabem tenen indubtable interès en la química de les aromes. Doncs bé, s'han aïllat més de 90 pirazines ja en sistemes model d'estudi, com també en aliments cuinats.

Donat que la problemàtica és anàloga a la dels aliments fumats i davant la situació dels coneixements actuals sobre el problema, no tenim més remei que remetre'ns als comentaris formulats en l'apartat anterior.

Hidrats de carboni i proteïnes modificades

Recordats aquests fenòmens de l'enfosquiment no enzimàtic i feta la reflexió que no són, considerats en el seu conjunt, un accident tan banal perquè no desperti l'interès del toxicòleg, podria preguntar-se ara, si pot ser acceptat, sense cap mena de recel, l'ampli ús que es fa en la indústria alimentària de midons modificats i hidrolitzats de proteïnes.

Què són els midons modificats? Són productes resultants d'una transformació dirigida dels midons natius. Amb això

s'aconsegueix de dotar el midó de propietats de gran interès tecnològic que modifiquen, profundament, el seu comportament durant la cocció, solubilitat en aigua freda i tendència a formar gels o pastes.

La modificació del midó es pot aconseguir per via física, però, molt principalment per via química: aquesta última, per *conversió*, p.e. suposa un atac degradant de les molècules a nivell dels enlaços glicosídics i formació d'altres nous en altres punts, per donar molècules més ramificades i oxidació d'alguns grups hidroxil a aldehid, cetona o carboxil; noves ordenacions o agrupaments moleculars, etc.

Per *derivatització*, s'aconsegueixen nous productes, resultants de reaccions químiques que introdueixen innombrables substituents químics (esterificacions, eterificacions, formació d'acetats, etc.). S'entèn que la naturalesa hidrolífica o hidròfoba dels substituents pot explicar els canvis en la viscositat, propietats estabilitzants, etc., d'aquests productes nous.

D'aquesta breu descriptiva, es dedueix quina és la missió que aquests midons modificats acompleixen en la indústria alimentària i el perquè del seu ús. Acompleixen, amb més gran èxit, el que es pretèn aconseguir, no tan feliçment, amb els midons natius, com espessidors i correctors de la textura dels aliments.

El volum de consum que la indústria fa d'aquests midons és molt gran, la menció dels nombrosos aliments on es troba el seu ús, ja ens indica la seva amplitud d'acceptació:

- Aliments per a lactants i nens de poca edat
- Sopes
- Salses
- Mahoneses
- Farciments per a pastissos
- Plats preparats
- Melmelades
- Nata muntada
- Cremes
- Galetes
- Gelats
- Farines
- Caramels
- Patates fregides
- Embotits
- Confiteria, etc., etc. ...

Podria dir-se que introdueixo uns comentaris sobre uns ingredients dels aliments als quals, en principi, no pretenia dirigir-me, ja que he evitat entrar en el problema toxicològic dels additius alimentaris. Però, crec, amb raó, que els midons modificats, si bé poden considerar-se, en funció de les seves propietats estabilitzants i espessidores, com a additius

alimentaris, entenc que per les quantitats dels mateixos entren a formar part de l'aliment, no coincideixen exactament amb el concepte d'additiu tal com l'estableix la nostra legislació. És a dir, com a analistes, primer, i sota un punt de vista nutricional, després, jutjarem uns continguts glucídics dels aliments que poc tenen de comú amb els hidrats de carboni d'origen natural. Dels productes modificats, només podem dir que hauran d'estudiar-se les implicacions nutricionals i toxicològiques que pugui suposar el seu consum repetit i freqüent. Les notícies a aquest respecte, no són abundants, però aquests estudis ja han estat iniciats (1978), encara que cal dir que l'estat actual dels mateixos és totalment insuficient. Vegem, també, per una altra banda, que en els nostres hàbits d'alimentació, inclús es pot abusar d'ells en incorporar-los amb molta freqüència, en tants aliments com els que ja hem esmentat.

Ja la FAO (1980) ha recollit la preocupació sobre aquest problema, i de les seves recomanacions, dirigides a promoure més amplis estudis, sembla haber-se iniciat, en el sector comercial, una particular sensibilització que aconsella prescindir dels midons modificats químicament, com a mínim, en els aliments per a bebés i a considerar-los, exclusivament, com "additius alimentaris", i, a tal efecte, la seva dosi no hauria de passar mai del 5 %.

També la F.D.A., com a resultat d'una sessió sobre els additius alimentaris d'ús comú i considerats usualment com GRAS (Generally Recognized as Safe), recomana un ús restrictiu dels midons modificats utilitzats com a espessidors, incloent-los en la classe 4, de les cinc que estableix, en ordre de restricció i d'insuficients dades per a la seva acceptació incondicional (febrer 1981).

El següent apartat a plantejar es refereix als hidrolitzats de proteïnes. Pot suposar el seu ús alguna mena de risc toxicològic? Aquestes substàncies configuren un altre gran capítol, molt suggestiu, de la Tecnologia Alimentària. És indiscutible que la Humanitat té un repte pel que fa a la lluita per aconseguir noves fonts d'aliments i un millor aprofitament dels recursos existents. Si no fos així, ens enganyaríem. L'home evoluciona i avança en tots els sectors de la tecnologia i, en el dels aliments, no ha de ser menys, i a més, en aquesta línia, l'avenç ha d'ésser bàsic i cal fomentar-lo. Ja els olis parcialment hidrogenats i els midons modificats ens han servit com a exemple. Davant de tot nou producte, cal

mantenir una reserva prudent, però tampoc ser insensats com per ignorar-los i rebutjar-los sense més discussió.

Encara que és difícil deslliurar els problemes nutricionals de determinades seqüeles toxicològiques, no s'han de classificar els productes que siguin inadequats nutricionalment entre els decididament tòxics. Tot és qüestió de matís que s'haurà de sospesar en tot moment.

Què són els hidrolitzats de proteïna? El seu mateix nom ho indica: productes resultants d'una hidròlisi d'un material fonamentalment proteic. Com a matèries primes, poden servir la caseïna, lactalbúmina, gluten de blat, proteïna de soja, llevat i proteïnes càrniques, com a extractes de fetge i carn de bou.

Segons a quin fi es dediquin, podem distingir dos grans grups. El primer dedicat, únicament i exclusiva, a complir una missió en el camp del sabor dels aliments. En aquest sentit, s'han de considerar com additius alimentaris. Un segon grup, que basa el seu interès en l'aportació d'aminoàcids, que respon a la seva composició real, i amb aquesta finalitat s'utilitza com suplement proteic, per exemple, en la nutrició parenteral, i per via oral de pacients que precisen un suplement proteic de fàcil absorció, com resulta de diverses situacions traumàtiques.

Els hidrolitzats amb funcions assaboritzants són els equivalents moderns, i en el món occidental, d'un producte conegut i utilitzat des de l'antiguitat a Orient. Podríem dir que són la traducció de l'antiguíssima "salsa de soja" que serveix per comunicar sabor a carn al menjar, fonamentalment, vegetarià de l'Extrem Orient, i que és a més, font d'aminoàcids nutritivament molt interessants. La tecnologia moderna ha trobat vies més còmodes i funcionals per a obtenir productes similars, evitant processos d'hidròlisi per enzims d'origen fúngic que aconseguia la "salsa de soja" en processos interminables que duraven d'un a dos anys. Avui dia, per via química, hidròlisi àcida o alcalina, el procés s'agilitza i els rendiments són millors. Es prefereix la via per hidròlisi àcida a l'alcalina per a obtenir el hidrolitzats assaboritzants, ja que si bé es perden aminoàcids interessants nutritivament, per exemple, totalment el triptòfan i en part la cisteïna i la tirosina, no tenen lloc, al menys en grau massa important, les racemitzacions d'aminoàcids, contràriament al que succeeix amb l'hidròlisi alcalina en què si tenen lloc.

Per aquests hidrolitzats, es prefereix partir de materials

proteics rics en glutàmic, ja que els factors assaboritzants, a més del sabor a "brou de carn", el més decisiu és el "factor glutamat" ja que la propietat interessantíssima d'intensificar els sabors naturals de molts aliments als quals s'associa (5), depèn d'aquest àcid.

Els hidrolitzats, en forma líquida o en pols, són a més molt rics en clorur sòdic, resultant de la fase de neutralització després de la hidròlisi que es realitza normalment amb àcid clorhídric. Aquest contingut en *sal* afavoreix també a assaboritzar (28,6-65,8 % en productes en pols i 10,7-21 % en líquids).

No hi ha motiu per sospitar un perill toxicològic de la utilització dels hidrolitzats de proteïnes, perquè el seu propi sabor amarg no permet addicions superiors a les que aconsella una bona pràctica de fabricació.

Però, aquest comentari no priva de fer esment que la composició d'aquests hidrolitzats, torna a repetir els inconvenients que ja s'han comentat sobre la interacció aminoàcids-hidrats de carboni, que tenen lloc en la reacció de Maillard.

Les matèries proteiques de partida sempre porten, en més gran o més petita proporció, hidrats de carboni, lípids i altres productes d'origen biològic. La hidròlisi àcida no només destrueix els enllaços peptídics fins nivells de dipeptids i aminoàcids, sinó que també hidrolitza els hidrats de carboni de pes molecular elevat i la lignina, p.e. present en llavors utilitzades amb aquesta finalitat, com la soja.

S'han aconseguit d'aquesta manera els elements necessaris perquè pugui iniciar-se el complex procés de la reacció de Maillard, degradació de Strecker, hidròlisi de la lignina i reaccions de caramelització. De tot això en resulta, que els hidrolitzats de proteïnes contenen, a més del glutamat monosòdic i del clorur sòdic que ja hem esmentat:

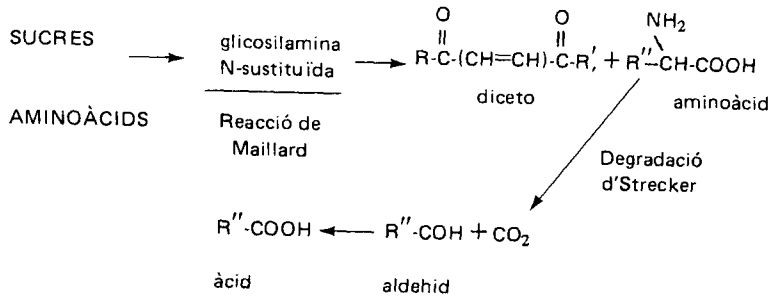
Àcids: fòrmic, acètic, propanoic, n-butíric que contribueixen a l'aroma a carn, ac. levulínic produït a partir del 5-(hidroximetil-2-formaldehid) procedent de la glucosa o fructosa. Existeixen *aldehids* i *furans* (acetaldehid, furfural, benzaldehid, 5-metil-furfural i aldehid fenilacètic) procedents de la fase de la degradació de Strecker de les reductones de la R. de Maillard. Els furans de la deshidratació dels hidrats de carboni (donen olor a caramel).

Pirazines a partir de la condensació 2-amino-propanol i amino-propanona, l'origen del qual també ha de referir-se a

la fase de la degradació de Strecker. Aquestes concedeixen "olor a nous" i

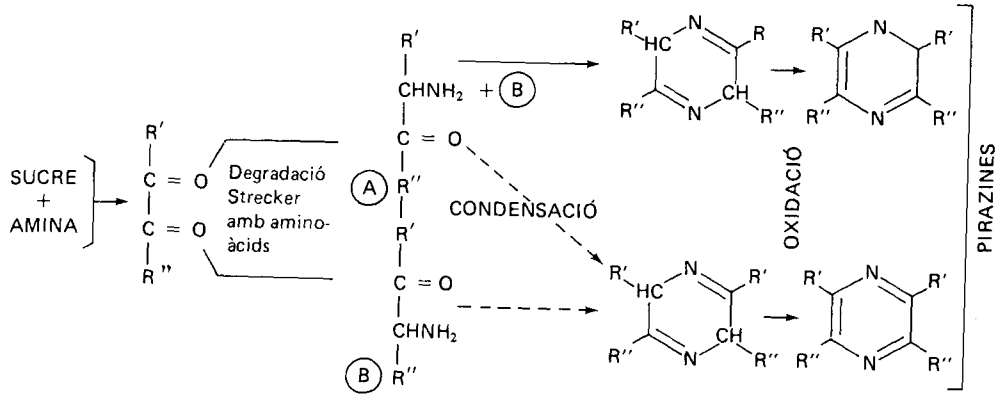
Fenols i productes fenòlics (diversos fenols, guaiacols, àcids fenòlics), a partir de l'àcid ferúlic que ve de la hidròlisi de lignina.

MECANISME DE PRODUCCIÓ D'ÀCIDS I ALDEHIDS EN ELS HIDROLITZATS DE PROTEÏNES VEGETALS (HPV) (5)



ÀCIDS		ALDEHIDS I CETONES	
Fòrmic	Crotònic	Acetaldehid	Benzaldehid
Acètic	2-Metil-2-butenoic	2-Butanona	Aldehid fenilacètic
Propanoic	Levulínic	Acroleïna	Acetofenona
n-Butanoic	2-Furoic	Furfural	4-Fenil-3-buten-2-ona
iso-Valèric	Fenilacètic		
n-Valèric			

PRODUCCIÓ DE PIRAZINES EN HIDROLITZATS DE PROTEÏNES VEGETALS (HPV) (5)



PIRAZINES AÏLLADES I IDENTIFICADES

Pirazina
2-Metilpirazina
2,5-Dimetilpirazina
2,6-Dimetilpirazina
2,3-Dimetilpirazina
2-Etil-3,5-dimetilpirazina
2-Etil-3,6-dimetilpirazina
2-Etil-3,5,6-trimetilpirazina
2,3,5-trimetilpirazina
Tetrametilpirazina

Els hidrolitzats de proteïnes amb finalitat terapèutica per la nutrició parenteral o oral de determintats tipus de pacients, s'obtenen per hidròlisi àcida (amb sulfúric i es complementen després amb triptòfan) o per via enzimàtica. Aquests productes, lògicament, han de cenyir-se a unes especificacions molt estrictes. Per exemple, les que recull el "Council of Pharmacy and Chemistry of the American Medical Association", entre les que s'atèn a les condicions de pH, declaració del contingut en aminoàcids essencials, d'altres substàncies afegides, nivells de sodi i potasi, absència de pirògens, poder antigènic, etc. L'enunciació d'aquestes exigències ja explica l'atenció a la prevenció toxicològica que poden comportar tals productes.

El breu repàs que hem realitzat sobre els perills toxicològics, encara que remots, que puguin deduir-se dels canvis que la tecnologia ha introduït en els principis immediats continguts als aliments i, encara més, com origen de nous ingredients alimentosos i alimentaris, quan els lípids, els hidrats de carboni i les proteïnes, per separat, han estat modificats tan profundament per una volguda tecnologia, ens porta a una consideració final en front d'una situació "nova" en la valoració del consum dels clàssics additius alimentaris.

La IDA (o DDA, ingesta diària admisible donada per TRUHAUT, el 1995 en el Consell d'Europa) és el paràmetre d'avaluació toxicològica clàssica que pretèn definir els marges de seguretat a l'exposició mantinguda (inclús tota la vida) davant els additius alimentaris.

Malgrat tot, per exemple, davant dels midons modificats i els hidrolitzats de proteïnes, considerats en el seu estricte sentit d'additius, sobre tot a nivell industrial, ¿no s'haurà de definir una nova categoria d'additius? ¿D'alguna manera, no s'haurà d'abandonar el clàssic paràmetre de la IDA? És del tot impossible plantejar una enquesta que valori la ingesta real d'aquests "nous additius" per part dels grups humans, ja que el seu ampli ús, plenament justificat pel nou concepte d'alimentació de la societat actual, impossibilita que les anàlisis de control convencionals puguin donar una resposta de la seva presència real.

Conclusió

Ens trobem davant una nova concepció de la "Toxicologia dels aliments", que ens acosta a una nova aproximació

del problema. Quedaran, es mantindran i se succeiran els exemples clàssics dels accidents toxicològics produïts per les toxiinfeccions alimentàries, per les confusions (bolets verinosos), per la ingesta de productes tòxics de la més variada índole, però propis de l'aliment, sumarem a aquestes circumstàncies el problema dels additius, contaminants, residus... als que tantes vegades ens referim, però les noves agressions que sofrirà l'organisme com subjecte passiu, tenen un altre origen. És l'agressió d'una alimentació que, conscientment, sabem que està manipulada, però a la que les noves estructures de la societat ens aboquen i que no podem o no volem evitar. El cert és que els aliments "d'abans", la cuina "d'abans", ja no existeixen. No és una frase pessimista, és real, hem d'acomodar-nos a aquest nou ambient, posar ordre, prudència i nova saviesa. Del que podem estar segurs és que en el nostre organisme, les rutes de la toxocinètica intentaran reaccionar davant el nou, l'insospitat, el que la "transformació tecnològica" dels aliments ha produït.

El camí de l'èxit pot ser difícil. L'accident de la "colza" no ens ha de descoratjar i, per heterodoxe que sembli, no podem ni considerar-lo. Va ser un exemple clar del problema de la "transformació tecnològica" totalment absurd, resultat de l'avarícia i de l'estultícia humana. Però, els problemes que planteja i plantejarà la tecnologia, són entre nosaltres, i davant aquest fet, no podem tancar els ulls i admetre, passivament, sense cap recel, tot el nou, però tampoc, rebutjar-lo amb menyspreu absolut.

Al que no es pot arribar és a la situació, per exemple, dels olis parcialment hidrogenats. Davant dels coneixements actuals i sospites dels perills toxicològics que suposen aquests greixos transformats, el 1971, DUTTON va haver d'expressar-se així: "Si el procés de la hidrogenació s'hagués descobert avui dia, probablement, no hauria pogut ser adoptada per la indústria dels greixos", i basa aquest comentari en reconèixer la ignorància que es tenia, en un principi, respecte a la complexitat dels isòmers que es formen durant la hidrogenació parcial i les seves implicacions metabòliques i fisiològiques (3).

He dit.

BIBLIOGRAFIA

1. Las grasas y aceites en la nutrición humana.
   Col·lecció FAO: Alimentación y nutrición. núm. 20. Roma, 1980.
2. BRISSON, G.
   Lipides et nutrition humaine.
   Les Presses de l'Université Laval. Quebec, 1982.
3. DUTTON, H. J.
   Progress in the Chemistry of Fats and other Lipids. Vol. 9
   Pergamon Press, Oxford, 1971.
4. ENIG, M. G.; MUNN, R. J.; KEENY, M.
   Dietary Fat and Cancer Trends —a Critique.
   Fed. Proc., *37:* 2215-2220, 1978.
5. MANLEY, C. H.; FAGERSON, I. S.
   The Flavors Industry.
   Decemb. 1971, 688-690.
6. MARINÉ FONT, A.
   Alimentos y medicamentos: interaccions, 1.ª, 2.ª i 3.ª part.
   Circ. Farm., *35* (256), 311-320; *35* (257) 473-483; *36* (258) 43-61. 1977-78.
7. MIR, N. I. et al.
   Effect of trans fatty acids on protein utilization and serum cholesterol.
   J. Food Sci., *1* (1984) 100.
8., PARIZA, M. W.
   Mutagens in heated foods.
   Food Technol., *36* (3), 1982, 53-56.
9. SHIBAMOTO, T.
   Occurrence of mutagenic products in browning model systems.
   Ibid. 59-62.
10. TORRE BORONAT, M. C. de la
    Componentes tóxicos naturales de los alimentos.
    (Conferència dictada al curs sobre Toxicologia Alimentària. ACTA-PV, MICOF València.) València, 25-28 abril 1983.

CONTESTACIÓ

PEL

Dr. ALFONSO DEL POZO OJEDA

ACADÈMIC NUMERARI

He aceptado con satisfacción el honroso encargo de contestar al discurso de ingreso en la Academia de la Muy Ilustre Dra. María del Carmen de la Torre Boronat. No siendo especialista en el terreno que abarcan sus actividades científicas me siento verdaderamente cohibido por el honor que la Academia me ha otorgado para esta siempre agradable tarea de recibir a un nuevo miembro de nuestra Corporación. Bien es cierto que, en este caso, el cumplir con el deber reglamentario se complementa gratamente con mis sentimientos de amistad y afecto hacia la Dra. de la Torre, iniciados en las aulas universitarias, en las que tuve la satisfacción de contarla como una aventajada alumna, seria, trabajadora, capaz e inteligente, y continuados más tarde, como compañera en el Claustro de nuestra Facultad.

Llega la Dra. de la Torre a esta Academia, como miembro correspondiente, en el año 1977, siendo la primera mujer solicitada para ello por nuestra Corporación, consciente de los méritos que la avalaban para tal cometido. Y hoy nos cabe la satisfacción de recibirla como Académica numeraria. Es evidente que sólo esta circunstancia hace vana la exposición de tales méritos que, sin embargo, es ineludible por razones reglamentarias.

Nació la Dra. de la Torre en Barcelona en 1932. Después de dar cima brillantemente a sus estudios secundarios, se licenció como farmacéutica en 1955, siendo nombrada inmediatamente Ayudante de clases prácticas de la Cátedra de Análisis Químico y Bromatología, materias de estudio e investigación que conformarían en lo sucesivo sus actividades, eficazmente desempeñadas bajo la dirección del Prof. Moreno Martín, titular de la Cátedra. Doctora en Farmacia en 1965, tras defender con brillantez su tesis doctoral, calificada de sobresaliente cum laude, acerca de la determinación de pequeñas cantidades de boro y flúor en aguas minerales y en vinos, subsiguientemente le fue concedido el Premio Extraordinario de Doctorado.

Profesora Adjunta por oposición en Bromatología y Toxicología, accedió en el mismo año de 1968, a Profesora Agregada de Bromatología, también por oposición, y siete más tarde, a desempeñar la Cátedra de Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona, al jubilarse su maestro. Previamente había alcanzado, también, el título de Técnico bromatólogo por la Escuela de Bromatología de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense, en 1962.

Esta trayectoria, en la que compagina el esfuerzo personal implícito en la dureza de la culminación de un exigente proceso vocacional, estuvo asociada desde la base con una ordenación sistemáticamente desarrollada también en el terreno complementario del conocimiento idiomático: becada para los Cursos de Idiomas de las Universidades de Heidelberg y Munich, alcanzó el título de traductora de alemán en la Escuela de Idiomas de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Barcelona, en 1958. Resultado palpable de este conocimiento aplicado al terreno de su área de conocimiento, es la traducción al castellano de tres obras del francés, dos del inglés y una del alemán.

Su trayectoria docente se complementa con su labor investigadora, que se inició en la Sección de Barcelona del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en 1963, y que en la actualidad se atestigua con medio centenar de trabajos experimentales publicados, que abarcan diferentes líneas de investigación: análisis de oligoelementos de carácter nutricional y toxicológico en alimentos, análisis de fraudes alimentarios y mejor conocimiento de la composición de productos naturales, con especial atención a los frutos cítricos, análisis de vitamina E en sus aspectos nutricionales, análisis toxicológicos de barbitúricos, benzodiacepinas, anfetaminas, fármacos "de abuso" y sus falsificaciones en el mercado negro de Barcelona y técnicas analíticas de "screening" en las urgencias toxicológicas por medicamentos.

La conjugación de su vocación docente e investigadora queda patente en la dirección de veinticinco Tesinas, cuatro Memorias de Fin de Carrera para la Escuela de Bromatología de Madrid y ocho Tesis doctorales y en la publicación de un libro sobre materias propias de su docencia universitaria.

Por último, la Dra. de la Torre es miembro activo de varias Sociedades de Bromatología y Toxicología españolas y extranjeras y ha participado en numerosos congresos y

reuniones nacionales e internacionales, presentando diversas comunicaciones y ponencias de su especialidad cuya enumeración desechamos por prolija.

Actualmente ostenta el cargo de Presidenta de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació y es miembro de la Comissió d'Experts pel Registre especial de productes alimentaris, del Servei d'Higiene dels Aliments, de la Conselleria de la Salut de la Generalitat de Catalunya.

En el interesante discurso, que acabamos de escuchar, la Dra. de la Torre plantea una cuestión que es evidente consecuencia de los temas de investigación y estudio que le son gratos y de las indudables horas de reflexión sobre las materias objeto de su trabajo experimental y sus lecturas. De esta manera surge, en sus palabras, un nuevo aspecto de la toxicología de los alimentos, derivado de una alimentación cada día más sofisticada y manipulada, que el modo actual de vida acepta e incluso, exige.

El alimento es siempre un producto complejo, suma de componentes propios y de otros que dependen de su tratamiento previo, de sus condiciones perecederas y en gran manera, de la tecnología a que se les somete: gran parte de estos factores condicionan situaciones que se yuxtaponen a la condición del producto básico. La tecnología alimentaria actual puede ser origen de modificaciones del sustrato considerado como un todo más o menos homogéneo, que deben considerarse desde puntos de vista actuales a la hora de enjuiciar los desequilibrios que se pueden originar en la relación alimento-organismo, mediante parámetros nuevos.

A este respecto, la Dra. de la Torre menciona un tópico muy extendido: "los alimentos *de antes*, la cocina *de antes*, ya no existe". Pierde aquí el tópico su acepción, más o menos peyorativa, de expresión trivial o vulgar, para alcanzar plenamente su verdadero significado de verdad inconcusa, ratificada por la experiencia, y por lo tanto, principio general del que pueden sacarse pruebas para los argumentos de un discurso.

El que las consecuencias de dicho tópico sean, a este respecto, buenas o malas, es lo que debe desvelarse. O mejor: llegar al conocimiento de cómo, cuándo y en qué circunstancias, en qué casos concretos y en qué situaciones generales pueden establecerse normas de conducta ante la situación planteada en nuestra época y en nuestras actuales tendencias alimentarias.

Y ello se conseguirá sólo cuando los conocimientos precisos vayan esclareciendo los pros y contras en cada ocasión y cómo reacciona el organismo ante las sustancias nuevas (contaminantes, aditivos...) o ante las que por una transformación producida por influencia de la tecnología se originen, de o en, los tradicionales sustratos bien conocidos y debidamente afrontados desde siempre por el organismo humano.

En el discurso se recogen plurales ejemplos basados en hechos conocidos, advirtiendo sobre lo actualmente ignorado y poniendo en guardia acerca de las posibles consecuencias derivadas de aceptar sin previo análisis exhaustivo las situaciones a que la innovación tecnológica puede conducir como consecuencia de la aceptación masiva de productos alimentarios modificados, cuya innocuidad a largo plazo no está totalmente establecida, se ignora por completo o se basa a lo sumo en suposiciones más o menos aventuradas.

De aquí la idea de la necesidad de un estudio toxocinético completo de los alimentos, muy digna de consideración y que probablemente consituye un estado de conciencia de los bromatólogos actuales. El camino así propuesto está jalonado de ejemplos, que en el discurso se desarrollan, al reparar en las modificaciones tóxicas que pueden producirse en los principios inmediatos constitutivos de los productos alimentarios.

Así, en los lípidos, menciona junto con los efectos del enranciamiento y la termo-oxidación de las grasas, también los relacionados con el papel de los ácidos grasos *trans* producidos en los procesos de hidrogenación parcial, preocupantes como peligro de riesgos a largo plazo sobre la salud, cada vez más acrecentados y extendidos si se considera el creciente consumo de margarinas y "shortenings" por los países desarrollados.

Análogamente, la tecnología actual incide en la modificación de prótidos y glúcidos, con potenciales peligros toxobromatológicos, deficientemente conocidos y explayados por ahora o incompleta y contradictoriamente analizados hasta la fecha.

Todo lo que antecede, expuesto y glosado con amplitud en el discurso que comentamos, ofrece nuevos puntos de reflexión acerca del papel que en la bromatología y la toxicología puede desempeñar el farmacéutico en este terreno y sobre la cuestión que aparece como *leit motiv* del discurso

de la nueva Académica: ¿Debe desarrollarse una nueva concepción de toxicología relacionada con los alimentos que nuestra generación recibe, acepta o incluso exige? En todo caso, se trata principalmente de una toxicología a largo plazo, que conviene conocer y prevenir por caminos no trillados hasta la fecha, y que evidentemente están lejos de precisar el concepto clásico de la LD_{50} como parámetro de clasificación toxicológica.

Por ello la Dra. de la Torre plantea la cuestión de que los nuevos problemas precisan de nuevas soluciones y propugna utilizar las rutas de la toxocinética para tratar esta situación actual. Es evidente que la farmacocinética ha aportado, en otro terreno, conocimientos y soluciones válidas a muchos problemas farmacológicos actuales, al propiciar el estudio del decurso de los fármacos en el organismo y se ha hecho imprescindible en muy pocos años. Por eso, y aunque no soy experto en problemas de esta índole, por similitud entiendo que las sugerencias de la Dra. de la Torre pueden probablemente proporcionar respuestas válidas a la interrogación que plantea. Con toda seguridad, el camino no será fácil, pero es atractivo, prometedor y, ciertamente, parece necesario andarlo.

Y, para concluir:

La Dra. de la Torre no es una recién llegada a nuestra Academia, a la que pertenece ya, en calidad de miembro Correspondiente desde hace años. No cabe, por tanto, darle la bienvenida, sino expresarle nuestro agrado y felicitarla por esta ratificación de confianza que supone su recepción como Académica de número, distinción merecida por su trayectoria científica y docente. Por eso, en nombre de la Corporación, me complace hacerlo así constar, momentos antes de que reciba la Medalla y el título acreditativo de su futura dedicación, en esta nueva etapa, a nuestra Academia de Farmacia de Barcelona.

He dicho.