

Millora nutricional dels ous i la carn de pollastre mitjançant l'alimentació

Improving nutritional value of eggs and chicken meat through feed

REBUT: 22/2/2011 ACCEPTAT: 16/3/2011

ANA C. BARROETA, ESTER VILARRASA
Universitat Autònoma de Barcelona.
Facultat de Veterinària. Departament de Ciència Animal i dels Aliments

RESUM: *En una primera part es recull la informació disponible sobre la composició lipídica de la carn de pollastre i dels ous, i de vitamina E (α -tocoferol), coneguda pel seu gran poder antioxidant. La segona part del treball està dedicada a l'estudi de la modificació del perfil d'AG del pinso que permet canviar la composició d'AG del rovell i de la carn de pollastre. Es pot dir que, a mesura que el nivell d'AGPI de la ració augmenta, el contingut d'AGPI de la carn i els ous també augmenta. Els AGPI omega-3 de CML (EPA i DHA) són els que tenen més interès en el disseny de pinsos (farines de llinosa o de peix) per a l'obtenció d'aliments enriquits per als humans. El problema més important d'augmentar el grau d'insaturació de la carn és que provoca una major susceptibilitat a l'oxidació lipídica, factor que determina el deteriorament de la qualitat global de la carn i els ous. L' α -tocoferol és l'antioxidant d'origen natural que ha demostrat una major potència. Es presenten els resultats de l'experiència amb pinsos de nivells creixents d'AGPI i d'acetat d' α -tocoferol.*

PARAULES CLAU: Ous, carn de pollastre, modificació nutricional, lípids, vitamina E.

ABSTRACT: *The first part of the study contains information on the lipid composition of chicken meat and eggs and on vitamin E (alpha tocopherol), known for its great antioxidant power. The second part is devoted to studying the modification of the fatty acid profile of feed that can change the fatty acid composition of yolks and chicken meat. This shows how the PUFA content of meat and eggs increases in correlation with PUFA intake levels. The omega-3 PUFA of CML (EPA and DHA) are the most interesting in feed design (linseed or fish meal) to obtain enriched foods for humans.*

The biggest problem associated with increasing the degree of unsaturation is that it causes a greater lipid oxidation susceptibility factor that determines the deterioration of the overall quality of meat and eggs. Alpha tocopherol is the antioxidant of natural origin that has proved to be most effective. The study presents the results on tests in which PUFA and alpha tocopherol acetate levels were increased in feed.

KEYWORDS: Eggs, chicken, nutritional modification, lipids, vitamin E.

Correspondència: Ana C. Barroeta,
Grup d'Investigació en Nutrició, Maneig i Benestar Animal, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona,
08193 Bellaterra (Barcelona), Espanya
Tel.: 935 811 897.
Fax: 935 812 006.
A/e: ana.barroeta@uab.es

INTRODUCCIÓ

La carn de pollastre i els ous són ingredients habituals en l'alimentació de l'home. Particularment, la carn de pollastre representa el 30 % del total de carn consumida a l'Estat espanyol i el consum d'ous se situa en 200 unitats per habitant i any.

Aquests aliments es caracteritzen per la seva elevada densitat nutritiva, per la seva excel·lent relació qualitat-preu i per ser ingredients bàsics i versàtils des d'un punt de vista culinari. Tal com es pot observar a les taules 1 i 2, tant la carn de pollastre (especialment el pit) com l'ou tenen uns continguts moderats en calories i àcids grassos saturats (AGS). D'altra banda, són aliments que contenen gran quantitat de proteïnes d'alt valor biològic, vitamines i minerals.

A través de l'alimentació animal, és a dir, de la composició dels pinsos, es possible modificar la composició de la carn de pollastre i dels ous i així influir sobre la nutrició dels humans. Un dels temes d'interès més actual és la composició d'àcids grassos de la fracció lipídica i la disponibilitat d'antioxidants que ha estat l'objecte de recerca.

Pel que fa a l'estructura de l'article, en una primera part es descriu la composició en àcids grassos del greix de la carn i dels ous, diferenciant entre els àcids grassos saturats i insaturats (AGS, AGI), i la relació amb la composició de la fracció lipídica dels pinsos.

L'estudi fa especial atenció als àcids de la família omega-3, utilitzant farina de llinosa o oli de peix en els pinsos. La incorporació de vitamina E (α -tocoferol) al pinso referma els 1,9 mg per 100 g de l'ou i els 0,3 mg per 100 g de la carn de pollastre.

Composició lipídica de la carn de pollastre i dels ous

La taula 1 mostra la composició nutricional de la cuixa i el pit de pollastre, que són les parts comestibles de major valor comercial del pollastre.

Tal com s'observa a la taula 1, el

contingut total i la composició dels lípids varia segons la porció comestible a la qual ens referim. La pell conté la major proporció de greix, composta fonamentalment per triacilglicèrids (Ferrini *et al.*, 2008). Ara bé, el pit conté quasi la meitat de lípids totals que la cuixa, els quals estan constituïts en més d'un 50 % per fosfolípids. Tot i així, el pit presenta una major proporció d'àcids grassos

poliinsaturats (AGPI) i menor de monoinsaturats (AGMI) que la cuixa (Cortinas *et al.*, 2004). Quant a la composició, els AG majoritaris són l'oleic, el palmític i el linoleic.

Pel que fa als ous, aproximadament un 10 % de la fracció grassa (5,5 g per ou de 60 g) es troba dipositada exclusivament al rovell, de la qual un 66 % són triacilglicèrids, un 28 % són fosfolípids i un 5 % és co-

TAULA 1. Composició de la cuixa i el pit de pollastre sense pell (Moreiras *et al.*, 2005)

Nutrient	Composició per 100 g de porció comestible	
	Cuixa de pollastre	Pit de pollastre
Aigua (g)	70,3	75,4
Energia (kcal)	167	112
Proteïnes (g)	20,0	21,8
Lípids (g)	9,7	2,8
AGS (g)	2,6	0,76
AGMI (g)	4,4	1,3
AGPI (g)	1,8	0,52
Colesterol (mg)	110	69
Calci (mg)	13	14
Ferro (mg)	1,1	1,0
Magnesi (mg)	22	23
Fòsfor (mg)	147	173
Potassi (mg)	248	320
Sodi (mg)	64	81
Zinc (mg)	1	0,7
Tiamina (mg)	0,1	0,1
Riboflavina (mg)	0,15	0,15
Eq. de niacina (mg)	10,4	14,0
Biotina (μ g)	2,0	2,0
Àcid fòlic (μ g)	10	12
Vitamina B6 (mg)	0,3	0,4
Vitamina B12 (μ g)	0,4	0,4
Vitamina A: eq. de retinol (μ g)	9	16
Vitamina D (μ g)	0,2	0,2
Vitamina E (mg)	0,2	0,3

TAULA 2. Composició nutricional de l'ou sencer de gallina (Aparicio et al., 2008)

Composició per 100 g de porció comestible ¹ (eq. a 2 ous de classe M)			
Aigua (g)	76,9	Minerals	
Energia (kcal)	141	Calci (mg)	56,2
Energia (kJ)	593	Fòsfor (mg)	216
Proteïnes (g)	12,7	Ferro (mg)	2,2
Carbohidrats (g)	0,68	Iode (µg)	12,7
Sucres senzills (g)	0,68	Zinc (mg)	2,0
Lípids (g)	9,7	Magnesi (mg)	12,1
AGS (g)	2,8	Sodi (mg)	144
AGMI (g)	3,6	Potassi (mg)	147
AGPI (g)	1,6	Coure (mg)	0,014
Colesterol (mg)	410	Seleni (µg)	10,0
C18:1 Àc. oleic (g)	3,40	Fluor (mg)	0,11
C18:2 Àc. linoleic (g)	1,34	Manganès (mg)	0,071
C18:3 Àc. linolènic (g)	0,04	Crom (µg)	2,5
AG trans (mg)	0,032	Aminoàcids	
EPA (mg)	7	Alanina (mg)	755
DHA (mg)	60	Arginina (mg)	755
Total d'omega-3 (mg)	101	Àcid aspàrtic (mg)	1.239
Vitamines		Cistina (mg)	236
Tiamina (mg)	0,11	Àcid glutàmic (mg)	1.536
Riboflavina (mg)	0,37	Glicina (mg)	450
Eq. de niacina (mg)	3,30	Histidina (mg)	280
Vitamina B6 (mg)	0,12	Isoleucina (mg)	789
Eq. de folat dietètic (µg)	51,20	Leucina (mg)	1.069
Vitamina B12 (µg)	2,10	Lisina (mg)	755
Vitamina C (mg)	0	Metionina (mg)	382
Pantotènic (mg)	1,80	Fenilalanina (mg)	679
Vitamina A (eq. de retinol) (µg)	227	Prolina (mg)	500
Vitamina D (µg)	1,80	Serina (mg)	976
Vitamina E (eq. d'α-tocoferol) (mg)	1,90	Treonina (mg)	602
Vitamina K (µg)	8,90	Triptòfan (mg)	195
Biotina (µg)	20,00	Tirosina (mg)	501
Altres substàncies		Valina (mg)	950
Colina (mg)	250		
Luteïna + zeaxantina (µg)	331		

¹ Porció comestible: 87 % del pes total de l'ou amb closca.

lesterol. Així doncs, també és remarcable l'alt nivell de fosfolípids de l'ou (uns 2 g per ou), del qual destaca la presència de fosfatidilcolina o lecitina (Barroeta, 2008). D'altra banda, les vitamines liposolubles i els carotenoides constitueixen un 1 % dels lípids del rovell. Amb relació al percentatge d'àcids grassos de l'ou sencer comestible, un 3 % són AGS, un 4 % són AGMI i un 2 % són AGPI (un 1,3 % del qual es troba constituït per àcid linoleic essencial).

No només la quantitat, sinó també la relació entre AG té una important repercussió per a la salut. Tal com s'observa, la relació AGPI/AGS, tant de la carn de pollastre com dels ous, se situa entre 0,57-0,73, cosa molt favorable, ja que se situa per sobre dels valors mínims recomanats (0,35).

Referent a la vitamina E o α-tocoferol, aquesta és coneguda pel seu gran poder antioxidant, ja que neutralitza l'acció degenerativa dels radicals lliures i prevé l'oxidació cel·lular. L'ou conté 1,9 mg de vitamina E per cada 100 g, la qual cosa representa el 15,8 % de la quantitat diària recomanada (QDR). Pel que fa a la carn de pollastre, el contingut n'és menor (0,2-0,3 mg / 100 g). És per això que, a causa de la demostrada acció funcional de la vitamina E, s'han fet estudis per tal d'aconseguir aliments enriquits amb aquesta vitamina a partir de l'alimentació dels animals.

Modificació del perfil d'àcids grassos i del contingut en vitamina E

Està ben establert que la modificació del perfil d'AG del pinso permet canviar la composició d'AG del rovell i de la carn de pollastre. Prement com a exemple els resultats de López Ferrer *et al.* (1999a, 1999b i 2001a), s'observa com, modificant els percentatges d'AG de la dieta, s'aconsegueixen variacions en el perfil lipídic de la cuixa de pollastre, encara que les diferències siguin proporcionalment inferiors a les dietètiques. Tot i així, la manipulació del contingut d'AGS és més limitada

que el d'AGI, i la fracció poliinsaturada varia de manera inversa a la monoinsaturada.

En concret, existeix una relació lineal positiva entre els AGPI consumits per l'animal i el contingut dipositat a la carn i, pel que fa al cas de la gallina de posta, al rovell. Es pot dir que, a mesura que el nivell d'AGPI de la ració augmenta, el contingut d'AGPI de la carn i els ous també augmenta. Com és obvi, aquest mateix patró també es segueix en el dipòsit d'AGPI omega-3 (figures 1 i 2).

Així, una de les possibilitats per millorar la qualitat lipídica de la carn de pollastre i dels ous és augmentar el seu contingut d'AGPI omega-3. Els AGPI omega-3 han demostrat tenir un efecte beneficiós pel que fa a la prevenció i desenvolupament de malalties cardiovasculars i per millorar les funcions visuals i mentals. A la família omega-3 trobem l'àcid linolènic (LNA C18:3 ω3), que és essencial i precursor dels seus derivats de cadena molt llarga (CML), entre els quals destaquen l'icosapentaenoic (EPA, C20:5 ω3) i el docosahexaenoic (DHA, C22:6 ω3). Ara bé, no tots els AGPI omega-3 tenen la mateixa eficàcia biològica, ja que l'organisme transforma l'LNA en els seus derivats EPA i DHA d'una manera molt limitada, a causa de la competència pels enzims d'elongació i dessaturació entre les famílies omega-3 i omega-6. És per això que és més eficient consumir directament els AGPI omega-3 de CML (EPA i DHA), ja que són els que han demostrat que disminueixen amb eficàcia la incidència de problemes cardiovasculars. Per tant, no s'ha de tenir únicament en compte el contingut total d'AGPI omega-3, sinó també quins són aportats per l'aliment quan es dissenyen pinsos per a l'obtenció d'aliments enriquits.

És per aquest motiu que nombrosos autors han treballat en la modificació del contingut d'AGPI omega-3 de la carn de pollastre i dels ous, i per això han utilitzat diferents fonts d'enriquiment:

— La llinosa, tant sencera, mòlta, com en forma d'oli, és la princi-

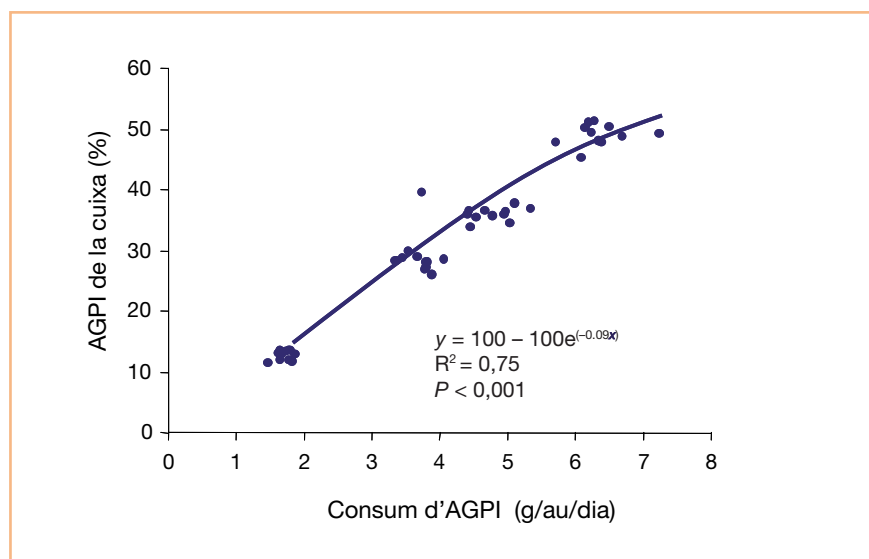


FIGURA 1. Variació del percentatge d'AGPI de la cuixa de pollastre (adaptat de Cortinas *et al.*, 2004).

pal font vegetal d'AGPI omega-3. L'LNA és l'AG principal, i només existeixen traces de DHA, docosapentaenoic (DPA) i EPA. En conseqüència, els teixits dels animals alimentats amb llinosa presenten una baixa proporció en els esmentats AGPI de CML.

— L'oli de peix és la font més utilitzada per incorporar AGPI omega-3 de CML. Ara bé, la proporció dels AGPI omega-3 de CML també varia notablement en funció de l'origen de la font marina. A més de l'oli de

peix, també s'han emprat, encara que en menor mesura, algues i zooplàncton. De fet, el zooplàncton i el fitoplàncton marí són les fonts principals d'AGPI omega-3 i l'origen d'un alt contingut d'EPA i DHA dels productes marins.

Així, a la bibliografia es troba com la suplementació amb fonts marines (oli o farina de peix, algues i altres derivats) augmenta la quantitat d'AGPI omega-3 de CML, en concret d'EPA i DHA, a la carn de pollastre i als ous (Baucells *et al.*, 2000;

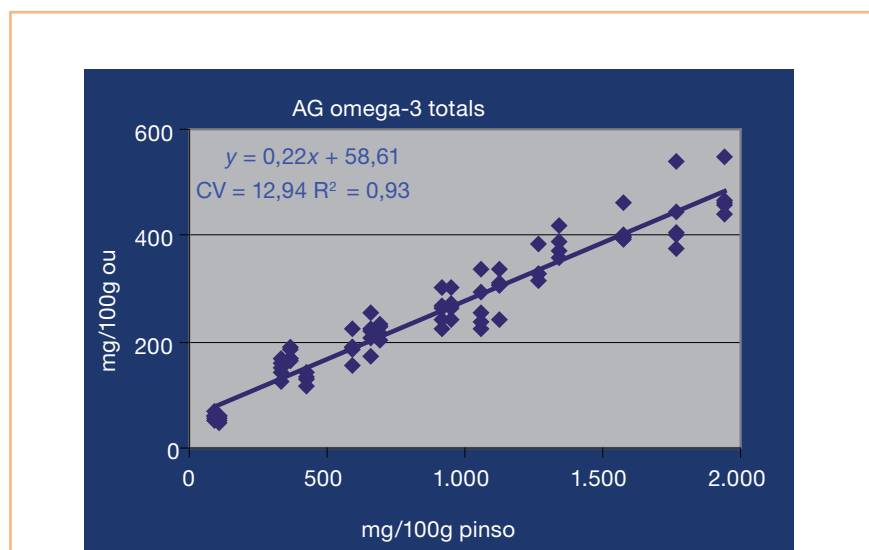


FIGURA 2. Variació de la quantitat d'AGPI omega-3 de l'ou en funció del seu contingut al pinso (adaptat de Baucells *et al.*, 2000).

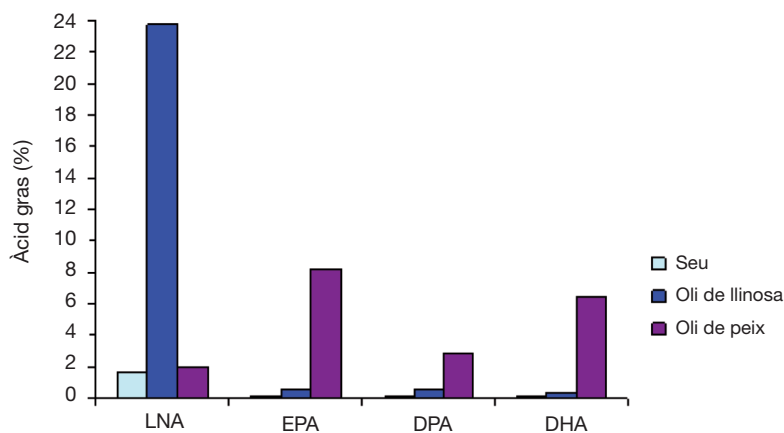


FIGURA 3. Variació del percentatge de LNA, EPA, DPA i DHA de la cuixa de pollastre sense pell en funció del tipus de greix suplementat al pinso (adaptat de López Ferrer *et al.*, 1999a, 2001a i 2001b).

López Ferrer *et al.*, 1999a, 2001a i 2001b). En canvi, amb la utilització d'oli de llinosa o colza, rics en LNA, s'aconsegueix incrementar de manera significativa els nivells d'aquest AGPI a la carn i als ous, però en molta menor mesura dels d'AGPI omega-3 de més de 20 àtoms de carboni (figura 3).

Això no obstant, existeixen diferències entre la carn i l'ou. S'ha observat que les gallines tenen una limitada però efectiva capacitat de

synthetitzar DHA a partir del seu precursor LNA, ja que s'ha vist com augmenta el dipòsit d'aquest AGPI omega-3 de CML quan les gallines són alimentades amb pinsos amb quantitats creixents de LNA, però amb nivells molt baixos de DHA (figura 4). Aquests autors també van observar que la quantitat de DHA de l'ou era superior a la d'EPA.

Tal com s'ha observat, l'enriquiment en AGPI omega-3 es pot aconseguir a través d'estratègies nutri-

cionals, tal com demostren els diferents treballs d'investigació realitzats. D'aquesta manera, les quantitats establertes de LNA i EPA+DHA es poden obtenir amb la suplementació de llinosa i/o peix, respectivament. Barreges de diferents fonts de greix afegides al pinso i temps de suplementació es poden establir per assolir la quantitat requerida d'omega-3 pel consumidor.

Ara bé, no tot són avantatges, ja que l'enriquiment dels aliments en AGPI va associat a un major contingut de dobles enllaços. El problema més important d'augmentar el grau d'insaturació de la carn és que provoca una major susceptibilitat a l'oxidació lipídica (figures 5 i 6), factor que determina el deteriorament de la qualitat global de la carn i els ous. A més, aquesta degradació de la fracció lipídica es veu afavorida pels processos de cocció i emmagatzematge (Cortinas *et al.*, 2001 i 2004; Grau *et al.*, 2001; Galobart *et al.*, 2001).

Per una part, l'oxidació provoca l'aparició d'olors i sabors estranys, així com alteracions de color, i redueix d'aquesta manera la qualitat organolèptica. En un treball de Bou *et al.* (2001) s'estableix una correla-

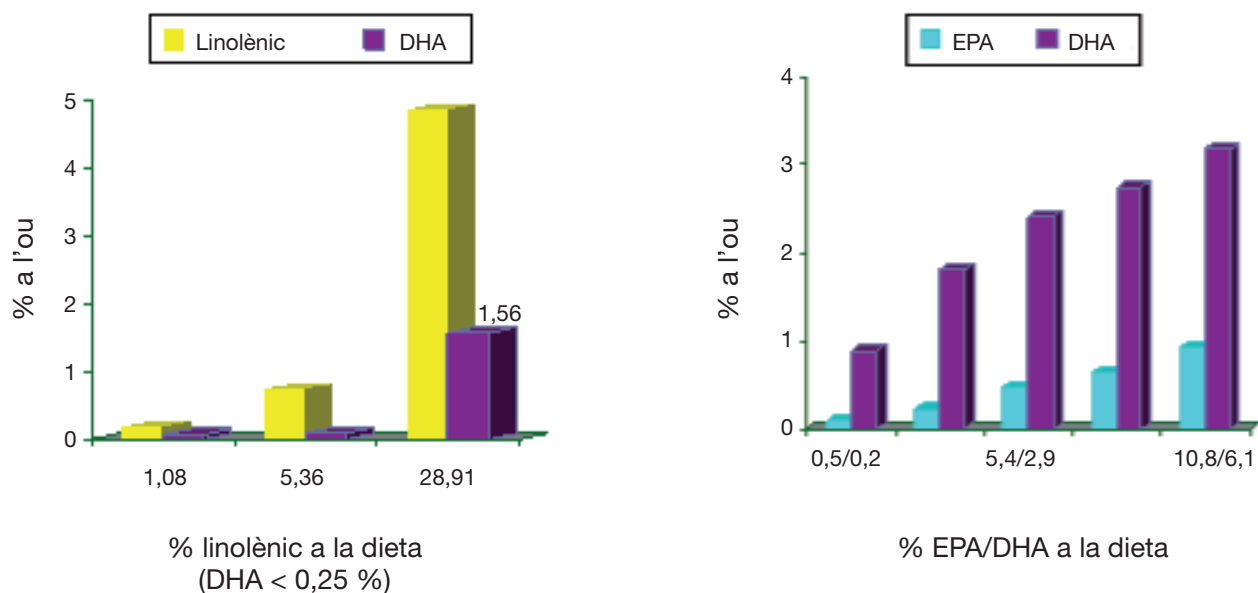


FIGURA 4. Variació del percentatge de LNA, EPA i DHA a l'ou en funció del tipus d'AGPI present al pinso (adaptat de Baucells *et al.*, 2000).

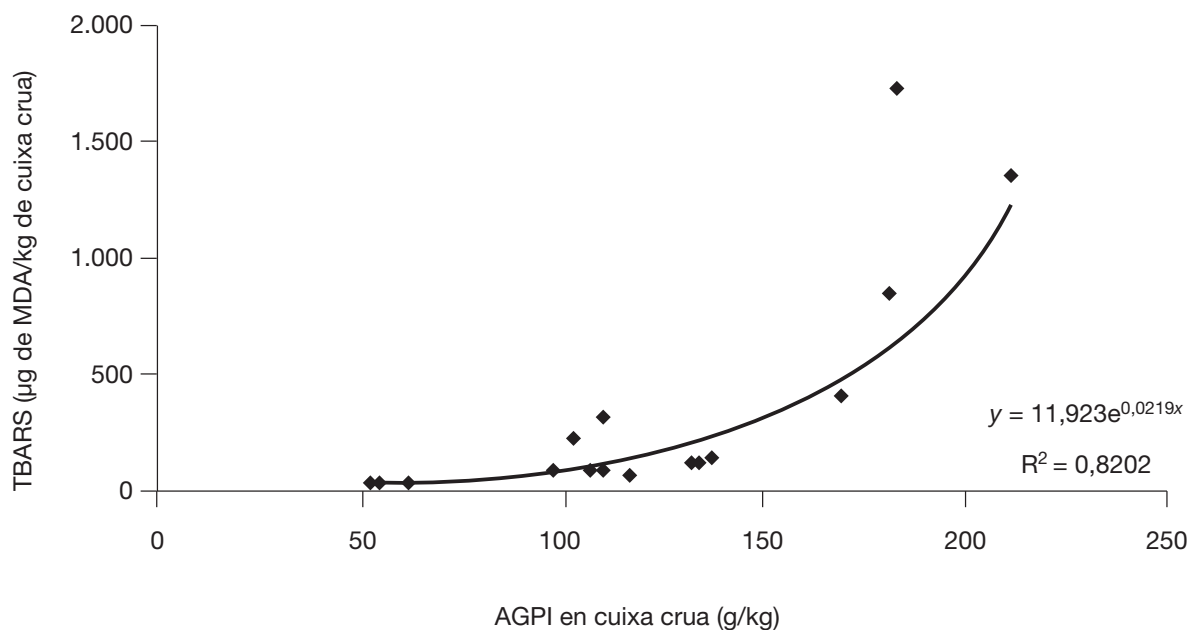


FIGURA 5. Efecte del grau d'insaturació de la carn de pollastre sobre el valor de TBARS (expressat com a µg de MDA/kg) a la cuixa de pollastre crua (Cortinas *et al.*, 2005).

ció entre el nivell d'oxidació (determinat a partir de l'anàlisi de substàncies reactives a l'àcid tiobarbitúric, TBARS) i l'aparició d'aroma i gust (*flavour*) ranci a la cuixa de pollastre cuïta. És a dir, a mesura que augmenta el nivell d'oxidació, empitjora el valor organolèptic de la carn de pollastre.

D'altra banda, el procés oxidatiu dóna lloc a una reducció del valor nutritiu de la carn a causa de la destrucció d'àcids grassos, vitamines i aminoàcids. A més, suposa un perill per a la salut, ja que el consum de productes derivats de l'oxidació lipídica s'ha relacionat amb el desenvolupament de diverses patologies

de tipus cardiovascular, envelliment, càncer, etc.; la qual cosa contribueix a disminuir l'acceptació del producte per part del consumidor.

Tot plegat indica la necessitat de trobar un equilibri que permeti un màxim enriquiment en AGPI de la carn de pollastre amb el mínim perjudici organolèptic i oxidatiu. La su-

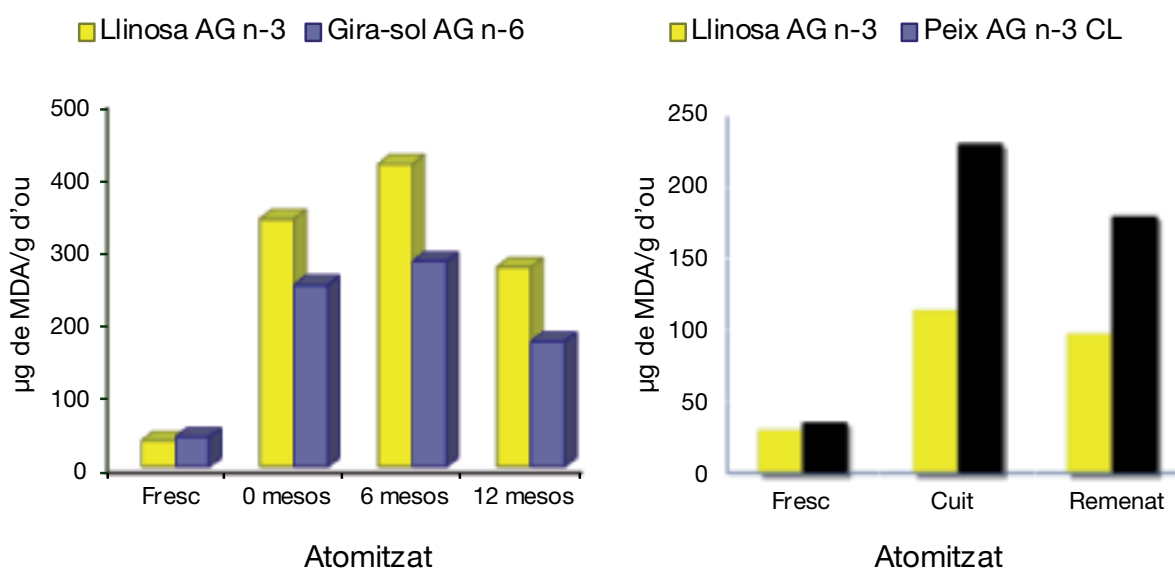


FIGURA 6. Efecte del tipus de greix afegit al pinso i de l'emmagatzematge i el processament dels ous sobre el valor de TBARS (expressat com a µg de MDA/kg) (Galobart *et al.*, 2001, i Cortinas *et al.*, 2004).

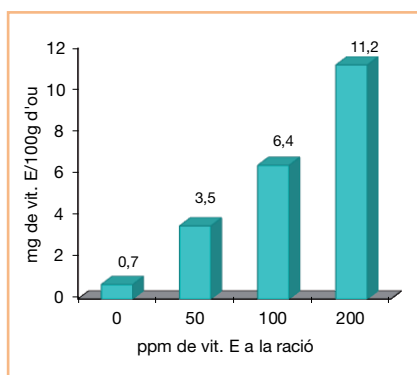


FIGURA 7. Efecte de la suplementació amb vitamina E a la racció (expressat en mg de vit. E/kg de pinso) sobre el dipòsit d' α -tocoferol a l'ou (expressat en mg de vit. E/100 g d'ou) (Galobart *et al.*, 2002).

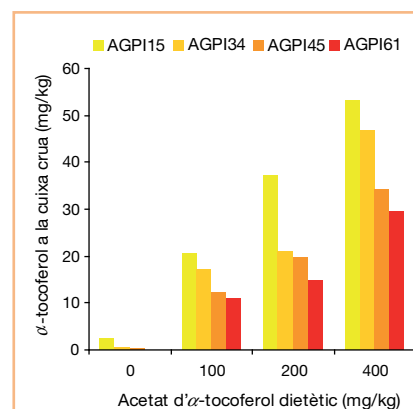


FIGURA 8. Efecte de la suplementació amb vitamina E i el grau d'insaturació dietètic (expressat en mg d'AGPI/kg de pinso) sobre el dipòsit d' α -tocoferol (expressat en mg/kg) a la cuixa de pollastre crua (Cortinas *et al.*, 2006).

plementació dietètica amb antioxidants és el mecanisme que, fins ara, ha demostrat una major eficàcia per disminuir i/o prevenir l'oxidació dels aliments d'origen animal.

S'han estudiat diferents alternatives com la vitamina C, el β -carotè, extractes de diferents plantes, etc. (López-Bote *et al.*, 1998; Ruiz *et al.*, 1999; Bou *et al.*, 2001; Grau *et al.*, 2001). Però tot i que existeixen indicis de la seva acció *in vitro*, els resultats *in vivo* han estat variables i poc encoratjadors.

Però, sens dubte, l' α -tocoferol és l'antioxidant d'origen natural que ha demostrat una major potència

com a antioxidant biològic. Diversos treballs han corroborat que la suplementació dietètica amb α -tocoferol permet prevenir l'oxidació lipídica (Cortinas *et al.*, 2001; Grau *et al.*, 2001) i, paral·lelament, reduir la formació de compostos volàtils responsables de l'enranciment, i donar lloc a canals més ben valorades pels panells sensorials (Bou *et al.*, 2001).

A més, la suplementació dietètica amb α -tocoferol permet enriquir la carn de pollastre i l'ou amb vitamina E (Cortinas *et al.*, 2001; Sirri i Barroeta, 2007). De fet, a les figures 7 i 8 es pot veure com el contingut de vitamina E de l'ou i la carn de pollastre augmenta de forma lineal amb l'increment d' α -tocoferol a la dieta dels animals.

Els nivells d' α -tocoferol s'han d'adaptar en funció de la susceptibilitat a l'oxidació, és a dir, en relació amb el grau d'insaturació del pinso. Amb aquest objectiu, el nostre equip d'investigació va dissenyar un experiment amb nivells creixents d'AGPI al pinso (15, 34, 45 i 61 g/kg) i d'acetat d' α -tocoferol (0, 100, 200 i 400 mg/kg). Quant al dipòsit de vitamina E a la cuixa de pollastre crua, aquest augmenta de forma progressiva en funció de la dosi de suplementació utilitzada en el pinso, sense assolir un màxim (figura 8). Paral·lelament, s'observa com, a mesura que s'incrementa el nivell

d'AGPI del pinso, disminueix el contingut de vitamina E de la carn. Per exemple, si a un pinso que conté 200 mg d'acetat d' α -tocoferol se li incrementa el grau d'insaturació de 15 a 61 g d'AGPI/kg, es produeix una reducció del 72 % del dipòsit de vitamina E de la cuixa.

D'altra banda, tal com es pot observar a la figura 9, a mesura que augmenta el grau d'insaturació de l'aliment, s'incrementa la susceptibilitat a l'oxidació de les cuixes de pollastre cuites a 80 °C. La incorporació d'acetat d' α -tocoferol neces-

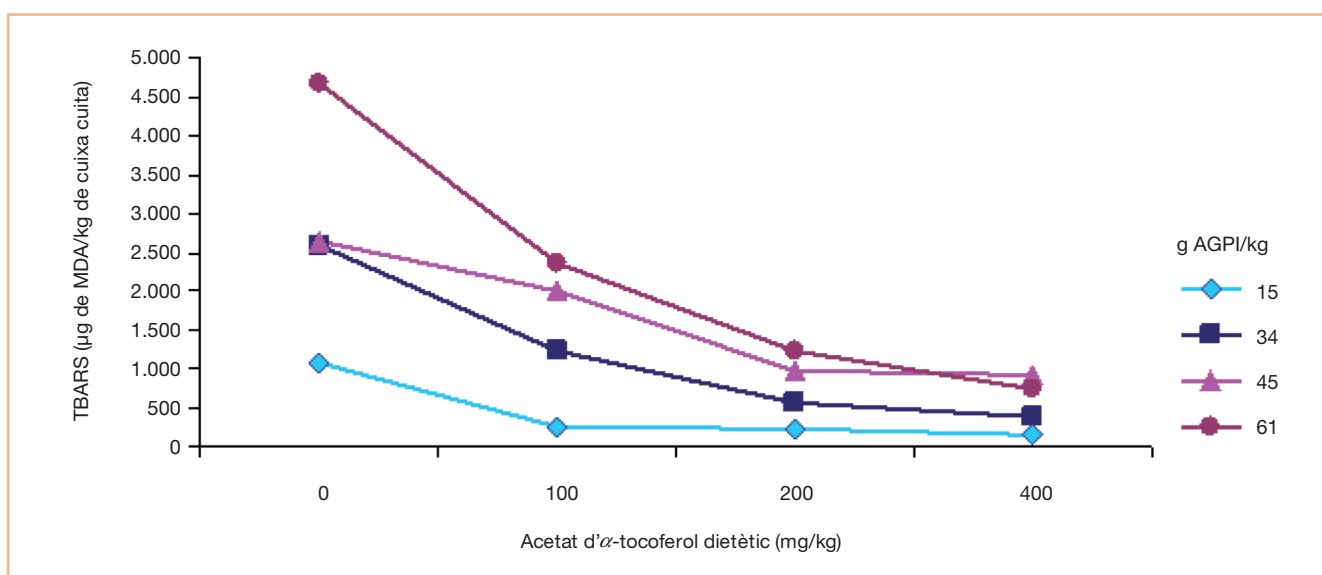


FIGURA 9. Efecte del grau d'insaturació dietètic sobre el valor de TBARS (expressat com a μ g de MDA/kg) a la cuixa de pollastre cuïta (Cortinas *et al.*, 2005).

sària per prevenir l'oxidació de la carn augmenta amb la quantitat d'AGPI del pinso. Així, per aconseguir la màxima estabilitat oxidativa de la carn de pollastre cuïta, es necessita incorporar 200 mg/kg d'acetat d' α -tocoferol si els pinsos contenen 61 g d'AGPI/kg. Això no obstant, aquesta dosi es va reduïnt a mesura que augmenta el grau de saturació de la ració.

Amb tot, es dedueix que la quantitat d' α -tocoferol a incorporar als pinsos dels pollastres, depèn, en primer lloc, del perfil lipídic de l'aliment. Paral·lelament, també s'ha de tenir en compte l'objectiu que es persegueixi: assegurar l'estabilitat oxidativa i/o enriquir amb vitamina E la carn de pollastre. Com que aquesta dosificació pot venir modulada segons el temps d'administració, permetrà decidir des d'un punt de vista econòmic.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- APARICIO, A.; BARROETA, A. C.; LÓPEZ-SOBALER, A. M.; ORTEGA, R. M. (2008). «Tabla de composición del huevo de gallina». A: *Etiquetado nutricional*. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo.
- BARROETA, A. C. (2008). «El huevo y sus componentes como alimento funcional». *Revista de Nutrición Práctica*, 12, p. 28-33.
- BAUCELLS, M. D.; CRESPO, N.; BARROETA, A. C.; LÓPEZ-FERRER, S.; GRASHORN, M. A. (2000). «Incorporation of different polyunsaturated fatty acid into eggs». *Poult. Sci.*, 79, p. 51-59.
- BOU, R.; GUARDIOLA, E.; GRAU, A.; GRIMPA, S.; MANICH, A.; BARROETA, A. C.; CODONY, R. (2001). «Influence of dietary fat source, α -tocoferol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat». *Poult. Sci.*, 80, p. 1-8.
- CORTINAS, L.; BARROETA, A. C.; VILLAVARDE, C.; GALOBART, J.; GUARDIOLA, E.; BAUCELLS, M. D. (2005). «Influence of Dietary Polyunsaturation Level on Chicken Meat Quality: Lipid Oxidation». *Poult. Sci.*, 84, p. 48-55.
- CORTINAS, L.; BAUCELLS, M. D.; VILLAVARDE, C.; GUARDIOLA, E.; JENSEN, S. K.; BARROETA, A. C. (2006). «Influence of Dietary Polyunsaturation Level on alpha-tocoferol content in chicken meat». *Archive für Geflügelkunde*, 70 (3), p. 98-105.
- CORTINAS, L.; GALOBART, J.; BARROETA, A. C.; CASTILLO, M. S.; JENSEN, S. K. (2001). «Influencia del nivel de insaturación dietética sobre el depósito y efecto antioxidante del α -tocoferol en muslo de pollo (crudo, cocido y cocido-refrigerado)». A: *XXXVIII Symposium Científico de Avicultura*. Còrdova. p. 141-148.
- CORTINAS, L.; VILLAVARDE, C.; GALOBART, J.; BAUCELLS, M. D.; CODONY, R.; BARROETA, A. C. (2004). «Fatty Acid Content in Poultry Thigh and Breast as Affected by Dietary Polyunsaturation Level». *Poult. Sci.*, 83, p. 1155-1164.
- FERRINI, G.; BAUCELLS, M. D.; ESTEVE-GARCÍA, E.; BARROETA, A. C. (2008). «Dietary Polyunsaturated Fat Reduces Skin Fat as Well as Abdominal Fat in Broiler Chickens». *Poult. Sci.*, 87, p. 528-535.
- GALOBART, J.; BARROETA, A. C.; BAUCELLS, M. D.; GUARDIOLA, F. (2001). «Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with omega 3 and omega 6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E and canthaxanthin supplementation». *Poult. Sci.*, 80, p. 327-337.
- GALOBART, J.; BARROETA, A. C.; CORTINAS, L.; BAUCELLS, M. D.; CODONY, R. (2002). «Accumulation of alpha-tocoferol in eggs enriched with omega 3 and omega 6 polyunsaturated fatty acids». *Poult. Sci.*, 81, p. 1873-1876.
- GRAU, A.; CODONY, R.; GRIMPA, S.; BAUCELLS, M. D.; GUARDIOLA, F. (2001). «Cholesterol oxidation in frozen dark chicken meat: influence of dietary fat source and α -tocoferol and ascorbic acid supplementation». *Meat Sci.*, 57, p. 197-208.
- LÓPEZ FERRER, S.; BAUCELLS, M. D.; BARROETA, A. C.; GALOBART, J.; GRASHORN, M. A. (2001b). «n-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: Linseed oil». *Poult. Sci.*, 80, p. 753-761.
- LÓPEZ FERRER, S.; BAUCELLS, M. D.; BARROETA, A. C.; GRASHORN, M. A. (1999a). «Influence of vegetable oil sources on quality of broiler meat». *Arch. Geflügelk.*, 63 (1), p. 29-35.
- LÓPEZ FERRER, S.; BAUCELLS, M. D.; BARROETA, A. C.; GRASHORN, M. A. (1999b). «n-3 enrichment of chicken meat using fish oil: Alternative substitution with rapeseed and linseed oils». *Poult. Sci.*, 78, p. 356-365.
- LÓPEZ FERRER, S.; BAUCELLS, M. D.; BARROETA, A. C.; GRASHORN, M. A. (2001a). «n-3 enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: Fish oil». *Poult. Sci.*, 80, p. 741-752.
- LÓPEZ-BOTE, C. J.; GRAY, J. I.; GOMA, E. A.; FLEGAL, C. J. (1998). «Effect of dietary administration of oils extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat». *British Poult. Sci.*, 39 (2), p. 235-240.
- MOREIRAS, O.; CARBAJAL, A.; CABRERA, L.; CUADRADO, M. (2005). *Tablas de composición de alimentos*. Madrid: Pirámide.
- RUIZ, J. A.; PÉREZ-VENDRELL, A. M.; ESTEVE-GARCÍA, E. (1999). «Effect of β -carotene and vitamin E on oxidative stability in leg meat of broilers fed different supplemental fats». *Journal Agric. Food Chem.*, 47, p. 448-454.
- SHEEHY, P. J. A.; MORRISSEY, P. A.; FLYNN, A. (1991). «Influence of dietary α -tocoferol concentration in chick tissues». *British Poult. Sci.*, 32, p. 391-397.
- SIRRI, F.; BARROETA, A. C. (2007). «Enrichment in vitamins». A: *Bioactive Egg Compounds*. Berlín: Springer-Verlag.