MODIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE α–TOCOFEROL DE HUEVOS ENRIQUECIDOS EN ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS ω3 SOMETIDOS A DIFERENTES TRATAMIENTOS TÉRMICOS

L. Cortinas, J. Galobart, A. C. Barroeta y M. D. Baucells

U.D. Nutrició i Alimentació Animals, Fac. de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años han aumentado los estudios encaminados a enriquecer los huevos con ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), en concreto de la familia ω3, debido a que el consumo de estos ácidos grasos (AG) se ha asociado con la prevención de enfermedades cardiovasculares (Knapp, 1991). Sin embargo, este enriquecimiento en AGPI provoca un aumento de la insaturación de los lípidos del huevo, que conlleva un incremento de su susceptibilidad a la oxidación (Cherian et al., 1996).

La suplementación de la dieta de las gallinas con tocoferoles se ha utilizado eficazmente como preventivo en el desarrollo de procesos oxidativos en el huevo (Cherian et al., 1996; Galobart et al., 2001), siendo además una forma de obtener huevos enriquecidos en vitamina E. Si bien se ha demostrado que el procesado de los huevos incrementa su oxidación, no se han hallado en la bibliografía trabajos que estudien en profundidad el efecto del procesado de huevos enriquecidos en AGPI ω3 sobre su contenido de α–tocoferol (α–Toc).

El objetivo de este trabajo fue valorar las modificaciones en el contenido de α–Toc de huevos enriquecidos en AGPI ω3 tras someterlos a diferentes procesos térmicos (huevo cocido y revuelto).

MATERIAL Y MÉTODOS

Cuarenta ponedoras LSL-White Leghorn de 20 semanas de edad fueron distribuidas aleatoriamente en cuatro tratamientos experimentales. Los animales se alojaron en jaulas individuales en una nave de ambiente controlado perteneciente a la estación experimental de Unterer Lindenhof de la Universidad de Hohenheim (Alemania).

Las dietas experimentales fueron formuladas partiendo de una dieta basal (Tabla 1) a la que se añadió un 4% de aceite de linaza (L) o aceite de pescado (Ps) y suplementada con 0 ó 100 mg/kg de acetato de α–tocoferol (α–TA).

Después de 25 días de consumo de las dietas experimentales se recogieron todos los huevos de cada tratamiento durante 4 días, pasados los cuales se distribuyeron aleatoriamente en 5 réplicas de 5 huevos para cada tratamiento (fresco, cocido y revuelto). Los huevos se cocieron por el método de agua fría descrito por Irmiter et al. (1970). Para el revuelto de los huevos se utilizó una placa eléctrica a media potencia hasta alcanzar una temperatura interna de 80ºC. De estas muestras se analizó el contenido de α–Toc mediante la extracción descrita por Abdollahi et al. (1993), seguida de la determinación mediante HPLC según las condiciones descritas por Drotleff y Ternes (1999).

Los datos obtenidos se analizaron mediante un ANOVA para determinar si los factores estudiados (tipo de aceite añadido, nivel de α–TA y procesado térmico) afectaron al contenido de α–Toc de los huevos frescos, cocidos y revueltos. En todos los casos los valores de $P \leq 0,05$ fueron considerados significativos.

Tabla 1. Composición y análisis químico de las dietas experimentales.

Ingredientes	%	Análisis químico	%
Trigo	40,60	Materia Seca	89,80
Soja Extrusionada 48	22,60	Proteína Bruta	18,90
Maíz	17,00	Grasa Bruta	6,30
Carbonato de calcio	9,80	Fibra Bruta	4,10
Grasa añadida	4,00	Cenizas	12,80
Harina de Alfalfa	3,55	EM (MJ/Kg)[2]	11,64
Fosfato dicálcico	0,91	Ca	3,69
Propionato cálcico	0,43	P	0,57
Cloruro de colina	0,25		
Sal	0,23	Acetato de α-tocoferol (mg/kg)	
Mono-Sodio-Fosfato	0,18	L	29
Premix Vitamínico 6 A/1.5 D_3	0,18	L + α-TA	96,5
DL-metionina	0,16	Ps	34
Premix Mineral SG1	0,09	Ps + α-TA	117
Citranaxantina	0,01		
Antioxidante BHT	0,01		

[1] L+α-TA y Ps+α-TA: dietas suplementedas con 100 mg/Kg de acetato de α-tocoferol; L y Ps: dietas sin acetato de α-tocoferol.
[2] EM estimada a partir de la EB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de α-Toc de los huevos expresado en μg/g M.S. se muestra en la Tabla 2. Tanto la suplementación dietética con α-TA como la fuente grasa afectaron de forma estadísticamente significativa al contenido de α-Toc de huevos frescos y sometidos a las diferentes formas de procesado (cocido y revuelto).

El contenido de α-Toc del huevo aumentó de forma estadísticamente significativa al suplementar las dietas con 100 mg/Kg de α-TA. Observaciones similares han sido publicadas por otros investigadores como Meluzzi et al. (2000) y Galobart et al. (2001). No obstante, hay gran variabilidad entre los trabajos de diferentes autores en el contenido de α-Toc de huevos procedentes de dietas con niveles de suplementación parecidos. Este hecho podría deberse por un lado, a la utilización de diferentes técnicas analíticas en la extracción y determinación del contenido de α-Toc del huevo y por otro, a que el nivel real de α-Toc presente en las dietas no siempre coincide con el estimado a partir de la suplementación. Además, dicha variabilidad en el depósito de α-Toc podría ser debido al perfil lípidico de las dietas. Así, en nuestro trabajo la suplementación de las dietas con L, con un menor nivel de insaturación, dio lugar a huevos frescos, cocidos y revueltos con un nivel superior de α-Toc que las dietas formuladas con Ps. Estos resultados coinciden con Meluzzi et al. (2000) que observaron un mayor contenido de α-Toc en los huevos procedentes de las dietas que contenían un 3% de sebo que aquellas que contenían 3% de aceite de linaza, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Miller et al. (1993) observaron que el contenido en α-Toc de muslos y pechugas de pollos se reducía a medida que aumentaba el nivel de aceite de pescado en la dieta. Así mismo, Galobart (2000) observó como el contenido de α-Toc de huevos enriquecidos en AGPI ω6 (procedentes de tratamientos con 5% de aceite de girasol) fue un 9,2% superior al de huevos enriquecidos con AGPI ω3 (procedentes de tratamientos con 5% de aceite de linaza). Nuestros resultados y los observados por otros autores nos indican que depósito de α-Toc en huevos es menor a medida que aumenta el grado de insaturación de los lípidos del huevo. Así, en nuestro estudio, aunque los huevos procedentes del tratamiento con L mostraron una proporción superior de AGPI (27,95% vs. 23,80%), los huevos de las dietas con Ps demostraron poseer una mayor proporción de AGPI de cadena muy larga como el ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico, y un mayor número de dobles enlaces (Tabla 3). Por otro lado algunos investigadores han observado una interferencia entre los AGPI ω3 de cadena larga y el α-Toc a nivel intestinal, de manera que la presencia de estos AGPI podría reducir la absorción del α-Toc (Gallo-Torres, 1970; Meluzzi et al., 1999). Además, el aceite de linaza

contiene componentes fenólicos con actividad antioxidante (Vesioglu et al., 1998) que protegerían los lípidos del huevo frente a la oxidación evitando el gasto de α–Toc.

Tabla 2. Efecto de la fuente grasa y la suplementación con acetato de α–tocoferol sobre el contenido de α–tocoferol en huevo fresco, cocido y revuelto (expresado en µg/g M.S.).

	Media global	Aceite		Acetato de α–tocoferol (mg/Kg)	
		Linaza	Pescado	0	100
	(n=60)	(n=30)	(n=30)	(n=30)	(n=30)
Fresco	297,54	321,57 [a]	273,51 [b]	187,17	407,91
Cocido	282,92	325,23 [a]	240,62 [c]	178,33	387,51
Revuelto	283,35	336,86 [a]	229,84 [c]	194,79	371,91
Media global		327,89	247,99	186,77	389,11
EEM	31,564				

Valores P[1]

		Interacciones:	
p Aceite	***	Aceite x α–TA	NS
p α-TA	***	Aceite x Procesado	*
p Procesado	NS	α–TA x Procesado	NS

[1]NS: no significativo ; *: $P \leq 0,05$; ***: $P \leq 0,001$.
[a, b, c]: Superíndices indican diferencias estadísticas en la interacción Aceite x Procesado.

Tabla 3. Composición en ácidos grasos del huevo fresco, expresado como normalización directa de área (%).

	Aceite			
	Linaza (n=12)	Pescado (n=12)	P[1]	EEM
C16:0	22.07	27.94	***	2.305
C16:1ω7	2,38	3,07	***	0,270
C18:0	8,64	8,31	NS	1,303
C18:1ω9	38,40	36,06	***	2,571
C18:2ω6	16,85	14,70	***	0,880
C18:3ω3	8,27	0,96	***	0,360
C20:4ω6	1,10	0,94	NS	0,095
C20:5ω3	ND[2]	0,72	-	-
C22:6ω3	1,75	7,15	***	0,346
AGS[3]	30,83	36,92	***	3,464
AGMI[3]	40,89	39,23	NS	2,559
AGPI[3]	27,95	23,80	***	1,483
ω 6[3]	17,88	15,53	***	0,886
ω 3[3]	10,07	8,27	***	0,757
ω 6/ω 3	1,79	1,89	NS	0,121

[1]NS: no significativo; P: ***: $P \leq 0,001$.
[2]ND: No detectado
[3]AGS: Ácidos grasos saturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados; ω6: AGPI de la familia ω6; ω3: AGPI de la familia ω3.

Al someter los huevos a un tratamiento térmico (cocido o revuelto) únicamente se observa una reducción significativa ($p \leq 0,05$) del contenido en α–Toc en los huevos del tratamiento con Ps. Esta reducción puede ser debida a que el aceite de pescado es más susceptible a la oxidación como ya se ha comentado anteriormente. Hay pocos trabajos que hayan estudiado los cambios en el contenido de α–Toc de los huevos durante el procesado. Murcia et al. (1999) observaron una reducción en el contenido de α–Toc de 19,7% tras someter yemas de huevo a procesos de cocción durante 3 y 10 minutos, y pérdidas de alrededor del 50% cuando las yemas se sometían a la elaboración de tortillas o a tratamientos por microondas. Sin embargo, la diferencia con la reducción que obtenemos en nuestro estudio, la cual oscila entre el 12% y el 16% en los tratamientos a base de pescado podría ser debida, a que el huevo entero utilizado en nuestro estudio contiene mayor proporción de agua que la yema utilizada en el trabajo de Murcia et al. Según Yoshida et al. (1988), la mayor proporción de agua podria proteger a los triglicéridos de la oxidación durante los procesos térmicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahi A., Rosenholtz N.S. y Garwin J.L. *J. Food Sci*, 58:663-666, 1993.
- Cherian G, Wolfe FW y Sim JS. *Poult Sci*, 75:423-431, 1996.
- Drotleff A.M. y Ternes W. *Eur. Food Res. Technol.*, 210:1-8, 1999.
- Gallo-Torres R. Obligatory role of bile for the intestinal absorption of vitamin E. *Lipids*, 5: 379-384, 1970.
- Galobart J, Barroeta AC, Baucells MD y Guardiola F. *Poult Sci*, 2001. In printing.
- Galobart J. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. Facultat de Veterinària, 2000.
- Irmiter T.F., Dawson L.E. y Reagan J.G. *Poult Sci*, 49:1232-1236, 1970.
- Knapp HP. American Oil Chemistry society, Champaign, IL, 1991, 94-106.
- Meluzzi A.F., Sirri F., Tallarico N. y Vandi L. VIII Eur. Symp. Quality Eggs and Egg Products. Bologna, Italia, 153-159, 1999.
- Meluzzi A, Sirri F, Manfreda G, Tallarico N y Franchini A. *Poult Sci*, 79:539-545, 2000.
- Miller E.L. y Huang Y.X. 11th Eur. Symp. Quality of Poultry Meat. Tours, France, 404-411, 1993.
- Murcia M.A., Martínez-Tomé M., Cerro I., Sotillo F. y Ramírez A. J. Sci. Food Agric, 79:1550-1556, 1999.
- Vesioglu Y.S., Mazza G., Gao L. y Oomah B.D. *J Agric Food Chem*, 46:4113-4117, 1998.
- Yoshida H. y Kajimoto G. *J. Food Sci*, 53(6):1756-1760, 1988.