EFECTO DEL HIDROXITIROSOL EN LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE HAMBURGUESAS DE CORDERO ENRIQUECIDAS EN ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3

Apeleo, E.[1], Pérez-Santaescolástica, C.[1], Muíño, I.[2], Lauzurica, S.[1], Rivas-Cañedo, A.[2] López, O.[2], Cañeque, V.[2], Pérez, C.[3], Bermejo, R.[1], Díaz, M.T.[2] y De la Fuente, J.[1]
[1]UCM, Fac. Vet. Dpto. Prod. Animal, Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040. Madrid. elicaz2007@gmail.com [2]INIA, Dpto. Tec. Alimentos, Ctra. De la Coruña, km 7.5, 28040. Madrid. [3]UCM, Fac. Vet. Dpto. Fisiología (Fisiología Animal).Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040. Madrid

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha visto una creciente demanda de productos cárnicos saludables. Una de las estrategias para conseguir este objetivo es la reformulación del producto acorde con las recomendaciones nutricionales, como son los ácidos grasos poliinsaturados, especialmente aquellos pertenecientes a la familia de los omega-3 (ω3). Sin embargo, el incremento del nivel de insaturación de la grasa hace que estos productos sean más vulnerables a la oxidación, llevando a un deterioro del valor nutritivo y de la calidad organoléptica, haciéndose necesario, por lo tanto, el uso de antioxidantes para su conservación. El empleo de productos ricos en polifenólicos está teniendo un gran auge debido a su capacidad antioxidante y a que satisfacen la demanda del consumidor por alimentos libres de aditivos sintéticos. Concretamente, se ha prestado gran atención al hidroxitirosol, polifenol presente en las aceitunas, debido a su elevada capacidad antioxidante (Carrasco-Pancorbo *et al.*, 2005) y a las propiedades beneficiosas para la salud que ello conlleva. Sin embargo, existe escasa información científica respecto a su uso en productos cárnicos.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del extracto de aceituna rico en hidroxitirosol y de la vitamina E sobre la estabilidad oxidativa de hamburguesas de cordero enriquecidas en ácidos grasos ω3 y conservada en atmósfera modificada (MAP) con alta proporción de oxígeno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras de carne se obtuvieron de piernas de cordero tipo ternasco. Después de limpiar la carne de grasa subcutánea y tejido conjuntivo, ésta se troceó en dados y se pasó dos veces por una picadora con un paso de 5 mm. Se realizaron 5 lotes, todos ellos enriquecidos en ácidos grasos ω3 mediante la adición en emulsión acuosa de un producto comercial rico en ácidos grasos ω3 para obtener 100 mg de ácidos grasos de cadena larga/100 g de carne. Los lotes difirieron en el tipo de antioxidante y dosis usadas, añadiéndose éstos en solución acuosa durante el amasado de la carne. Tres lotes fueron adicionados con un extracto de aceituna rico en hidroxitirosol (HT) (Hytaolive®, Genosa I+D, Málaga, España) para obtener una concentración final de 50 (HT1), 100 (HT2) y 200 (HT3) mg GAE/kg de carne. Otro lote fue adicionado con α-tocoferol en concentración de 100 mg/kg de carne (VE) (DSM Nutritional Products Iberia S.A., España). El último lote, con el mismo volumen de agua destilada que el resto de lotes pero sin antioxidantes, se mantuvo como control (C). Se realizaron hamburguesas de 100 g de carne (3 hamburguesas por lote) que se conservaron en atmósfera modificada (70% O_2/30% CO_2) durante 0, 3, 6 y 9 días en refrigeración (4ºC). En cada periodo de conservación, los análisis realizados fueron: determinación de la tasa de decoloración de la carne como A_{580}-A_{630} (Van den Oord y Wesdorp, 1971) usando un espectrofotómetro CM-2600d (Minolta), determinación de la oxidación lipídica medida como TBARS (Maraschiello *et al.*, 1999), determinación de la oxidación de proteínas mediante la cuantificación de grupos carbonilos (Oliver *et al.*, 1987) y cuantificación de los ácidos grasos de cadena larga (CL) (Lee *et al.*, 2012). Para el análisis estadístico se realizó un ANOVA bifactorial para estudiar el efecto del lote (L), el efecto del periodo de conservación (PC) y la interacción entre ambos factores (PC*L). Cuando la interacción resultó significativa, las medias se compararon mediante el test Tukey/Kramer con un nivel de significación $p<0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una interacción entre lote y periodo de conservación ($p<0,001$) para la tasa de decoloración en la carne (*Tabla 1*). La decoloración de la carne tuvo lugar en todos los

tratamientos a lo largo de la conservación, siendo más evidente en el lote C. Los diferentes lotes de HT presentaron a día 6 de conservación el mismo grado de decoloración resultando menor que el lote C, siendo el lote VE el que presentó la menor decoloración. Al final de la conservación (día 9) todos los lotes presentaron el mismo grado de decoloración. La estabilidad del color en hamburguesas de vacuno ha sido demostrada con la incorporación de extracto de hojas de olivo (Hayes *et al*., 2010). De igual modo, la adicción de α-tocoferol permitió la estabilización del color en hamburguesas de vacuno durante su conservación (Liu *et al*., 2010).

Para los valores de TBARS, se observó una interacción entre lote y periodo de conservación ($p<0,001$) (*Tabla 1*). La oxidación lipídica aumentó a lo largo de la conservación en todos los lotes, siendo este aumento más acentuado en los lotes C y VE. Sin embargo, en los lotes suplementados con HT, este aumento fue menor, presentándose diferencias con respecto al lote C y VE a partir del día 3 de conservación. A día 9, el lote C y VE presentaron valores de TBARS mayores que los lotes suplementados con HT y, dentro de éstos, el lote HT3 resultó con el menor valor. Este efecto antioxidante del HT frente a la oxidación lipídica se ha podido observar también en salchichas enriquecidas en ω3 (Cofrades *et al*., 2011). En hamburguesas de vacuno enriquecidas en ω3 y suplementadas con α-tocoferol (Lee *et al*., 2005), no se observó efecto sobre la oxidación lipídica pero sí en la estabilidad del color. Siendo el HT un compuesto hidrosoluble, cabe esperar que se incorpore más fácilmente dentro del producto cárnico en comparación con la VE, que es un compuesto liposoluble.

En cuanto a la oxidación proteica, se observó una interacción entre lote y periodo de conservación ($p<0,001$) (*Tabla 1*). El contenido en carbonilos aumentó en todos los lotes con el periodo de conservación, siendo este aumento menos pronunciado en los lotes con HT. Al final de la conservación, los lotes HT2 y HT3 presentaron los valores más bajos, y el lote C el más alto; sin embargo, el lote HT1 presentó un valor intermedio entre el lote C y el lote VE. La capacidad quelante de hierro del HT pudo estabilizar la oxidación proteica, siendo la presencia de metales de transición una de las causas de la oxidación de las proteínas en la carne (Estévez, 2011).

El contenido en CL estuvo afectado por el periodo de conservación ($p<0,001$) en todos los lotes, disminuyendo a lo largo de la conservación (*Tabla 1*). La escasa capacidad del HT frente a la pérdida de ω3, teniendo en cuenta el alto efecto frente a la formación de TBARS, ha sido también observada en músculo de pescado (Pazos *et al*., 2008). Sin embargo, se observó una tendencia ($p=0,067$) del lote VE a presentar un valor mayor del contenido en CL con respecto al lote C. Al ser añadidos directamente los CL a la carne, y no estar incorporados dentro de la membrana plasmática, la adición directa de α-tocoferol pudo actuar frente a la oxidación de los ácidos grasos. Sería interesante ensayar una mezcla de HT y VE con el fin de estudiar una posible sinergia entre un compuesto hidrosoluble y otro liposoluble para obtener la mayor estabilidad oxidativa del producto cárnico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carrasco-Pancorbo, A., Cerretani, L., Bendini, A, Segura-Carretero, A., Del Carlo, M., Gallina-Toschi, T., Lercker, G., Compagnone, D. y Fernández-Gutiérrez, A. 2005. J. Agric. Food Chem. 53: 8918-8925 • Cofrades, S., Salcedo Sandoval, L., Delgado-Pando, G., López-López, O., Ruiz-Capillas, C. y Jiménez-Colmenero, F. 2011. Food Chem. 129: 129-136 • Hayes, J.E., Stepanyan, V., Allen, P., O'Grady, M.N. y Kerry, J.P. 2010. Meat Sci. 84: 613-620 • Lee, M.R.F., Tweed, J.K.S., Kim, E.J. y Scollan, N.D. 2012. Meat Sci. 92: 863-866 • Lee, S., Decker, E.A., Faustman, C. y Mancini, R.A. 2005. Meat Sci. 70: 683-689 • Liu, F., Dai, R., Zhu, J. y Li, X. 2010. J. Food Eng. 98: 170-177 • Maraschiello, C., Sarraga, C. y García Regueiro, J.A. 1999. J. Agr. Food Chem. 47: 867-872 • Oliver, C.N., Ahn, B.W., Moerman, E.J., Goldstein, S. y Stadtman, E.R. 1987. J. Biol. Chem. 262: 5488-5491 • Pazos, M, Alonso, A., Sánchez, I. y Medina, I. 2008. J. Agric. Food Chem.56:3334-3340 • Van den Oord, A. y Wesdorp, J.J. 1971. J. Food Techol. 6: 1-13.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por los proyectos RTA2009-00087-C02-01 (INIA) y P2009/AGR-1704 (Comunidad de Madrid). Los autores agradecen la asignación de una beca FPI-INIA a la doctoranda Iria Muíño y al CONICITY-Chile por la concesión de la beca predoctoral a Elizabeth Apeleo.

Tabla 1. *Tasa de decoloración (A_{580}-A_{630}) en %, valores de TBARS (mg MDA/kg carne), valores de oxidación proteica (nmol carbonilos/mg proteína) y contenido en ácidos grasos de cadena larga (CL) (mg/100g de carne) de hamburguesas de cordero enriquecidas en W3 según los diferentes lotes (L): control (C), hidroxitirosol (HT) y α-tocoferol (VE) durante el periodo de conservación (PC) en MAP (70% O_2/30% CO_2).*

	PC	Lotes (L)					*EEM*[1]	Significación		
	Días	C	HT1	HT2	HT3	VE		PC	L	PC*L
A_{580}-A_{630}	0	$_{a}52,2$	$_{a}52,0$	$_{a}47,7$	$_{a}45,7$	$_{a}56,3$	3,00	***	***	***
	3	$_{b}41,0$	$_{b}39,9$	$_{b}40,3$	$_{b}39,2$	$_{b}42,4$				
	6	$_{c}3,97^{x}$	$_{c}15,4^{y}$	$_{c}13,8^{y}$	$_{c}14,9^{y}$	$_{c}25,4^{z}$				
	9	$_{c}5,73$	$_{d}6,81$	$_{d}6,17$	$_{d}6,82$	$_{d}5,90$				
TBARS	0	$_{a}0,41$	$_{a}0,27$	$_{a}0,27$	$_{a}0,41$	$_{a}0,28a$	0,46	***	***	***
	3	$_{b}3,04^{x}$	$_{ab}0,44^{y}$	$_{a}0,38^{y}$	$_{ab}0,90^{y}$	$_{b}3,04^{x}$				
	6	$_{c}5,57^{x}$	$_{b}1,53^{y}$	$_{b}1,40^{y}$	$_{ab}0,61^{y}$	$_{c}5,07^{x}$				
	9	$_{c}6,66^{x}$	$_{c}3,79^{y}$	$_{c}2,55^{y}$	$_{b}1,53^{z}$	$_{d}8,05^{x}$				
Carbonilos	0	$_{a}1,75$	$_{a}2,52$	$_{a}1,90$	$_{a}1,79$	$_{a}2,23$	0,39	***	***	***
	3	$_{ab}2,85$	$_{a}2,15$	$_{ab}2,07$	$_{ab}2,44$	$_{b}3,23$				
	6	$_{bc}3,98^{x}$	$_{a}2,63^{y}$	$_{ab}3,07^{xy}$	$_{ab}2,57^{y}$	$_{bc}3,81^{x}$				
	9	$_{c}5,11^{x}$	$_{b}4,65^{xy}$	$_{b}3,46^{z}$	$_{b}3,19^{z}$	$_{c}4,01^{yz}$				
CL	0	124,7	133,1	125,6	136,7	145,7	31,6	***	†	ns
	3	117,5	124,9	146,8	144,1	152,1				
	6	93,5	89,1	93,7	117,6	128,2				
	9	24,8	65,8	59,5	64,5	85,6				

[1] Error estándar de la media; *** p<0,001; †: p<0,1; ns: no significativo

^{x,y,z} Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05)

$_{a,b,c,d}$ Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p<0,05)

EFFECT OF HYDROXYTYROSOL ON OXIDATIVE STABILITY OF LAMB PATTIES ENRICHED WITH OMEGA-3 FATTY ACIDS

ABSTRACT: The effect of HT on the oxidative stability of lamb patties was investigated. Ground lamb meat enriched in ω3 fatty acids were divided into five batches with different antioxidant supplements. Three batches were supplemented with 3 doses of HT being 50 (HT1), 100 (HT2) and 200 (HT3) mg GAE/kg meat, another batch was supplemented with 100 ppm of α-tocopherol (VE) and the last one without antioxidant supplementation, was kept as control (C). The lamb patties were stored under MAP (70% O_2/30% CO_2) during 9 days. An interaction between treatment (L) and storage period (PC) was observed (p<0.001) for discolouration rate, lipid oxidation and protein oxidation. The antioxidant supplementation (HT and VE) kept meat colour stability over 6 days of storage in comparison with the batch C. In the HT batches, the TBARS values were significantly less than in the batches C and VE, and the positive effect of HT resulted as dose dependent. Treatment HT2 and HT3 showed less value for protein oxidation, treatment HT1 and C the highest values, and the treatment VE showed an intermediate value. The long-chain fatty acids content was affected by storage period (p<0.001), decreasing in all treatment.

Keywords: colour, lipid oxidation, protein oxidation, antioxidants