

ESTABILIDAD OXIDATIVA Y MICROBIOLÓGICA DE CARNE DE CERDO ENVASADA EN ATMÓSFERA PROTECTORA PREVIA CONGELACIÓN DURANTE UN AÑO

Alonso¹, V., Bellés¹, M., Calanche^{1,2}, J. B., Roncalés¹, P. y Beltrán^{1*}, J.A.

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza, España.

²Departamento de Tecnología de los Alimentos, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, República Bolivariana de Venezuela.

*veroalon@unizar.es; **jbeltran@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La congelación es la tecnología más frecuentemente utilizada para preservar la carne fresca durante largos periodos de almacenamiento. Mantener la carne almacenada en congelación permite a la industria cárnica (i) adaptar su oferta a la demanda de los consumidores, (ii) ajustar la provisión de carne a la velocidad de procesado, y (iii) transportar la carne a países importadores (Estévez *et al.*, 2011). Sin embargo, la experiencia muestra que la carne congelada durante largos periodos de tiempo puede presentar problemas de calidad como pérdida de color y olor y sabor a rancio (Hansen *et al.*, 2004). Por todo ello, es importante conocer y predecir los cambios que sufre la carne mantenida en congelación durante largos periodos, que posteriormente sea descongelada y mantenida en condiciones normales de supermercado: envasada en atmósfera protectora y con iluminación. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue investigar el efecto que el almacenamiento en congelación durante un periodo de un año puede provocar sobre la estabilidad del color y la oxidación, los recuentos microbiológicos y el perfil de ácidos grasos del lomo de cerdo fileteado, envasado en atmósfera protectora y mantenido en condiciones de refrigeración.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio contamos con 18 cerdos machos enteros de cebo de los cruces: a) Pietrain (P)×[(Landrace (LR)×Large White (LW)] y b) P×[LR×Duroc (D)]. Los cerdos fueron alimentados con la misma dieta *ad libitum* y tenían libre acceso a agua durante todo el periodo de cebo. Todos ellos se sacrificaron el mismo día en un matadero comercial, previo aturdimiento con CO₂ y se seleccionaron totalmente al azar canales de cada uno de los cruces de peso medio de canal de 92,26 ± 3,95 kg. La parte craneal de los músculos *Longissimus thoracis et lumborum* procedentes de estos animales se envasó a vacío y se congeló, manteniéndose almacenada durante 12 meses en un congelador a -20 °C. Tras un año, las muestras fueron descongeladas con agua a temperatura ambiente y cortadas cada una de ellas en 5 filetes de un grosor de 2 cm. Estos filetes se envasaron individualmente en atmósfera protectora (70% O₂/30% CO₂). Todas las bandejas fueron almacenadas a 4±1 °C en condiciones de supermercado (1200 lx, 14 h de luz diaria) durante 9 días. En cada uno de los días de análisis se midió el valor de pH con un electrodo de punción, los parámetros de color CIE L*a*b*, la oxidación lipídica (Pfalzgraf *et al.*, 1995) y las pérdidas por exudación. También se determinó el porcentaje de grasa intramuscular (GIM) y el perfil de ácidos grasos [método de extracción Bligh y Dyer (1959); cromatógrafo de gases HP-6890 II; columna capilar SP-2380]; así como los recuentos de aerobios mesófilos y psicrótrofos (Agar PCA, 37 °C/48h, 10 °C/7d) y enterobacterias (Agar VRBD, 37 °C/48h). Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM del paquete estadístico IBM SPSS versión 22 (2014) incluyendo en el modelo los diferentes cruces y el tiempo de almacenamiento como efectos principales y la interacción entre ellos. Sin embargo, al no encontrarse ninguna interacción significativa entre los efectos estudiados, en esta comunicación únicamente se presentan los resultados relacionados con el efecto del tiempo en almacenamiento. Las diferencias fueron consideradas significativas si P≤0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestran los resultados del efecto de los días de almacenamiento en atmósfera protectora (AP) sobre los parámetros de calidad y los recuentos microbiológicos de muestras de carne que previamente habían sido mantenidas en congelación durante un año y después descongeladas. Se encontró (P≤0,05) un leve descenso del pH entre los días 0 y 3 para posteriormente ascender. Además, el valor de L* aumentó (P≤0,01) a lo largo del tiempo de almacenamiento, mientras que el índice de rojo sufrió (P≤0,01) un ligero aumento

del día 0 al día 3 para posteriormente mantenerse estable hasta el día 6, cayendo este valor en el día 9. Esta decoloración que se produce en la carne envasada en AP se debe a una acción combinada de la oxidación del pigmento muscular (Oximioglobina a Metamiooglobina) y la oxidación lipídica que se inicia en los fosfolípidos de membrana (Sherbeck *et al.*, 1995) volviéndose la carne de cerdo más clara y, por tanto, disminuyendo el valor a^* y aumentando el valor de L^* a lo largo del tiempo.

Tabla 1. Medias y desviación estándar (ds) de los parámetros de calidad de la carne y los recuentos microbiológicos (log UFC/cm²) en los diferentes días de almacenamiento.

	Día 0		Día 3		Día 6		Día 9		Sign.
	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	
Parámetros calidad									
N	18		18		18		18		
pH	5,56ab	0,06	5,52a	0,06	5,58b	0,08	5,57b	0,07	*
L*	48,76a	2,15	50,87ab	3,87	52,38b	4,27	53,21b	3,94	**
a*	1,72ab	1,60	2,36b	1,17	2,34b	1,01	1,06a	0,78	**
b*	8,41	0,93	8,94	1,18	9,18	1,40	8,74	1,11	ns
TBARS	0,072a	0,008	0,156a	0,058	0,270b	0,124	0,471c	0,241	***
P. exudación (%)	-		6,42	2,25	7,17	2,02	7,07	2,00	ns
Rctos. microbiológicos									
N	8		8		8		8		
A. Mesófilos	nd a	-	nd a	-	1,66b	0,24	2,54c	0,80	***
A. Psicrótrofos	nd a	-	0,98a	1,17	2,93b	0,53	4,41c	0,58	***
Enterobacterias	nd a	-	nd a	-	1,87b	0,29	1,98b	0,23	***

Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas entre las medias; ns = $P \geq 0,1$; * = $P \leq 0,05$; ** = $P \leq 0,01$; *** = $P \leq 0,001$. Nd: No detectado.

Tabla 2. Composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular (% de ácidos grasos totales) en los diferentes días de almacenamiento.

N	Día 0		Día 3		Día 6		Día 9		Sign.
	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	
% GIM	2,35	0,78	2,65	1,03	2,73	1,36	2,53	0,82	ns
C16:0	22,88	0,94	23,06	1,05	23,28	0,83	23,44	0,75	ns
C16:1	2,40	0,33	2,41	0,31	2,46	0,32	2,44	0,31	ns
C18:0	11,78	1,47	12,08	1,64	12,27	1,51	12,40	1,43	ns
C18:1 n-9	35,98	2,81	36,74	2,37	36,86	2,26	37,06	1,92	ns
C18:2 n-6	15,16	2,69	14,22	2,43	14,03	2,24	13,76	1,74	ns
C18:3 n-3	0,38	0,04	0,38	0,04	0,38	0,04	0,37	0,04	ns
C20:4 n-6	2,51b	1,02	2,05a	0,73	1,99a	0,69	1,84a	0,52	*
C20:5 n-3	0,07	0,03	0,06	0,02	0,06	0,06	0,05	0,02	ns
C22:5 n-3	0,32b	0,14	0,28ab	0,10	0,26a	0,07	0,23a	0,05	*
C22:6 n-3	0,06b	0,03	0,05ab	0,02	0,05ab	0,02	0,04a	0,01	*
∑AGS	36,69	2,44	37,22	2,71	37,64	2,29	37,98	2,10	ns
∑AGMI	43,12	3,22	43,85	2,80	44,08	2,70	44,26	2,41	ns
∑AGPI	20,20	4,21	18,59	3,57	18,28	3,26	17,73	2,48	ns
∑n-6	18,63	3,81	17,18	3,27	16,90	2,98	16,43	2,29	ns
∑n-3	1,04b	0,25	0,96ab	0,19	0,93ab	0,17	0,88a	0,11	*
AGPI/AGS	0,56b	0,14	0,51ab	0,12	0,49ab	0,10	0,47a	0,08	t
n-6/n-3	18,16	1,93	18,01	0,95	18,30	0,90	18,75	0,53	ns

Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas entre las medias; ns = $P \geq 0,1$; t = $P < 0,1$; * = $P \leq 0,05$; ** = $P \leq 0,01$; *** = $P \leq 0,001$.

Por otro lado, la oxidación lipídica aumentó significativamente a partir del sexto día de conservación. Martínez *et al.* (2006) concluyeron que el aumento de la concentración de O₂ en las atmósferas de envasado causaba un incremento en la oxidación lipídica, lo cual coincide con nuestros resultados. Sin embargo, en las pérdidas por exudación no se

encontraron diferencias entre los días debido a una posible destrucción previa de la estructura muscular por el efecto de la congelación sobre las proteínas miofibrilares y por ello se pierde toda el agua posible desde el primer día.

No se encontraron recuentos de aerobios mesófilos y enterobacterias hasta el día 6 de almacenamiento, alcanzando en ambos casos las 2 log UFC/cm² a día 9. Sin embargo, los recuentos de aerobios psicrótrofos se incrementaron hasta 4 log UFC/cm² a día 9. La ausencia de recuentos en los primeros días del envasado puede deberse a que la congelación previa que han sufrido las muestras produjo daño en los microorganismos retardando su crecimiento.

En la tabla 2 se muestran los resultados que se obtuvieron en el porcentaje de grasa intramuscular (GIM) y el perfil de ácidos grasos tras el almacenamiento en AP durante 9 días. Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en C20:4n-6, C22:5n-3, C22:6n-3, mientras que no se produjeron diferencias entre los días de almacenamiento en el porcentaje de GIM, y en los principales ácidos grasos saturados y monoinsaturados, así como en los sumatorios totales. Se observó un descenso en los porcentajes de los principales ácidos grasos de cadena larga: C20:4n-6, C22:5n-3, C22:6n-3 a lo largo del almacenamiento en refrigeración, así como en el sumatorio de n-3 y en el índice AGPI/AGS. Estos ácidos grasos de cadena larga de la familia n-3 son los primeros en desaparecer al mantener la carne envasada en AP. Esto puede ser debido a que los ácidos grasos n-3 son más fácilmente oxidables, teniendo en cuenta que los ácidos grasos insaturados son más reactivos, sobretodo cuantos más dobles enlaces poseen (James y James, 2010).

En conclusión, la carne congelada durante un año y envasada en AP durante 9 días presentó cambios importantes en los parámetros de calidad, aumentando los valores de luminosidad (L^*) y oxidación lipídica, descendiendo el índice de rojo (a^*) en el último día, mientras que las pérdidas por exudación fueron elevadas durante todo el almacenamiento. Los recuentos microbiológicos comenzaron a ser elevados en los últimos días de almacenamiento. Además, los porcentajes de los principales ácidos grasos de cadena larga n-3, el sumatorio total de éstos y el índice AGPI/AGS sufrieron un descenso progresivo a lo largo del almacenamiento, debido a la posible oxidación de éstos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bligh y Dyer, 1959. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911-917.
- Estévez et al., 2011. J. Agric. Food Chem. 59: 5435-5443.
- Hansen et al., 2004. Meat Sci. 68: 479-484.
- James y James, 2010. Handbook of Meat Processing: 105-124.
- Martínez et al., 2006. Food Chem. 94: 219-225.
- Pfalzgraf et al., 1995. J. Agric. Food Chem. 43: 1339-1342.
- Sherbeck et al., 1995. J. Food Sci. 60: 250-252.

OXIDATIVE AND MICROBIAL STABILITY OF CHILLED PORK PACKAGED IN MODIFIED ATMOSPHERE FOLLOWING ONE YEAR FROZEN STORAGE

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the behavior of pork packaged during 9 days in modified atmosphere (70% O₂/30% CO₂) following one year frozen storage on colour stability, lipid oxidation, microbial counts and intramuscular fatty acid profile. This study was conducted with 18 entire male pigs from two different crosses: P×(LR×LW) and P×(LR×D). One year frozen pork, thawed and then packaged in modified atmosphere trays at 4°C throughout a 9 days display period showed significant changes in meat quality parameters, increasing lightness (L^*) and lipid oxidation values and decreasing redness (a^*) on the last day; meanwhile, exudative losses percentage had higher values throughout all display period. Microbial counts started to increase in the last days of storage. Furthermore, there were found significant differences in the percentage of some long chain fatty acids, which were decreasing throughout storage, equally the percentage of $\Sigma n-3$ and PUFA/SFA ratio decreased.

Keywords: fatty acid composition, exudative loss, lipid oxidation, colour stability.