

PARÁMETROS DE CALIDAD CRÍTICOS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE CARNE DE CORDERO DESCONGELADA

Bellés, M.¹, Alonso, V.¹, Roncalés, P.¹, y Beltrán, J.A.¹

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

INTRODUCCIÓN

La congelación es el método de conservación elegido para el comercio mayorista ya que permite conservar la carne de cordero durante periodos prolongados de tiempo (Wheeler et al., 1990). En cambio, la carne de cordero destinada a la venta directa se conserva refrigerada, comúnmente en combinación con el envasado en atmósferas modificadas ricas en oxígeno (Bellés et al., 2017). Esta combinación ofrece un producto listo para el consumo que al mismo tiempo, resulta atractivo para el consumidor debido al color rojo intenso que desarrolla el cordero bajo estas condiciones de envasado. Sin embargo, este sistema de conservación ofrece una vida útil demasiado corta para la distribución a media y larga distancia. La comercialización de carne descongelada envasada en atmósferas modificada podría satisfacer los requerimientos tanto de la industria cárnica como de los consumidores. No obstante, los efectos de este proceso sobre la calidad de la carne no se conocen con exactitud. Bajo este contexto, el objetivo del presente trabajo fue identificar aquellos parámetros de calidad de la carne de cordero que sufren modificaciones críticas como resultado del proceso de congelación, descongelación y conservación en refrigeración. Para ello, se comparó la calidad de la carne sometida a este proceso con la de la carne fresca durante su conservación en condiciones comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo con 24 canales de cordero de raza Rasa Aragonesa con un peso comprendido entre 10-12,5 kg. Tras el sacrificio, las canales se refrigeraron durante 24 horas (4°C) y se procedió a su despiece en las instalaciones de Casa Ganaderos, tomando como muestra la pierna derecha de cada canal. Posteriormente, las piernas se transportaron refrigeradas a la Planta Piloto de la Facultad de Veterinaria, donde se dividieron en dos lotes. Doce piernas se envasaron a vacío y se mantuvieron a -20°C durante 6 meses. Tras este periodo de congelación se fileteó la parte proximal (8 chuletas), se envasaron las chuletas individualmente en atmósfera modificada (70% O₂ – 30% CO₂) y se conservaron en condiciones comerciales de venta directa durante 9 días (4°C, 12h de luz artificial). Las chuletas se terminaron de descongelar durante el periodo de refrigeración. Las doce piernas restantes se filetearon, se envasaron en la misma atmósfera y se refrigeraron en las mismas condiciones. La parte distal de las piernas se utilizó para la determinación de la textura. Los análisis se realizaron tras 0, 3, 6 y 9 días de refrigeración siempre sobre el músculo *Semimembranosus*, utilizando dos envases de cada pierna en cada día de análisis. Un envase se utilizó para el análisis visual, la medida de las pérdidas por exudación y el color instrumental, mientras que del envase restante se tomaron muestras para realizar los recuentos microbianos, la medida de la oxidación lipídica y el perfil de ácidos grasos. Para la determinación instrumental del color se tomaron 10 medidas sobre la superficie del filete utilizando un espectrofotómetro de reflectancia (Minolta CM-2002; Osaka, Japón). El porcentaje de metamioglobina se calculó de acuerdo con Krzywicki (1979). El color de la médula se evaluó mediante un panel entrenado compuesto por 9 panelistas. Se utilizó para ello una escala de seis puntos (1 = rojo brillante, 2 = rojo mate, 3 = gris rojizo, 4 = moderadamente gris, 5 = gris negruzco, 6 = negro). Las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) se cuantificaron como describe Alonso *et al.* (2015). Para los recuentos de microorganismos mesófilos aerobios viables totales (MAVT) se recogieron las muestras mediante hisopado en una superficie de 10 cm² para posteriormente realizar diluciones sucesivas en agua de peptona 0,1% (Biolife). Se sembró 1 ml empleando agar PCA (Merck) y se incubaron las placas en aerobiosis a 37°C, realizando el recuento a las 24h. El perfil de ácidos grasos y las pérdidas por exudación se determinaron siguiendo la metodología descrita por Alonso et al. (2016). Para la medida de la textura, el extremo distal de la pierna se envasó a vacío (Multivac Packaging Systems S.L., España) y se cocinó en un baño termostático con agua a 80°C hasta alcanzar una temperatura interna de 72°C. Una vez la pierna estaba cocida y atemperada, se cortó el músculo *Semimembranosus* en

prismas de 5 cm de largo y $1 \times 1 \text{ cm}^2$ de sección, paralelos a la dirección de las fibras musculares (4 prismas por pierna). Posteriormente se analizaron con una sonda de textura Warner-Bratzler conectada a un analizador de textura TA-XT2 (Estable Micro System, Godalming, Reino Unido) equipado con una célula de carga de 250 N y una velocidad de corte de 2 mm/s. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante un modelo lineal general utilizando el paquete estadístico SPSS versión 19.0 (IBM SPSS, 2010). El modelo incluyó la congelación y el tiempo de refrigeración (efectos fijos) el animal (efecto aleatorio) y sus interacciones. Se aplicó el test de Tukey para comparar la media de los valores entre los tratamientos analizados y las diferencias se consideraron significativas si $P \leq 0,05$. Se encontró una interacción significativa entre los efectos principales sobre las variables a^*/b^* , porcentaje de metamioglobina, color de la médula y recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales, por ello se estudió el efecto de la congelación dentro de cada día de estudio y el efecto del tiempo dentro de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La carne descongelada no difirió de la carne fresca en ningún parámetro de calidad antes del periodo refrigeración. No obstante, a lo largo de este se apreciaron diferencias significativas para algunas de las variables medidas (Tabla 1). El color fue uno de los parámetros en los que el proceso de congelación/descongelación ejerció un mayor efecto. De esta forma, las muestras descongeladas sufrieron una caída más rápida del índice $a^*:b^*$, resultando en un valor significativamente menor que el medido en las chuletas frescas a los 3 días de mantenimiento en refrigeración ($P \leq 0,001$). El descenso del índice de rojo en ambos tratamientos a lo largo del tiempo podría explicarse por el incremento de la oxidación lipídica y la acumulación de metamioglobina ($P \leq 0,001$). Es bien conocida la interrelación entre oxidación lipídica, oxidación proteica y decoloración (Faustman et al., 2010). No obstante, esta teoría no explicaría las diferencias observadas entre los tratamientos para este índice tras tres días de conservación, ya que no se encontraron diferencias en el contenido de metamioglobina ($P = 0,072$) ni el de malonaldehído ($P = 0,086$). Esta interrelación tampoco podría identificarse como la causa de las diferencias observadas en el color de la médula ósea de ambos tratamientos ($P \leq 0,001$). Las chuletas descongeladas sufrieron un oscurecimiento progresivo de su médula ósea ($P \leq 0,001$), obteniendo ya un valor de 5,04 sobre una escala de seis puntos a los tres días, lo que señala la intensidad y rapidez de este proceso. En cambio, en la carne fresca no se obtuvo una valoración superior a 3,21 puntos. Los huesos ennegrecidos se observan en el supermercado en algunas ocasiones, no siendo claras las causas que originan este fenómeno. La oxidación de la hemoglobina podría estar detrás del paso del color rojo brillante de la médula al color negro que genera rechazo en el consumidor. La congelación-descongelación de la carne no tuvo efecto en la terneza pero originó un aumento significativo de las pérdidas por exudación ($P \leq 0,001$). Estas pérdidas se produjeron principalmente durante los tres primeros días, no siendo significativo el aumento desde este punto en adelante. Este efecto ya había sido previamente descrito y se asocia con los daños que producen en la estructura del músculo los cristales formados durante el almacenamiento en congelación (Alonso et al., 2016, Añón & Calvelo, 1970). El efecto de la congelación en el crecimiento microbiano es todavía foco de debate. Según Leygonie et al. (2012) ni la congelación ni la descongelación podrían inactivar células bacterianas presentes en la carne. Éstos se encontrarían únicamente en fase latente hasta aumentar la temperatura. No obstante, los resultados observados se explicarían mejor de acuerdo con lo observado por Archer (2000) y Lund (2004), según los cuales la congelación y la descongelación podrían dañar las células microbianas debido a los fenómenos de cristalización, recristalización, concentración de solutos y a las bajas temperaturas. No se encontraron diferencias significativas en el perfil de ácidos grasos entre ambos tratamientos ni antes ni tras el periodo de refrigeración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso et al. 2015. Meat Sci 107:49–56 • Alonso et al. 2016. Eur Food Res Technol 242:2119-2127 • Añón & Calvelo 1980. Meat Sci 4:1–14 • Archer 2004. Int J Food Microbiol 90:127-138 • Bellés et al. 2017. Small Ruminant Res 146:41-47 • Faustman et al. 2010.

Tabla 1. Media y desviación estándar de los parámetros de calidad fisicoquímicos y microbiológicos de la carne de cordero fresca y descongelada durante su conservación en condiciones comerciales.

Variables	Tratamiento	Días en refrigeración				P
		0	3	6	9	
a*:b*	Fresco	1,08±0,05 ^z	1,05±0,08 ^{b,z}	0,49±0,17 ^y	0,25±0,05 ^x	≤0,001
	Descongelado	1,09±0,01 ^z	0,78±0,07 ^{a,y}	0,46±0,20 ^x	0,34±0,13 ^x	≤0,001
	P	0,101	≤0,001	0,078	0,118	
% Metamioglobina	Fresco	21,83±0,97 ^x	26,74±2,32 ^x	60,47±5,24 ^y	67,71±4,44 ^z	≤0,001
	Descongelado	19,26±3,34 ^x	28,65±3,29 ^x	53,26±7,81 ^y	67,66±3,15 ^z	≤0,001
	P	0,100	0,272	0,030	0,986	
Color de la médula	Fresco	2,18±0,83 ^x	2,65±1,27 ^{a,x}	2,93±1,14 ^{a,xy}	3,21±0,71 ^{a,y}	≤0,001
	Descongelado	2,46±0,96 ^w	5,04±0,70 ^{b,x}	5,47±0,75 ^{b,y}	6,00±0,00 ^{b,z}	≤0,001
	P	0,066	≤0,001	≤0,001	≤0,001	
mg malondialdehído/kg	Fresco	0,07±0,03 ^x	1,91±0,54 ^y	3,40±0,26 ^z	2,74±0,77 ^z	≤0,001
	Descongelado	0,12±0,03 ^x	1,36±0,45 ^y	2,70±1,03 ^z	2,96±0,29 ^z	≤0,001
	P	0,097	0,086	0,137	0,510	
Pérdidas por exudación (%)	Fresco	-	1,31±0,37 ^{a,x}	1,88±0,33 ^{a,y}	1,93±0,39 ^{a,y}	0,016
	Descongelado	-	6,67±1,20 ^b	6,25±1,29 ^b	6,27±1,37 ^b	0,888
	P	-	≤0,001	≤0,001	≤0,001	
Terneza (kg/cm ²)	Fresco	5,44±1,29	-	-	-	-
	Descongelado	6,68±1,05	-	-	-	-
	P	0,099	-	-	-	-
Microorganismos mesófilos aerobios totales	Fresco	2,02±0,06 ^x	2,63±0,51 ^x	3,23±0,84 ^{xy}	5,10±0,36 ^{b,y}	≤0,001
	Descongelado	1,83±0,33 ^x	2,09±0,82 ^x	2,64±0,48 ^{xy}	3,41±0,64 ^{a,y}	≤0,001
	P	0,191	0,200	0,162	≤0,001	
Σ Ácidos grasos saturados (%)	Fresco	37,69±1,96 ^x	-	-	39,80±1,07 ^y	0,044
	Descongelado	39,63±1,26	-	-	39,92±1,31	0,705
	P	0,069	-	-	0,867	
Σ Ácidos grasos poliinsaturados (%)	Fresco	14,66±4,13 ^y	-	-	10,38±1,89 ^x	0,043
	Descongelado	13,09±2,85	-	-	12,42±2,79	0,689
	P	0,460	-	-	0,169	
Σ Ácidos grasos monoinsaturados (%)	Fresco	44,30±2,71	-	-	46,69±1,40	0,083
	Descongelado	44,18±2,63	-	-	44,72±2,22	0,709
	P	0,942	-	-	0,095	

Valores en una misma columna con letras diferentes (^{a,b}) son significativamente diferentes
 Valores en una misma fila con superíndice diferente (^{x,y}) son significativamente diferentes.

IDENTIFICATION OF THE CRITICAL QUALITY PARAMETERS TO COMMERCIALISE THAWED LAMB

ABSTRACT: The commercialization of thawed lamb packaged in MAP and maintained in display could be profitable either for customers or distribution. Nevertheless, the effects of this process on lamb quality are not well known. The aim of this study was to identify the lamb quality parameters that are critically modified during the freezing-thawing process. Physicochemical, microbiological and sensory analyses were performed. Thawed samples showed lower values in the index a/b as well as a faster development of marrow bone darkening but no difference was noted in lipid oxidation or tenderness between fresh and thawed lamb. Freezing/thawing delayed microbial growth so that it showed lower counts that those registered in fresh chops. The results of this work pointed out that colour and drip loss would be the parameters most susceptible to deteriorate during the display of thawed lamb packaged in MAP.

Keywords: Thawed lamb; display; colour; fatty acid profile.