

EFFECTO DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL MONÓXIDO DE CARBONO EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE CORDERO MADURADA A VACÍO

Muela, E.¹, O'Connor, D.I.², Sañudo, C.¹, Beltrán, J.A.¹ y Allen, P.²

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

² Ashtown Food Research Centre, Teagasc, Ashtown, Dublin 15, Ireland

INTRODUCCIÓN

Dado que la carne es un producto muy perecedero, cualquier aspecto relacionado con su conservación adquiere una importancia vital. En este sentido, el envasado es un método básico para mantener la calidad. El envasado a vacío es un sistema muy utilizado en la conservación en refrigeración a largo plazo (Kerry et al., 2006). Sin embargo, la formación de desoximioglobina da un color oscuro a la carne, lejos del atractivo color rojo brillante, el cual puede obtenerse con el uso de monóxido de carbono (CO) (Luño et al., 1998). Sin embargo, la UE ha prohibido su uso debido a su toxicidad (Sorheim et al., 1997) y al enmascarar la alteración del color, que es utilizado por el consumidor como índice de frescura. Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar el tiempo de exposición al CO óptimo para obtener un color deseable en carne de cordero a vacío.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar el efecto de 4 tiempos de exposición al CO (1, 3, 5, y 24h) en las medias instrumentales de calidad y en la calidad sensorial de carne de cordero posteriormente envasada a vacío (V), se utilizaron el músculo Longissimus dorsi (LD) derecho e izquierdo de una oveja (cruce comercial de raza Charolaise), obtenido 48h post sacrificio. Cada músculo se segmentó en porciones de 2.5 cm de grosor y se envasaron 2 muestras por bolsa. La exposición al CO se realizó en unas bolsas especialmente fabricadas a partir de bolsas de vacío, a las cuales se les añadieron unos conectores y unos tubos de entrada y salida, sellados con una pieza metálica. Tras envasar a vacío las bolsas con las muestras en su interior y los tubos cerrados por las piezas metálicas, para eliminar el aire en el interior de la bolsa, éstas se conectaron a una bombona que contenía CO (5:60:35 CO:CO₂:N₂), manteniendo un flujo de corriente durante 1 minuto tras el llenado de la bolsa. Las bolsas permanecieron el tiempo de exposición asignado en refrigeración (2-4 °C) y oscuridad, tras el cual, se abrieron y las muestras se envasaron a vacío (V) sin tocar la superficie de exposición al CO, manteniéndose en refrigeración (2-4 °C) y oscuridad hasta 14 d. Además, se incluyó una muestra control sin exposición al CO ni al vacío (0/0 CO/V), una muestra control para cada tiempo de vacío sin exposición al monóxido de carbono (0/7 y 0/14 CO/V) y un control positivo que permaneció 168h expuesta al CO y 7d a vacío.

En los días 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13 y 14 de envasado a vacío, 5 personas realizaron un test visual evaluando la aceptabilidad del color con una escala hedónica estructurada de 8 puntos (1: me desagradaba extremadamente a 8: me agrada extremadamente) y la intención de compra (Si/No), para todos los tratamientos excepto el de 168h CO. A los 0d en la muestra control (0/0 CO/V) y a los 7 y 14d de maduración a vacío, se realizaron los análisis instrumentales de calidad. Una de las muestras se utilizó para la determinación del color (1 hora de blooming,) siguiendo el sistema CIE L*a*b* con un espectrocólorímetro portátil HunterLab MiniScan XE Plus 45/0-L (iluminante D₆₅ y observador a 10°). Tras este análisis, se midió el pH con un equipo Orion 250 A+ dotado de una sonda de penetración y se realizó el análisis de oxidación por la determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) descrito por Pfallgraf et al. (1995). La segunda muestra, se cocinó a 75 °C en un baño de agua hasta que alcanzó los 70 °C (medido con un termómetro de penetración) de temperatura interna, calculando las pérdidas por cocinado [PC= (Peso inicial-peso final/peso inicial)*100] y, tras ser refrigerada 5 minutos, se utilizó en el análisis de textura por el método de Warner-Bratzler (Honikel, 1998) con un Instron 5543, tomando la dureza como parámetro de referencia.

Los efectos del tiempo de exposición al monóxido de carbono (CO) y de la maduración a vacío (V) en las variables de análisis instrumental y visual fueron analizados con el programa SPSS 15.0 para Windows Vista. Para determinar la significación de los efectos CO y V (o su interacción) se aplicó un Modelo Lineal General. Al hallar una interacción significativa, se aplicó un segundo modelo, considerando el efecto fijo "tratamiento": 10 tratamientos, 5 CO (0, 1, 3, 5, 24h), cada uno con 2 V (7 o 14d). Para el test visual, se consideraron el efecto "día de maduración a vacío" (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13 y 14) y CO. La media y la desviación estándar o la diferencia del error estándar se calcularon para cada variable. Para identificar diferencias significativas entre medias se aplicó el test de Duncan ($p \leq 0.05$). Por último, se calcularon las correlaciones entre variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores observados en la muestra sin exposición al CO ni maduración a vacío (Tabla 1) se encuentran dentro de los rangos observados por otros autores en razas de características similares.

El tratamiento (CO x V) tuvo un efecto significativo en todas las variables analizadas instrumentalmente (Tabla 2). El rango de *pH* se mantuvo entre 5.5 y 5.6, incluso tras 14d a vacío, lo cual implica una correcta conservación, considerando un valor de 5.8 como no deseable (Devine et al., 1993). En las variables de *color*, la luminosidad (L^*) de las muestras expuestas 24h CO y 14d V fue significativamente superior, mientras que las muestras sin exposición al CO mostraron valores inferiores. Paralelamente, los tiempos más elevados de exposición al CO (24 y 168h) mostraron valores significativamente inferiores en el índice de rojo (a^*), independientemente del tiempo a vacío, así como un tiempo de exposición al CO superior a 1h derivó en valores superiores de índice de amarillo, aumentando significativamente conforme lo hizo exposición al CO. Comparando con la muestra sin envasado ni exposición al CO, tanto a^* como b^* variaron notablemente. La *textura* mostró valores comprendidos entre 18 y 28 N, por lo que la carne puede considerarse como tierna, ya que se encuentra muy por debajo de los 45 N utilizados como referencia para considerar la carne de cordero como dura (McGeehin et al., 2002). Sin embargo, no existió una clara tendencia entre tratamientos. En cuanto a la *oxidación*, se observaron valores significativamente inferiores en las muestras de 14d a vacío, aunque no siguieron una clara distribución en función del tiempo de exposición al CO. Por último, en la capacidad de retención de agua, medida como *pérdidas por cocinado*, no se observó una tendencia clara y los valores permanecieron dentro de un rango aceptable (17 a 24%).

En el test de aceptabilidad visual (Tabla 3) la exposición al CO tuvo un efecto positivo, ya que las muestras 3 o 5h obtuvieron mayores porcentajes de intención de compra, especialmente a medida que aumentó el tiempo de maduración a vacío. El resto de tratamientos no siguieron una tendencia clara.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Devine, C.E., Graafhuis, A.E., Muir, P.D., and Chrystall, B.B. (1993). Meat Sci. 35: 63-77
- Honikel, K.O. (1998). Meat Sci. 49: 447-457
- Kerry, J.P., O'Grady, M.N., Hogan, S.A. (2006). Meat Sci. 74: 113-130
- Luño, M., Beltran, J.A., and Roncales, P. (1998). Meat Sci. 48: 75-84.
- McGeehin, B., Sheridan, J.J., and Butler, F. (2002). J. Of Food Eng. 52: 75-81
- Pflgraf, A., Frigg, M., and Steinhart, H. (1995). J. of Agric. and Food Chem. 43:1339-1342
- Sorheim, O., Aune, T., and Nesbakken, T. (1997). Trends in Food Sci. and Tech. 8: 307-312.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado gracias a una beca de movilidad de estudiantes para obtener la mención europea en el título de doctor del M.E.C. y a la colaboración de la unidad de Calidad de carne del Ashtown Food Research Centre.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos (media y desviación típica) de la calidad de la carne de cordero medida mediante métodos instrumentales de la muestra control (sin exposición al monóxido de carbono ni maduración a vacío)

| pH | Color | | | Dureza (N) | Oxidación (mg MDA / kg carne) | Pérdidas por Cocinado (%) |
|---------|----------|-----------|-----------|------------|-------------------------------|---------------------------|
| | L* | a* | b* | | | |
| 5,6±0,1 | 27,6±0,1 | 16,49±0,1 | 13,55±0,4 | 40,8±0,1 | 0,096±0,1 | 8,4±0,1 |

MDA: malonaldehído

Tabla 2. Efecto del tratamiento con monóxido de carbono previo al envasado a vacío (CO x V) (valores de significación) en la calidad de la carne de cordero medida mediante métodos instrumentales (media y diferencia del error estándar, DES).

| V (d) | CO (h) | pH | Color | | | Dureza (N) | Oxidación (mg MDA / kg carne) | PC (%) |
|-------|--------|--------|---------|--------|---------|------------|-------------------------------|--------|
| | | | L* | a* | b* | | | |
| 7 | 0 | 5,51a | 32,96a | 13,40a | 13,24a | 28,03d | 0,166c | 22.82i |
| | 1 | 5,55b | 35,15b | 17,39b | 16,14cd | 18,48a | 0,284f | 18.19d |
| | 3 | 5,59d | 38,90d | 16,58b | 16,12cd | 26,71cd | 0,195d | 22.31g |
| | 5 | 5,58cd | 36,54bc | 21,70c | 18,15e | 19,15a | 0,248e | 24.06j |
| | 24 | 5,57c | 39,25d | 29,06d | 21,04f | 26,17cd | 0,106b | 18.48e |
| 14 | 168 | 5,59d | 37,43cd | 34,30e | 22,99g | 22,66abc | 0,167c | 16.62c |
| | 0 | 5,60d | 34,72ab | 12,71a | 13,93a | 19,77ab | 0,040a | 17.56d |
| | 1 | 5,58cd | 35,30b | 14,19a | 15,28b | 26,01cd | 0,058a | 13.26a |
| | 3 | 5,63e | 34,56ab | 17,21b | 15,49bc | 24,00bcd | 0,104b | 15.75b |
| | 5 | 5,58cd | 35,84bc | 17,97b | 16,34d | 23,93bcd | 0,042a | 20.96f |
| | 24 | 5,58cd | 43,88e | 20,49c | 20,03f | 21,97abc | 0,042a | 22.50h |
| | P | *** | *** | *** | *** | *** | *** | ** |
| | DES | 0.04 | 0.47 | 0.78 | 0.91 | 1.11 | 0.01 | 0.01 |

V: vacío; CO: monóxido de carbono; MDA: malonaldehído; PC: pérdidas por cocinado

** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; a-j: diferentes letras en la misma columna implican diferencias significativas entre medias ($p \leq 0.05$)

Tabla 3. Intención de compra en el test visual (% Afirmativo)

| CO/V | 1d | 2d | 5d | 6d | 7d | 8d | 9d | 12d | 13d | 14d |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0 h | 28,6 | 62,5 | 75 | 35,7 | 28,6 | 28,6 | 33,3 | 100 | 83,3 | 50 |
| 1 h | 64,3 | 100 | 91,7 | 78,6 | 85,7 | 85,7 | 66,7 | 100 | 83,3 | 75 |
| 3 h | 100 | 100 | 100 | 85,7 | 92,9 | 57,1 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5 h | 92,9 | 87,5 | 91,7 | 85,7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 24 h | 50 | 50 | 33,3 | 57,1 | 64,3 | 57,1 | 83,3 | 83,3 | 83,3 | 75 |

V: vacío; CO: monóxido de carbono

EFFECT OF CARBON MONOXIDE TREATMENT DURATION AND POSTERIOR VACUUM PACKAGING AGEING ON LAMB QUALITY

ABSTRACT. Lamb which had been pre-treated with carbon monoxide (CO), for 0, 1, 3, 5, 24 or 168 hours before subsequent vacuum packing and aging (7 or 14 days) was compared to non pre-treated meat. Quality of the *Longissimus dorsi* samples was accessed by instrumentation and sensory (visual) methods. CO pre-treatment had positive effects on colour measurements and sensory acceptance and had no negative effects on the other parameters measured.

Keywords: carboxymyoglobin, lamb quality, colour acceptance