

Ciencia y Tecnología Alimentaria

Ciencia y Tecnología Alimentaria
Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos
somenta@gmail.com
ISSN (Versión impresa): 1135-8122
ISSN (Versión en línea): 1696-2443
MÉXICO

2004

R. González Tenorio / J. Mateo Oyagüe / A. Totosaus / M. L. Pérez Chabela
EFECTO DEL MASAJEO O MARINADO CON CLORURO DE CALCIO EN LA
TEXTURA DE CARNE DE BOVINO

Ciencia y Tecnología Alimentaria, diciembre, año/vol. 4, número 004
Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos
Reynosa, México
pp. 274-277

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal



Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>

EFFECTO DEL MASAJEO O MARINADO CON CLORURO DE CALCIO EN LA TEXTURA DE CARNE DE BOVINO

EFFECT OF TUMBLING OR MARINATION WITH CALCIUM CHLORIDE ON BOVINE MEAT TEXTURE

EFFECTO DO MASAXEO OU MARINADO CON CLORURO DE CALCIO NA TEXTURA DE CARNE DE BOVINO

González Tenorio, R.^{1*}; Mateo Oyagüe, J.²; Totosaus, A.^{1,3}; Pérez-Chabela, M. L.⁴

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo en Tulancingo, Hidalgo, México.

²Departamento de Higiene y Tecnología de Alimentos, Universidad de León, León, España.

³Laboratorio de Alimentos, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Ecatepec, México.

⁴Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Ciudad de México, México.

*Autor para la correspondencia: rtenotio@uaeh.reduaeh.mx

Recibido: 1 de Junio de 2004; recibida versión revisada: 5 de Julio de 2004; aceptado: 27 de Julio de 2004

Received: 1 June 2004; revised version received: 5 July 2004; accepted: 27 July 2004

Abstract

In meat industry, meat marination could be employed to preserve and enhance the value of fresh cuts considered as hard with low commercialization and added value. The objective of this work was to determine the use of calcium chloride marinating in a vacuum tumbling system in order to increase meat tenderness, determined the texture (as shear force) and the final calcium concentration. Marinating conditions were established in four tumbling levels (turns per minute, TPM): 1000, 2000, 3000 and 4000. Control was a sample without tumbling and marinated by immersion 48h at 4°C in same calcium chloride solution (150 mM). Results shown that the number of TPM had no significantly effect ($P>0.05$) on the studied variables, but the samples treated in vacuum tumbling were more tender (lower shear force values), improving the mechanical characteristics of the lower commercial value meat cuts. © 2004 Altaga. All rights reserved.

Keywords: Meat, marination, preservation, calcium, texture

Resumen

Para la industria cárnica, el marinado puede ser una de las formas más adecuadas de conservar y proporcionar valor añadido a los cortes de carne fresca muy duros, ya que es posible la utilización de cortes con poca aceptación y por tanto, con bajo valor comercial. El objetivo de esta investigación fue determinar la posibilidad de utilizar el cloruro de calcio mediante un sistema de masajeo al vacío en la reducción de la dureza de músculo de bovino, determinando la textura (fuerza al corte) y la concentración final de calcio. Las condiciones de marinado se establecieron en cuatro niveles de masajeo (golpes por minuto, GPM): 1000, 2000, 3000 y 4000. Se estableció un grupo control marinado sin golpeteo por inmersión durante 48 h. Los resultados indican que el número de GPM no influyó de forma significativa ($P>0,05$) sobre las variables estudiadas, pero si se encontró que las muestras tratadas con masajeo al vacío fueron más suaves (valores de fuerza al corte menores), mejorando las características mecánicas de cortes de bajo valor comercial. © 2004 Altaga. Todos los derechos reservados.

Palabras clave: Carne, marinado, conservación, calcio, textura

Resumo

Para a industria cárnica, o marinado pode ser unha das formas máis adecuadas de conservar e proporcionar valor engadido ós cortes de carne fresca moi duros, xa que é posible o emprego de cortes con pouca aceptación e polo tanto, con baixo valor comercial. O obxectivo desta investigación foi determina-la posibilidade de utiliza-lo cloruro de calcio mediante un sistema de masaxeo ó vacío na redución da dureza de músculo de bovino, determinando a textura (forza ó corte) e a concentración final de calcio. As condicións de marinado establecéronse en catro niveis de masaxeo (golpes por minuto, GPM): 1000, 2000, 3000 y 4000. Estableceuse un grupo control marinado sin golpeteo por inmersión durante 48 h. Os resultados indican co número de GPM non influíu de forma significativa ($P>0,05$) sobre as variables estudadas, pero si se atopou cas mostrás tratadas con masaxeo ó vacío foron máis suaves (valores de forza ó corte menores), mellorando as características mecánicas de cortes de baixo valor comercial. © 2004 Altaga. Tódolos dereitos reservados.

Palabras chave: Carne, marinado, conservación, calcio, textura

INTRODUCCIÓN

La blandura de la carne es una parte fundamental en cuanto a la aceptabilidad o rechazo por parte del consumidor, y depende de un gran número de factores biológicos intrínsecos, tales como raza, edad, sexo, tipo de músculo, y extrínsecos, como la alimentación. Así como de factores de manejo de los animales *ante y post mortem* (Thompson, 2002). Una alternativa para conseguir un mayor ablandamiento de la carne y así mejorar la calidad sensorial y nutritiva, es la maduración de la misma, un proceso natural donde las enzimas endógenas juegan un papel importante en la mejora de la textura. En México y otras partes del mundo, esta práctica no se lleva a cabo principalmente por los altos costos de almacenamiento de la carne y la energía requerida. La maduración de la carne es atribuida a la acción de dos sistemas enzimáticos endógenos principales: las calpaínas y las catepsinas (Jaarseveld *et al.*, 1997), ambos tipos de enzimas son importantes para la maduración de la carne y son activadas después de la muerte del animal. Las catepsinas son liberadas de los lisosomas debido a la rotura de la membrana lipoproteínica, como consecuencia de valores bajos de pH alcanzados después del sacrificio del animal. Las calpaínas encontradas en el citoplasma de la célula, son capaces de degradar proteínas al disponer de un aporte de iones de calcio almacenados en el retículo sarcoplasmático. Se ha invertido mucho en investigación científica relativa al problema de falta de blandura (Morgan *et al.*, 1991; Wheeler *et al.*, 1992; Steen *et al.*, 1997; Pérez-Chabela *et al.*, 1998; Aktas y Kaya, 2001; Berge *et al.*, 2001), consiguiéndose sin duda, avances en esta materia. No obstante, los resultados positivos se limitan a músculos en particular y el problema de falta de blandura persiste en el mercado. Una de las alternativas tecnológicas de ablandamiento de la carne consiste en el marinado de la misma, además de permitir una conservación de la carne por más tiempo, se mejoran ciertos atributos de calidad importantes como mayor blandura, más jugosidad, sabor característico, mayor vida de aquel. Del mismo modo, otra ventaja es la comodidad en su preparación, ya que es un producto listo para cocinarse. Además para la industria cárnica, el marinado puede ser una de las formas más adecuadas de conservar y proporcionar valor añadido a los cortes de carne fresca muy duros, ya que es posible la utilización de cortes con bajo valor comercial, y poca aceptación por parte de los consumidores. Otro aspecto importante del marinado es el aumento de rendimiento de la materia prima, el cual, bien controlado, puede ofrecer beneficios al productor,

dando lugar a la creación de productos con alto valor añadido.

El propósito de esta investigación fue determinar la influencia del marinado con cloruro de Calcio mediante un sistema de masajeo al vacío, determinando la dureza del músculo *Braquiocephalicus* de bovino, mediante la fuerza al corte medido con la navaja Warner Bratzler.

MATERIAL Y MÉTODOS

El músculo *Braquiocephalicus* de bovino (48 h post mortem), fue obtenido de una carnicería local, limpio de grasa y tejido conectivo superficial (epimisio) cortado paralelamente en orientación a las fibras musculares en tiras de 12 cm de longitud por 1,2 cm de ancho y 1,2 cm de alto, esto debido a que los cortes con la navaja de Warner-Bratzler deben ser perpendiculares a las fibras musculares. Se desconocen las condiciones *ante mortem* de los animales utilizados.

A fin de reducir tiempo y condiciones de marinado publicados (Koohmaraie *et al.*, 1990; Wheeler *et al.*, 1997a y 1997b; Pérez-Chabela *et al.*, 1998), se realizó un diseño para determinar las condiciones óptimas de marinado con cloruro de calcio 150 mM por medio de masajeo al vacío. Las condiciones de marinado por inmersión fueron las descritas por Uytterhaegen *et al.* (1994), utilizando una solución acuosa (250 mL) con una concentración de CaCl_2 150 mM, y manteniendo la carne totalmente sumergida en la misma durante 48 h a 4° C.

El marinado con masajeo al vacío se llevó a cabo en una masajeadora al vacío modelo SVM-30 C (Edel Ingenieros, Monterrey, México). Las muestras se masajearon al vacío con una solución 150 mM CaCl_2 , en un volumen de 1000 mL a 4°C, trabajando a 103,43 kPa de presión manométrica y a una velocidad de giro de 10 rpm, funcionando a intervalos de 25 min con 5 min de descanso, hasta completar 1000, 2000, 3000 y 4000 golpes. Al llegar al número de golpes requeridos, la masajeadora, fue abierta y se extrajeron 2 de las muestras introducidas inicialmente, para tener duplicado de los resultados de los tratamientos. Posteriormente todas las tiras fueron empacadas al vacío y se mantuvieron en refrigeración hasta el día siguiente en que se hicieron los análisis. El diseño de los tratamientos de marinado por inmersión y masajeo se muestra en la Tabla 1. Se realizaron tres réplicas del experimento.

La Textura se determinó registrando la fuerza al corte necesaria para el corte mediante la compresión con una navaja Warner Bratzler en un analizador de textura, Texture Analyser modelo TA-HDi (Texture Technologies Scarsdale/ Stable Micro System, Surrey, Inglaterra), equipado con una celda de carga de 50 kg. Se utilizó una velocidad del cabezal de 2 mm/s. Las dimensiones de los trozos de carne marinada utilizados en la determinación de la fuerza al corte fueron de 6,0 cm de largo x 1,2 cm de ancho x 1,2 cm de alto. La técnica utilizada para evaluar la concentración de calcio en las muestras fue la descrita por la AOAC 983.19. (AOAC, 1999). Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza de una vía en el paquete estadístico SAS. Versión 8.0 (SAS

Tabla 1.- Diseño de los tratamientos

Muestra	Tratamientos
T0	Testigo (sin tratamiento)
T1	Inmersión durante 48 horas
T2	Masajeo, 1000 giros
T3	Masajeo, 2000 giros
T4	Masajeo, 3000 giros
T5	Masajeo, 4000 giros

Tabla 2.- Análisis de Medias de Duncan para los resultados de esfuerzo al corte y concentración de cloruro de calcio. * Medias con la misma letra en el mismo renglón no son significativamente diferentes ($P>0,05$).

Variable respuesta	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Esfuerzo al corte WB (Kg)	26,45 ^a	14,20 ^b	14,01 ^b	13,67 ^b	11,57 ^b	11,48 ^b
Concentración CaCl ₂ (g/100 g)	0,12 ^d	0,91 ^a	0,64 ^c	0,74 ^b	0,70 ^{bc}	0,74 ^b

Institute, North Carolina, EEUU). Las variables que presentaron diferencias estadísticamente significativas fueron analizadas mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fuerza al Corte

La máxima fuerza detectada durante la compresión medida por la navaja Warner Bratzler (WB) mostró una marcada influencia de los diferentes tratamientos empleados con respecto a la muestra sin marinar. Esto reafirma lo reportado en los diferentes trabajos sobre ablandamiento de la carne (Morgan *et al.*, 1991; Steen *et al.*, 1997; Wheeler *et al.*, 1997a; Pérez-Chabela *et al.*, 1998), donde el cloruro de calcio tuvo un efecto significativo ($p<0,05$) sobre la activación de enzimas proteolíticas capaces de degradar tejido miofibrilar, sobre todo las enzimas dependientes del calcio, esto es, las calpains. Por otro lado, no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P<0,05$) en cuanto al número de revoluciones o GPM utilizados, pero sí se encontró una tendencia a un mayor ablandamiento en las muestras tratadas con masajeo al vacío (valores de fuerza menores) que las muestras marinadas por inmersión durante 48 h a 4°C (Tabla 2). Se puede observar que a medida que la carne estuvo mayor tiempo en la masajeadora reportó valores de fuerza cada vez menores, aunque éstos no hayan sido significativos ($P<0,05$) con respecto al marinado por inmersión durante 48 h. Es posible que estos valores de fuerza menores sean también debidos al daño ocasionado a la estructura celular durante el proceso de masajeo (Velazco, 1999).

Concentración de Calcio

De acuerdo al análisis de varianza hubo una alta diferencia significativa (Tabla 2) entre los tratamientos analizados. Como era de esperar, la muestra testigo reportó la menor cantidad de calcio dado que no tuvo ningún tratamiento, la cantidad de éste es sólo la contenida en la carne de forma natural. La cantidad de calcio en el músculo es mínima (<0,1 %) dado que la mayoría del calcio del organismo está presente en los huesos y los dientes (Forrest, 1979). Las muestras marinadas durante 48 h presentaron una concentración de calcio mayor que el resto de los tratamientos, esto es debido a que pasaron mayor tiempo inmersas en esta solución.

En cuanto a las muestras tratadas a los diferentes GPM, se observó que a medida que permanecían más tiempo en la masajeadora y como consecuencia mayor tiempo en la solución de calcio, la concentración de éste

aumentaba, salvo en el tratamiento de marinado a 3000 GPM donde la concentración de calcio tuvo una pequeña disminución aunque no significativa (Tabla 2). Como se mencionó anteriormente, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la fuerza al corte en cuanto a los tratamientos por medio del masajeo y al tratamiento por inmersión durante 48 h, es decir, se obtienen los mismos resultados marinando durante 48 h que marinando con masajeo al vacío durante 2, 4, 6, u 8 h, que fue el tiempo requerido para cada uno de los tratamientos mediante este sistema. Por otra parte, la concentración de calcio aunque es superior en las muestras marinadas por inmersión que por masajeo, esta diferencia desde el punto de vista de la dureza parece no tener repercusiones, por lo que el emplear un sistema de masajeo al vacío permitiría un ahorro considerable de tiempo para alcanzar cierto grado de ablandamiento de la carne del músculo *Brachiocephalicus* de bovino.

CONCLUSIÓN

Las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las proteínas están claramente relacionadas con la calidad de la carne. Como resultado de los tratamientos de marinado con cloruro de calcio mediante un sistema de masajeo al vacío, se encontró mayor blandura en la carne, lo que permite la posible utilización de músculos muy duros por parte de la industria cárnica, dando lugar a productos con cierto valor añadido; además de un aprovechamiento integral de la canal, un ahorro de tiempo durante los procesos de marinado, sin olvidar el rendimiento en la materia prima.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo estuvo financiado dentro del proyecto «Funcionalidad de Hidrocoloides en Sistemas Cárnicos», dentro del apoyo al Fomento a la Generación y Aplicación del Conocimiento, en el Programa de Mejoramiento del Profesorado, por la Subdirección de Educación Superior e Investigación Científica de la Secretaría de Educación Pública. El Sr. González-Tenorio agradece a la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) por la beca para la estancia realizada en la Universidad de León.

BIBLIOGRAFÍA

Aktas, M.; Kaya, M. 2001. The influence of marinating with weak organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory

- properties of beef. *European Food Research and Technology* **213**, 88-94
- Berge, P.; Ertbjerg, P.; Melchior, L.; Astruc, T.; Vignon, X.; Moller, A. J. 2001. Tenderization of beef by lactic acid injected at different times postmortem. *Meat Science* **57**, 347-357.
- Forrest, J. C.; Aberle, E. D.; Hedrich H. D.; Hudge M. D.; Merkel, R. A. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne, pp. 21-68. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Jaarseveld, F. P.; Naudé, R. J.; Oelofsen, W. 1997. The effects of Ca Ions, EGTA and storage time on myofibrillar protein degradation, levels of Ca²⁺ dependent proteases and cathepsins B, H. L. D of ostrich skeletal muscle. *Meat Science* **45**, 517-529.
- Koomaraie, M.; Whipple, G.; Crouse, J.D. 1990. Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman-cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. *Journal of Animal Science* **68**, 1278.
- Morgan, J.B.; Miller, R. K.; Mendez, F. M., Hale, D. S.; Savell, J. W. 1991. Using calcium chloride injection to improve tenderness of beef from mature cows. *Journal of Animal Science* **69**, 4469-4476
- Pérez-Chabela, M. L.; Escalona, H.; Guerrero, I. 1998. Effect of calcium chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. *Meat Science* **48**, 125-134.
- Steen, D.; Claeys, E.; Uytterhaegen, L.; De Smet, S.; Demeyer, D. 1997. Early postmortem conditions and the calpains/calpastatin system in relation to tenderness. *Journal of Animal Science* **78**, 2589-2594.
- Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science* **62**, 295-308.
- Uytterhaegen, L.; Claeys, E.; Demeyer, D. 1994. Effects of exogenous protease effectors on beef tenderness development and myofibrillar degradation and solubility. *Journal of Animal Science* **72**, 1209-1223.
- Velazco, J. 1999. Los músculos: Características, funcionalidad y su relación con el rendimiento de corte. *Carnetec* **6**, 42-44.
- Wheeler, T. L.; Crouse J. D.; Koomaraie, M. 1992. The effect of postmortem time of injection and freezing on the effectiveness of calcium chloride for improving beef tenderness. *Journal of Animal Science* **70**, 3451-3457.
- Wheeler, T. L.; Koohmaraie, M.; Shackelford, S. D. 1997b. Effect of postmortem injection time and postinjection aging time on the calcium-activated tenderization process in beef. *Journal of Animal Science* **75**, 2652-2660.
- Wheeler, T. L.; Shackelford, S. D.; Johnson, L. P.; Miller, M. F.; Miller, R. K.; Koohmaraie, M. 1997a. A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. *Journal of Animal Science* **75**, 2423-2432.