

NOTABREVE

TENDERIZACIÓN POST-MORTEM DE LA CARNE DE LOS DISTINTOS BIOTIPOS AMPARADOS POR LA IGP TERNERA ASTURIANA

POST-MORTEM TENDERIZATION OF BEEF FROM DIFFERENT BIOTYPES INCLUDED IN THE PGI TERNERA ASTURIANA

Sierra, V.^{1,2}, Fernández-Suárez, V.¹, Castro, P.¹, Osoro, K.¹, Rodríguez-Colunga, M.J.², Vega-Naredo, I.², García-Macia, M.², Coto-Montes, A.² y Oliván, M.^{1*}

¹Área de Sistemas de Producción Animal. SERIDA. Villaviciosa. Asturias. España. *mcolivan@serida.org

²Departamento de Morfología y Biología Celular. Facultad de Medicina. Universidad de Oviedo. Oviedo. Asturias. España.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Raza. Hipertrofia muscular. Dureza. Calpaínas. Proteolisis.

ADDITIONAL KEYWORDS

Breed. Muscular hypertrophy. Toughness. Calpains. Proteolysis.

RESUMEN

Se estudió la actividad de la μ -calpaína y la tenderización a lo largo de la maduración post-mortem (de 2 h a 21 d) en carne procedente de distintos biotipos amparados por la Indicación Geográfica Protegida (IGP) Ternera Asturiana, según la raza (Asturiana de los Valles, AV y Asturiana de la Montaña, AM) y el genotipo para la mutación en el gen de la miostatina causante de la hipertrofia muscular (*mh/mh*, *mh/+*, *+/+*). Esta mutación produjo diferencias significativas en la evolución *post-mortem* de la calidad de la carne promoviendo un descenso más rápido del pH y una activación más temprana de las calpaínas y por tanto de la proteolisis en los biotipos AV (*mh/mh* y *mh/+*) que mostraron un ritmo de tenderización más temprano que la carne de los biotipos normales (*+/+*) de ambas razas. Los resultados indican que las diferencias encontradas entre biotipos en pH y actividad de μ -calpaína muestran un paralelismo con el proceso de tenderización.

SUMMARY

Tenderization and μ -calpain activity were studied along *post-mortem* maturation (2 h to 21 d) on beef from different biotypes included in the Protected Geographical Indication (PGI) *Ternera Asturiana* attending to breed (Asturiana de los Valles, AV and Asturiana de la Montaña, AM) and

Presentado al Congreso SERGA (2010, Asturias).

genotype for myostatine mutation causing muscular hypertrophy (*mh/mh*, *mh/+* and *+/+*). This mutation produced significant differences in meat quality, promoting a faster pH decline and earlier activation of calpains, which resulted in faster proteolysis in AV(*mh/mh* and *mh/+*) biotypes, that showed earlier tenderization rate than normal (*+/+*) biotypes of both breeds. The results showed that differences among biotypes in pH and μ -calpain activity paralleled the tenderization process.

INTRODUCCIÓN

La ternera es un parámetro de calidad muy importante en la carne de vacuno, que dependerá en parte de la acción de distintos sistemas proteolíticos sobre proteínas estructurales clave. Diversos estudios apuntan a la μ -calpaína como la principal responsable de la tenderización *post-mortem* de la carne (Koohmaraie y Geesink, 2006).

Asturias se distingue por la producción de carne de calidad, amparada por la Indicación Geográfica Protegida (IGP) Ternera Asturiana, que engloba distintos productos de las razas autóctonas Asturiana de los Valles (AV), Asturiana de la Montaña (AM) y sus cruces, además de diferentes biotipos

Recibido: 2-12-10. Aceptado: 13-4-11.

Arch. Zootec. 60 (231): 333-336. 2011.

de la raza AV (*mh/mh*, *mh/+* y *+/+*) dependiendo de la presencia de una mutación en el gen de la miostatina que genera hipertrofia muscular. En general, la carne de los genotipos *mh* de la raza AV es más clara, con menor contenido graso y mayores pérdidas de jugo (Aldai *et al.*, 2006), presentando además una tenderización *post-mortem* más rápida (Sierra *et al.*, 2010), mientras que la carne de genotipos normales (*+/+*) de ambas razas (AV y AM) tiene mayor contenido de pigmentos y grasa intramuscular y un patrón de tenderización más lento, por lo que requiere mayor tiempo de maduración para alcanzar una calidad sensorial óptima (Sierra *et al.*, 2010). El objetivo de este estudio es analizar la actividad de la μ -calpaína y su influencia en el proceso de tenderización de la carne en los distintos biotipos amparados por la IGP Ternera Asturiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 16 terneros añejos machos de las razas AM y AV y distintos biotipos con respecto a la hipertrofia muscular (*mh/mh*, *mh/+*, *+/+*) incluyendo 4 animales por categoría. Los animales (alimentados en intensivo) fueron sacrificados a los 20 meses de edad y aproximadamente 600 kg de

peso vivo. Se tomaron muestras de 20 g del *Longissimus dorsi* (LD) en la canal a las 2, 12 y 24 h *post-mortem*, para el análisis de la actividad de μ -calpaína, que se congelaron en nitrógeno líquido y se almacenaron a -80°C . Al mismo tiempo se registraron la temperatura y el pH. A las 24 h *post-mortem*, se extrajo el LD y se dividió en filetes que se envasaron al vacío y se mantuvieron en refrigeración a lo largo de la maduración (48 h, 3 d, 7 d, 14 d y 21 d) hasta la realización de los análisis correspondientes. La actividad de μ -calpaína (nativa y autolisada) se analizó por zimografía, siguiendo el método de Veiseth *et al.* (2001). Los geles se cuantificaron utilizando el software Quantity-One (Biorad) según Pomponio *et al.* (2010). La dureza instrumental se midió en carne cocinada y se registró como resistencia al corte (kg) en una máquina TA.XT Plus utilizando una cuchilla Warner-Bratzler.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH registrado a las 2 h *post-mortem* fue significativamente ($p < 0,05$) más bajo en la carne de los terneros AV (*mh/mh*), lo que parece indicar un metabolismo muscular más glicolítico. El biotipo también afectó al proceso de tenderización (**tabla I**), de modo que

Tabla I. Efecto del biotipo (en líneas) y del tiempo de maduración (en columnas) sobre la dureza instrumental (WB, en kg). (Effect of biotype (in rows) and ageing time (in columns) on meat toughness (WB, in kg)).

Maduración (días)	Biotipo				Significación
	AV(<i>mh/mh</i>)	AV(<i>mh/+</i>)	AV(<i>+/+</i>)	AM	
3	6,92 ^b	7,50 ^b	8,66 ^b	8,47 ^c	NS
7	5,99 ^{ABb}	4,78 ^{Aa}	8,29 ^{Cb}	7,59 ^{BCbc}	**
14	5,16 ^a	4,93 ^a	6,82 ^{ab}	5,57 ^a	NS
21	5,549 ^a	4,55 ^a	5,18 ^a	5,96 ^{ab}	NS
Significación	***	**	*	**	

Para cada tiempo de maduración, medias en la misma línea seguidas por letras mayúsculas distintas son significativamente diferentes para $p < 0,05$.

Para cada biotipo, medias en la misma columna seguidas por letras minúsculas distintas son significativamente diferentes para $p < 0,05$.

TENDERIZACIÓN DE LA CARNE DE TERNERA ASTURIANA SEGÚN EL BIOTIPO

la carne de los biotipos *mh* alcanzó los valores más bajos de dureza WB a los 7 días *post-mortem*, lo que indica una tenderización más temprana en los biotipos con hipertrofia muscular, coincidiendo con resultados previos (Oliván *et al.*, 2004; Sierra *et al.*, 2010).

En cuanto a la actividad de la μ -calpaína (tanto nativa como autolisada) (**tabla II**), se observó un descenso significativo ($p < 0,05$) a lo largo de la maduración en todos los biotipos, ocurriendo más tempranamente en la carne de los biotipos *mh* (48 h) que en los normales de ambas razas (7 d).

También se encontraron diferencias significativas en la actividad de μ -calpaína

entre biotipos. Así, la carne de los animales AM mostró la mayor actividad de μ -calpaína nativa en el *post-mortem* temprano (2 h-3 d) junto con la de los terneros AV (*mh/mh*) (2 h-24 h), mostrando estos dos biotipos un patrón de actividad de μ -calpaína nativa muy similar, con un fuerte descenso de actividad (>90%) a lo largo de la maduración, que ocurrió de forma más temprana en el biotipo AV (*mh/mh*) (12 h-48 h) que en el AM (3 h-7 d). Sin embargo, los biotipos heterocigoto (*mh/+*) y normal (*+/+*) de la raza AV mostraron actividades iniciales de μ -calpaína menores y un descenso de actividad más reducido y gradual (70%). Por otro lado, la carne del biotipo AV (*+/+*)

Tabla II. Efecto del biotipo (en líneas) y el tiempo de maduración (en columnas) sobre la actividad de las formas nativa y autolisada de la μ -calpaína. (Effect of biotype (in rows) and ageing time (in columns) on native μ -calpain and autolyzed μ -calpain activities).

	Maduración	Biotipo			AM	Significación
		AV(<i>mh/mh</i>)	AV(<i>mh/+</i>)	AV(<i>+/+</i>)		
μ - calpaína nativa						
	2 h	0,96 ^{ABb}	0,68 ^{ABbc}	0,51 ^A	1,04 ^{Bb}	*
	12 h	0,92 ^b	0,71 ^c	0,70	0,93 ^b	NS
	24 h	0,85 ^{ab}	0,78 ^c	0,74	1,00 ^b	NS
	48 h	0,21 ^{Aa}	0,67 ^{ABbc}	0,60 ^A	1,06 ^{Bb}	**
	3 d	0,12 ^{Aa}	0,46 ^{ABabc}	0,53 ^{AB}	0,93 ^{Bb}	**
	7 d	0,15 ^a	0,26 ^{ab}	0,26	0,22 ^a	NS
	14 d	0,15 ^a	0,27 ^{ab}	0,17	0,10 ^a	NS
	21 d	0,08 ^a	0,22 ^a	0,16	0,09 ^a	NS
	Sign.	***	***	*	***	
μ - calpaína autolisada						
	2 h	1,34 ^b	1,92 ^b	2,29 ^c	1,88 ^b	NS
	12 h	1,30 ^{Ab}	1,58 ^{ABb}	1,97 ^{Bbc}	1,78A ^{Bb}	*
	24 h	1,00 ^{Ab}	1,03 ^{Aab}	2,02 ^{Bbc}	1,66A ^{Bb}	*
	48 h	0,25 ^{Aa}	0,55 ^{ABa}	1,37 ^{Cbc}	1,18B ^{Cb}	**
	3 d	0,16 ^a	0,39 ^a	1,03 ^{ab}	0,94 ^{ab}	NS
	7 d	0,12 ^a	0,20 ^a	0,23 ^a	0,28 ^a	NS
	14 d	0,13 ^a	0,19 ^a	0,12 ^a	0,12 ^a	NS
	21 d	0,07 ^{Aa}	0,17 ^{Ba}	0,14 ^{ABa}	0,06 ^{Aa}	**
	Sign.	***	***	***	***	

Para cada tiempo de maduración, medias en la misma línea seguidas por letras mayúsculas distintas son significativamente diferentes para $p < 0,05$.

Para cada biotipo, medias en la misma columna seguidas por letras minúsculas distintas son significativamente diferentes para $p < 0,05$.

presentó niveles de actividad de μ -calpaína autolisada significativamente mayores ($p < 0,05$) que la del biotipo AV (*mh/mh*). Al considerar la relación entre las calpaínas y la dureza instrumental, se encontró una correlación positiva ($p < 0,01$) entre la actividad de la μ -calpaína autolisada a tiempos tempranos *post-mortem* (12 h-24 h) y la dureza instrumental de la carne a los 7 días de maduración ($r > 0,6$).

CONCLUSIONES

La carne de los distintos biotipos amparados por la IGP Ternera Asturiana mostró un proceso de tenderización similar pero con distinta escala temporal.

El músculo LD de los biotipos *mh* presentó un pH más bajo, niveles más altos de actividad de μ -calpaína en tiempos cortos de maduración y un descenso más rápido de la misma, lo que redundó en una tenderización más temprana de la carne. Por el

contrario, la carne de los biotipos normales de ambas razas siguió un proceso de tenderización más lento pero gradual, probablemente debido a que el tejido muscular mantuvo durante más tiempo la actividad de la μ -calpaína. Los cambios *post-mortem* observados en μ -calpaína mostraron paralelismo con la evolución de la dureza de la carne, estando altamente correlacionados, lo que corrobora el papel relevante de las calpaínas en el proceso de tenderización de la carne.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a M.J. García y M.J. Martínez su colaboración en los experimentos. Este estudio ha sido financiado por el INIA a través del proyecto RTA2007-00087-C02 y fondos FEDER. V. Sierra agradece al INIA su beca predoctoral e I. Vega-Naredo agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación su beca FPU.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldai, N., Murray, B.E., Oliván, M., Martínez, A., Troy, D.J., Osoro, K. and Nájera, A.I. 2006. The influence of breed and *mh*-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Sci.*, 72: 486-495.
- Koohmaraie, M. and Geesink, G.H. 2006. Contribution of post-mortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Sci.*, 74: 34-43.
- Oliván, M., Martínez, A., Osoro, K., Sañudo, C., Panea, P., Olleta, J.L., Campo, M.M., Oliver, M.A., Serra, X., Gil, M. and Piedrafita, J. 2004. Effect of muscular hypertrophy on physico-chemical, biochemical and texture traits of meat from yearling bulls. *Meat Sci.*, 68: 567-575.
- Pomponio, L., Ertbjerg, P., Karlsson, A.H., Costa, L.N. and Lametsch, R. 2010. Influence of early pH decline on calpain activity in porcine muscle. *Meat Sci.*, 85: 110-114.
- Sierra, V., Guerrero, L., Fernández-Suárez, V., Martínez, A., Castro, P., Osoro, K., Rodríguez-Colunga, M.J., Coto-Montes, A. and Oliván, M. 2010. Eating quality of beef from biotypes included in the PGI *Ternera Asturiana* showing distinct physicochemical characteristics and tenderization pattern. *Meat Sci.*, 86: 343-351.
- Veiseth, E., Shackelford, S.D., Wheeler, T.L. and Koohmaraie, M. 2001. Effect of post-mortem storage on μ -calpain and μ -calpain in ovine skeletal muscle. *J. Anim. Sci.*, 70: 3035-3043.