

COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE ENZIMAS LIPOGÉNICAS, LIPOLÍTICAS Y METABÓLICAS DEL MÚSCULO ENTRE LÍNEAS DE CONEJO

Zomeño¹, C., Blasco¹, A. y Hernández¹, P.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

*crizose@posgrado.upv.es

INTRODUCCIÓN

El contenido lipídico del músculo es uno de los principales factores que afectan a la calidad de la carne. Este carácter depende del balance entre las rutas anabólicas (enzimas de la lipogénesis) y catabólicas (enzimas de oxidación y transportadores intracelulares) del flujo de ácidos grasos (Gerbens, 2004). Dentro de las enzimas lipogénicas, se ha puesto de manifiesto que diferencias en la actividad de estas enzimas están relacionadas con diferentes grados de engrasamiento (Gondret et al., 1997; Mouroty y Kouba, 1999). En la movilización de grasa participan también enzimas lipolíticas, liberando ácidos grasos y otros productos relacionados (Hernández et al., 1999). Diferencias en la actividad de las enzimas lipolíticas pueden conducir a diferencias en el sabor y aroma de la carne.

El objetivo de este trabajo es estimar la variabilidad genética de la actividad de enzimas que participan en la síntesis y degradación de los lípidos en los músculos *Longissimus* y *Semimembranosus proprius* del conejo. Se ha estudiado la actividad de enzimas lipogénicas, enzimas lipolíticas, y enzimas metabólicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se sacrificaron un total de 60 animales a la edad de 9 y 13 semanas (30 por grupo de edad), pertenecientes a las líneas A, V y R de la Universidad Politécnica de Valencia. Las dos primeras líneas se seleccionaron por tamaño de camada al destete y la tercera por velocidad de crecimiento del destete al sacrificio. Los animales fueron aturdidos eléctricamente previamente al sacrificio. De cada canal se extrajeron los músculos *Longissimus* (LD) y *Semimembranosus proprius* (SP) que fueron inmediatamente congelados en nitrógeno líquido y almacenados a -80°C.

Se midió la actividad de las enzimas lipogénicas glucosa 6-P-deshidrogenasa (G6PDH) (Ficht et al., 1959), enzima málico (ME) (Hsu y Lardy, 1969) y sintetasa de ácidos grasos (FAS) (Chang et al., 1967) sobre los músculos LD y SP. Las actividades enzimáticas se expresaron en nmol de NADPH formado (G6PDH, EM) u oxidado (FAS) por minuto y por gramo de músculo. La medida de las actividades lipolíticas se realizó sobre el músculo LD siguiendo el método descrito por Hernández et al. (1999). Se estudiaron las enzimas lipasa ácida, lipasa neutra y fosfolipasa ácida. Una unidad de actividad lipolítica se definió como la cantidad de enzima capaz de hidrolizar 1 μ mol de sustrato en 1 hora a 37 °C. Se determinó la actividad de las enzimas oxidativas β -hidroxiacil-CoA deshidrogenasa (HAD) (Bass et al., 1969) y citrato sintetasa (CS) (Srere, 1969), y la actividad de la enzima glicolítica lactato deshidrogenasa (LDH) (Bergmeyer y Bernt, 1974) sobre los músculos LD y SP. Las actividades enzimáticas se expresaron como μ mol de NADH (HAD, LDH) o de ión mercaptido (CS) transformados por minuto y gramo de músculo.

El modelo estadístico utilizado incluyó como efectos fijos la línea (A, V y R), la edad (9 y 13 semanas) y el sexo. Se estimaron las medias por mínimos cuadrados utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las actividades de las enzimas lipogénicas de los dos músculos analizados. Las actividades de las enzimas G6PDH y FAS fueron superiores en SP comparado con el LD, mientras que el músculo LD presentó una mayor actividad del EM. La

mayor capacidad lipogénica del músculo SP está relacionada con su mayor contenido de lípidos y su metabolismo predominantemente oxidativo (Alasnier et al., 1996). Se observó un efecto de la línea genética sobre las actividades de las enzimas lipogénicas. En el músculo LD, las líneas A y V presentaron un valor mayor de G6PDH que la línea R, no observándose diferencias significativas en las actividades del EM y FAS. En el músculo SP, las líneas R y V presentaron menores actividades de G6PDH y EM que la línea A. Estos resultados podrían conducir a un mayor engrasamiento de los animales de la línea A. Aunque no se dispone de valores de contenido de lípidos en el músculo SP, se observó un mayor contenido de lípidos en el músculo LD en la línea A (resultados no mostrados). No se observó un efecto edad para estas enzimas en el músculo LD; sin embargo el músculo SP presentó mayores actividades de G6PDH y EM a las 13 semanas de edad que a las 9 semanas. Gondret et al. (2004) observaron también un incremento de la actividad lipogénica en el músculo entre 10 y 20 semanas de edad.

En las enzimas lipolíticas, únicamente se encontraron diferencias entre líneas para la actividad de la lipasa neutra, donde la línea A presentó un valor mayor que las líneas V y R, no encontrándose diferencias para la lipasa ácida y la fosfolipasa ácida. Los valores medios obtenidos fueron 0.405, 2.66 y 0.453 U/g, para la actividad de la lipasa ácida, neutra y fosfolipasa, respectivamente. Se observó una disminución de la actividad de lipasa ácida, neutra y fosfolipasa ácida entre 9 y 13 semanas de edad.

La tabla 2 muestra las actividades de las enzimas metabólicas. El músculo LD presentó una mayor actividad de la enzima LDH que el músculo SP, mientras que el músculo SP mostró mayores actividades de las enzimas HAD y CS. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores (Gondret et al., 1998, 2009). La actividad de estas enzimas presentó diferencias en función de la línea genética en el músculo SP; la línea R mostró un valor mayor de HAD (2,55 μ moles/min.g músculo) que A y V (2,05 μ moles/min.g músculo); para la CS, las líneas A y R presentaron un mayor valor (5,80 y 6,02 μ moles/min.g músculo, respectivamente) que la línea V (5,10 μ moles/min.g músculo). En el músculo LD, no se observaron diferencias entre líneas para estas enzimas. Se observó un efecto edad en la actividad de las enzimas metabólicas en ambos músculos (tabla 2). El LD presentó una mayor actividad de la enzima LDH y menor de HAD a las 13 semanas que a las 9, no encontrándose diferencias para la CS. El músculo SP presentó una mayor actividad de LDH a las 13 semanas ($p < 0,10$), no encontrándose diferencias en las actividades de HAD y CS. Estos resultados están de acuerdo con Gondret et al., (2004) donde se observó una disminución de la capacidad oxidativa entre 10 y 20 semanas de edad.

Los resultados obtenidos muestran una influencia de tipo genético en la actividad de diversas enzimas relacionadas con el metabolismo lipídico. Las variaciones observadas podrían conducir a diferencias en la calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alasnier, C., Réminon, H. y Gandemer, G. 1996. *Meat Sci.* 43 : 213-224.
- Bass, A., Brdiczka, D., Eyer, P., Hofer, S. y Pette, D. 1969. *Eur. J. Biochem.* 10: 198-206.
- Bergmeyer, H. U., y Bernt. E. 1974. *Methods of enzymatic analysis*, New-York, USA, Academic Press, 574-579.
- Chang, H. C., Seidman, I., Teebor, G., Lane, D. M. 1967. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 28: 682-686.
- Ficht, W. M., Hill, R. y Chaikoff, I. L. 1959. *J. Biol. Chem.*, 234: 1048-1051.
- Gerbens, F. 2004. *Muscle Development of Livestock Animals*, CABI Publishing. 343-356.
- Gondret, F., Mourot, J. y Bonneau, M. 1997. *Comp. Biochem. Physiol.* 117B: 259-265.
- Gondret, F., Mourot, J. y Bonneau, M. 1998. *Liv. Prod. Sci.* 54: 1-10.
- Gondret, F., Hocquette, J.F., Herpin, P. 2004. *Reprod. Nutr. Dev.* 44: 1-16.
- Gondret, F., Hernández, P., Réminon, H. y Combes, S. 2009. *J. Anim. Sci.* 87: 544-553.
- Hernández, P., Navarro, J. L., y Toldrá, F. 1999. *Z. Lebensm. Unters und Forsch.* 208: 110–115.
- Hsu, R. Y. y Lardy, H. A. 1969. *Methods in enzymology*, New-York, USA, Academic

Press, 230-235. • Mourot, J. y Kouba, M. 1999. *Reprod. Nutr. Dev.* 39: 125-132. • Srere, P. A. 1969. *Methods in enzymology*, New-York, USA, Academic Press, 13: 3-11.

Tabla 1. Medias y errores estándar de actividades de enzimas lipogénicas en dos músculos *Longissimus (LD)* y *Semimembranosus proprius (SP)* de conejo en tres líneas genéticas.

Músculo	Enzima	A	V	R
LD	G6PDH	68 ± 4 ^a	67 ± 4 ^a	55 ± 4 ^b
	EM	519 ± 29	547 ± 28	494 ± 29
	FAS	12,9 ± 1.5	9,9 ± 1.6	12,2 ± 1.5
SP	G6PDH	500 ± 25 ^a	373 ± 26 ^b	386 ± 25 ^b
	EM	305 ± 21 ^a	238 ± 21 ^b	237 ± 21 ^b
	FAS	108,7 ± 8.0	90,7 ± 8.0	101,2 ± 8.0

^{ab} medias con superíndices distintos dentro de la misma columna difieren significativamente ($p < 0.05$)

Tabla 2. Medias y errores estándar de actividades de enzimas metabólicas en dos músculos *Longissimus (LD)* y *Semimembranosus proprius (SP)* de conejo de 9 y 13 semanas de edad.

Músculo	Enzima	9 semanas	13 semanas
LD	LDH	716,4 ± 34,3 ^b	842,5 ± 34,3 ^a
	HAD	1,82 ± 0,12 ^a	1,44 ± 0,12 ^b
	CS	2,57 ± 0,18	2,70 ± 0,18
SP	LDH (*)	18,8 ± 1,9 ^b	24,2 ± 1,9 ^a
	HAD	2,12 ± 0,11	2,32 ± 0,11
	CS	5,60 ± 0,15	5,68 ± 0,15

^{ab} medias con superíndices distintos dentro de la misma fila difieren significativamente ($p < 0.05$). (*) ($p < 0.10$).

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2006-10172 del Ministerio de Educación y Ciencia.

COMPARISON OF LIPOGENIC, LIPOLYTIC AND METABOLIC ACTIVITIES OF MUSCLE IN THREE RABBIT LINES

ABSTRACT. This study aim to compare the activity of some enzymes related to lipid metabolism between three rabbit lines in the *Longissimus (LD)* and *Semimembranosus proprius (SP)* muscles. At 9 and 13 weeks of age, 30 animals (per age group) were slaughtered. SP showed higher activities of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH) and fatty acid synthase (FAS) than LD, while malic enzyme (ME) activity was higher in LD. Differences between lines were found in lipogenic activities of both muscles. In LD, line A and V had higher G6PDH activity than line R. In SP, line R and V had lower G6PDH and ME than line A. An increase of G6PDH and ME activities with age was observed in SP. Lactate dehydrogenase (LDH) activity was higher in LD, whereas SP showed higher 3-hydroxyacyl-CoA (HAD) and citrate synthase (CS). Metabolic enzyme activities were influenced by line in SP. A higher HAD activity was found in line R than A and V, CS activity was higher in line R and A than V. Glicolitic activity (LDH) increased with age in both muscles, while HAD activity decreased in LD. Lipolytic activities were little affected by line and an age-related decrease was observed. The differences found between lines could lead to variations in meat quality.

Keywords: muscle, lipogenesis, oxidation, lipolysis