ITEA (2007), Vol. **Extra N.º 28.** Tomo II, 654-656

APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA NIRS PARA ESTIMAR PARÁMETROS FÍSICOS INDICATIVOS DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO

N. Prieto[1*], S. Andrés[2,3], F.J. Giráldez[1,3], A.R. Mantecón[1,3], P. Lavín[1,3]
[1] Estación Agrícola Experimental. CSIC. Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León
*n.prieto@eae.csic.es

[2] Departamento de Producción Animal, Universidad de León, E-24071 León

[3] Unidad Asociada al CSIC del Grupo de Nutrición-Praticultura del Dpto. Producción Animal de la Universidad de León a través de la Estación Agrícola Experimental de León

INTRODUCCIÓN

La carne se caracteriza por un alto grado de heterogeneidad ya que puede verse influenciada por múltiples factores que afectan al pH, al color, a la capacidad de retención de agua y a la dureza, determinantes primarios de su calidad (Kinsman *et al.*, 1994). Esta variabilidad en las características físicas de la carne supone un problema en el momento de la comercialización (Dransfield, 1994), ocasionando al consumidor una cierta incertidumbre sobre la calidad de la misma. Por ello, es recomendable establecer programas basados en la evaluación y control de las características de la carne que aseguren su calidad y homogeneidad (Leroy *et al.*, 2003). Estas características pueden ser valoradas mediante diferentes pruebas analíticas (Grau y Hamm, 1953; Hönikel, 1998) que requieren una gran cantidad de material y de tiempo por lo que, en general, resultan costosas e inadecuadas para su aplicación rutinaria y a tiempo real (on-line) (Liu *et al.*, 2004). Ante esta situación, sería muy útil el desarrollo de técnicas alternativas, más rápidas y menos costosas, que puedan aplicarse sobre la carne fresca. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad de la tecnología Espectroscopia de infrarrojo Cercano (NIRS) para estimar parámetros físicos indicativos de la calidad de la carne de bueyes y de terneros.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente estudio se emplearon muestras de carne procedentes de un total de 53 bueyes y 67 terneros, comercializados ambos tipos de animales bajo la marca de calidad "Valles del Esla". Una vez sacrificados dichos animales, las canales se mantuvieron en refrigeración a 2º C durante 3 días en el caso de los terneros, y durante 7 días en el caso de los bueyes. Transcurrido este periodo de tiempo, de la media canal izquierda se extrajeron las chuletas correspondientes a la región comprendida entre la 5ª y 7ª costilla. A continuación, se separó la 6ª costilla del resto del costillar y se midió, en el músculo *longissimus thoracis* de dicha costilla, el pH mediante un pHmetro portátil (Metrohm 704 pHMeter, Metrohm, Suiza) y las coordenadas de color del espacio CIE L*a*b* (CIE, 1978), tras un tiempo de exposición de 1 hora a temperatura ambiente después del corte, con la ayuda de un espectrofotómetro portátil Minolta® CM-2002 (Konica-Minolta Sensing, Inc., Alemania). La capacidad de retención de agua se determinó mediante la aplicación de tres técnicas diferentes: pérdidas por presión (Grau y Hamm, 1953), pérdidas por goteo y pérdidas por cocción (Hönikel ,1998). La medida instrumental de textura se valoró de manera objetiva siguiendo las recomendaciones de Hönikel (1998). El método mecánico empleado fue el de corte o cizalla utilizando un texturómetro Texture Analyzer® QTS 25 (CNS Farnell, Inglaterra) equipado con una sonda o célula de corte Warner-Bratzler.

Por otro lado, una parte del músculo *longissimus thoracis* de la chuleta correspondiente a la 6ª costilla se picó y a continuación se recogió el espectro de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR). Para ello se empleó un espectrofotómetro InfraAlyzer 500 (Bran+Luebbe GmbH, Norderstedt, Alemania) utilizando cápsulas circulares abiertas. Las muestras se irradiaron con luz infrarroja a longitudes de onda comprendidas entre los 1100 y 2500 nm, con el fin de obtener una medida de absorbancia cada 2 nm. De cada muestra se recogieron

4 espectros, empleándose para las calibraciones el promedio de los mismos. Los espectros de las muestras se utilizaron para estimar las ecuaciones de predicción de los parámetros de interés con el programa *SESAME* versión 1, proporcionado por Bran+Luebbe®. Previamente se aplicaron distintos tratamientos matemáticos de los espectros [(derivadas con diferentes tamaños de gap y segmento de suavizado, con y sin la utilización previa de la transformación MSC (Multiplicative Scatter Correction)] con el fin de optimizar la extracción de información útil a partir de ellos. Las ecuaciones se obtuvieron mediante regresión sobre mínimos cuadrados parciales tipo I (RMCP 1) y finalmente se validaron con las muestras restantes. En este trabajo sólo se presentan los estadísticos de las ecuaciones de predicción que tuvieron los errores estándar de validación cruzada (EE_{VC}) más bajos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los datos de los diferentes parámetros estudiados, correspondientes a la carne de buey y de ternero, y en la Tabla 2 se recogen los estadísticos de las mejores ecuaciones de predicción de los mismos.

Tabla 1. Rango, media y desviación estándar de los parámetros de las muestras de carne utilizadas para obtener las ecuaciones de predicción

	Bueyes				Terneros			
Parámetro	n	Rango	Media	DE	n	Rango	Media	DE
pH	50	5,52-5,88	5,69	0,073	61	5,41-5,89	5,71	0,098
Color L*	50	32,13-40,68	35,85	1,865	60	30,97-48,02	39,74	3,387
Color a*	51	17,52-23,67	20,73	1,543	62	11,05-18,25	14,57	1,813
Color b*	52	3,01-9,98	5,86	1,694	61	-1,36-10,51	5,40	2,725
Pérdidas cocción♣	48	20,90-27,58	24,16	1,669	60	21,15-30,45	25,37	2,387
Pérdidas presión♣	50	19,01-28,70	23,64	2,302	65	12,97-31,14	24,41	3,257
Pérdidas goteo♣	53	1,25-2,99	1,95	0,378	65	1,61-4,30	2,65	0,563
Textura (F_{max}: kg)	49	4,42-9,23	6,62	1,205	61	5,03-13,20	8,73	1,727

n: número de muestras; DE: desviación estándar; ♣: % agua liberada; F_{max}: fuerza máxima al corte

Tabla 2. Estadísticos de calibración y validación de las ecuaciones de predicción desarrolladas a partir de los espectros NIR de las muestras del músculo *longissimus thoracis*

	Bueyes					Terneros				
Parámetro	Trat	p	R^2	EE_{VC}	RPD	Trat	p	R^2	EE_{VC}	RPD
pH	2,5,5	5	0,410	0,06	1,12	Absorbancia	3	0,472	0,08	1,26
Color L*	MSC+1,15,5	7	0,585	1,50	1,24	1,20,5	7	0,869	1,56	2,17
Color a*	MSC+2,20,5	1	0,008	1,58	0,98	1,4,4	6	0,707	1,15	1,58
Color b*	MSC+1,10,5	5	0,345	1,46	1,16	Absorbancia	6	0,901	1,08	2,51
Pérdidas cocción♣	Absorbancia	1	0,138	1,61	1,03	MSC+2,15,5	1	0,001	2,45	0,97
Pérdidas presión♣	MSC+1,5,5	6	0,476	2,08	1,11	MSC+1,10,5	7	0,576	2,25	1,30
Pérdidas goteo♣	MSC+2,5,5	4	0,258	0,36	1,04	MSC+2,20,5	4	0,195	0,55	1,02
Textura (F_{max}: kg)	MSC	5	0,448	1,02	1,18	2,20,5	2	0,167	1,62	1,07

♣: % agua liberada; Trat: tratamiento; MSC: Multiplicative Scatter Correction; p: número de términos en la ecuación; R^2: coeficiente de determinación; EE_{VC}: error estándar de validación cruzada; RPD: cociente entre la desviación estándar del grupo de calibración y el EE_{VC}

Los coeficientes de determinación más altos se obtuvieron para el índice de amarillo (b*) y el índice de luminosidad (L*) en muestras de carne de ternero, siendo considerablemente mayor al obtenido en las muestras de carne de buey. Si observamos estas ecuaciones en

términos de su capacidad de predicción, podemos apreciar cómo el índice de amarillo y el índice de luminosidad de la carne de ternero presentaron los estadísticos RPD más altos, siendo en el caso del índice de amarillo superior a 2,5, valor mínimo establecido por Williams y Sobering (1993) para considerar aceptable la capacidad de predicción de una ecuación. Los bajos coeficientes de determinación y estadísticos RPD obtenidos para estos dos parámetros en la carne de buey pudieron deberse a un rango más estrecho de los valores de referencia en este tipo de carne (Tabla 1). No obstante, quizás una baja correlación de estos parámetros con el contenido de grasa intramuscular, parámetro químico mejor predicho por NIRS en estas muestras (Prieto *et al.*, 2006) pudo perjudicar las estimaciones en las muestras de carne de buey.

Las ecuaciones de predicción del resto de los parámetros estudiados presentaron coeficientes de determinación y estadísticos RPD con valores inferiores a 0,7 y 1,58, respectivamente, para ambos tipos de carne. Posiblemente, esta escasa capacidad de predicción fue debida a que los métodos de referencia son poco precisos y a que el rango de valores de las variables estimadas fue relativamente estrecho. Además, en el caso de la dureza y de la capacidad de retención de agua, también pudo haber influido el hecho de haber recogido los espectros de muestras de carne picada.

A partir de estos resultados se puede concluir que la tecnología NIRS permitió estimar, con exactitud, el valor del índice de amarillo (b*) en carne de ternero. En cuanto al valor del índice de luminosidad (L*) en este tipo de carne, la tecnología NIRS no permitió obtener estimaciones tan exactas como para el índice de amarillo, sin embargo, sí que aportó valores aproximados que podrían ser útiles en monitorizaciones de calidad o controles en línea. Finalmente, cabe destacar que este procedimiento analítico no resultó adecuado para estimar el valor de pH, índice de rojo (a*), capacidad de retención de agua y textura en los tipos de muestras de carne estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del contrato de investigación entre el CSIC y la empresa “Núcleo de Explotaciones Agropecuarias de León, NEAL, S.A.” (Proyecto CDTI nº 03-0347). N. Prieto disfrutó de una beca predoctoral del CSIC - UNIDADES ASOCIADAS UNIVERSIDADES.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIE. (1978). International Commission on Illumination, recommendations on uniform color spaces, color, difference equations, psychometric color terms. CIE publication. Bureau Central de la CIE, Paris, Francia.

Dransfield, E. (1994). Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness. Meat Science 36, 105-121.

Grau, R., Hamm, R. (1953). Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. Naturwissenschafen 40, 29-30.

Honikel, K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science 49, 447-457.

Kinsman, D.M., Kotula, A.W., Breidemstein, B.C. (1994). Muscle foods. Chapman & Hall, New York, EEUU.

Leroy, B., Lambotte, S., Dotreppe, O., Lecocq, H., Istasse, L., Clinquart, A. (2003). Prediction of technological and organoleptic properties of beef longissimus thoracis from near-infrared reflectance and transmission spectra. Meat Science 66, 45-54.

Liu, Y., Lyon, B.G., Windham, W.R., Lyon, C.E., Savage, E.M. (2004). Prediction of physical, color, and sensory characteristics of broiler breasts by visible/near infrared reflectance spectroscopy. Poultry Science 83, 1467-1474.

Prieto, N., Andrés, S., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R., Lavín, P. (2006). Potential use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for the estimation of chemical composition of oxen meat samples. Meat Science 74, 487-496.

Williams, P.C., Sobering, D.C. (1993). Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. Journal of Near Infrared Spectroscopy 1, 25-32.