ESPECTROSCOPÍA DE INFRARROJO CERCANO (NIRS) EN EL ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL CERDO IBÉRICO

De Pedro, Emiliano; Garrido, Ana; Martínez, M. Luz; Angulo, Francisca; García, Juan.

Departamento de Producción Animal. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

INTRODUCCIÓN

Desde 1983 el Dpto de Producción Animal de la E.T.S.I.A..M. de la Universidad de Córdoba, realiza trabajos de I + D relacionados con el estudio del efecto de factores que afectan a la producción y calidad de canales y productos del cerdo ibérico y con la puesta a punto y contrastación de diferentes metodologías de caracterización y tipificación de canales y productos, según el régimen alimenticio de los animales. De particular relevancia, dentro las actividades de I + D, están siendo, los trabajos de investigación relacionados con la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). El objetivo del presente trabajo es mostrar de forma resumida, la situación actual del conocimiento adquirido sobre las posibilidades de aplicación de la tecnología NIRS, para la caracterización cuantitativa y cualitativa de canales y productos derivados del cerdo ibérico y exponer algunas de las actividades de I + D, presentes y futuras en relación a esta tecnología y productos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material Experimental

Los resultados de aplicación de la tecnología NIRS presentados en Tablas 1 a 3, se obtuvieron de tres tipos de material diferente: grasa subcutánea de jamón, lomo curado y sin curar y muestras de magro de jamón (músculo mas grasa intramuscular, sin hueso, piel, grasa subcutánea y grasa intermuscular). Dicho material procede de diferentes ensayos enmarcados en varios proyectos de investigación relacionados con el cerdo ibérico y realizados en nuestro Departamento. Los objetivos, condiciones de los ensayos, metodología de sacrificio y despiece y asimismo las condiciones de obtención y conservación de las muestras aparecen descritas en detalle en diferentes trabajos publicados (De Pedro, 1987). Los análisis en grasa subcutánea han sido obtenidos sobre 118 muestras, de tres grupos de animales sometidos a tres tipos de alimentación diferente, GI (bellota + 1 kg de pienso); GII (bellota + 1,5 kg de pienso) y GIII (solo pienso). En el caso del lomo se han utilizado 63 muestras de lomo sin curar liofilizado y 51 muestras de lomo curado fresco y sus correspondientes liofilizadas. Los resultados relativos a jamón han sido obtenidos utilizando 70 muestras de jamón liofilizado y 32 muestras de jamón fresco.

Análisis NIRS y tratamiento estadístico de datos

El análisis NIRS de grasa de cerdo ibérico fue realizado en un espectrofotómetro PSCO 6250 (1100 - 2500 nm). Las medidas se realizaron por transmitancia utilizando una cápsula de bronce provista de cristal de cuarzo y con 1 mm de paso óptico. El análisis NIRS de jamón y lomo se realizó en un espectrofotómetro NIRSystem 6500 (400 - 2500 nm). Las medidas se realizaron por reflectancia, utilizando cápsulas con ventana de cuarzo y de 3,5 cm de diámetro

Los datos de referencia, para las calibraciones NIRS de ácidos grasos (A.G.), fueron obtenidos en el Laboratorio Agroalimentario de Córdoba, mediante cromatografía gaseosa. Los datos de referencia, para las calibraciones de humedad, proteína y grasa, en jamón y lomo, han sido obtenidos en el Departamento de Producción Animal de la ETSIAM.

Todos los datos estadísticos relativos a la evaluación de las ecuaciones de calibración NIRS desarrolladas para diferentes productos y constituyentes, se obtuvieron utilizando el software ISI (Shenk y Westerhaus., 1995). El cálculo del error de laboratorio ha sido realizado mediante la opción ANOVA del paquete estadístico SAS. Para la obtención de modelos de clasificación de grasas basados en análisis discriminante y redes neuronales, se ha utilizado el paquete estadístico SAS y el software Neural Networks Professional II, respectivamente. Un mayor detalle del diseño y validación de ecuaciones de calibración y modelos de clasificación puede obtenerse en diferentes trabajos (De Pedro et al., 1992, 1995; Hervás et al., 1994; Angulo, 1995; Martínez, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 1 a 3 muestran los principales resultados obtenidos hasta el momento y que resumimos a continuación.

Los resultados de las calibraciones NIRS de A.G. (Tabla 1) muestran, que la técnica NIRS posee una precisión elevada para la predicción de la composición en los A.G. mayoritarios (oleico, palmítico, esteárico y linoléico). Es asimismo posible obtener ecuaciones de predicción con adecuada precisión para otros A.G. como mirístico (R^2 = 0,70, ETVC = 0.09) y palmitoleico (R^2 = 0.80, ETVC = 0.27). Las calibraciones para otros A.G. minoritarios como linolénico, aráquico y gadoleico, se encuentran limitadas por los errores del método de referencia, que en ambos casos son de una magnitud similar a la desviación típica de los valores de referencia, lo que desde un punto de vista teórico inhabilita cualquier metodología analítica. En cualquier caso, las ecuaciones NIRS obtenidas para dichos A.G., siempre permitiría distinguir entre muestras de contenido, bajo, medio y alto dentro de los rangos habituales (ej.: en nuestro caso, gadoleico 0.9-2.2% y linolénico + aráquico 0.6 - 0.9 %). Una segunda aproximación mas razonable al uso de la tecnología NIRS para la caracterización de grasas sería, la de utilizar la información espectral "per se", sin necesidad de recurrir al uso de un método de referencia, no exento de errores intra e inter laboratorio. Los datos espectroscópicos, una vez tratados matemáticamente (ej. ACPs) para eliminar información irrelevante y/ o redundante, pueden ser utilizados como variables en diferentes modelos de clasificación lineales (ej. análisis discriminante) o no lineales (ej. redes neuronales). La Tabla 2, muestra los resultados de clasificación utilizando tres modelos diferentes, el primero de análisis discriminante basado en A. G., el 2º y 3º basados en datos espectroscópicos NIRS, utilizando un modelo lineal y otro no lineal, respectivamente. Como se deduce de los resultados reflejados en la Tabla 2, el NIRS permite clasificar muestras de grasa, con un error inferior al obtenido con los métodos actualmente en uso en algunas industrias, basados en el perfil de A.G..

Finalmente decir que los resultados preliminares obtenidos (Tabla 3) indican, que la tecnología NIRS permite predecir el contenido en humedad, grasa y proteína de lomo y jamón, con una precisión adecuada, si bien dicha precisión es dependiente de numerosos factores tales como, el espesor de la muestra analizada, superficie expuesta a la radiación, homogeneidad de la muestra, diferencias en humedad debidas a variaciones en la temperatura ambiente, número de submuestras analizadas para obtener un espectro representativo de una determinada muestra, forma de interacción de la luz con la muestra (reflectancia o transmitancia) y sobre todo, de la minimización de los errores del método de referencia e incluso del tipo de método de referencia.

CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE ACTUACIÓN PRESENTES Y FUTURAS

La necesidad de garantizar el origen en productos y procesos, es una tarea esencial para las diferentes DD.OO, las cuales en multitud de ocasiones, tienen que utilizar metodologías de control complicadas, caras y susceptibles de vulnerarse por agentes fraudulentos. Los resultados obtenidos relativos a la aplicación de la tecnología NIRS a productos derivados del cerdo ibérico, junto con el reconocimiento, de que la supervivencia del sector del cerdo ibérico, pasa por una apuesta por la calidad, la garantía a los consumidores y la diferenciación inequívoca de sus productos, justifican la necesidad de profundizar en el establecimiento de las bases científico-técnicas del análisis cuantitativo y cualitativo NIRS de productos derivados del cerdo ibérico y particularmente en la aplicación de la tecnología a nivel "on line", mediante sonda de fibra óptica, lo que sin duda alguna, debería constituir la forma ideal de aplicación a nivel de la industria.

AGRADECIMIENTOS

A profesores, alumnos y PAS del Dpto. de P. Animal de la ETSIAM, miembros del Grupo de Investigación Zootecnia, al Servicio Centralizado NIRS-Banco de Muestras de la Universidad de Córdoba, al Laboratorio Agroalimentario de Córdoba, productores e industrias del sector, (COVAP y NAVIDUL) , Trabajo financiado por proyectos de la CICYT y UE.

BIBLIOGRAFÍA

Angulo, M. F. (1993) "Comparación de técnicas analíticas para la determinación de la composición química de lomo fresco y de lomo curado de cerdo Ibérico ".Trabajo profesional fin de carrera. ETSIAM: Universidad de Córdoba.

De Pedro, E (1987). Estudio de los factores sexo y peso de sacrificio sobre las características de la canal de cerdo Ibérico. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

De Pedro E.J., Garrido A., Bares I., Casillas M., y Murray I. (1992). "Near infra-red spectroscopy Bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications:".. Hildrum, K.I., Isakasson, T., Nae, T. y Tandberg, A. (eds.). Noruega. p 345-348

De Pedro, E. y Casillas, M.(1991). ITEA, vol extra nº 11: 455-457.

De Pedro, E; Garrido A.; Lobo, A; Dardenne, P. y Murray, I. (1995). Leaping ahead with Near Infrared Spectroscopy. Batten, GD et al., (Eds). Royal Australian Chemical Institute, p: 291-295.

De Pedro, E. (1995). El cerdo Ibérico. Jornadas Técnicas COVAP.p. 63-81

Hervas, C., Garrido, A., Lucena, B., Garcia, N. y De Pedro, E. (1994). Journal of Near Infrared Spectroscopy, Vol. 2: 177--184.

Martinez, M.L (1996). Aplicación de la técnica NIRS al estudio de la composición química de carne de jamón de cerdo Ibérico: Contrastación de tres tipos de cebas. Trabajo profesional fin de carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba. Mayo.

Shenk, J. S. y Westerhaus, M. O. (1995). Routine operation, calibration, development and network system management manual. NIRSystems, Inc., 12101 Tech Road, Silver Spring,

TABLA 1.- Media, intervalo, desviación tipica y estadisticos de calibración NIRS para la predicción de la composición en ácidos grasos de grasa de cerdo ibérico (N = 118)

Variable	Media	INTERVALO	DT	ETVC	R^2
PALMITICO	22,38	18,4 -25,9	1,81	0,46	0,94
ESTEARICO	10,41	8,2 -13,6	1,19	0,49	0,83
OLEICO	51,75	46,9 -57,2	2,51	0,56	0,95
LINOLEICO	8,38	5,9 -10,7	1,24	0,33	0,93

DT = desviación típica; ETVC = Error típico de validación cruzada; R^2 = coeficiente de determinación de la regresión;

TABLA 2 Comparación de diferentes modelos de clasificación de grasa subcutánea de jamón de cerdo ibérico en función del tipo de alimentación. Resultados de validación (n = 54) de modelos obtenidos con 64 muestras no pertenecientes al grupo de validación

Tipo de alimentación	Análisis discriminante[1]			Análisis discriminante[2]			Redes Neuronales[3]		
	Clasificado en			Clasificado en			Clasificado en		
	GI	GII	GIII	GI	GII	GIII	GI	GII	GIII
GI	19 (76%)	5 (20%)	1 (4%)	21 (84%)	3 (12%)	1 (4%)	24 (96%)	1 (4%)	0 (0%)
GII	4 (26,7%)	11 (73,3%)	0 (0%)	3 (20%)	12 (80%)	0 (0%)	1 (6,7%)	14 (93,3%)	0 (0%)
GIII	0 (0%)	0 (0%)	14 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	14 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	14 (100%)

Variables utilizadas: (1) = contenido en 10 AGS obtenidos por CG. (2) y (3) = datos espectroscópicos NIRS sintetizados en 11 componentes principales

TABLA 3. Estadísticos de calibración NIRS para la predicción de humedad, proteína y grasa en lomo y jamón de cerdo ibérico.

	Jamón				Lomo sin curar		Lomo curado[4]			
	Fesco[1]		Lofilizado[2]		liofilizado[3]		Fresco		Liofilizado	
Variable	ETVC	R^2	ETVC	R^2	ETVC	R^2	ETVC	R2	ETVC	R^2
Humedad	0,95	0,80	0,94	0,81	-	-	0,50	0,96	-	-
Proteína	1,23	0,95	0,44	0,99	1,38	0,90	1,80	0,77	1,69	0,81
Grasa	1,35	0,94	0,51	0,99	1,32	0,94	1,46	0,94	1,48	0,93

(1) n = 32; (2) n = 70; (3) n= 63; (4) n = 51.