

EFECTO DEL PICADO SOBRE EL COLOR DE PASTAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS CRUDO-CURADOS

BENZZO, M. T.^{1,2}; ZOGBI, A.³; ZURBRIGGEN, C.¹; SEQUEIRA, G.^{1,3};
DALLA SANTINA, R.¹; FERNANDEZ-LOPEZ, J.⁴; PEREZ-ALVAREZ, J. A.⁴;
LOPEZ-SANTOVEÑA, F.⁵ & ROSMINI, M. R.^{1,3}

RESUMEN

La elaboración de embutidos crudo-curados tiene lugar en cuatro etapas básicas: picado, amasado-reposo, estufado y secado. La formación del color en estos productos responde a mecanismos físicos, químicos y bioquímicos relacionados con las características de la carne cruda, los aditivos y especias utilizadas y la tecnología aplicada. El picado resulta importante en la formación del color debido a que provoca la desorganización estructural del tejido, favorece la incorporación de aire a la masa exponiéndola al oxígeno del aire, determina la salida de componentes sarcoplasmáticos y de líquido tisular hacia la superficie de la pasta y facilita el contacto íntimo de los aditivos y especias con el pigmento natural (Mb) de la carne. El objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del picado en el desarrollo del color en sistemas modelo de pastas cárnicas elaboradas con magro de cerdo y adicionadas de diferentes mezclas de aditivos y pimentón. Se utilizó para ello la espectrofotometría de reflectancia y el espacio de color CIELAB. El picado fino produjo valores superiores de L*, a*, b* y C* respecto de los picados con placa (10 y 20 mm), y menores valores del índice a*/b*. La disminución del pH de las pastas debido al ácido láctico provocó la desnaturalización y la variación de las diferentes formas de Mb presente en las pastas. Dicho efecto fue superior en pastas finas adicionadas con 1,0 % de ácido láctico. Esto originó una disminución de los componentes rojos (a*) y un aumento de los amarillos (b*) a expensas de los primeros. Por otra parte, la disminución de a*/b* mostró que el ácido láctico favoreció la formación de MetMb.

Palabras claves: embutidos, color, picado, ácido láctico, pH.

SUMMARY

Effect of mincing on the color of paste used in the dry-cured sausages processing.

The development of dry--cured sausages takes place in four basic stages: mincing, kneading-rest, and drying oven. The formation of color in these products is due to physical, chemical and biochemical mechanisms that are associated to raw meat, spices, additives used and applied technology. The chopping is important in color formation due to structural tissue disorganization. In addition, it

1.- Departamento de Salud Pública Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe.

2.- Cátedra de Microbiología General, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, UNL.

3.- Cátedra de Bromatología, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba

4.- Departamento de Tecnologías Agroalimentarias, Universidad Miguel Hernández (Orihuela, España).

5 Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (Valencia, España).

Manuscrito recibido el 26 de septiembre de 2008 y aceptado para su publicación el 3 de febrero de 2009.

favors air incorporation to the mass since it increases exposition to oxygen, determines the output of tissue sarcoplasmic components and fluid to the surface of the butter and facilitates close contact of additives and spices with the natural pigment (Mb) of meat. The objective of this study was to assess the influence of mincing in the development of color in systems model of butter made with lean meat and pork plus various mixtures of additives and paprika, using reflectance spectrophotometry and space color CIELAB. The chopped fine place yielded higher values of $L^* a^* b^*$ and C^* compared with those chopped on the plate (10 and 20 mm), and lowest values of index a^*/b^* . The decrease in pH of butter due to lactic acid caused the distortion and variation of the different forms of Mb in this butter. This effect was higher in thin butter added with 1.0% of lactic acid. This led to a decrease in red components (a^*) and an increase in yellow (b^*) at the expense of the first. Moreover, declining to a^*/b^* showed that lactic acid favored the formation of MetMb.

Key words: meat, sausages, color, minced, lactic acid, pH.

INTRODUCCIÓN

El picado es una de las operaciones más delicadas dentro del proceso de elaboración de los embutidos crudo-curados, pues muchas características básicas de los embutidos secos y semisecos se relacionan con el tamaño de la partícula cárnica (Rust, 1994; Fernández-Ginés *et al.*, 2001). El objetivo de esta etapa del proceso es obtener un producto uniforme, con una distribución regular de los diversos ingredientes que intervienen en la formulación, mejorar la textura de la materia prima al reducir su tamaño y facilitar la mezcla (Marcos, 1991).

Durante la operación de picado se produce la reducción del tamaño de los trozos de carne y grasa hasta diferentes niveles según el tipo de producto a elaborar. Constituye una verdadera *desorganización estructural* en la que se destruyen las últimas barreras de defensa natural que posee la carne (fascias, aponeurosis, etc.), liberando nutrientes y líquidos celulares (intra e intercelular), los cuales favorecerán el desarrollo de los microorganismos presentes en la superficie de la carne debido al aumento de la a_w (Rosmini & Schneider, 2000). El crecimiento de los microorganismos se facilita aún más por el

aumento de la superficie expuesta, por lo cual dicha operación debe realizarse en condiciones de estricta higiene y refrigeración (Fehlhaber & Janetschke, 1995).

Hay productos que incorporan en su composición carne groseramente picada, con trozos de 10 a 30 mm (chorizo español), otros son medianamente picados con trozos de 5 a 10 mm (salami, salchichón español), mientras que en algunos el picado es tan fino que constituyen una verdadera emulsión cárnica (cervelat, longaniza, salchichón picado fino, sobrasada, salchichas de Frankfurt) (Pérez-Álvarez, 1996). Esta fragmentación de los tejidos musculares y adiposos se realiza bajo el efecto de fuerzas de corte, aplastamiento y ruptura. Los granos obtenidos interactúan íntimamente a través de puentes de hidrógeno, interacciones electrostáticas, interacciones hidrofóbicas y fuerzas de Van der Waals, asegurando la cohesión de la pasta (Girard *et al.*, 1991). Esta operación se lleva a cabo utilizando *picadoras de tornillo* o *picadoras de cuchillas (cutter)* o la combinación de ambas (mixto). Las primeras permiten un picado continuo y una granulometría más regular. Sin embargo uno de los fenómenos que comúnmente se genera en la picadora es el recalentamiento de la carne, lo

cual va acompañado a menudo de magullado y embarrado de la pasta (Marcos, 1991). El sistema cutter, aunque diseñado en principio para obtener pastas finas y emulsiones, también suele utilizarse para reducir el tamaño de la carne destinada a embutidos crudo-curados. En estos casos, si bien el corte es más liso, la granulometría resulta más irregular (Incze, 1986). Además, produce la inclusión de aire a la masa y, por lo tanto, favorece las reacciones químicas indeseables entre el oxígeno del aire y los ingredientes de la pasta cárnica. Estas reacciones pueden alterar el color (formación de MetMb) y el sabor del embutido (oxidación de las grasas). El aire incluido en la masa influye no solo sobre la firmeza del producto final (Wirth, 1992), sino que proporciona un nivel bajo de oxígeno para favorecer la actividad metabólica de las bacterias lácticas, que en algunos casos pueden generar coloraciones anómalas al producto. Este inconveniente se resuelve utilizando equipos que funcionan al vacío, lo cual aumenta además la estabilidad del producto (Starr, 1979).

Existen antecedentes que señalan la influencia de algunas operaciones de proceso (Fernández-Ginés *et al.*, 2003), así como de los aditivos y las especias añadidas, sobre las coordenadas de color de las pastas destinadas a elaborar embutidos crudo-curados (García-Marcos *et al.*, 1996; Zogbi *et al.*, 2003; Fernández-López *et al.*, 2002; Rosmini *et al.*, 2005). La espectrofotometría de reflectancia permite la determinación del color de los objetos sólidos sin demandar la destrucción de la muestra y posibilita la evaluación de los cambios de color a lo largo del tiempo sobre un mismo ejemplar (Hunt *et al.*, 1991).

Este trabajo forma parte de un estudio en el cual se pretende evaluar la influencia de las operaciones de proceso y la formulación (aditivos y especias) sobre las coordenadas

de color de las pastas utilizadas para elaborar embutidos crudo-curados. El objetivo particular del trabajo fue determinar el efecto de la operación de picado sobre las coordenadas de color de las pastas destinadas a los embutidos crudo-curados y su posible relación con los aditivos y las especias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Preparación de las pastas modelos

Para realizar el trabajo se utilizó el magro de paletas de cerdo refrigeradas, provenientes de establecimientos mataderos-frigoríficos habilitados y fiscalizados por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, Argentina).

Las paletas fueron deshuesadas manualmente y el magro fue troceado a cuchillo obteniendo cubos de aproximadamente 3 cm de lado. Los trozos de magro obtenidos fueron mezclados manualmente y se dividieron en 3 grupos para someterlo a distintos niveles de picado: 10, 20 mm (picadora de tornillo) y picado fino (homogenizador tipo Moulinex). La carne obtenida, para cada nivel de picado, fue adicionada con una combinación de aditivos y pimentón, siguiendo el siguiente esquema (% del peso): cloruro de sodio (sal) 0,0%; 1,5% y 3,0%; tripolifosfato de sodio 0,00%; 0,15% y 0,30%; ácido láctico 0,0%; 0,5% y 1,0%; pimentón 0,0%; 1,5% y 3,0%. Los aditivos y especias fueron previamente disueltos en 5% de agua y la mezcla con el magro se realizó manualmente. Las muestras control, para cada tamaño de picado, no recibieron tratamiento.

Caracterización del magro entero

Para verificar las características del magro utilizado se determinó, a partir de las paletas enteras, el pH (termo-phMetro Altronix, modelo TPX) y, a partir de los trozos de 3 cm

de lado, el contenido de humedad (ISO R 1442), de proteínas (ISO R 937), de grasa (ISO R 1443) y de cenizas (ISO R 936). La conformación de cada muestra sometida a los análisis químicos se realizó mediante un pool de distintos trozos del magro de las paletas utilizadas. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Determinación de color

Las determinaciones de color de todas las experiencias efectuadas se realizaron por la técnica de *espectrofotometría de reflectancia*. Se utilizó para ello un espectrofotómetro Minolta CM-508 (Minolta Camera Co., Osaka, Japan), el iluminante D₆₅ y el observador 10° (UNE, 1984). Las mediciones se efectuaron inmediatamente después de incorporados los aditivos (tiempo 0) y durante un período de 8 h, con intervalos de 2 h entre cada medida. Durante el estudio las pastas fueron mantenidas en cámara frigorífica (3°C ± 1°C) cubiertas con film plástico para evitar la pérdida de humedad, simulando las condiciones de trabajo de la etapa de amasado-reposo. Los parámetros de color obtenidos para cada caso fueron: L* (luminosidad), a* (coordenada rojo-verde) y b* (coordenada amarillo-azul), del espacio de color CIELAB (CIE, 1976). A partir de estos datos se calcularon las magnitudes psicofísicas H* (tono), C* (croma) (UNE, 1983) y el cociente a*/b* denominado también índice de rojez (Francis & Clydesdale, 1975; Little, 1975; Lavelle *et al.*, 1995).

Diseño experimental

De la combinación de todos los aditivos y especia a sus diferentes concentraciones se obtuvo un total de 81 tratamientos diferentes (factorial 3⁴), los cuales incorporados a los tipos de picado (fino, 10 y 20 mm), produjo un total de 243 (3⁵) tratamientos diferentes. El conjunto compone, por tanto, un diseño factorial 3⁵ con 243 tratamientos en total.

La realización se planteó dividiendo el estudio en 3 fracciones factoriales complementarias, de 81 tratamientos cada una. Los mismos fueron divididos en bloques (3 bloques de 27 tratamientos) siguiendo los Diseños Fraccionados expuestos por McLean & Anderson (1984) y usando el efecto ABCDE como generatriz para la obtención de las tres fracciones factoriales y AB2C2E para la división en bloques. Posteriormente se aplicó el Análisis Multivariante al efecto simple de picado y a las interacciones con los otros efectos mencionados. Se realizaron además contrastes utilizando el test de Tukey entre las medias correspondientes a los efectos significativos hallados para las diferentes variables de color estudiadas (Gómez & Gómez, 1976; Gacua & Singh, 1984).

Todo el tratamiento de datos y los cálculos estadísticos se realizaron utilizando el sistema SAS/Base y SAS/STAT versión 6 para VAX/VMS, con licencia para el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.) del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España (Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los resultados obtenidos se observó que el ácido láctico era el único aditivo incorporado que mostró interacciones significativas (P < 0,01) con la operación de picado.

La operación de picado afectó la luminosidad (L*) de las pastas. El mayor valor de L* se alcanzó cuando las pastas fueron picadas finamente (L* = 48,46 ± 2,63), mientras que aquellas que fueron picadas con grillas (o placas), presentaron valores de L* = 43,36 ± 2,24 (10 mm) y L* = 43,06 ± 2,17 (20 mm). El test de Tukey evidenció que las diferencias existentes eran significativas (P < 0,01) entre

el picado fino y los picados con placas de 10 y 20 mm, pero no entre estos últimos ($P > 0,05$).

El picado, como proceso tecnológico, afecta el color del producto en distintas formas debido a los procesos físicos, químicos y bioquímicos que tienen lugar. De esta forma, el color dependerá de la relación o peso de cada uno de estos procesos. Así, desde el punto de vista físico, el picado incrementa la reflexión de la luz del producto, debido a que la liberación de líquidos titulares que quedan como “agua libre en superficie” favorece la reflexión de la luz. Desde el punto de vista químico, la liberación de mioglobina de las estructuras musculares, puede favorecer que los valores de las coordenadas de color dependan del estado químico de los hemopigmentos. Mientras que los procesos bioquímicos dependerán del estado oxidativo y/o presencia de antioxidantes, entre otros factores (Pérez-Álvarez, 1996; Fernández-López *et al.*, 1998). No obstante, el proceso de picado de la carne puede generar comportamientos diferentes en función de la concentración de mioglobina existente. Así, la operación de picado en productos elaborados con carne de pollo y pavo provoca un incremento de los valores de la coordenada L^* . En el caso de la carne de vacuno, la variación de los valores de la L^* está en función de la edad del animal, se incrementan en animales jóvenes, mientras que disminuyen en los animales mayores de 4 años (Fernández-Ginés *et al.*, 2001).

El picado es una operación que provoca la desorganización de la estructura natural del magro, destruye las barreras naturales que posee la carne (fascia, aponeurosis, etc.), aumenta la superficie expuesta, se liberan los líquidos celulares, y como consecuencia la mioglobina, se incorpora aire y se eleva la temperatura de la masa por efecto de la fricción de las cuchillas (Rosmini & Schneider,

2000). La incorporación de aire, en forma de burbujas, durante el proceso de picado provoca que éste quede atrapado en el seno las pastas, produciendo una mayor dispersión de la luz y, consecuentemente, un incremento en la luminosidad (Palombo *et al.*, 1989).

El mayor valor de la L^* encontrado en las pastas finas está relacionado con un picado más intenso, el cual provocó una mayor destrucción de los tejidos, liberó mayor cantidad de líquidos, que se ubicó en la superficie de la pasta y, además, incorporó mayor cantidad de aire. Todo esto favoreció la dispersión de la luz y aclaró el color de las pastas. En este sentido también debe tenerse en cuenta que el ácido láctico puede favorecer la ruptura de tejidos musculares y contribuir al efecto del picado (Aktas & Kayas, 2001).

El picado afectó también los valores de la coordenada rojo-verde (a^*). En el gráfico 1 se observa que el mayor valor de esta coordenada correspondió al picado fino, es decir, aquel que produjo una mayor desorganización estructural y, por consiguiente, una mayor liberación de los componentes sarcoplasmáticos. El test de Tukey demostró que las diferencias observadas eran significativas ($P < 0,05$) entre el picado fino y los restantes niveles de picado estudiados (10 mm y 20 mm) pero no entre estos últimos.

Estudios realizados por Cartagena (1997) con sistemas de carnes grasas (panceta, tocino y papada) señalaron este mismo comportamiento, es decir valores superiores de a^* en las pastas finamente picadas. Otros autores (Iriarte *et al.*, 1993; Cervera, 1995; Perlo, 1997) observaron una gran variabilidad de esta coordenada para distintos músculos de la paleta de cerdo, hígado y papada de cerdo escaldada, de manera que el proceso de picado sería una operación que, además, homogenizaría los valores de a^* .

La destrucción de los tejidos por efecto del picado produce la liberación de los líqui-

dos intra e intercelulares, arrastrando con ellos los componentes sarcoplasmáticos entre los que se cuenta a la mioglobina (Mb) (Judge *et al.*, 1989; Rosmini & Schneider, 2000). Cuanto más intenso es el picado mayor es la superficie de exposición, mayor es la cantidad de oxígeno incorporado y, paralelamente, más cantidad de Mb se libera a partir del interior de la estructura tisular, efectos que contribuyen al mayor valor de la componente roja.

En la Fig. 1 se observa, además, que la adición del ácido láctico produjo una reducción de las diferencias existentes entre los valores de la coordenada a^* para los diferentes tipos de picado analizados. Resulta evidente que, con una concentración de ácido de 0,5%, el efecto sobre los tejidos (liberación de los componentes rojos) fue superior cuanto menor era la desorganización de la estructura (picado 20 mm). Al agregar 1,0% de ácido el efecto desnaturalizante sobre los componentes rojos es tan grande que los valores de a^* disminuyeron y desaparecieron las diferencias ($P > 0,05$) entre los tipos de

picado. Al mismo tiempo, el descenso de pH favorece la formación de MetMb a expensas de los componentes rojos (Fox, 1994) que se evidenció a través de la disminución de a^* .

El picado afectó los valores de la coordenada b^* obteniéndose para las pastas picadas finamente un valor promedio de $b^* = 22,40 \pm 1,96$ y, para las picadas con placa, $b^* = 19,40 \pm 1,69$ (10 mm) y $b^* = 19,48 \pm 1,71$ (20 mm). Por otra parte, el test de Tukey señaló la existencia de diferencias significativas ($P < 0,01$) entre el picado fino y los picados con placa (10 mm y 20 mm), pero no entre estos últimos ($P > 0,05$).

La coordenada amarillo-azul de la carne fresca está relacionada con la proporción de las diferentes formas en que se encuentra el pigmento de la carne (Mb-OMb-MetMb) (Johansson *et al.*, 1991). Los procesos de picado destruyen la estructura muscular (Judge *et al.*, 1988), liberando las proteínas sarcoplasmáticas y facilitando a su vez la incorporación de aire a los tejidos. Cuanto más intenso es el picado, la destrucción de la estructura muscular resultará mayor y facili-

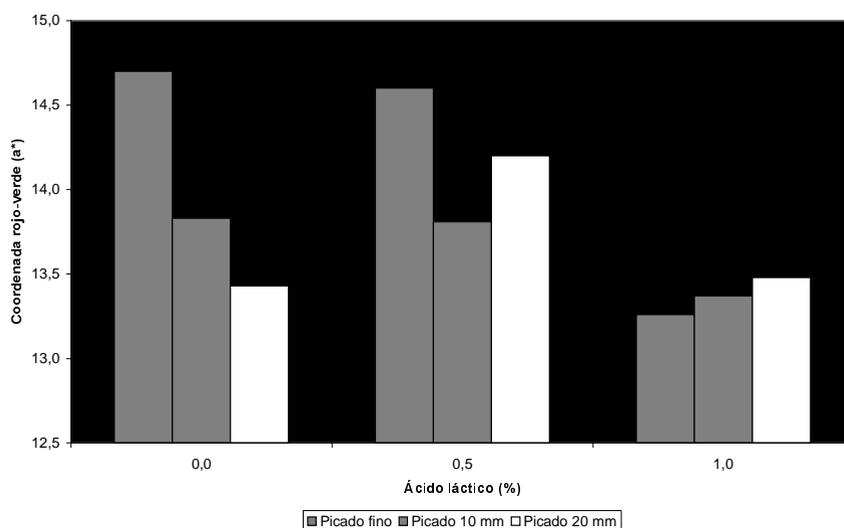


Fig. 1: Interacción picado*ácido láctico para la coordenada rojo-verde (a^*).

tará la exposición de los pigmentos en la superficie. Un valor de la coordenada b^* superior por efecto del picado fino estaría evidenciando el aumento de la proporción de las formas amarillas del pigmento (MetMb) y su exposición en la superficie del magro.

También se ha planteado que el valor de la coordenada b^* estaría, además, relacionado con la terneza del magro, es decir que podría existir cierta influencia a partir de la estructura física y de su nivel de desorganización. Fernández-López (1998) señaló que el picado, independientemente del tipo, incrementa la componente amarilla del color. Un comportamiento similar fue observado en panceta, papada y tocino de cerdo y en magro de ternera y pollo (Cartagena, 1997), en carne de cerdo añejada por 3 días, en la cual también se observó un incremento de la L^* (Vautier *et al.*, 2005; Lindhal *et al.*, 2006) y en pechuga y muslo de pato (Skrabka-Blotnicka *et al.*, 2003).

La Fig. 2 muestra que en las pastas no tratadas con ácido se mantuvieron las diferencias entre el picado fino y los picados

con placa (10 y 20 mm) ($P < 0,01$, test de Tukey). Al mismo tiempo se observa que la adición de ácido produjo mayores valores de b^* , manteniéndose las diferencias entre los distintos tipos de picado ($P < 0,01$). Esto demuestra un efecto sinérgico entre las concentraciones de ácido láctico utilizadas y el picado fino. La coordenada b^* depende de los diferentes estados en que se encuentra el pigmento Mb (Pérez Álvarez *et al.*, 1998) que, para este estudio en particular, dichas formas serían OMb y MetMb.

Los productos elaborados a base de carne presentan una mezcla de colores que se forma a partir de los diferentes estados de la Mb y las proporciones en las que se encuentran presentes. Así, el color del producto dependerá, en gran medida, de la concentración de MetMb en el pigmento total. Cuando dicha proporción está entre el 50 y el 60 % el color es rojo amarronado, cuando pasa al 60 – 70 % es marrón rojizo y por encima del 70 % es gris marrón (Wirth, 1990). Una explicación a esto podría estar relacionada con la reducción de la constante de estabilidad del

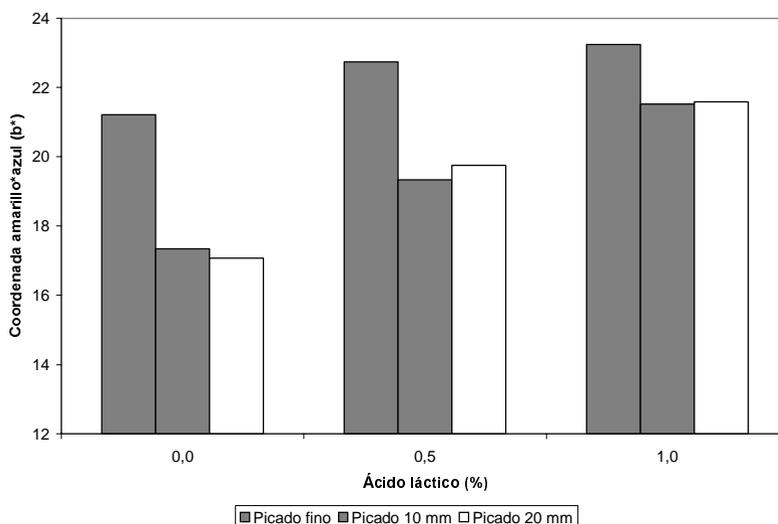


Fig. 2: Interacción picado*ácido láctico para la coordenada amarillo-azul (b^*).

5° ligando del hierro del grupo hemo frente a los bajos valores de pH (Livingston & Brown, 1981), los cuales tienen una fuerte influencia sobre la Mb. Inicialmente se desestabiliza, desnaturalizándose a pH inferiores a 5 y, posteriormente, se incrementa la formación de MetMb por mecanismos de autooxidación (Wong, 1995; Varnam & Sutherland, 1998).

La disminución del pH de las pastas tras la adición de las distintas concentraciones del ácido ($5,65 \pm 0,26$; $5,16 \pm 0,18$; $4,88 \pm 0,15$; para 0,0 % - 0,5 % - 1,0 % respectivamente), favorecería la formación de MetMb y, consecuentemente, el aumento de la coordenada b*.

En trabajos recientes, por otra parte, se ha descrito que las sales del ácido láctico podrían favorecer la estabilidad del color del músculo post-mortem a través de su interacción con la enzima lactato dehidrogenasa que regenera equivalentes reductores de NADH (Mancini *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2005).

El índice de rojez (a^*/b^*) también se modificó por acción del picado. El valor promedio para el picado fino fue de $0,60 \pm 0,07$ y para los picados con placa (10 mm y 20 mm) de $0,67 \pm 0,08$. El test de Tukey mostró diferencias significativas ($P < 0,01$) entre el picado fino y los picados con placa, pero no entre estos últimos ($P > 0,05$). Al analizar el efecto del picado sobre las coordenadas a^* y b^* se comentó que en ambos casos los valores resultaron mayores al realizar el picado fino, por lo tanto, el menor valor de a^*/b^* para dicho picado indica que el efecto fue más importante sobre los componentes amarillos (la coordenada b^*) que sobre los componentes rojos (coordenada a^*). Pérez-Álvarez (1996) señaló que el índice a^*/b^* es un parámetro de color muy sensible a los cambios provocados en el magro como consecuencia de los tratamientos tecnológicos a los que se somete la carne durante su proce-

sado. Este índice también ha sido utilizado para determinar el grado de decoloración de los productos cárnicos (Northcutt *et al.*, 1990).

Los valores encontrados en este estudio indican que cuanto más intenso es el picado menor enrojecimiento se logra en la pasta. La saturación o croma (C^*) de las pastas también fue afectado por la operación de picado. En el gráfico 3 se observa que, en ausencia de ácido láctico, el mayor valor de C^* correspondió al picado fino. El test de Tukey demostró que las diferencias entre los valores del croma de las pastas picada finamente y las sometidas a picado con placa (10 mm y 20 mm) eran significativas ($P < 0,01$), pero no entre éstas últimas ($P > 0,05$).

En estudios sobre el color del magro y vísceras de cerdo utilizadas en la elaboración de diferentes productos cárnicos se ha informado un aumento del croma por efecto del picado (Cartagena, 1997; Pérez-Álvarez *et al.*, 1997; Perlo, 1997). Esto podría estar en relación con la influencia que tienen sobre el croma tanto el tipo de picado como el tiempo que dura la acción mecánica (Garrido, 1997). En todos los casos, al igual que en el presente trabajo, se informó un aumento de la saturación de las pastas al aumentar la intensidad del picado. Esto podría estar relacionado con la liberación de los pigmentos naturales a partir de la matriz de los tejidos por efecto de la destrucción mecánica y su posterior ubicación en una posición más superficial.

El gráfico 3 muestra, además, que la incorporación de 1,0 % de ácido láctico homogeniza los valores del C^* para los diferentes tipos de picado estudiados, al hacer desaparecer las diferencias ($P > 0,05$).

CONCLUSIONES

La técnica de espectrofotometría de reflectancia utilizada permitió evaluar en forma

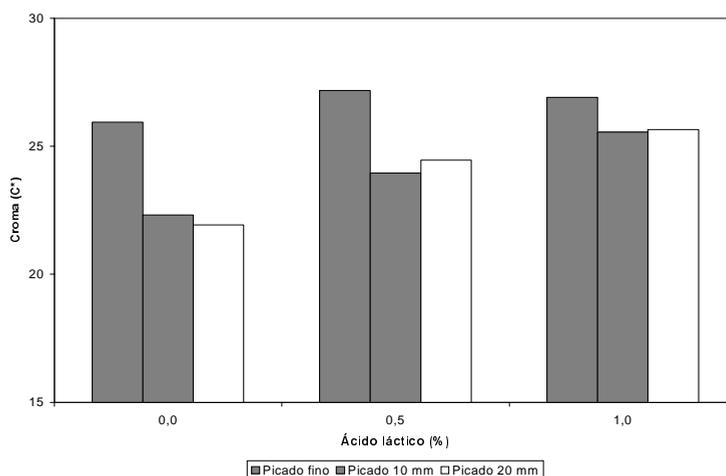


Fig. 3: Interacción picado*ácido láctico para la magnitud psicofísica croma (C*).

objetiva el efecto sobre las coordenadas de color del magro de cerdo utilizado en pastas modelo de embutidos crudo-curados luego de la operación de picado.

El picado fino del magro aclara y satura el color de las pastas de carne utilizadas para elaborar embutidos. Esto se debe a la desorganización estructural del tejido y a la salida de los componentes sarcoplasmáticos. Este tipo de picado disminuye la rojez de la pasta respecto de los picados con placas.

La presencia de ácido láctico en las pastas favorece la formación de MetMb y contribuye aún más a la pérdida de la rojez de la pasta.

Por otra parte, el índice de rojez (a^*/b^*) permite diferenciar el picado fino del picado con placa (10 y 20 mm).

BIBLIOGRAFÍA

- AKTAS, N & 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(2), 88-94.
- CARTAGENA, R. 1997. Caracterización física y fisicoquímica de productos cárnicos elaborados en la Comarca del medio Vinalopó (Elda-Petrer). Proyecto fin de Carrera. Orihuela, E.P.S.O., Universidad Politécnica de Valencia.
- CERVERA, R. 1995. Estudio de la evolución del color en el proceso de elaboración del paté. Proyecto fin de Carrera, E.U.I.T.A., Universidad Politécnica de Valencia.
- FEHLHABER, K. & JANETSCHKE, P. 1995. Higiene veterinaria de los alimentos. Zaragoza, Acribia.
- FERNÁNDEZ-GINÉS, J.M.; ALESON-CARBONELL, L.F.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M.E.; NAVARRO, C.; SENDRA, E. & PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. 2001 Efecto del picado sobre las coordenadas de color en carne y productos cárnicos. *Alimentaria*, 327, 45-50.
- FERNÁNDEZ-GINÉS, J.M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M.E. SENDRA, E. & PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. 2003. Effect of storage conditions on quality

- characteristics of bologna sausages made white citrus fiber. *J. Food Sci.*, 68, 710-715.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; ROSMINI, M.R. & PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.** 1998. El color como propiedad física en el control de calidad de la carne y productos cárnicos. Curso de posgrado. Facultad de Veterinaria, Dpto. de Salud Pública Veterinaria. UNL, Esperanza. Argentina. Pág. 8-30.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.; SAYAS-BARBERA, M.E. & LOPEZ-SANTOVEÑA, F.** 2002. Effect of Paprika (*capsicum annum*) on color of Spanish-type sausages during the resting stage. *J. Food Sci.*, 67(6), 2410-2414.
- FOX, J.B.** 1994. Los pigmentos de la carne. En Price, J.F. & Schweigert, P.S. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. 2e. Zaragoza, Acribia. Cap. 5, p. 175-198.
- FRANCIS, J.C. & CLYDESDALE, F.M.** 1975. Food colorimetry: Theory and applications. Westport (Connecticut), AVI Publishing Co.
- GACULA, M.C. JR. & SINGH, J.** 1984. Statistical methods in food and consumer research. Orlando (USA), Academic Press.
- GARCÍA-MARCOS, M.; ROSMINI, M.R.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.; GAGO, M.A.; LÓPEZ-SANTOVEÑA, F. & ARANDA, V.** 1996. Curing agents effects in a dry-cured sausage model system during the mixing-resting stage. En Hildrum, K.L. Meat for the consumer. Proceedings of 42nd. International Congress of Meat Science and Technology. Lillehammer (Norway), matforsk, Norwegian Food Research Institute, L-11, p. 481-482.
- GARRIDO, C.** 1997. Influencia del tiempo de picado sobre la evolución del color en pastas de anguila. Proyecto Fin de Carrera. Valencia, E.U.I.T.A., Universidad Politécnica de Valencia.
- GIRARD, J.P.; DENOYER, C. & MAILLARD, T.** 1991. El picado grosero. La reestructuración de las pastas finas. En Girard, J.P. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Zaragoza, Acribia. Cap. VII, p. 231-300.
- GÓMEZ, K.A. & GÓMEZ, A.A.** 1976. Statistical procedures for agricultural research. Los Baños (Laguna-Filipinas), The International Rice Research Institute.
- HUNT, M.C.; ACTON, J.C.; BENEDICT, R.C.; CALKINS, C.R.; CORNFORTH, D.P.; JEREMIAH, L.E.; OLSON, D.P.; SALM, C.P.; SAVELL, J.W. & SHIVAS, S.D.** 1991. American meat Science Association, Guidelines for meat colour evaluation. Chicago, National Live Stock and Meat Board.
- IRIARTE, M.L.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.; GAGO, M.A.; FITO, P. & ARANDA, V.** 1993. Introducción al estudio del salado de paleta de cerdo por deshidratación osmótica al vacío. En Fito, P.; Serra, J.; Hernández, E., & Vidal, D. Anales de investigación del Master en Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Valencia, Reproval. Vol. III, p. 579-593.
- INCZE, K.** 1986. Technologie and Microbiologie der ungarischen Salami. *Fleischwirtsch.*, 66, p. 1305-1311.
- ISO.** 1973. Meat and meat products. Determination of total fat content. R 1443. Geneva, International Organization for Standardization.
- ISO.** 1975. Meat and meat products. Determination of moisture content. R 1442. Geneva, International Organization for Standardization.
- ISO.** 1978. Meat and meat products. Determination of nitrogen content. R 937. Geneva, International Organization for Standardization.
- ISO.** 1985. Meat and meat products. Determination of ash content". R 936. Geneva, International Organization for Standardization.
- JOHANSSON, G.; TORNBERG, E. & LUNDSTRÖM, K.** 1991. Meat colour in loin and ham muscles of normal meat quality

- from Hampshire, Swedish Landrace and Yorkshire pigs. *Proc. 37th International Congress of Meat Science and Technology*. Kulmbach, Alemania. P. 394-397.
- JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, J.; HEDRICH, H. & MERKEL, R.** 1989. Principles of meat science. Dubuque, Kendall/Hunt Publishing Co., p. 135-178.
- KIM, Y.H.; HUNT, M.C.; MANCINI, R.A.; KROPF, D.H. & SMITH, J.S.** 2005. Metmyoglobin reduction through lactate-NAD-LDH system *in vivo* and *in vitro*. Proceedings 51st International Congress of Meat Science Technology, 7–12 August, Baltimore, Md., U.S.A. Amer. Meat Sci. Assoc., Savoy, IL, U.S.A.
- LAVELLE, C.L.; HUNT, M.C. & KROPF, D.H.** 1995. Expressible juice and internal cooked colour of ground beef patties from vitamin E-supplemented". *Proc. 41th International Congress of Meat Science and Technology*. San Antonio (Texas), American Meat Science Association. C79, p. 396-397.
- LINDHAL, G.; KARLSSON, A.H.; LUNDS-TROM, K. & ANDERSEN, H.J.** 2006. Significance of storage time on degree of blooming and colour stability of pork loin from different crossbreeds. *Meat-Science*, 72 (4), 603-612.
- LITTLE, A.C.** 1975. Of on a tangent. *J. Food Sci.*, 40, p. 410-411.
- MANCINI, R.A.; KIM, Y.H.; HUNT, M.C. & LAWRENCE, T.E.** 2004 How does lactate-enhancement stabilize beef color? Proceedings 50th International Congress of Meat Science Technology, 8–13 August, Helsinki, Finland.
- MARCOS, D.** 1991. Embutidos crudo-curados españoles. Madrid, Ediciones Ayala, S.L.
- McLEAN, R.A. & ANDERSON, V. L.** 1984. Applied Factorial & Fractional Designs. Statistics: Textbooks y monographs. New York, Marcel Dekker Inc. Vol. 55.
- NORTHCUTT, J.K.; BRIDGES, W.C. JR.; DICK, R.L. & ACTON, J.C.** 1990. Kinetics of the light-induced color fading of vacuum-packaged turkey bologna. *J. Muscle Foods*, 1(3), 169-179).
- PALOMBO, R.; VAN ROON, P.S.; WIJNGAARDS, G. & PRINS, A.** 1989. Kinetic analysis of changes in lightness attribute of colour during the processing of comminuted meat product. *Proc. 35th International Congress of Meat Science and Technology*. Copenhagen, p. 624-631.
- PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.** 1996. Contribución al estudio objetivo del color en productos cárnicos crudo-curados. Tesis Doctoral. Departamento de Tecnología de Alimentos. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia.
- PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.; SÁNCHEZ, E.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., GAGO, M.A.; RUIZ-PELUFFO, C.; ROSMINI, M.R.; PAGÁN, M. J.; LÓPEZ-SANTOVEÑA, F. & ARANDA, V.** 1997. Lomo embuchado: evolution of the physicochemical and colour parameters during the salting seasoning stage. *J. Muscle Food*, 8 (4), 395-411.
- PEREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; SAYAS-BARBERA, E.; CARTAGENA-GRACIA, R.** 1998. Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica. *Eurocarne*, 63: 115-122.
- PERLO, F.** 1997. Caracterización física y fisicoquímica de pastas finas: paté. Tesis doctoral. Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia.
- ROSMINI, M.R. & SCHNEIDER, R.** 2000. Elaboración de embutidos: consideraciones higiénicas y tecnológicas. En Rosmini, M.R.; Pérez Álvarez, J.A. & Fernández López, J. (Ed.) *Nuevas tendencias en higiene y tecnología de carnes*. Elche, Gráficas Limencop S.L. P. 165 - 183.

- ROSMINI, M.R.; ZOGBI, A.P.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M.E.; FERNÁNDEZ-GINÉS, J.M.; LÓPEZ-SANTOVEÑA, F.; ARANDA-CATALÁ, V. & PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.** 2005 *Effect of water, sodium chloride, lactic acid, sodium nitrite, sodium ascorbate and paprika upon lightness (L*) in a dry-cured sausages model system.* Journal of Food Technology, 3(4): 555-562.
- RUST, R.E.** 1994. Productos embutidos. En Price J.F. & Schweigert P.S. *Ciencia de la carne y de los productos cárneos.* Zaragoza, Acribia. Cap. 13, p. 415-439.
- SKRABKA-BLOTNICKA, T.; PRZYSIEZNA, E.; WOLOSZYN, J.** 2003. The changes in some functional and sensory attributes in vacuum packed Mullard muscles as affected by ageing in chilling temperature. *Archiv-fuer-Gefluegelkunde*, 67(5), 231-236.
- STARR, L.D.** 1979. What's new in the old technologies: cooking, chopping and converting? . Proc. Meat Industrial Research Conference. Arlington (VA), American Meat Institute Foundation. P. 41.
- UNE.** 1983. Norma Española 72-031: Magnitudes colorimétricas. Madrid, IRANOR.
- UNE.** 1984. Norma Española 40-080: Determinación de coordenadas cromáticas CIE. Madrid, IRANOR.
- VAUTIER, A.; BOULARD, J.; HOUIX, Y.; ROUX, A.; MINVIELLE, B. & BOZEC, A.** 2005. Pork meat: extended ageing gives more tender meat. *Viandes-et-Produits-Carnes.*, 24(6), 215-218, 229.
- WIRTH, F.** 1990. Salado y curado de embutidos cocidos y productos curados cocidos. *Fleishwirtsch español*, 2, p. 52-57.
- WIRTH, F.** 1992. Fijación de agua, fijación de grasa, formación de la estructura. En Wirth, F. *Tecnología de los embutidos escaldados.* Zaragoza, Acribia. Cap. 4, p. 61-82.
- ZOGBI, A. P.; ROSMINI, M.R.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.; LÓPEZ-SANTOVEÑA, F. & SEQUEIRA, G.** 2003. *Effect of paprika (Capsicum annum) on colour parameters of dry cured sausages meat butter model system bovine.* 49th International Congress on Meat Science and Technology and 2nd Brazilian Congress of Meat Science and Technology. Campinas (Brasil).