

Alimentos de origen animal con efectos nutraceuticos para la salud humana

Liliana Betancourt López* / Germán Afanador Téllez**

RESUMEN

Tradicionalmente, el valor nutritivo de la leche y de la carne ha sido evaluado desde el punto de vista de los nutrientes esenciales y no esenciales para soportar el crecimiento y el desarrollo óptimo de los humanos. Sin embargo, en los últimos años se han estigmatizado las fuentes de proteína animal como la carne y la leche, adjudicándoles efectos perjudiciales para la salud, lo que es producto de un limitado conocimiento sobre los beneficios de diferentes componentes presentes en la carne, la leche y sus productos derivados. Recientemente, se ha demostrado la presencia de biopéptidos con una alta actividad nutraceutica en la leche y sus derivados. Dentro de estas sustancias sobresalen los péptidos inhibidores

de la ACE, con un efecto funcional sobre la reducción de la tensión arterial; también los glicomacropéptidos y la lactoferrina con efectos moduladores del sistema inmune y con una acción antibacteriana específica. En la carne se destacan algunos biopéptidos activos como la carnosina por su efecto antioxidante, asimismo la anserina, la L-carnitina, la glutatióna, la taurina y la creatina. La presente revisión está orientada a reconocer diferentes biocomponentes de la carne y de la leche, y sus efectos benéficos en la salud humana.

Palabras clave: componentes de la leche, biopéptidos, actividad nutraceutica.

* Zootecnista Universidad de La Salle, MfC., estudiante de Doctorado de la Universidad Nacional y profesora asistente de la Universidad de La Salle. Correo electrónico: lcbetancourt@unisalle.edu.co.

** PHD, profesor asociado de la Universidad Nacional de Colombia, Coordinador Nacional de Investigación Pecuaria en La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Fecha de recepción: 5 de octubre 2008.

Fecha de aprobación: 26 de marzo de 2009.

FOOD OF ANIMAL ORIGIN WITH NUTRACEUTICAL EFFECTS FOR THE HUMAN HEALTH

ABSTRACT

The nutritional value of milk and meat has been evaluated by non-essential and essential nutrients to support optimal the human growth and development. However, in recent years sources of animal protein, such as meat and milk, have been stigmatized, attributing adverse health effects, resulting from an inadequate knowledge about the benefits of different components present in meat, milk and its derivatives. Recent studies have shown biopeptides with a high nutraceutical activity in milk and its derivatives. Including peptides with ACE inhibitory activity,

with a functional effect on reducing blood pressure, lactoferrin peptide and its immune modulatory effect and specific antibacterial action. Some active biopeptides in meat such as anserine, L-carnitine, glutathione, taurine and creatine. This review was conducted to recognize different biocomponents of meat and milk and its benefits to human health.

Keywords: milk components, biopeptides, nutraceutical activity

INTRODUCCIÓN

La carne y la leche han sido consideradas, tradicionalmente, fuentes de proteína animal, con alto valor biológico; sin embargo, los consumidores las asocian con una imagen negativa de los contenidos de grasa, la presencia de enfermedades cardiovasculares y, en particular, asocian el consumo de carnes rojas con la incidencia de cáncer (Valsta, 2005). Estas creencias, poco fundamentadas desde el punto de vista científico, han hecho que se limite la demanda de estas fuentes fundamentales de proteína animal. Esa visión contrasta con el conocimiento y la cultura de algunos países que muestran cómo la carne y la leche juegan un papel estratégico en el mantenimiento de la salud de los humanos (Arihara, 2006).

En años recientes diversos grupos de investigación han enfocado el interés en las funciones terciarias de estos alimentos; dichas funciones hacen referencia al papel de los componentes de estos alimentos en la prevención de enfermedades mediante la modulación de sistemas fisiológicos, por ejemplo, anticancerígenos, inmunomoduladores, antimutagénicos, antioxidantes, entre otros (Dentali, 2002). Estas propiedades son referidas por otros autores con el nombre de nutraceuticos, término adoptado por DeFelice (1995), con el que define aquellos alimentos o componentes de los alimentos que tienen beneficios para la salud humana, incluyendo la prevención o el tratamiento de enfermedades. La revolución de los nutraceuticos comenzó en los años 80, cuando descubrieron los beneficios clínicos del calcio, la fibra, los aceites de pescado y recientemente ha permeado la industria animal (DeFelice, 1995). Las proteínas de los alimentos han tenido un interés más reciente, debido a sus múltiples propiedades nutricionales, funcionales y bioactivas.

La importancia de los péptidos biológicamente activos ha sido reconocida particularmente por su efecto

positivo en la salud humana y animal (Ovelgonne *et ál.* 2007). Sin embargo, a pesar de que los estudios sobre este tipo de compuestos han sido limitados, su diseño y desarrollo abre grandes posibilidades a la industria cárnica y láctea de incursionar en diferentes nichos de mercado con este tipo de alimentos. Para esto se requiere del desarrollo de estrategias que permitan enriquecer productos cárnicos y lácteos con dichos compuestos nutraceuticos, desde la producción animal primaria hasta el procesamiento de la carne y la leche (Jiménez, 2005).

La presente revisión trata sobre las características y los beneficios potenciales de los péptidos bioactivos de la carne y la leche, así como de la posibilidad de diseñar productos en la industria cárnica y láctea, con propiedades funcionales y efectos benéficos, que permitirían aumentar y hacer más competitiva la producción animal en su relación con la salud humana.

PÉPTIDOS BIOACTIVOS

Una de las áreas más importantes de la investigación en el metabolismo proteico es la digestión de proteínas en el tracto gastrointestinal, ya que péptidos de varios tamaños son liberados, con un amplio rango de efectos fisiológicos. Los péptidos son fragmentos de proteínas específicas que influyen en los procesos metabólicos y que, finalmente, tienen un efecto positivo en la salud (Bauchart *et ál.* 2006). Muchas proteínas de los recursos alimenticios contienen secuencias de aminoácidos que tienden a adherirse durante la digestión enzimática y pueden ser resistentes a la misma. Los péptidos que pueden actuar localmente en el intestino, o que pueden ser absorbidos y actuar sistemáticamente en diferentes procesos fisiológicos, son denominados biopéptidos activos y el conocimiento sobre su papel estratégico en estos procesos es bastante limitado.

La mayoría de las investigaciones realizadas hacen referencia a las proteínas de la leche, aunque también se conoce que otras fuentes de proteína animal, como la carne, contienen estas secuencias de aminoácidos biológicamente activos y que las proteínas de la dieta tienen un amplio rango de propiedades nutricionales, biológicas y funcionales. En este sentido, los biopéptidos activos, una vez liberados de la fuente de proteína, tienen funciones específicas y afectan una variedad de procesos metabólicos y fisiológicos tales como la respuesta inmune, el comportamiento, la respuesta hormonal y neurológica y la función gastrointestinal (Korhonen y Pihlanto, 2003).

Los péptidos son segmentos cortos de aminoácidos que comprenden entre tres a veinte aminoácidos por molécula (Clare y Swaisgoog, 2000). En particular, los péptidos activos son liberados vía digestión proteolítica gastrointestinal (pepsina, tripsina, quimotripsina, elastasa, carboxipeptidasas) y, una vez liberados, pueden actuar como compuestos reguladores (Korhonen y Pihlanto, 2003). Estudios en animales han demostrado que los oligopéptidos bioactivos de casokininas y lactokininas son hábiles para resistir la degradación gastrointestinal y pueden atravesar el epitelio intestinal y llegar a la sangre (Huth *et ál.* 2006).

Los péptidos biológicamente activos se pueden producir por tres vías: a) hidrólisis enzimática con enzimas digestivas, b) fermentación biológica con cultivos iniciadores y c) acción de enzimas producidas por microorganismos y vegetales (Korhonen y Pihlanto, 2003). En general, los biopéptidos activos se caracterizan por su versatilidad fisiológica y fisicoquímica, y en el futuro inmediato podrían llegar a ser ingredientes promisorios de alimentos funcionales que promuevan la salud humana. A continuación se analizan los compuestos encontrados en la leche y en la carne.

PÉPTIDOS BIOACTIVOS EN LA LECHE

Los biopéptidos activos de la leche han sido involucrados en respuestas de comportamiento, hormonales, neurológicas, vasoregulatorias y nutricionales de los animales. Por ejemplo, los biopéptidos lactoferrina y beta-lactoglobulina de la caseína de la leche son capaces de generar un amplio rango de respuestas, como la inhibición de la angiotensina (casokininas), actividad antimicrobial (caseidina, lactoferricina), actividad antitrombótica (casoplatelinas), absorción de calcio (caseinafosfopéptido) y actividad inmunomoduladora (caseína, suero de leche e hidrolizados de lactoferrina). Otros efectos están relacionados con la palatabilidad de los alimentos, la función intestinal y los procesos de digestión. En humanos, estos componentes ayudan a reducir el riesgo padecer enfermedades crónicas, incluyendo la osteoporosis, la hipertensión, el exceso de peso y grasa, la caries dental y algunos tipos de cáncer (Ovelgonne, 2007).

Las proteínas de la leche muestran un amplio espectro de péptidos bioactivos y, como se mencionó antes, muchos de ellos están encriptados dentro de la estructura primaria de las proteínas (Rizzello, 2007). Los péptidos bioactivos de la leche son derivados de la hidrólisis de la fracción de caseína, alfa-lactoalbúmina y beta-lactoglobulina (Hinrichs, 2004). Gómez *et ál.* (2007) identificaron ciento siete péptidos derivados de alfa_{s1}, alfa_{s2} y beta-caseína, en diferentes fracciones de queso Manchego artesanal e industrial, un queso madurado típico de España. Dichos péptidos, además de las propiedades nutraceuticas, le dan el sabor característico al queso.

En la leche también se pueden encontrar los glicomacropéptidos, producidos por la k-caseína, las beta-casokininas de hidrolizado de caseína (Ovelgonne *et ál.* 2007) y la lactoferrina, una glicoproteína que pertenece a la familia de las transferrinas (Giansati *et*

ál. 2002). En la Tabla 1 se muestran los péptidos más relevantes, encontrados en las proteínas de la leche, su precursor y bioactividad; entre ellas se puede re-

saltar el efecto agonista opioide, antibacterial, inhibidor de la ACE, inmunoestimulante, antitrombótico y quelante de minerales para mejorar su absorción.

TABLA 1. PÉPTIDOS BIOACTIVOS DE PROTEÍNAS DE LA LECHE (HINRICHS, 2004)

Péptido bioactivo	Proteína precursora	Bioactividad
Casomorfinas	Alfa _{s1} -beta-caseína	Agonista opioide
Alfa-lactorfina	Alfa-lactoalbúmina	Agonista opioide
Beta-lactorfina	Beta-lactoalbúmina	Agonista, opioide
Albúmina sérica	Serorfina	Agonista opioide
Lactoferroxina	Lactoferrina	Agonista opioide
Casoxinas	K-caseína	Agonista opioide
Casokininas	Alfa-beta-caseína	Inhibidor de la ace*
Lactokininas	Beta-lactoglobulina	Inhibidor de la ace
Casocidinas	Alfa _{s2} -caseína	Antimicrobial
Lactoferricina	Lactoferrina	Antimicrobial
Isracidina	Alfa _{s1} -caseína	Antimicrobial e inmunomodulación
Inmunopéptidos	Alfa-beta-caseína	Inmunomodulación
Casoplatelinas	K-caseína y transferina	Antitrombótico
Fosfopéptidos	Alfa-beta-caseína	Quelante mineral

*Péptido inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina I

Los biopéptidos no solamente pueden ser liberados de manera natural; antes bien, se han diseñado y desarrollado productos comerciales para la nutrición humana y animal a partir de hidrolizados de proteínas de la leche, lo cual señala una importante oportunidad para la industria láctea de producir hidrolizados crudos o de fracciones semi-purificadas. En el caso de los humanos se han desarrollado innovaciones comerciales de péptidos (Meisel, 1997) y diferentes investigaciones avanzan en el estudio de su enorme potencial, el cual debe ser capitalizado en procesos de desarrollo tecnológico, con el escalamiento de productos de innovación. En este campo las mayores oportunidades para la leche se dan en el mejoramiento de la respuesta inmune y de la actividad antibiótica de los biopéptidos, así como de sus

efectos sobre la palatabilidad de la dieta y el control de los procesos de digestión.

Las propiedades de estimulación de la respuesta inmune y las asociadas con características antimicrobianas de los péptidos bioactivos de la leche han sido revisadas por algunos investigadores (Meisel, 1997; Clare y Swaisgood, 2000). En estos estudios se muestran varios casos sobre cómo un biopéptido –de hidrolizados de tripsina de la leche– estimula la resistencia a la *klebsiella pneumoniae* en ratones, o cómo un biopéptido de caseína tiene una acción protectora contra *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*; así también contra la mastitis, con resultados similares a los observados en tratamientos antibióticos convencionales y las casomorfinas, que son capaces de

regular la capacidad gastrointestinal, afectar la tasa de vaciado gástrico y ejercer una acción antidiarreaica. Un buen número de experimentos, realizados en animales monogástricos, muestran claramente los efectos de los hidrolizados de proteína en una dinámica global intestinal, medida por el flujo al íleon terminal de nitrógeno endógeno y aminoácidos. En

este sentido, parece que los péptidos de la dieta influyen sobre la actividad secretora de la proteína intestinal o de la absorción endógena de aminoácidos; estos efectos tienen implicaciones específicas en los requerimientos de aminoácidos y energía, y en la eficiencia productiva global y la optimización de la función digestiva de los animales (Tabla 2).

TABLA 2. FLUJO DE AMINOÁCIDOS ENDÓGENOS ILEALES (MG/G DE MATERIA SECA) EN RATAS EN CRECIMIENTO

	N- libre	Aminoácidos sintéticos	Caseína hidrolizada
Serina	220 ^a	254 ^a	795 ^b
Acido glutámico	524 ^a	593 ^a	2053 ^b
Alanina	200 ^a	195 ^a	339 ^b

^{a,b} Promedios con letras diferentes son estadísticamente significativos (P<0,05). Tomado de Darragh *et ál.* 1990.

PÉPTIDOS BIOACTIVOS EN LA CARNE Y SUS DERIVADOS

La calidad de la carne es importante para el consumidor, así como para la industria, pero los criterios de calidad se han orientado a las características organolépticas de la carne, tales como: color, sabor, textura, entre otras. Muchos estudios se han enfocado en la evaluación de los cambios en la ultraestructura, la terneza y el sabor, pero hay muy poca información disponible sobre los productos de la degradación de proteínas en el proceso de maduración de la carne, tales como péptidos y los aminoácidos libres (Moya *et ál.* 2001). En la carne, por sus propiedades fisiológicas, se han estudiado varios compuestos nutracéuticos como los CLA, carnosina, anserina, L-carnitina, glutatona, taurina y creatina (Arihara, 2004). Bauchart *et ál.* (2006) encontraron que el 89% de los aminoácidos peptídicos en la carne fresca correspondían a carnosina, anserina y glutatona.

Se ha generalizado que el contenido de péptidos en la carne se incrementa durante el tiempo posmortem; Nishimura *et ál.* (1998) encontraron un cambio

en los niveles de oligopéptidos durante el almacenamiento. Los oligopéptidos (3-17 kDa) se incrementan en todas las carnes durante el almacenamiento, producto de la hidrólisis de las proteínas por proteasas endógenas del sistema calpaína como las calpains y catepsinas (Koohmaraire, 1996), las cuales actúan a un pH óptimo de 7,5 (Caléis *et ál.* 2004, Feidt *et ál.* 1998). En un estudio con músculo esquelético de conejo se liberaron péptidos, en su mayoría aminoácidos hidrofóbicos con leucina y valina, a partir de la Troponina (T), como producto del almacenamiento a 4 °C por 180 minutos (Hughes *et ál.* 2001).

EFFECTOS BENÉFICOS DE LOS BIOPÉPTIDOS

En la última década se ha reconocido la importancia de los péptidos biológicamente activos en la dieta, particularmente sus efectos en la salud (nutracéuticos) de los humanos. Algunos péptidos que se han aislado e identificado tienen un potencial específico, función antimicrobial e inmunomoduladora, inhibición de la enzima convertidora de angiotensina (ACE), actividad antioxidante y péptidos

opioides. Los biopéptidos pueden ejercer diferentes actividades *in vivo*, dependiendo de la secuencia de aminoácidos, afectando también la función cardiovascular, endocrina, inmune y nerviosa. A continuación se profundizará en la estructura y función de algunos biopéptidos.

PÉPTIDOS ANTIBACTERIALES

Los péptidos con propiedad antibacterial pueden jugar un papel importante en la respuesta inmune innata a cambios bacteriales (Iwaniak y Minkiewicz, 2007). Estos son principalmente alfa helicoidales con diferentes cargas positivas y un amplio espectro de actividad contra bacterias y hongos (Tam *et ál.* 2000, Jia *et ál.* 2000, Campagna *et ál.* 2007). Muchos de esos péptidos son lineales, contienen prolina, arginina y ocasionalmente triptófano, también enlaces bisulfuro como las defensinas (Zhong *et ál.* 1995), las cuales tienen un carácter alcalino y dañan la membrana de la célula bacterial. Dichos efectos permiten ver a este tipo de péptidos antimicrobiales como una alternativa al uso de químicos y antibióticos; se destacan los glicomacropéptidos, las inmunoglobulinas, lactoferrinas y lisozimas. Por otra parte, los glicomacropéptidos son producidos por la k-caseína en el queso y juegan un papel importante como péptidos antimicrobiales, por unión con las bacterias patógenas, previniendo el daño de la membrana mucosa del intestino (Ovelgonne *et ál.* 2007).

Hinrichs (2004) sugiere que los glicomacropéptidos enlazan toxinas bacteriales, inhiben la adhesión de la bacteria y el virus y promueven el crecimiento de bifidobacterias. Efectos similares, además de la modulación de la respuesta inmune a través de la proliferación de linfocitos esplénicos, han sido reportados por Brody (2000). Muchos péptidos antibacteriales que contienen lantionina son llamados lantibióticos y se pueden clasificar como A y B. El péptido de clase A forma poros en la membrana de la

célula y los péptidos clase B son globulares y actúan como inhibidores enzimáticos (Hooven, 1995).

La lactoferrina es una glicoproteína que pertenece a la familia de las transferrinas, tiene función antibacterial, antiviral y antifúngica, asimismo es un agente antiinflamatorio, antioxidante e inmunomodulador (Lonnerdal y Iyer, 1995). La lactoferrina se ha descubierto en secreciones externas, tales como la saliva, las lágrimas, el semen y las células epiteliales glandulares (Giansantiet *ál.* 2002); también está presente en otros productos como la leche, derivados lácteos, algunos peces, la cebada y la calabaza. La ovotransferrina es un análogo de lactoferrina en aves, está presente en la clara del huevo y tiene propiedades similares a la lactoferrina. La actividad antibacterial de la lactoferrina está asociada con su habilidad para ligar hierro libre, privando a los microorganismos de este nutriente esencial e inhibiendo la adhesión de la bacteria a la pared intestinal (Tomita *et ál.* 2002).

Otro péptido antibacterial es la lisozima, establecida en grandes cantidades en albúmina de huevo, tiene un potente efecto antimicrobial contra microorganismos gram positivos, pudiendo destruir la membrana bacterial y la pared celular. Recientemente se ha demostrado que las lisozimas tienen efecto bactericida contra bacterias gram negativas, también se reportó en éstas un efecto antiinflamatorio, antiviral, antitumor, antihistamínico y se encontraron propiedades aglutinantes (Mine *et ál.* 2004).

Los péptidos inmunomodulatorios, tales como las beta-casokinas de hidrolizado de caseína, son responsables del estímulo de la proliferación de linfocitos, incluyendo la proliferación de células T antígeno-dependientes; asimismo, del desarrollo de anticuerpos, de la actividad fagocítica de macrófagos, del movimiento de neutrófilos y de la inhibición de lipopolisacáridos y fitohemaglutininas en cultivo de células del bazo.

PÉPTIDOS ANTIOXIDANTES

En la búsqueda de metabolitos con propiedades antioxidantes se han encontrado efectos positivos en la prevención y el control de enfermedades de alta incidencia en las sociedades modernas, tales como el cáncer, problemas derivados en un sistema inmune disfuncional y disturbios cardio-vasculares, entre otros; siendo importante conocer el aporte de los productos cárnicos y lácteos a estas problemáticas de la salud humana.

Saiga *et ál.* (2003) demostraron que los hidrolizados obtenidos de proteínas miofibrilares de la carne de cerdo, tratadas con las proteasas papaína o actinasa E, presentaron altos niveles de actividad antioxidante sobre la peroxidación de ácido linoleico. Entre los péptidos antioxidantes, identificados a partir del hidrolizado de papaína, está Asp-Ala-Gln-Glu-Lys-Leu-Glu, el cual corresponde a parte de la secuencia de actina porcina. Sin embargo, a partir de la troponina degradada también se pueden obtener péptidos de 30 kDa durante la maduración del músculo *post mortem*, siendo el sitio de corte la región terminal de la proteína rica en ácido glutámico (Muroya *et ál.* 2007).

Amr *et ál.* (2007) demostraron que el péptido antioxidante natural carnosina (β -alanil-L-histidina) puede ser útil en el tratamiento profiláctico para proteger el hígado contra daño de hipoxia y reoxigenación. Los mismos autores observaron, también, una reducción del daño hepático, vacuolización citoplasmática, muerte celular por necrosis y apoptosis. Carnosina es el péptido principal presente en la carne de mamíferos (Van Raamsdonk *et ál.* 2007) y está involucrado en diversos efectos fisiológicos, incluyendo antioxidantes, estabilizante de membrana y actividad bufferizante (Amr *et ál.* 2007, Iwaniak y Minkiewicz, 2007).

También se han encontrado péptidos antioxidantes en las proteínas de la leche, se citan los resulta-

dos de Cervato *et ál.* (1999), quienes determinaron que las subunidades alfa, beta y k-caseína fueron hábiles para inhibir la oxidación inducida por el hierro del ácido araquidónico en modelos liposomales. Este efecto antioxidante ocurrió cuando se adicionaron 500 microgramos de alfa-caseína a 0,5 ml de suspensión liposomal. El mecanismo de acción antioxidante está explicado en el estímulo de la autooxidación del hierro y la modificación del equilibrio Fe^{2+}/Fe^{3+} , inhibiendo, de esta forma, la peroxidación de lípidos.

PÉPTIDOS INHIBIDORES DE LA ACE

En la actualidad los problemas de hipertensión que aquejan a un significativo grupo de personas pueden encontrar solución en la carne y la leche, a través de metabolitos que regulan fisiológicamente este tipo de disturbios, mediante péptidos inhibidores de la enzima que convierte la angiotensina I (ACE). Estos péptidos han sido encontrados en proteínas tanto de la carne como de la leche y son, quizás, los péptidos más estudiados por su habilidad para prevenir la hipertensión. Jang y Lee (2005) aislaron estos péptidos a partir de extractos de proteína del bíceps femoral y determinaron la secuencia como Val-Leu-Ala-Gln-Tyr-Lys; los autores concluyen que se podría desarrollar un producto a partir de la carne, con péptidos bioactivos, para reducir la presión sanguínea.

Arihara *et ál.* (2001) evidenciaron un 50% de inhibición de la ACE con péptidos obtenidos a partir de músculo esquelético porcino, los cuales fueron identificados como A y B. Otro efecto de los inhibidores de la ACE es que interactúan con los receptores de las enzimas que activan la angiotensina en la musculatura lisa vascular (Huth *et ál.* 2006). Los péptidos inhibidores de la ACE también son generados en la proteólisis producida durante la maduración del queso y su presencia es dependiente del tiempo de maduración; en contraste, en yogurt, queso fresco y

cuajada, la actividad inhibitoria de la ACE fue baja (korhonen y Pihlanto, 2003).

OTROS PÉPTIDOS BIOACTIVOS

La prohibición del uso de antibióticos como promotores de crecimiento en la dieta de los animales ha obligado a buscar alternativas que no tengan efectos residuales, entre éstas se puede incluir el uso de un tipo de péptidos bioactivos como son los agonistas opioides, que han demostrado efectos positivos en pollos de engorde (Takashi *et ál.* 2004). Estos péptidos opioides estimularon el consumo de alimento, y péptidos opioides endógenos han sido involucrados en el consumo de alimento y en el estímulo del sistema nervioso central.

Las casopletilinas son péptidos antitrombóticos derivados de la k-caseína (glicomacropéptido) y son inhibidores de la agregación plaquetaria (Iwaniak y Minkiewicz, 2007). Otras moléculas bioactivas incluyen mediadores de hormonas, inmunoglobulinas y sistemas enzimáticos. Muchas de esas proteínas están en la fracción proteica del suero y ejercen actividad específica o no específica contra una gran variedad de cepas patogénicas y no patogénicas de bacterias, asimismo contra microorganismos contaminantes de alimentos. Estas moléculas estimulan el crecimiento y la diferenciación de las células e incrementan la inmunidad pasiva y la regulación de la inmunidad (korhonen y Pihlanto, 2003).

Los hidrolizados de proteínas del suero de leche son usados como soporte nutricional en pacientes humanos con insuficiencias fisiológicas, debido a que se han identificado diversos péptidos, a saber, los

péptidos opioides, el péptido inhibidor de la ACE, el péptido antitrombótico, el péptido inmunomodulador, el péptido anticarcinogénico y el péptido transportador, entre otros (Clemente, 2000, Iwaniak y Minkiewicz, 2007).

CONCLUSIONES Y APLICACIONES FUTURAS

Los efectos antes mencionados, sumados al poco conocimiento sobre los beneficios de estos componentes de la carne y de la leche, crean la necesidad urgente de concienciar a los consumidores acerca del verdadero valor funcional de estos alimentos, así como de la posibilidad de desarrollar productos lácteos y cárnicos con un valor agregado como alimentos nutraceuticos.

Estos hallazgos podrían desmitificar las falsas creencias sobre los efectos nocivos de la carne y la leche para la salud humana. Por el contrario, la presencia de péptidos bioactivos en alimentos lácteos y cárnicos, y su versatilidad fisiológica y fisicoquímica, permiten concluir que estos componentes podrían llegar a ser ingredientes fundamentales de alimentos funcionales que promueven la salud humana. El poco conocimiento de los múltiples efectos benéficos de los péptidos bioactivos en la carne, la leche y sus derivados sugiere la necesidad de informar a los consumidores al respecto. Se requiere más investigación que conduzca a la caracterización de este tipo de productos como fuente de péptidos bioactivos y de sus efectos benéficos en los sistemas de producción animal, pero también en el procesamiento, en condiciones de nichos y conglomerados de producción de leche y carne.

BIBLIOGRAFÍA

- Arihara, K. (2006). Meat Science Strategies for Designing Novel Functional Meat Products. *Meat Science*, 74, 219-229.
- Arihara, K., Nakashima, Y., Mukai, T., Ishikawa, S. y Itoh, M. (2001). Peptide inhibitors for angiotensin I-converting enzyme from enzymatic hydrolysates of porcine skeletal muscle proteins. *Meat Science*, 57, 319-324.
- Arihara, K., Nakashima, Y., Ishikawa, S. y Itoh, M. (Agosto, 2004). Antihypertensive activities generated from porcine skeletal muscle proteins by lactic acid bacteria. En: *Abstracts of 50th International Congress of Meat Science and Technology* (p. 236), 8-13. Helsinki, Finland.
- Amr, A., Fouad, A., Mahmoud, A., El-Rehany, H. y Maghraby, K. (2007). The hepatoprotective effect of carnosine against ischemia/reperfusion liver injury in rats. *European Journal of Pharmacology*, 572, 61-68.
- Bauchart, C., Savary-Auzeloux, I., Patureau M., Thomas, E., Morzel, M. y Remond, D. (2006). Small peptides (<5 kDa) found in ready-to-eat beef meat. *Meat Science*, 74, 658-666.
- Brody, E. P. (2000). Biological activities of bovine glycomacropeptide. *British Journal of Nutrition*, 84, S39-S46.
- Campagna, S., Saint, N., Molle, G., Aumelas, A., (2007). Structure and mechanism of action of the antimicrobial peptide piscidin. *Biochemistry*, 46, 1771-1778.
- Cervato, G., Cazzola, R. y Cestaro, B. (1999). Studies on the antioxidant activity of milk caseins. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 50, 291-296.
- Clare, D. A. y Swaisgood, H. E. (2000). Bioactive Milk Peptides: A Prospectus. *Journal of Dairy Science*, 83, 1187-1195.
- Clemente, A. (2000). Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 254-262.
- Darragh, A. J., Moughan, P. J., Smith, W. C. (1990). The effect of amino acid and peptide alimentation on the determination of endogenous amino acid flow at the terminal ileum of the rat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51, 47-56.
- DeFelice, S. (1995). The nutraceutical revolution: its impact on food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 61, 59-61.
- Dentali, S. (2002). Regulation of functional foods and dietary supplements. *Food Technology*, 56(6), 89-94.
- Feidt, C., Brun-Bellut, J. y Dransfield, E. (1998). Liberation of peptides during meat storage and their interactions with proteinase activity. *Meat Science*, 49, 223-231.
- Gianasanti, F., Rossi, P., Massucci, M. T., Botti, D., Antonini, G., Valenti, P. y Seganti, L.. (2002). Antiviral activity of ovotransferrin discloses an evolutionary strategy for the defensive activities of lactoferrin, *Biochem. The Journal of Cell Biology*, 80,125-130.
- Gómez, J. Á., Taborda, G., Amigo, L., Ramos, M. y Molina, E. (2007). Sensory and Mass Spectrometric Analysis of the Peptidic Fraction Lower Than One thousand daltons in manchego cheese. *Journal of Dairy Science*, 90, 4966-4973.
- Hinrichs, J. (2004). Mediterranean milk and milk products. *European Journal of Nutrition*, 1(43), 1104-1108.

- Hooven van den, H. (1995). *Structure elucidation of the lantibiotic nisin in aqueous solution and in membrane-like environments*. Tesis Doctoral. Holanda: Univesity of Nijmegen.
- Hughes, R. J., Struthers, R. S., Fong, A. M. y Insel, P. A. (1988). Receptor-Induced Degradation of Atrial Natriuretic Peptide by a Rabbit Carotid Artery Smooth Muscle Cell. *Molecular Endocrinology*, 2, 117-124.
- Huth, P. J.; DiRienzo, D. B.; Miller, G. D. (2006). Major Scientific Advances with Dairy Foods in Nutrition and Health. *Journal of Dairy Science*, 89, 1207-1221.
- Iwaniak, A. y Minkiewicz, P. (2007). Proteins as the source of physiologically and functionally active peptides. *ACTA Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 6, 5-15.
- Jia, X., Patrzykat, A., Devlin, R. H., Ackerman, P. A., Iwama, G. K. y Hancock, R. E. (2000). Antimicrobial peptides protect coho salmon from *Vibrio anguillarum* infections. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(5), 1928-1932.
- Jang, A. y Lee, M. (2005). Purification and identification of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides from beef hydrolysates. *Meat Science*, 69, 653-661.
- Jiménez, F., Carballo, J. y Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59, 5-13.
- Koohmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. *Meat Science*, 43, 193-201.
- Korhonen, H y Pihlanto, A. (2003). Bioactive peptides and proteins. *Advances in Food and Nutrition Research*, 47, 175-276.
- Lonnerdal, B y Iyer, S. (1995). Lactoferrin: molecular structure and biological function. *Annual Reviews of Nutrition*, 15, 93 -110.
- Meisel, H., Goepfert, A. y Günter, S. (1997). Occurrence of ACE inhibitory peptides in milk products. *Milchwissenschaft*, 52, 307-311.
- Mine, T., Sato, Y., Noguchi, M., Sasatomi, T., Gouhara, R., Tsuda, N., Tanaka, S., Shoumura, H., Katagiri, K., Rikimaru, T., Shichijo, S., Kamura, T., Hashimoto, T., Shirouzu, K., Yamada, A., Todo, S., Itoh, K. y Yamana, H. (2004). Humoral responses to peptides correlated with overall survival in advanced cancer patients vaccinated with peptides based on pre-existing, peptide-specific cellular responses. *Clinical Cancer Research*, 10, 929-937.
- Moya, V. J., Flores, M., Aristoy, M. y Toldrá, F. (2001). Pork meta quality affects peptide and amino acid profiles during the ageings process. *Meat Science*, 58, 197-206.
- Muroya, S., Mayumi, O., Mika, O., Ikuyo, N. y Koichi, C. (2007). Postmortem changes in bovine troponin T isoforms on two-dimensional electrophoretic gel analyzed using mass spectrometry and western blotting: The limited fragmentation into basic polypeptides. *Meat Science*, 75, 506-514
- Nishimura, T., Rhue, M. R., Okitani, A. y Kato, H. (1988). Components contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agricultural and Biological Chemistry*, 52, 2323-2330.
- Ovelgonne, E., Muir, W. y Scott, T. A. (Febrero 12, 2007). *Meat and bone meal, future nutraceuticals for poultry? a review*. Australian Poultry Science Symposium. Sydney, Australia.
- Rizzello, G. C., Losito, I., Gobbetti, M., Carbonara, T., De Bari, M. D. y Zambonin, P. G. (2007). Antibacterial activities of peptides from the water-soluble extracts of italian cheese varieties. *Journal of Dairy Science*, 88, 23-48.

- Saiga, A. I., Tanabe, S. y Nishimura, T. (2003). Antioxidant activity of peptides obtained from porcine myofibrillar proteins by protease treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3661-3667.
- Takashi, B., Kazuya, K., Tomofumi, I., Koh-Ichi, D. y Hiroshi, U. (2004). Feeding responses to α -, β - and γ -opioid receptor agonists in the meat-type chick Pharmacology. *Biochemistry and Behavior*, 78, 707-710.
- Tam, J. P., Lu, Y. A. y Yang, J. L. (2000). Design of salt-insensitive glycine-rich antimicrobial peptides with tricyclic structures. *Biochemistry*, 39, 7159-7169.
- Tomita, M., Wakabayashi, H., Yamauchi, K., Teraguchi, S. y Hayasawa, H. (2002). Bovine lactoferrin and lactoferricin derived from milk: production and applications. *Biochemistry and Cell Biology*, 80, 109-112.
- Valsta, L. M., Tapanainen, H. y Mannisto, S. (2005). Meat fats in nutrition. *Meat Science*, 70, 525-530.
- Van Raamsdonk, L., Van, C., Von Holst, V., Baeten, G., Berben, A. y Boix, J. (2007). New developments in the detection and identification of processed animal proteins in feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 133, 63-83
- Zhong, L., Putnam, R. J., Johnson, W. C. y Rao, A. G. (1995). Design and synthesis of amphipathic antimicrobial peptides. *International Journal of Peptide and Protein Research*, 45(4), 337-347.