

ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3

Una fuente marina incorporada al huevo



Los consumidores están cada vez más interesados en los alimentos funcionales. Una categoría de gran interés son los productos que contienen ácidos Omega-3, ya que su ingesta dietaria reduce el riesgo de enfermedades cardíacas (Temple, 1996), provee un efecto inhibitorio sobre el crecimiento prostático y cáncer de mamas (Pandalai et al., 1996; Rose, 1997), retrasa el deterioro de la función inmunitaria (Fernández, 1995) y es necesario para el normal desarrollo visual y encefálico del feto (Neuringer et al., 1998).

El cuerpo no puede sintetizar estos ácidos con la eficiencia suficiente como para cubrir las necesidades biológicas, por lo que debe ser suministrado en la dieta a tal punto que su déficit ha demostrado desencadenar sinología clínica como cambios en la piel, visión anormal y neuropatías periféricas (Simpoulos, 1991; Holman et al., 1982), lo que ha llevado hoy en día a considerar a estos ácidos grasos como moléculas clave para el correcto funcionamiento de la retina y el sistema nervioso (Neuringer et al., 1984; Uauy et al., 1990), considerando más aún la alta concentración que alcanzan ciertos Pufas como el ácido Docosahexaenoico (DHA) en la corteza cerebral y la retina (Ballabriga, 1994). De hecho, el peso seco del encéfalo humano corresponde predominantemente a lípidos, con un 22% de la corteza cerebral y 24% de la sustancia blanca correspondiendo a fosfolípidos, cuyo perfil en el encéfalo, a diferencia de las proteínas que se encuentran codificadas en el genoma, puede modificarse a través de la dieta (Galli et al., 1971).

Las fuentes dietarias que en mayor parte contribuyen a suplementar ácidos Omega-3 incluyen el pescado y otros productos marinos. Otras fuente en cambio como vegetales, entregan menor cantidad (Raper, Cronin y Exler, 1998) y de manera más ineficiente (Caston y Leeson, 1990; Cherian y Sim, 1991). Si bien el pescado es considerado la principal fuente de Omega-3, no constituye necesariamente la fuente primaria para las personas dado el bajo consumo de estos productos (Lewis, Seburg y Flanagan, 2000). Como una manera de modificar la oferta natural de Omega-3 de algunos alimentos e incrementar el consumo de la población, se ha incrementado las cantidades de aceite de pescado en la dietas de gallinas ponedoras con el consecuente depósito



Dr. Andrés Ross Burrows. M.V.
Director Técnico SPES S.A.
aross@spes.cl

de Omega 3 en la yema del huevo (Gauglitz, Stout y Wekell, 1974; Oh, et al., 1988; Huang et al., 1990; Lewis, Seburg y Flanagan, 2000; Cornejo et al., 2008), alimento considerado como una fuente de proteína de alta calidad y poco costosa, lo que lo convierte en uno de los alimentos más accesibles para la población. Estudios recientes indican que los huevos enriquecidos con Omega-3 de origen marino disminuyen los triglicéridos circulantes y reducen los niveles séricos de colesterol (Oh et al., 1991; Simopoulos, 2000; McNamara, 2002; Nakamura et al., 2003; Norman et al., 2004).

Incorporación de componentes lipídicos al huevo

La yema del huevo es una mezcla de proteínas, lípidos y micronutrientes. Los lípidos presentes lo hacen en forma de partículas lipoproteicas esféricas especializadas, denominadas lipoproteínas de muy baja densidad, sintetizadas ma-

sivamente en hígado durante la postura y su acumulación es lo que produce en mayor medida la dramática expansión que sufre el ovocito para originar la yema (Brian, 2006).

La yema del óvulo del ave en postura deriva de componentes sanguíneos y es aceptado que muchos de sus componentes son incorporados al ovocito en crecimiento como macromoléculas mediante el proceso de pinocitosis (Schjeide et al., 1970). La mayor parte de la yema consiste en lípidos en forma de lipoproteínas, las cuales se separan por centrifugación en lipoproteínas de baja densidad y de alta densidad. Estas dos fracciones corresponden al 66 y 16 % respectivamente del total de sólidos de la yema y a un 93 y 7 % respectivamente del total de lípidos (Cook, 1968). Los lípidos son principalmente depositados en la fase de crecimiento final (Marza y Marza, 1935; Bellairis, 1964; Mackenzie y Martin, 1967) cuando el folículo ovárico aumenta dramáticamente de tamaño en los días que preceden a la ovulación (Gilbert, 1971) adquiriendo la yema su pigmentación amarilla característica.

En el ave de postura, el nivel de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) es considerablemente superior a aves inmaduras como resultado de la estimulación hormonal para la producción hepática de VLDL (Tarlow et al., 1977). La similitud en cuanto a proteínas y lípidos presentes en moléculas VLDL plasmáticas y de la yema (Hillary, White y Pangburn, 1972; Gornall y Kuksis, 1973) y los hallazgos sobre el depósito de VLDL marcadas luego de ser inyectadas en sangre (Holdsworth, Michell y Finean, 1974) han demostrado que este componente lipídico es transferido al ovocito con algunos cambios en el perfil de triglicéridos (Husbands, 1970) y con un reducido contenido de colesterol (Martin, Tattrie y Cook, 1963; Schneider y Tattrie, 1968; Gornall y Kuksis, 1971).

Los cambios morfológicos del folículo ovárico que suceden hacia el final de la fase de crecimiento facilitan la absorción de macromoléculas por parte del ovocito, las cuales derivan del lecho capilar de la teca interna. (Wyburn, Aitken y Johnston, 1965; Wyburn, Johnston y Aitken, 1965; Perry, Gilbert y Evans, 1978,2).

Así, a través de la membrana plasmática del ovocito se transfieren VLDL a las esferas de la yema (Perry y Gilbert, 1979). El movimiento de estas VLDL es totalmente selectivo (Gornall y Kuksis, 1973) siendo mediado por receptores específicos de lipoproteínas de baja densidad denominados LR8 (Bujo et al., 1994) que además participan en la entrega de sus componentes al embrión en crecimiento (Hermann et al., 2000). Este receptor no se expresa en las células somáticas sino exclusivamente en el ovocito en crecimiento, siendo el responsable del proceso de endocitosis mediada por receptores que deposita moléculas VLDL en yema del huevo en formación (Schneider, 1992).

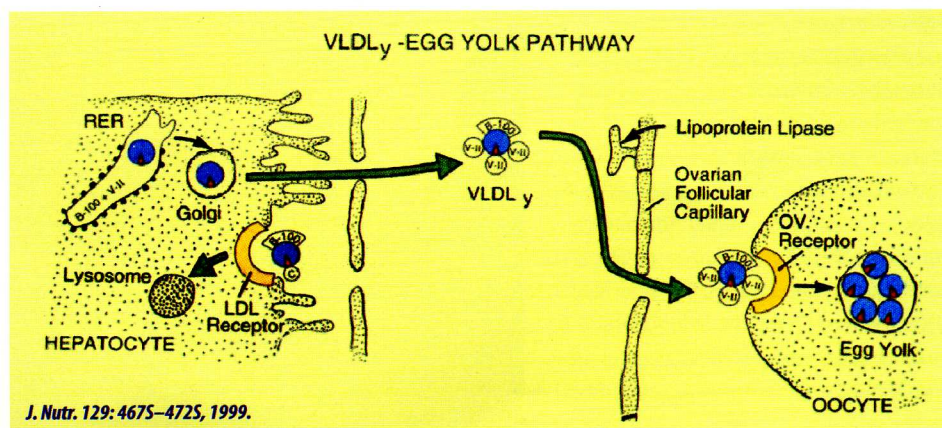
Otro aspecto menos específico que determina el depósito de VLDL en la yema es el sistema vascular ya que las lipoproteínas que son formadas como respuesta a estrógenos tienen mayor posibilidad de ser depositadas en ovario pues los tejidos extraováricos tienen una capacidad limitada para utilizarlas (Moran, 1986). Sólo las moléculas VLDL derivadas del hígado poseen componentes cuya expresión depende de la exposición a estrógenos (Grube, Bos y Geert, 1976). Moran (1986) sostiene que estas moléculas son de menor tamaño, mientras que otro tipo de VLDL, de mayor tamaño, son originadas directamente en el intestino delgado como es el caso de los portomicrones y quilomicrones, cuyo origen es intestinal y son la forma de transporte lipídica tanto en mamíferos como aves (Yu, Campbell y Marquardt 1976). Las moléculas derivadas de enterocitos son ricas en ácidos grasos y presentan dimensiones que sobrepasan las fenestraciones de

los capilares perisinusoidales hepáticos, lo que resulta en su paso directo a circulación para depósito extra-ovárico, mientras que las VLDL pequeñas (quilomicrones o portomicrones) que pueden ingresar al hígado y ser modificadas (Moran, 1985).

La evidencia demuestra hoy que las lipoproteínas de baja densidad de la yema (VLDLy) tienen como precursores a las VLDL hepáticas estrógeno-inducidas, las cuales difieren en su patrón de lipoproteínas, ya que este se modifica durante el paso desde la sangre del ave a la yema del huevo (Walzem et al., 1999; Burley et al., 2005), proceso totalmente específico y selectivo mediado por receptores (Bujo et al., 1994). El tamaño de las VLDL determina su exclusión de la yema mediante la lámina basal de la granulosa ovárica, permitiendo que sólo moléculas VLDL hepáticas estrógeno-inducidas de reducido tamaño puedan acceder a los receptores (Griffin y Perry, 1985). Comúnmente las VLDL son objeto de actividad lipolítica, sin embargo, las VLDLy resisten la actividad lipolítica, lo que permite que se depositen como tales en la yema del huevo (Griffin, Grant y Perry, 1982; Bacon, Leclerc y Blum, 1978).

Ácidos grasos omega-3

Los ácidos grasos omega 3 incorporados en la dieta se depositan en la yema del huevo, alcanzando concentraciones significativas de Ácido Docosapentaenoico (DPA) y Docosahexaenoico (DHA). En aves, estos ácidos grasos se hacen presentes en las moléculas VLDL, mayoritariamente en forma de fosfatidiletanolamina,





fosfoglicéridos y triglicéridos (Noble y Moore, 19671; Noble y Moore, 19672) y el mecanismo mediante el cual estos ácidos dietarios se hacen presentes en la yema ha sido descrito anteriormente. Es evidente que la facilitación del depósito y presencia de estos ácidos en la yema obedece a las necesidades metabólicas del desarrollo embrionario, a tal punto que se ha demostrado la absorción preferencial de fosfatidiletanolamina ricas en DHA en la yema (Noble y Moore, 1965; Noble y Moore, 19673).

La fijación de Omega-3 dietario en la carne se ha asociado a sabores poco agradables cuando la suplementación supera el 3% de la ración, sin embargo, inclusiones dietarias menores han demostrado transferir Ácidos Omega-3 sin traspasar sabores desagradables

al producto final (Mirghelenj, Golian y Taghizadeh, 2009). A su vez, suplementando la dieta del animal con Vitamina E se reduce la rancidez de los aceites y los sabores desagradables a pescado (Sim, 2002). Otros estudios han demostrado que es posible incorporar ciertas preparaciones comerciales (Aceites Omega-3 y antioxidantes) hasta en un 6% de la dieta, sin que esto se asocie a sabores desagradables para distintas preparaciones culinarias del producto (Cornejo et al., 2008).

El perfil de lípidos del ave se modifica ya a los siete días de consumo (López-Ferrer et al., 2001) y los niveles de Omega-3 en el huevo se estabilizan entre los días 9-12 de ingesta (Sims y Cheridan, 1994) pero el depósito de lípidos puede variar según la raza o la edad

(Scheideler et al., 1998.). La fuente más eficiente para enriquecimiento con ácidos grasos Omega-3 EPA y DHA ha demostrado ser las fuentes marinas, ya que los vegetales son más ricos en Ac. Linolenico (Caston y Leeson, 1990; Cherian y Sim, 1991).

En este aspecto SPES S.A lleva más de 60 años refinando aceites marinos, siendo hoy en día el más importante productor de concentrados Omega-3 del país, con una variedad de productos tanto para niños, jóvenes y adultos, como para alimentos funcionales, huevos o chocolates. También elabora complementos energéticos para mascotas, vacunos, aves y cerdos, grasas by-pass, aditivos para acuicultura, aceites refinados y enriquecidos con Omega 3.

Referencias bibliográficas

- Burley, R., Sleight, R., Shenstone, S. 2005. Lipoproteins from blood and egg yolk of the hen. The transfer of very-low-density lipoprotein to egg yolk and possible changes to apoprotein B. *Euro J Biochem.* 142:171-176.
- Cornejo, S., Hidalgo, H., Araya, J., Pokniak, J. 2008. Suplementación de dietas de gallina de postura comercial con aceites de pescado de diferentes grados de refinación. Efectos productivos en las aves y en la calidad organoléptica de los huevos. *Arch Med Vet.* 40:45-50.
- Hermann, M., Mahon, M., Lindstedt, K., Nimpf, J., Schneider, W. 2000. Lipoprotein receptors in extraembryonic tissues of the chicken. *J Biol Chem.* 275:16837-16844.
- Hillary, L., White H., Pangburn, S. 1972. Characterization of apolipoproteins in chicken serum and egg yolk. *Biochemistry.* 2:511-518.
- Holdsworth, G., Michell, R., Finean, J. 1974. Transfer of very low density lipoprotein from hen's plasma to egg yolk. *FEBS letters.* 39:275-277.
- Husbands, D. 1970. The composition of triglycerides from liver, egg yolk and adipose tissue of the laying hen. *Biochem J.* 120:365-371.
- Mackenzie, S., Martin, W. 1967. The macromolecular composition of hen's egg yolk at successive stages in development. *Can J Biochem Physiol.* 45:591-601.
- Marza, V., Marza, E. 1935. The formation of the hen's egg. *Quart J Micro Sci* 78:134-189.
- Schneider, H. 1992. Lipoprotein receptors in oocyte growth. *Clin Investig.* 70:385-390.
- Yu, J., Campbell, L., Marquardt, R. 1976. Immunological and compositional patterns of lipoproteins in chicken (*Gallus domesticus*) plasma. *Poult Sci.* 55:1626-1631.