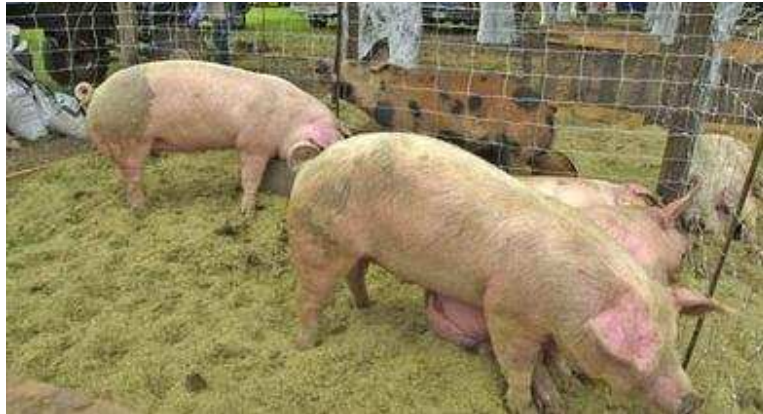


Alimentación: Factor primordial en la diferenciación de productos del cerdo



Es posible enriquecer moderadamente en ácidos grasos monoinsaturados sin que se manifiesten problemas de consistencia de la carne.

Este trabajo plantea que existe un gran potencial de modificación de las características de calidad de la carne de cerdo mediante la alimentación. Por otra parte, la suplementación con vitamina E ofrece grandes posibilidades de mejorar la calidad y reducir la presencia de radicales libres y productos de oxidación en la carne fresca y en los productos cárnicos derivados.

Este trabajo plantea que existe un gran potencial de modificación de las características de calidad de la carne de cerdo mediante la alimentación.

Es posible enriquecer moderadamente en ácidos grasos monoinsaturados sin que se manifiesten problemas de consistencia de la carne. Por otra parte, la suplementación con vitamina E ofrece grandes posibilidades de mejorar la calidad y reducir la presencia de radicales libres y productos de oxidación en la carne fresca y en los productos cárnicos derivados.

Introducción

En una sociedad en desarrollo, el principal motor de la producción de carne porcina es cubrir las necesidades globales de alimentos a un precio razonable, de forma que permita la satisfacción básica de las necesidades nutritivas a un amplio segmento de la población.

Los progresos logrados por la producción porcina en España en este sentido durante las últimas décadas han sido notables, baste indicar la reducción de la duración del ciclo productivo o la importante mejora en la eficiencia de utilización de alimentos por el ganado.

Sin embargo, los esfuerzos en la mejora de los factores de producción se han centrado exclusivamente en criterios de cantidad, dejando casi completamente de lado aspectos relacionados con la calidad de los productos.

La pérdida de características sensoriales de la producción cárnica como consecuencia de la intensificación provoca una moderada reacción de rechazo por parte del consumidor, que al superar un umbral de renta empieza a buscar no ya sólo satisfacer sus necesidades de nutrientes, sino que su interés se centra en buscar cada vez más en las características de los productos.

Este es un hecho que adquiere cada vez más atención, especialmente teniendo en cuenta los importantes excedentes en la producción de los países desarrollados, unido a una renta cada vez superior de los consumidores.

Por otra parte, existe una creciente sensibilización social sobre temas relacionados con la salud. En los últimos años se ha producido una continua discusión que ha trascendido la esfera científica para trasladarse a la sociedad, que se centra en aspectos relativos a la relación entre alimento (carne en este caso) y salud.

De hecho, en los últimos años se empieza a detectar un creciente rechazo social hacia el consumo de productos de origen animal.

Esta información, si bien en algunos casos ofrece una solidez suficiente como para considerarla veraz, en otros es sólo una hipótesis poco contrastada, que adecuadamente difundida por grupos sociales que rechazan la utilización de los animales con fines alimenticios, provoca que se creen una lagunas de conocimiento en la sociedad y una serie de tabúes que inciden negativamente sobre las expectativas de consumo de productos de origen animal (Blaxter y Webster, 1.991).

Se ha relacionado el consumo de carne y grasa animal de una forma más o menos directa con la génesis de una serie de problemas renales, deficiencias en el sistema inmune, etc.

Aunque existe una base científica que sustenta tales hipótesis, el estado de conocimiento de los factores causantes de tales problemas es aún muy limitado, por lo que no resulta planteable todavía manipular los sistemas de producción de animales de carne para tratar de solventarlos.

Mucha más importancia ofrece la relación del consumo de carne con la génesis de problemas de tipo cardiovascular, ya que en este caso la evidencia está ampliamente recogida y existe una importante sensibilización social ante el problema., fácilmente explicable teniendo en cuenta que la enfermedad cardiovascular continúa siendo la principal causa de muerte en los países desarrollados.

Gracias a la amplia base de conocimiento científico existente, es actualmente planteable el diseño de estrategias de producción con vistas a reducir el papel de la carne y grasa animal en tales problemas.

Un caso concreto del efecto del control de la alimentación en los atributos de calidad:

Ácidos grasos monoinsaturados y Vitamina E

Buena parte de la información presentada en este apartado surge de los datos obtenidos por el proyecto de investigación "Dietary treatment and oxidative stability of muscles and meat products (Diet-Ox, AIR CT94-1577)".

Introducción: Interés del control de la composición de ácidos grasos

A partir de los estudios clásicos de Keys (1.980) se ha podido poner en evidencia una correlación elevada (aproximadamente de 0.80) entre el porcentaje de energía ingerida aportada por ácidos grasos saturados y la mortalidad provocada por enfermedad cardiovascular.

Esta relación se encuentra mediada por niveles elevados de colesterol total circulante y sobre todo por el colesterol vinculado a lipoproteínas de baja densidad (LDL).

En los países industrializados se estima que más de la mitad de los ácidos grasos saturados se obtienen a partir de los alimentos de origen animal, entre los que ocupa un lugar destacado la carne y productos derivados del cerdo, por lo que reducir su concentración se convierte en un tema de interés incuestionable.

Las actuales recomendaciones dietéticas indican que es deseable reducir la cantidad de energía en la dieta aportada por los ácidos grasos saturados a no más del 10% del total de energía ingerida (equivalente aproximadamente al 30-33% de la grasa ingerida, si se consumiera la cantidad máxima recomendable de grasa, que es el 35% del total de la ingestión total calórica).

Como se indicó con anterioridad, la concentración de ácidos grasos saturados en los tejidos del cerdo depende en buena medida de las condiciones de producción. Un valor medio aproximado se puede situar alrededor del 38-42% (con un rango de variación aproximado entre el 25 y el 45%).

La composición de ácidos grasos en los tejidos del cerdo depende de la relación que se establece entre los procedentes de la ración (deposición directa) y los de origen endógeno (síntesis de novo).

En los resultados de diversos trabajos experimentales llevados a cabo con cultivos de adipocitos de cerdo y con animales alimentados con raciones carentes de grasa, se ha podido comprobar que la síntesis endógena es relativamente

constante y que aproximadamente el 45% de los ácidos grasos sintetizados son saturados y el 55% monoinsaturados (Brooks, 1.971).

Ello hace suponer que con pequeñas variaciones, ésta sea la proporción de ácidos grasos sintetizados en cualquier situación productiva. La deposición directa de ácidos grasos se lleva a cabo por una serie de complejos mecanismos de digestión, absorción y transporte. Los ácidos grasos acumulados por este mecanismo dependen de la composición de la ración.

La importancia relativa de la síntesis y la deposición directa depende del balance energético (es decir, la relación entre las calorías consumidas y las que precisa el animal para los fines de mantenimiento y producción) y de la composición de la ración.

De forma resumida parece existir una prioridad metabólica en la utilización de las dos principales fuentes de energía de la ración: hidratos de carbono y lípidos. Las necesidades de energía para el mantenimiento o la síntesis de proteína se cubre fundamentalmente a partir de la oxidación de carbohidratos (con producción de ATP).

Si el aporte de hidratos de carbono es suficiente, los lípidos no se utilizan con fines metabólicos, sino que se almacena. Sólo en el caso de que se agote la energía de los carbohidratos sin que se hayan cubierto las necesidades específicas para el mantenimiento y de síntesis proteicas se empieza a gastar la energía de los lípidos.

Es decir, si el aporte de hidratos de carbono es adecuado, casi toda la grasa consumida se depone en los tejidos (Chwalibog et al., 1.992 y Chwalibog y Thorbek, 1.995). Esta regulación parece lógica ya que supondría un gasto inútil emplear la energía de los lípidos (más costosa de obtener) para luego utilizar los hidratos de carbono sobrantes en la síntesis de nuevos lípidos.

De acuerdo con este principio de las prioridades en la utilización de la energía de los alimentos según su finalidad metabólica (para funciones metabólicas o deposición de grasa tisular), la presencia de gran cantidad de grasa en la ración provoca una disminución en la síntesis endógena.

Este hecho se debe fundamentalmente a la falta de sustrato (hidratos de carbono) para la síntesis de novo y también por una regulación metabólica, ya que la grasa provoca la inhibición de las enzimas encargadas de la lipogénesis.

La inclusión de aceites con elevada proporción ácidos grasos insaturados (mono o poliinsaturados) provoca un descenso en la proporción de ácidos grasos saturados en los tejidos ya que disminuye la síntesis endógena y al mismo tiempo el contenido de ácidos grasos aportados por los aceites vegetales es bajo (López Bote et al., 1.999).

En la comercialización de la carne fresca, la consistencia de la grasa tiene una gran importancia porque determina la apariencia y facilidad de manipulación.

La consistencia de la grasa depende fundamentalmente de la proporción de triglicéridos que se encuentran en forma líquida o sólida a una determinada temperatura, es decir, del número de insaturaciones de las cadenas de ácidos grasos que constituyen los triglicéridos.

El punto de fusión del C 18:0 es de 69 °C, el del C18:1 de 14°C y el del C18:2 de - 5°C. En consecuencia, los triglicéridos con una elevada proporción de ácidos grasos poliinsaturados pueden permanecer líquidos a temperaturas de refrigeración e incluso de congelación.

El hecho de que se encuentre solidificada no sólo la grasa de cobertura, sino la inter- e intramuscular, afecta también a la consistencia del magro. Por ello, lo ideal es que la grasa esté sólida a la temperatura de refrigeración a que normalmente se conserva, expone y manipula la carne fresca.

En las carnes destinadas a la elaboración de productos cárnicos (particularmente los desecados propios de nuestra área) los problemas asociados a una deficiente consistencia de la grasa son incluso más importantes.

En el caso de productos cárnicos crudos madurados, una baja consistencia de la grasa produce problemas de manipulación de la carne (picado, perfilado, embutido, etc.), oxidación excesiva con aparición de olores y sabores anómalos y coloraciones amarillentas e incluso anaranjadas.

Probablemente incluso de mayor importancia es una ralentización en el proceso de secado porque la grasa fluida impide la migración de agua en el interior de las piezas (Girard et al., 1.989). Este es un hecho bien conocido en el sector del cerdo ibérico donde se ha descrito la necesidad de mantener las piezas en el secadero durante 12-18 meses adicionales, con el consiguiente encarecimiento del proceso.

De todos los ácidos grasos, el que muestra una correlación más elevada con la consistencia de la grasa del cerdo es el C18:0 (y en general el conjunto de los saturados), seguido del C18:2 (y en general el conjunto de los poliinsaturados).

Los ácidos grasos monoinsaturados muestran valores intermedios, mostrando una consistencia sólida a la temperatura de refrigeración de la carne fresca.

Por otra parte, a partir de las observaciones de Keys et al (1.965) sobre el efecto de los ácidos grasos saturados y poliinsaturados en la concentración y vinculación a lipoproteínas del colesterol plasmático, el papel de los ácidos grasos monoinsaturados apenas se consideró.

Sin embargo, una serie de observaciones más recientes sugieren que pueden tener una considerable relevancia.

Mattson y Grundy (1.985) señalan que en personas con niveles normales de triglicéridos en plasma, los monoinsaturados son tan efectivos como el C18:2 descendiendo los niveles de colesterol, pero además con la consideración más importante de que el oleico no reduce los niveles de HDL como lo hace el linoleico sino que disminuye exclusivamente el colesterol vehiculado por LDL.

En estudios epidemiológicos se ha puesto en evidencia que en hombres y mujeres con elevados niveles de HDL tienen en ambos casos poco riesgo de enfermedad cardiovascular. Por este motivo el colesterol transportado por HDL se ha denominado popularmente como "colesterol bueno", mientras que el transportado por las LDL se ha denominado como "colesterol malo".

Es precisamente a partir de estas observaciones cuando se ha disparado el interés por los ácidos grasos monoinsaturados, muy abundantes en el denominada "dieta mediterránea".

Estudios clínicos recientes sugieren que un aumento en los niveles de HDL se pueden asociar con protección frente a enfermedades de tipo cardiovascular y algunos agentes que aumentan HDL se han asociado con una disminución de ateromatosis y arteriosclerosis coronaria.

Las recomendaciones de aumentar la ingestión de ácidos grasos monoinsaturados se ha enfocado hasta el momento a proponer un consumo más elevado de determinadas grasas de origen vegetal en detrimento de la ingestión de grasas animales.

Sin embargo, también en este caso la alimentación animal dispone de una importante vía de actuación para tratar de modificar la proporción de ácidos grasos monoinsaturados.

De hecho ya se han llevado a cabo algunos experimentos que aunque de forma limitada suponen una interesante alternativa. St. John et al. (1.987) y Miller et al. (1.990) han ensayado la utilización de aceites vegetales ricos en C18:1 en la alimentación del cerdo, con resultados notables.

La disponibilidad de aceites de alto contenido en ácido oleico es mucho menor que la de linoleico. Entre las posibles alternativas se encuentran los subproductos de la industria del aceite de oliva, la colza y semillas genéticamente modificadas (por ejemplo de girasol).

La información disponible sobre el enriquecimiento de los tejidos del cerdo son ácidos grasos monoinsaturados son mucho menos abundantes que los que utilizan aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados, por lo que es mucho más difícil obtener ecuaciones de cálculo ajustadas.

Myer et al (1.992) han ensayado con éxito la utilización de semillas de cacahuete y

girasol genéticamente modificadas para conseguir un porcentaje de C18:1 muy elevado (más del 75%).

En ambos casos se ha elevado la proporción de oleico en los tejidos hasta valores alrededor del 50% (frente al 35% que corresponde a los controles), y ello sin que los niveles de C18:2 aumenten por encima del 9%.

Los datos del grupo Diet-Ox indican que la inclusión de un 6% de aceite de colza o de girasol rico en oleico en la alimentación de los cerdos produjo un descenso en la concentración de ácidos grasos saturados desde el 41-45% hasta el 30-32%.

El ácido palmítico descendió desde un 23-25% hasta un 17-19%. Cuando la inclusión fue sólo de un 2 la concentración de ácidos grasos saturados fue de 40-41%.

El efecto de los tratamientos en la grasa intramuscular fue menos marcado, con una reducción de los ácidos grasos saturados del 37% al 34%.

Al comparar estos datos y algunos adicionales generados en nuestro laboratorio con los obtenidos anteriormente, es interesante destacar que al incorporarse cantidades crecientes de aceites ricos en C18:1, la reducción en el contenido en ácidos grasos saturados sigue una pauta muy similar. Por otra parte, el contenido de ácidos grasos poliinsaturados se mantiene bastante en todos los tratamientos, con una concentración de C18:2 alrededor del 10%.

Dentro de los datos aportados por el grupo Diet-Ox, se observó un efecto negativo en la consistencia de la grasa en los lotes que incorporaban concentraciones elevadas de ácidos grasos monoinsaturados (6% de aceite de colza o de girasol alto en oleico), pero no se observó ningún efecto negativo a concentraciones más bajas (2% del pienso). Los efectos negativos se observaron en la carne fresca y en todos los productos estudiados (jamón de Parma, coppa, salchicha tipo Frankfurt, etc.).

En un trabajo reciente realizado en nuestro laboratorio (Isabel, 2.000) se demuestra que el efecto de los ácidos grasos monoinsaturados en la consistencia de la grasa es mucho menor que la del ácido linoleico a temperaturas normales de comercialización de la carne, lo que sugiere la posibilidad de reducir la concentración de ácidos grasos saturados por encima de los niveles anteriormente señalados.

Aunque queda por definirse el punto a partir del cual se presentan problemas de consistencia de grasa al incorporar aceites de alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados, los datos aportados inducen a pensar que el problema surge a partir de la inclusión de un 2% de aceites, estimándose que el umbral máximo se sitúe alrededor del 3% (lo que de acuerdo con las estimaciones antes expuestas produciría una concentración de ácidos grasos saturados en la grasa dorsal entre el 37% y el 38%).

Algunos estudios realizados con roedores de laboratorio indican un posible efecto beneficiosos sobre parámetros hemáticos relacionados con la enfermedad cardiovascular derivado del consumo de carne de cerdo alimentados con piensos enriquecidos en ácidos grasos monoinsaturados en lugar de piensos convencionales (Flynn et al., 1.992).

Los datos aportados por el grupo Diet-Ox sobre parámetros relacionados con la enfermedad cardiovascular como consecuencia de proporcionar a jóvenes estudiantes voluntarios carne, obtenida a partir de cerdos enriquecidos en ácidos grasos monoinsaturados, muestran un descenso del colesterol circulante del 4%.

Otros estudios realizados por estos mismos investigadores indican que esta reducción puede ser equivalente a reducir el riesgo de fallo cardíaco en un 8% (Lunstrom y Skibsted, comunicación personal). Teniendo en cuenta que el ensayo se efectuó con jóvenes sanos, es probable que el efecto beneficiosos pueda ser de mayor magnitud en otros grupos de riesgo (ancianos, obesos, etc.).

Oxidación y antioxidantes

Introducción

Oxidación y enfermedad cardiovascular

Hay un amplio abanico de factores de riesgo que pueden contribuir a la enfermedad y cuya magnitud todavía se desconoce.

Este hecho colabora a que con cierta frecuencia surjan nuevas hipótesis que pretenden establecer la importancia de otros factores de riesgo. Una de las propuestas que está alcanzando un amplio nivel de aceptación es la implicación de radicales libres, que son moléculas con un electrón desapareado, lo que hace que sea muy reactiva.

Por sustracción de hidrógenos puede provocar daño en un amplio rango de moléculas biológicas, incluyendo el ADN, proteínas y lípidos (Slater, 1.984). Los ácidos grasos poliinsaturados son especialmente sensibles a esta peroxidación mediada por radicales libres, lo que provoca alteraciones en la estructura y fisiología de las membranas celulares (Slater et al., 1.987).

En la oxidación de la carne se consideró inicialmente que el principal foco para el inicio de las reacciones eran los lípidos de depósito.

Sin embargo, estudios posteriores indican que los fosfolípidos ligados a la membrana son el lugar donde se inicia propiamente la reacción de oxidación (Gray y Pearson, 1.987), porque contienen fosfolípidos que son ricos en ácidos grasos poliinsaturados y por ello son mucho más sensibles a sufrir reacciones de oxidación.

También influye en esta mayor tendencia a la autooxidación el hecho de que las membranas subcelulares (mitocondria, microsomas) se encuentran fisiológicamente nadando en un fluido que contiene agentes prooxidantes, como el oxígeno, metales de transición (hierro, cobre) y enzima peroxidasa.

Además, el peróxido de hidrógeno que se produce en el citoplasma de las células como consecuencia de la presencia de oxígeno y de agua, puede activar a la metamioglobina a formar un radical catión que se cree responsable de iniciar la peroxidación lipídica (Kanner y Harel, 1.985).

En los últimos años se ha enfatizado la importancia de los productos de oxidación del colesterol y su relación con la génesis de problemas cardiovasculares (Park y Addis, 1.987). Se ha demostrado que algunos productos finales son importantes agentes aterogénicos tanto in vivo como in vitro. Los productos de oxidación del colesterol se ha demostrado que son muy tóxicos para cultivos de células epiteliales de la aorta en el conejo.

También se ha podido observar que se absorben en el tracto intestinal y se distribuyen por la sangre hasta su deposición en la pared arterial de una forma parecida al propio colesterol.

Los productos de oxidación del colesterol se ha visto que inducen lesión arterial in vivo en tiempos relativamente cortos, considerándose promotores directos de la enfermedad cardiovascular con mucha mayor importancia que la concentración de colesterol total.

Aunque los resultados hasta ahora descritos se han obtenido de investigaciones en las que se adicionaban dosis bastante elevadas, algunos experimentos recientes muestran que incluso cantidades equivalentes a las que ingiere un consumidor medio provocan un aumento marcado de la génesis y desarrollo de procesos ateromatósicos en animales experimentales.

También se ha comprobado que en personas que consumen alimentos de origen animal con niveles elevados de productos de oxidación del colesterol, se produce un aumento de los niveles circulantes de estos productos.

Oxidación, calidad organoléptica y aptitud tecnológica de la carne

Una vez sacrificado el animal se inactivan los sistemas biológicos de protección frente a la oxidación in vivo, e inevitablemente se produce una reacción de mayor o menor intensidad según el tipo de tratamiento a que se someta la carne (refrigeración, cocinado, curado, etc.), pero en cualquier caso de bastante consideración.

Si se consigue retrasar la proliferación microbiana de la carne por cualquier procedimiento tecnológico, la oxidación se convierte en la principal causa de

deterioro de la carne.

Una oxidación excesiva repercute negativamente en las características de calidad de la carne fresca fundamentalmente por la presencia de olores y sabores desagradables (olor a rancio, sabores anómalos, etc.), decoloración y pérdida de uniformidad en el color (por oxidación de los pigmentos de la carne), exudado (probablemente por ruptura de las membranas celulares), etc.

Estos mismos hechos se manifiestan, pero con mucha mayor intensidad en los productos cárnicos (colores amarillentos y rojizos de la grasa, olores muy desagradables, etc.) y en los productos precocinados donde se forma un olor y sabor característico al almacenarse en congelación o refrigeración (olor a nevera), formación de agregados proteicos que confieren estructura fibrosa, etc.

La información existente sobre el nivel máximo aceptable de oxidación en cada caso no es muy uniforme. La medida del índice de peróxidos es muy poco repetitiva porque mide compuestos intermedios de la oxidación que pueden aumentar o disminuir con el transcurso de la misma, por lo que se puede recurrir al índice del ácido tiobarbitúrico o TBA (expresado como mg. de MDA por kg. de carne).

De acuerdo con nuestra experiencia, un valor inferior a 0,5 corresponde a carne de una calidad óptima. Cuando el índice se aproxima a 1 (o como máximo 1,5) se afecta negativamente la calidad de los productos cárnicos que se produzcan. Por encima de 1,5 (ó 2) se afectan negativamente la calidad para el consumo en fresco.

No obstante, la medida es muy heterogénea y puede variar notablemente entre laboratorios y entre ensayos, por lo que las comparaciones son de poca utilidad cuando no se realizan en las mismas situaciones comerciales o experimentales. Por encima de un valor inicial, lo más importante es la tendencia a sufrir procesos oxidativos.

En la práctica, la evolución del índice TBA en la carne de cerdo es muy variable. Mientras en algunas ocasiones se alcanza el umbral de 1,5-2 en pocos días, otras veces la oxidación se desarrolla tan lentamente que prácticamente nunca llega a constituir un problema.

Aunque algunos factores de variación y sus interacciones no son suficientemente conocidos, existe abundante información que demuestra que la susceptibilidad de los tejidos a sufrir procesos de oxidación depende de la alimentación recibida por los animales, fundamentalmente el tipo de ácido graso y la presencia de agentes antioxidantes en los tejidos.

Vitamina E y oxidación. Posibilidades de modificación mediante la alimentación

La adición de antioxidantes fenólicos (BHT, BHA, etoxiquín) retrasa el desarrollo de la reacción de oxidación, por lo que se utilizan de una forma generalizada en alimentación animal. No obstante, estos antioxidantes apenas se absorben, por lo que sólo ejercen su efecto estabilizando las grasas de los alimentos pero no la de los productos animales.

Por otra parte existe abundante información que indica que estos compuestos son potencialmente cancerígenos, lo que ha generado un creciente interés en estabilizar los productos frente a la oxidación con alternativas más naturales. Algunos antioxidantes pueden ser absorbidos y almacenados en los tejidos, ejerciendo su función in vivo.

Existe un gran número de estudios que han demostrado la relación positiva entre la administración de vitamina E y su posterior concentración en los tejidos. Roth y Kirchgessner, (1975) aportaron cantidades de acetato de tocoferol en pienso desde 5 hasta 95 mg/kg. y encontraron una respuesta lineal de la incorporación de vitamina E en los tejidos según la dosis suministrada.

En los datos de los grupos Diet-Ox, en el que los distintos laboratorios se calibraron entre sí, se encuentra información mucho más homogénea.

Si se utiliza la información aportada exclusivamente por estos 14 laboratorios (y sólo en experimentos en los que se aportan piensos enriquecidos en vitamina E durante al menos siete semanas) se obtiene una curva de respuesta en la que la concentración depende de la dosis suministrada.

De acuerdo con los datos de estos grupos de investigación, la concentración en tejidos de α -tocoferol en el músculo debe situarse entre 3,5 y 4 mg/g para que tenga un efecto antioxidante.

Por debajo de esta concentración el efecto es muy poco marcado. Esto equivale a la inclusión de 100-200 mg de acetato de α -tocoferol (Vitamina E) por kg. de pienso. Estos datos están de acuerdo con la mayor parte de la bibliografía existente y con las recomendaciones generalmente más utilizadas (Buckley et al., 1995).

Efecto de la vitamina E en la calidad de la carne

La vitamina E administrada a concentraciones elevadas (100-200 mg/kg. de pienso) aumenta de forma marcada la concentración en tejidos y estructuras subcelulares, ejerciendo un potente efecto antioxidante. El principal beneficio de esta práctica es que la efectividad es muy superior por distribuirse uniformemente en todos los tejidos y estructuras subcelulares.

Por ejemplo, mientras los antioxidantes añadidos in vitro solo se distribuyen en los triglicéridos, cuando se añaden en la alimentación se pueden distribuir en todas y cada una de las células del organismo, e incluso en las estructuras subcelulares

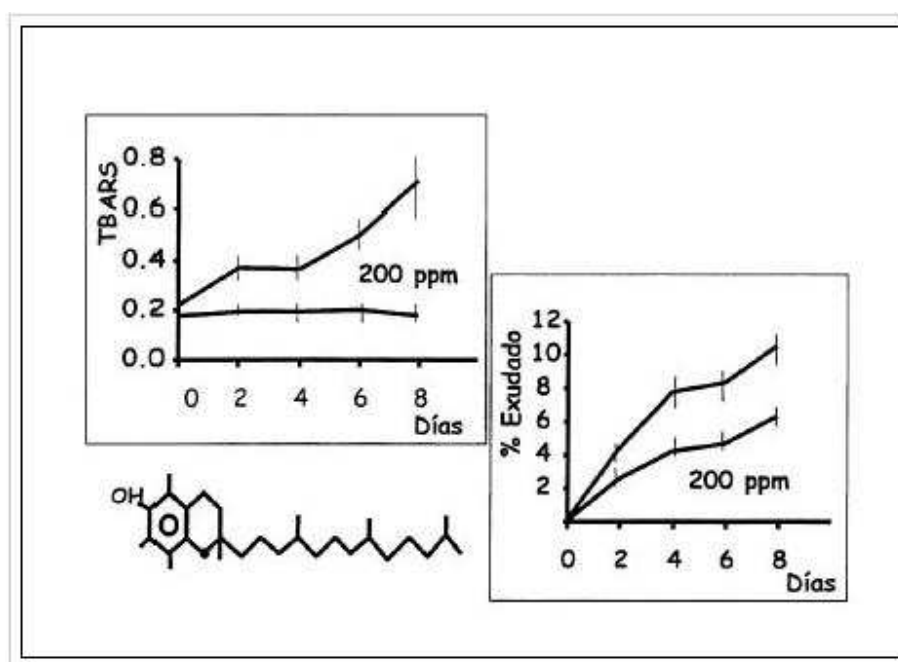
(membranas de mitocondrias, microsomas, etc.). Precisamente por tener esta distribución, su efectividad es normalmente mucho mayor.

Existen efectos adicionales relacionados con la calidad de la carne a partir de la suplementación de vitamina E como una menor pérdida de exudado durante el almacenamiento, probablemente debido a que se preserva la integridad de las membranas (Figura 1).

Estos resultados en la especie porcina son claros. Mientras unos grupos encuentran un efecto beneficioso, otros no encuentran diferencias como consecuencia de la suplementación con vitamina E.

Aunque en la especie porcina los resultados sobre el color de la carne son de mucha menor magnitud que en ganado vacuno, se ha señalado que el efecto podría ser dependiente de la concentración de pigmentos hemínicos, de modo que mientras que en cerdos sacrificados a pesos ligeros el efecto es poco marcado, en cerdos ibéricos de 140-160 kg., el efecto es apreciable (Isabel, 2.000).

Figura 1: Efecto de la suplementación con α -fecoferol en la retención de agua y en la oxidación de la carne almacenada (manahan et al., 1992).



Algunos trabajos recientes generados por el grupo Diet-Ox indican que la vitamina E se degrada muy poco durante el cocinado o durante la elaboración de productos cárnicos y muestra un papel antioxidante todavía en los productos finales, (Isabel et al., 1.999) (Figura 2).

Estos resultados indican que la degradación de vitamina E (α-tocoferol) es pequeña a pesar de todo el proceso de cambios oxidativos, presencia de sal como prooxidante y alta temperatura a lo largo del proceso de secado (Isabel et al., 1.999). La elevada concentración de α-tocoferol en el producto final ejerce un efecto antioxidante, colaborando en la estabilización del color (Isabel et al., 1.999).

La excesiva sequedad en la superficie afecta negativamente a la apariencia y aceptabilidad de los jamones, con implicaciones comerciales negativas. Las muestras pertenecientes a animales alimentados con niveles altos de acetato de α-tocoferol (Vitamina E) tuvieron una pérdida de peso menor que aquellos alimentados con una ración basal ($P < 0.01$).

Estos datos sugieren un posible efecto beneficioso sobre las pérdidas de peso (mermas) de productos enteros durante el almacenamiento y distribución. Unas estimaciones llevadas a cabo en condiciones normales indican que un jamón curado que tarde 2 meses en ser consumido, pierde aproximadamente 300 g.

La posibilidad de modificar la estabilidad del color y la velocidad de desecación en productos cárnicos ofrece un incuestionable interés práctico ya que las características de los productos cárnicos se deterioran bastante deprisa durante el almacenamiento tras el loncheado. Todo ello proporciona un interés adicional a la suplementación del pienso antioxidantes dado el gran valor añadido de estos productos.

Estos efectos se han observado en productos cocidos y crudo madurados (jamón serrano, jamón de Parma, coppa).

El mayor interés potencial estaría en las piezas enteras de productos cárnicos crudos madurados, donde la incorporación de antioxidantes naturales en la alimentación puede ser el único mecanismo de actuación para controlar la oxidación de productos cárnicos de forma natural, ya que la inclusión de aditivos tras el sacrificio puede ser del todo inefectiva, al no profundizar suficientemente en el interior de las piezas.

Figura 2: *Concentración de α-tocoferol en el músculo en fresco en jamón curado. La escasa degradación del α-tocoferol durante el procesado hace que pueda tener un efecto beneficioso en las características de calidad de los derivados cárnicos.*

Los radicales libres intramoleculares que los fosfolípidos forman al oxidarse pueden actuar promoviendo la oxidación del colesterol (Smith, 1.981). Para que se produzca una oxidación acentuada del colesterol, es preciso que el estrés oxidativo a que esté sometida la carne sea grande, por lo que sólo se observa el efecto en carne calentada y almacenada.

La estabilización de la membrana por el tocoferol (Vitamina E) también retrasa la oxidación del colesterol significativamente en carne cocinada, hasta unos niveles similares a los basales. Dado el interés sanitario de este efecto debe ser estudiado con mayor profundidad en paneles de consumo donde se ensaye la concentración plasmática de óxidos de colesterol.

Finalmente, el efecto de la suplementación con vitamina E en la reducción de formación de óxidos de colesterol debe ser estudiado con mayor profundidad en productos cárnicos.

Clemente López Bote

Facultad de Veterinaria

Universidad Complutense. 28040 Madrid