

FUNCIÓN DE LOS ANTIOXIDANTES EN EL PIENSO Y EFECTOS EN LA CALIDAD DE CARNE

Sergi Carné, Anna Zaragoza y Josep Mascarell

Departamento Técnico e Innovación, Industrial Técnica Pecuaria, S.A. (ITPSA)

Introducción

La oxidación es un proceso autocatalítico que se produce mayoritariamente en las grasas debido a la reacción del oxígeno del aire con ácidos grasos insaturados. Es por ello que comúnmente se la denomina autooxidación lipídica. Como consecuencia de esta oxidación se producen radicales libres peróxidos, que constituyen los productos primarios de la reacción. En una segunda fase se produce la degradación de los lípidos y el desarrollo de la rancidez oxidativa. Esta se caracteriza por la aparición de olores indeseables y una menor palatabilidad del pienso. La rancidez está asociada a la rotura de los dobles enlaces de las grasas poliinsaturadas y la liberación de radicales libres volátiles tales como los aldehídos, cetonas y epóxidos.

Los radicales libres no solo tienen un efecto organoléptico sobre el pienso sino que también afectan de forma nociva sobre los animales y sobre las características de los alimentos de origen animal.

La oxidación lipídica y sus efectos en pienso y animales puede contrarrestarse mediante la adición de antioxidantes, con efectos que abarcan toda la cadena productiva, desde la conservación de las materias primas para pienso hasta la calidad y vida útil de los productos tales como carne o huevos procedentes de animales alimentados con estos piensos.

Piensos oxidados y efectos en los animales

La utilización de aceites y grasas oxidadas o su oxidación en el pienso dan como resultado una apreciable disminución del valor nutricional del pienso en cuestión, afectando al balance energético teórico de la dieta y reduciendo la ener-

gía disponible para el animal. Asimismo, la presencia de determinados nutrientes muy susceptibles a la oxidación también puede quedar comprometida, tales como vitaminas liposolubles - E, A, K y D - y pigmentantes carotenoides.

Por otro lado, los piensos oxidados tienen niveles elevados de radicales libres peróxidos hasta el punto de ser tóxicos para el animal. De hecho, las membranas celulares de los distintos tejidos contienen niveles relativamente altos de ácidos grasos poliinsaturados, por lo que son muy susceptibles a la oxidación, la cual se ve exacerbada por los peróxidos de la dieta.

Cabe mencionar que la oxidación tisular es un proceso natural inherente al metabolismo de los seres vivos. Los animales disponen de un sistema de protección antioxidante con una base endógena - enzimas superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidada - que actúa sinérgicamente con una base aportada en la dieta - vitamina E, carotenoides, ácido ascórbico y otros nutrientes antioxidantes -. Sin embargo, cuando se produce un desequilibrio entre la presencia de radicales libres y los mecanismos de defensa del animal para su metabolización y eliminación, se origina el denominado estrés oxidativo. Este puede afectar de forma muy destacada a componentes vitales de los sistemas biológicos, afectando a lípidos, pigmentos, proteínas, ADN, carbohidratos y vitaminas -Smet y col., 2008-.

Diferentes autores han observado un efecto directo entre niveles de peróxidos superiores a 7-10 meq/kg en piensos oxidados y la depresión del crecimiento en pollos -Cabel y col., 1988; Inoue y col., 1984; Takahashi y Akiba, 1999-. Este efecto también ha sido descrito por otros autores -Inoue y col., 1984 .

Artículo patrocinado por



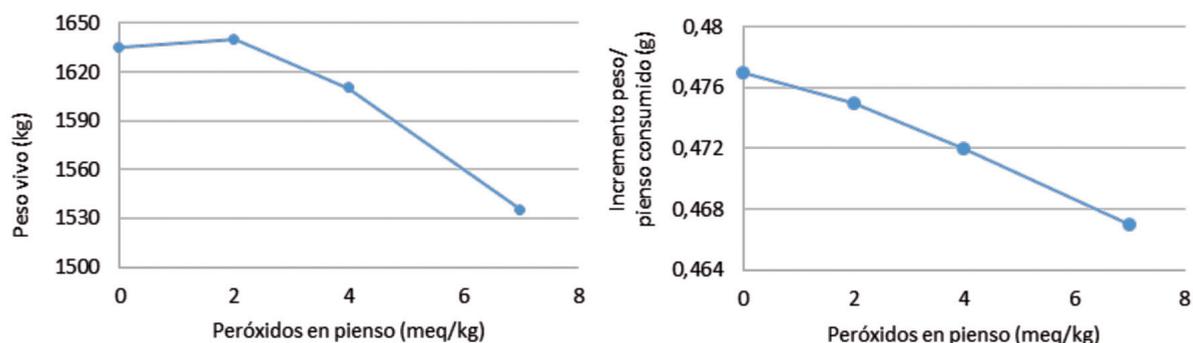


Fig. 1. Efecto del nivel de oxidación del pienso en el crecimiento de pollos de engorde (Cabel y col., 1988)

Además, los niveles elevados de oxidación del pienso están asociados con la presencia de encefalomalacia, diátesis exudativa, distrofia muscular y necrosis tisular en pollos por deficiencia de vitamina E, muy sensible a la oxidación. También se ha indicado una disminución de la fertilidad y la incubabilidad del huevo -Cabel y col., 1988-.

o la vitamina E -tocoferoles- o la deficiencia de otros nutrientes susceptibles a la oxidación como la vitamina A.

Si bien se han sugerido diferentes tipos de clasificaciones de los antioxidantes por su modo de acción, en términos generales podemos hablar de los siguientes tipos:

Antioxidantes en el pienso

La utilización de antioxidantes en alimentación permite prevenir la oxidación del alimento para los animales y las consecuencias de la ingestión de radicales libres por parte del animal. Asimismo, los antioxidantes también pueden tener un efecto en la actividad antioxidante *in vivo*, participando por tanto de forma importante en la estabilidad y vida útil de la carne. La elección de un antioxidante está basada en su eficacia en la prevención de la oxidación en las materias primas para pienso, en el pienso fabricado, y en última instancia en el tracto intestinal del animal y en las canales destinadas al consumo.

De forma más específica, los antioxidantes incorporados a la dieta del animal deben cumplir los siguientes requisitos -FAO, 1978-:

- Deben prevenir el deterioro de los lípidos de origen animal y vegetal, vitaminas, carotenoides y otros componentes del pienso susceptibles a la autooxidación.
- Su uso debe ser seguro, sin que se observen efectos tóxicos a las dosis empleadas.
- Deben ser efectivos a dosis bajas.
- Deben tener un coste que haga viable su utilización en la práctica.
- La utilización de antioxidantes debe en última instancia permitir que se reduzca el consumo de nutrientes antioxidantes tales como el selenio

- Primarios o preventivos: Son los que impiden la formación de radicales libres. Destacan los quelantes de metales, que contribuyen a la eficacia de los antioxidantes secundarios o terminadores.
- Secundarios o terminadores: Interceptan radicales libres rompiendo la reacción en cadena de la fase de propagación de la oxidación. Constituyen el grueso de antioxidantes en la industria. Son principalmente compuestos fenólicos donadores de electrones o de protones en forma de iones hidrógeno (H+), que reaccionan con los radicales libres recién formados para estabilizarlos. En esta categoría destaca la Etoxicina aunque otros antioxidantes de síntesis también se utilizan comercialmente, principalmente BHT, galatos y BHA. Entre los antioxidantes naturales destacan los tocoferoles, seguidos a mucha distancia por otros extractos de plantas aromáticas -por ejemplo, extracto de romero-.

Invariablemente, los antioxidantes basan su eficacia en la actuación en las primeras fases de la autooxidación. De hecho, revertir la llamada fase de propagación de la oxidación en la que los radicales libres interactúan con otros lípidos y se produce un aumento de los peróxidos de forma exponencial, requerirá unos niveles de antioxidantes mucho más elevados. Además, no se podrán evitar los efectos organolépticos causados por los lípidos ya oxidados y degradados.

Protección antioxidante *in vivo* y calidad de la carne

La calidad de un producto alimentario viene determinada por el conjunto de características que pueden influir en la preferencia o aceptabilidad del consumidor. Si nos referimos a las propiedades sensoriales u organolépticas, los factores de relevancia son el aspecto, la textura y el flavor -Carreras, 2004-. En este sentido, el estado de oxidación y la capacidad antioxidante en los tejidos de los animales constituyen un factor muy importante que afecta a las propiedades sensoriales y a la vida útil de la carne -Morrissey y col., 1998-. De hecho, la oxidación lipídica y la consecuente rancidez oxidativa constituyen una de las causas principales de deterioro de los alimentos para consumo humano, junto con el desarrollo microbiano. La oxidación lipídica, además de producir olores indeseables también es responsable de las alteraciones en sabor, textura, consistencia y valor nutricional -Fellenberg y Speisky, 2006-.

La rancidez oxidativa es especialmente crítica en los productos de carne fresca, debido a la tendencia actual de potenciar un aumento del contenido en grasas poliinsaturadas -con múltiples dobles enlaces en las cadenas de los ácidos grasos- por su beneficio dietético respecto a las grasas saturadas. Esta problemática es mucho más marcada en el caso de las aves puesto que la oxidación lipídica de los ácidos grasos de los fosfolípidos de su tejido muscular está condicionada por una amplia diversidad de factores específicos de especie, tales como una menor actividad de la enzima glutatión peroxidasa o bajos niveles de α -tocoferol -Daun y Akesson, 2004-. Estos factores hacen que en conjunto la oxidación sea más importante en aves que en cerdos o rumiantes, siendo en los productos procesados donde los efectos son más notorios.

La oxidación *in vivo* en el tejido del animal también se ve afectada por la composición de la dieta. Así, un elevado consumo de pienso con elevado contenido en lípidos oxidados y de ácidos grasos poliinsaturados, así como de componentes prooxidantes, o una menor ingestión de componentes de la dieta involucrados en el sistema de defensa antioxidante contribuyen a la oxidación *in vivo* de los animales y la oxidación *post-mortem* de la carne -Morrissey y col., 1998 o Stem y col., 2008-. De hecho, el uso de lípidos oxidados en la dieta puede no manifestarse en

términos productivos *in vivo* pero en cambio dar lugar a canales oxidadas de menor calidad -tabla 1- y también más percederas.

Tabla 1. Efecto de la oxidación de aceite oxidado en la dieta sobre los valores de energía metabolizable y nivel de oxidación en grasa de pollo (*)

Tipo de grasa	EMA, kcal/kg	Peróxidos. meq/kg	Acidez. mgKOH/g
Pollo	9240 ^a	0,78	1,49
Pollo oxidada	7770 ^b	4,17	4,24

(*) Racanicci y col., 2004

Asimismo, el nivel de estrés oxidativo y la oxidación lipídica *in vivo* afectan de forma directa a la posterior calidad de la carne - Morrissey y col., 1998 -. En este sentido, es bien conocido el efecto antioxidante de la vitamina E y selenio procedentes de la dieta del animal, que se explica por la posición del α -tocoferol en el interior de las membranas celulares. Esta localización en la membrana no se consigue con la adición de vitamina E en la carne, por lo que solo la procedente de la dieta tiene efecto antioxidante. Sin embargo, también se ha indicado que una insaturación elevada de la grasa como en el caso de los productos avícolas, disminuye la deposición de α -tocoferol en la carne de pollo -tabla 2-.

La limitación de deposición de vitamina E de la dieta puede suplirse en parte con la incorporación de otros antioxidantes. Así, se ha observado que la combinación de vitamina E con antioxidantes sintéticos como Etoxiquina o BHT permite aumentar la estabilidad de la carne y la grasa de las canales de pollos de engorde -tabla 3-. Adicionalmente, la Etoxiquina también parece tener un efecto sinérgico con el tocoferol en la estabilidad del tejido muscular. El efecto sinérgico de la Etoxiquina se ha relacionado con un aumento de la actividad glutatión peroxidasa en plasma -Lauridsen y col., 1995- lo que asimismo reduce los niveles de selenio necesarios para prevenir la diátesis exudativa en pollos -Combs, 1980-.

Tabla 2. Efecto del nivel de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y la suplementación con vitamina E en la deposición de tocoferol en la carne de pollo (*)

AGPI en dieta (mg/kg)	α-tocoferol acetato (mg/kg)			
	0	100	200	400
27	0,33	12,6	24,3	55,5
38	0,43	12,9	19,1	41,6
48	0,10	10,3	17,6	30,5
59	0,04	6,1	15,0	10,6

(*) Cortinas, 2004

Por otro lado, los antioxidantes sintéticos actúan en el pienso evitando la degradación de otros antioxidantes de la dieta, especialmente la vitamina E, por lo que contribuyen a la actividad antioxidante in vivo de estos -tabla 3-.

Sin embargo, cabe remarcar que la actividad antioxidante de la vitamina E en su forma estabilizada comercial está limitada a su actividad in vivo, debiendo recaer la actividad antioxidante en el pienso sobre otros antioxidantes añadidos como los anteriormente mencionados.

Tabla 3. Efecto del α-tocoferol acetato (ATA), Etoxiquina y BHT y la combinación de ambos en los niveles de α-tocoferol y la estabilidad oxidativa en la canal de pollos.

Aditivo en pienso		Grasa abdominal		Músculo
Antioxidante*	ATA (mg/kg)	α-tocoferol, μg/g	Peróxidos, meq/kg	valor TBA
-	-	n.a.	56,6	171
-	40	12,0	45,1	103
Etoxiquina	40	18,0	32,1	58
BHT	40	16,6	37,3	112
Etoxiquina	-	n.a.	46,9	157
BHT	-	n.a.	44,3	183

*Dosificación: 125 mg/kg pienso. n.a.: no analizado.

Conclusión

La oxidación de los lípidos en la producción avícola afecta tanto al pienso consumido por el animal, como a nivel *in vivo* en propio animal y/o posteriormente en la calidad y caducidad de los productos de origen animal destinados al consumo humano. La incorporación de antioxidantes en el pienso permite revertir los efectos nocivos de la oxidación lipídica en todas

estas fases, dependiendo su eficacia del tipo de antioxidante utilizado y de las interacciones con el resto de componentes del sistema de protección antioxidante del animal.

Bibliografía

(Ser enviará a quienes la soliciten)