



A IMPORTÂNCIA DOS ANTIOXIDANTES ENDÓGENOS DA CARNE NA PREVENÇÃO DOS PROCESSOS DE OXIDAÇÃO

A carne é rica em componentes bioativos com propriedades antioxidantes que, para além dos benefícios que poderão trazer para a saúde do consumidor, podem prevenir a oxidação dos produtos cárneos durante o seu armazenamento. Destacam-se a L-carnitina, α -tocoferol, retinol, β -caroteno, glutathiona, creatina, coenzima Q10 e péptidos bioativos como a carnosina e anserina.



Introdução

A carne enquanto alimento central das populações há pelo menos 2,6 milhões de anos, tem visto o seu consumo associado nas últimas décadas a aspetos negativos na saúde, baseados em supostos teores elevados de gordura, ácidos gordos saturados e colesterol. No entanto, a carne é uma inegável fonte de proteínas de elevado valor biológico, vitaminas e minerais que desempenham um importante papel no desenvolvimento e manutenção do organismo humano. Conscientes da importância de uma nutrição equilibrada na manutenção da sua saúde, cada vez mais os consumidores procuram alimentos com elevado valor nutritivo e funcional. É hoje absolutamente claro que a carne, para além dos nutrientes citados, integra na sua composição vários compostos bioativos, maioritariamente com carácter antioxidante, que podem potenciar, inibir ou modificar determinadas funções metabólicas do organismo. Os antioxidantes endógenos presentes na carne, para além de contribuírem como agentes protetores no processo do *stress* oxidativo, prevenindo os danos celulares originados pela acumulação de radicais livres formados durante as reações metabólicas, assumem um papel importante na inibição do processo de oxidação que ocorre durante a armazenagem do alimento. A oxidação lipídica é uma das principais causas da deterioração da qualidade da carne, afetando as suas características nutricionais, sensoriais e tecnológicas, podendo também causar efeitos adversos na saúde do consumidor. A presença de lípidos insaturados, pigmentos hémicos e vários metais oxidantes presentes no tecido muscular torna a carne suscetível à deterioração oxidativa, traduzindo-se em descoloração, desenvolvimento de *flavour* indesejável, formação de compostos tóxicos e na consequente perda do tempo de vida útil e de nutrientes endógenos (Fallowo *et al.*, 2014). As implicações económicas para a indústria de carnes, fazem do controlo do processo oxidativo um verdadeiro desafio neste setor.

Mecanismos de oxidação lipídica

A oxidação lipídica, processo de enorme complexidade, depende do impacto de múltiplos fatores in-

Cristina Roseiro, Helena Gonçalves, Carlos Santos
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária





Figura 1 – Produtos com elevado teor de gordura polinsaturada são mais suscetíveis à excessiva oxidação lipídica.

trínsecos e extrínsecos e do equilíbrio existente entre os compostos anti e pró-oxidantes. Em relação aos fatores intrínsecos, a composição de ácidos gordos é um dos mais importantes, pois são o principal substrato para o desenvolvimento da oxidação lipídica. Os lípidos presentes no músculo incluem mono-, di- e triglicéridos, fosfolípidos, ácidos gordos livres e esteróis cuja suscetibilidade à oxidação é distinta. A relação entre o grau de insaturação da gordura e a sua estabilidade oxidativa tem sido extensivamente estudada, estando diretamente correlacionada com o número de insaturações dos ácidos gordos. Os ácidos gordos polinsaturados oxidam-se mais rapidamente do que os monoinsaturados em virtude do maior número de ligações duplas existentes (Figura 1). O teor de outros compostos pró-oxidantes, como as hemoproteínas, metais, enzimas pró-oxidantes também desempenham um papel importante no desenvolvimento do processo oxidativo.

Fatores com influência significativa na composição da carne, tais como a espécie ou raça, sistema de produção, tipo e localização anatómica do músculo ou a dieta ministrada, entre outros, podem também afetar a suscetibilidade à oxidação.

Por outro lado, as condições de armazenamento têm uma enorme relevância na promoção da oxidação lipídica, destacando-se o impacto da temperatura e da exposição à luz e ao oxigénio. Também as operações inerentes ao processamento, tais

como corte, desossa, picagem ou a cozedura, que originam a rutura da membrana celular, promovem as reações de oxidação. Este facto está relacionado com a exposição dos fosfolípidos constituintes da membrana, aumentando o seu contacto com os compostos pró-oxidantes como o oxigénio, enzimas ou alguns metais (Figura 2).

Estratégias de prevenção da oxidação lipídica

A principal opção utilizada pela indústria da carne e dos produtos cárneos processados para inibir a oxidação lipídica tem sido a adição de antioxidantes sintéticos. No entanto, os consumidores exigem, cada vez mais, produtos naturais mais saudáveis, o que limita o uso daquele tipo de substâncias que podem trazer efeitos adversos à saúde do consumidor. A indústria tem investido nesta revisão estratégica procurando o uso de antioxidantes naturais.

Antioxidantes naturais exógenos – Em resposta à atual exigência dos consumidores por produtos naturais mais saudáveis, a indústria da carne e dos produtos cárneos e os centros de investigação associados tem procurado estas soluções através da identificação de novos antioxidantes, nomeadamente de origem vegetal. Pelo seu elevado teor em compostos fenólicos, os vegetais e frutos são uma boa fonte de antioxidantes creíveis relativamente aos sintéticos e convencionais (Nunez de Gonza-

Pro-oxidantes

Animal:

Espécie; Raça
Sistema de produção
Tipo e localização anatômica do músculo
Dieta

Composição do músculo:

Lípidos insaturados
Pigmentos hémicos
Metais: Fe, Cu
Enzimas pro-oxidantes

Armazenamento:

Temperatura
Exposição à luz e ao oxigénio

Processamento:

Corte
Desossa
Picagem
Cozedura

Antioxidantes

Endógenos:

α -Tocoferol
Retinol
 β -caroteno
Glutationa
Carnosina
Anserina
CoQ10
L-Carnitina

Sintéticos:

BHA; BHT
Galato de propilo

Naturais exógenos:

Origem vegetal

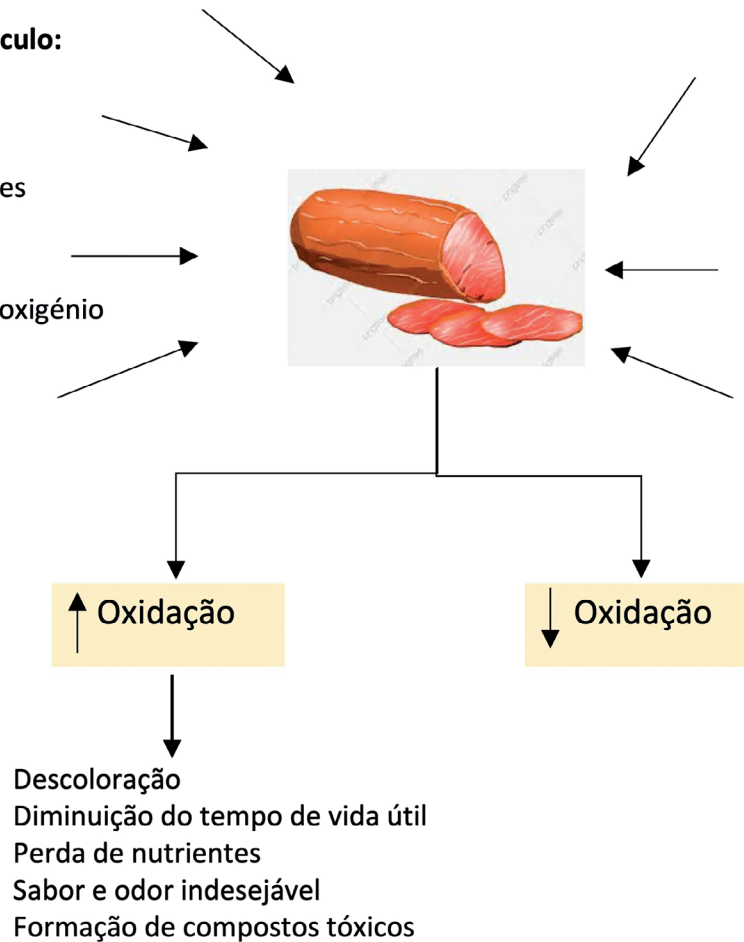


Figura 2 – Fatores com influência no processo de oxidação dos produtos cárneos.

lez *et al.*, 2008). Os componentes dos extratos de alecrim, orégãos, grainha de uva e de especiarias várias são potenciais antioxidantes de utilização na indústria cárnea. No entanto, alguns deles não só apresentam falta de estabilidade como também podem afetar a qualidade organoléptica onde são adicionados, nomeadamente alterações da cor e de *flavour*, pondo em causa o nível de aceitabilidade do produto final pelo consumidor. A utilização otimizada destes compostos nos produtos cárneos tem sido um enorme desafio tecnológico.

Antioxidantes naturais endógenos – Vários compostos da composição da carne com carácter antioxidante contribuem para a proteção natural contra a ação dos radicais livres que promovem a oxidação lipídica. Entre esses compostos destacam-se as vitaminas lipossolúveis (vitamina E e A), péptidos, tais como a carnosina, anserina, L-carnitina e glutatona, a creatina, a ubiquinona (coenzima Q10), entre outros.

Uma das vitaminas antioxidantes mais eficazes presentes nos tecidos animais é a vitamina E

Tabela 1 – Teor dos vários antioxidantes endógenos presentes na carne de diferentes espécies de consumo

Antioxidante endógeno	Suíno	Bovino	Frango	Perú
α -Tocoferol ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	110	600	200	10
Retinol ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	< 5	< 5	30,0	-
β -Caroteno ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	-	10,0	-	-
Carnosina (mg/100 g)	449,0	375,0	180,0	66,0
Anserina (mg/100 g)	19-39	114	873,8	-
Creatina (mg/100 g)	247-374	401	192,5	-
L-Carnitina (mg/100 g)	25-60,8	139-143	13-34,4	52,4-200
Glutaciona (mg/100 g)	23,3	17,5	13,1	-
Coenzima Q10 (mg/100 g)	2,0	3,65	1,4	-

(α -tocoferol). É uma vitamina lipossolúvel necessária ao crescimento animal e ajuda a manter a sua função imunológica. A eficiência da conversão alimentar, o crescimento e a reprodução também são influenciados por esta vitamina. A vitamina E atua através do bloqueio dos radicais livres, prevenindo a oxidação dos lípidos polinsaturados e reduzindo os danos na nível celular. A atividade antioxidante da vitamina E é dependente da sua concentração, sendo a carne tanto mais estável quanto mais elevada a concentração de α -tocoferol. O processo de oxidação da carne e produtos cárneos origina a sua descoloração e o desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis. A vitamina E ajuda a manter a cor natural da carne, de acordo com os padrões característicos da espécie e raça do animal o que aumenta a aceitação da carne pelo consumidor. A contribuição do α -tocoferol para a estabilidade oxidativa do músculo esquelético é amplamente influenciada pela dieta. A suplementação dos animais com elevados níveis de vitamina E antes do abate demonstrou aumentar as concentrações musculares de α -tocoferol, reduzir a oxidação lipídica, inibir a deterioração da cor e aumentar o tempo de vida útil comercial da carne. O α -tocoferol pode estar presente na carne de bovino em teores que variam entre 160 e 600 mg/100 g, dependendo da dieta a que o animal foi submetido e do nível de suplementação (Roseiro *et al.*, 2014).

Para além do α -tocoferol, também a vitamina A (retinol) e os carotenos (pró-vitamina A) desempenham um papel importante na estabilidade oxidativa da carne. Semelhante ao α -tocoferol, os carotenóides protegem os ácidos gordos polinsaturados da oxidação através da eliminação de radicais livres. A presença no músculo de carnosina e anserina, dipéptidos que contém histidina, também determina a evolução do processo oxidativo na carne. Estes péptidos são capazes de sequestrar os radicais livres e metais pro-oxidantes como o ferro ou o cobre, assim como os compostos responsáveis pelo odor desagradável desenvolvido pelo processo oxidativo, reduzindo o odor a ranço e o processo de oxidação da proteína heme. A carnosina e a anserina são conhecidas por serem os dipéptidos endógenos antioxidantes mais abundantes na carne, podendo a carnosina representar 60-180 mg/100 g e de 450 mg/100 g na carne de ave e de porco, respetivamente. Estes dipéptidos são menos afetados pela dieta do que o α -tocoferol, e as suas concentrações variam amplamente com a espécie e o tipo de músculo. No músculo de suíno, bovino e peru, a concentração de carnosina é maior do que a da anserina, enquanto o oposto se verifica no músculo de coelho e frango. A anserina e a carnosina estão presentes em maiores concentrações nos músculos com maior percentagem de fibras brancas, contendo, por exemplo, o músculo branco de frango cinco

vezes mais anserina e carnosina do que o músculo vermelho.

A eficácia da carnosina na inibição da oxidação da fração lipídica foi evidenciada por Decker e Crum (1991) na carne de porco e por Shantha *et al.* (1995) na carne de bovino.

A creatina, outro composto com carácter antioxidante presente na carne, é um ácido orgânico azotado, sintetizado a partir dos aminoácidos glicina, metionina e arginina, que desempenha funções essenciais no metabolismo energético celular. Mais de 90% da creatina está presente no tecido muscular. A carne é uma ótima fonte deste composto, comparando com outros alimentos (Liu, 2011). Apesar de não estar bem esclarecido o mecanismo pelo qual a creatina desempenha atividade antioxidante, estudos sugerem a promoção desta função (Lawer *et al.*, 2001).

A L-carnitina, responsável pelo transporte dos ácidos gordos de cadeia longa através das membranas mitocondriais para produção de energia via β -oxidação, é um potencial antioxidante capaz de impedir que os tecidos sofram danos oxidativos produzidos pelo excesso de radicais livres. Particularmente abundante na carne vermelha, onde o seu teor pode variar entre 25 e 140 mg/100 g (Kulczyński *et al.*, 2019).

Outro péptido presente na carne com carácter antioxidante é a glutathiona. Composto hidrossolúvel constituído por três aminoácidos, cisteína, glicina e glutamina, que previne os danos causados por espécies reativas ao oxigénio, tais como radicais livres e peróxidos. Presente na carne em teores que variam entre 25 e 75 mg/100 g (Kulczyński *et al.*, 2019).

A coenzima Q10 (ubiquinona) é um antioxidante lipossolúvel presente em praticamente todas as células do organismo e participa nos processos de produção de ATP. Responsável pelo transporte dos eletrões na cadeia respiratória é ainda uma importante coenzima numa série de processos metabólicos com elevada ação antioxidante. Estudos têm demonstrado que a ubiquinona pode atuar como antioxidante, protegendo as membranas celulares e as lipoproteínas dos danos causados pelos radicais



A PLATAFORMA DE COMUNICAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE AGRONEGÓCIOS

ASSINE A VIDA RURAL

Conteúdos exclusivos

Edição impressa e digital

App disponível em IOS ou Android

Leitura online e offline

Acesso a números antigos na App

Acesso a conteúdos premium

Organização de conteúdos
por área de interesse

www.vidarural.pt

livres (Mattila & Kumpulaine, 2001) e como regenerador de outros antioxidantes, nomeadamente da vitamina E (Reig *et al.*, 2015). Presente na carne em teores que variam entre 1 e 4 mg/100 g.

Nota final

A oxidação lipídica da carne e produtos cárneos pode ser controlada/mitigada através da adição de antioxidantes sintéticos ou de origem natural. A preocupação cada vez maior dos consumidores, relacionada com a segurança toxicológica dos compostos sintéticos tem levado a indústria à utilização, cada vez mais frequente, de antioxidantes de origem natural. No entanto, a reduzida estabilidade de alguns destes antioxidantes naturais e a necessidade de diminuir o impacto do seu sabor nos produtos cárneos onde são adicionados pode ser uma limitação à sua utilização. Um contributo importante para a redução dos processos oxidativos que ocorrem na carne e nos produtos cárneos durante o seu armazenamento são os sistemas antioxidantes endógenos presentes na carne.

Um grande número de estudos indica que a carne e os produtos cárneos são ricos não apenas em nutrientes essenciais, como proteína de elevado valor biológico, ferro hémico, zinco ou vitamina B12, mas também em compostos fisiologicamente ativos que influenciam positivamente a saúde dos consumidores. Na lista de compostos bioativos encontrados na carne incluem-se o α -tocoferol, retinol, β -caroteno, L-carnitina, carnosina, anserina, glutatona, coenzima Q10 e creatina. Estes compostos têm sido alvo de estudo pelo papel que desempenham na qualidade da carne e pelos benefícios diretos que trazem para a saúde. O aumento dos níveis de antioxidantes na carne, por meio de suplementação dietética, permite maximizar a atividade dos sistemas antioxidantes musculares, proporcionando maior estabilidade oxidativa dos produtos cárneos, bem como contribuir para a prevenção das doenças associadas a estes processos. 🍷

Referências bibliográficas

- Decker, E.A.; Crum, A.D. (1991). Inhibition of Oxidative Rancidity in Salted Ground Pork by Carnosine. *Journal of Food Science*, **56**(5):1179–1181.
- Falowo, A.B.; Fayemi, P.O.; Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, **64**:171–181.
- Kulczyński, B.; Sidor, A.; Gramza-Michałowska, A. (2019). Characteristics of Selected Antioxidative and Bioactive Compounds in Meat and Animal Origin Products. *Antioxidants*, **8**(9):335.
- Lawer, J.M.; Barnes, W.S.; Wu, G.; Song, W.; Demaree, S. (2001). Direct Antioxidant Propertie of Creatine. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **290**(1):47–52.
- Liu, Q. (2011). Concentrations of creatinine, carnosine, and anserine in bovine longissimus muscle and their correlations with carcass and palatability traits. Graduate Theses and Dissertations, Paper 10080.
- Mattila, P.; Kumpulainen, J. (2001). Coenzymes Q9 and Q10: Contents in Foods and Dietary Intake. *Journal of Food Composition and Analysis*, **14**(4):409–417.
- Núñez de Gonzalez, M.T.; Hafley, B.S.; Boleman, R.M.; Miller, R.K.; Rhee, K.S.; Keeton, J.T. (2008). Antioxidant properties of plum concentrates and powder in pre-cooked roast beef to reduce lipid oxidation. *Meat Science*, **80**(4):997–1004.
- Reig, M.; Aristoy, M.C.; Toldrá F. (2015). Sources of variability in the analysis of meat nutrient coenzyme Q10 for food composition databases. *Food Control*, **48**:151–154.
- Roseiro, L.C.; Santos, C.; Gonçalves, H.; Moniz, C.; Afonso, I.; Tavares, M.; da Ponte, D.J.B. (2014). Concentration of antioxidants in two muscles of mature dairy cows from Azores. *Meat Science*, **96**:870–875.
- Shantha, N.C.; Crum, A.D.; Decker, E.A. (1995). Conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef containing antioxidants and hydrogen donors. *Journal of Food Lipids*, **2**:57-64.