

Nutrizione animale per la sicurezza nutrizionale delle carni suine

Difficile non iniziare un'analisi sulla sicurezza nutrizionale delle carni suine con quanto pubblicato nel dicembre 2015 su «Lancet Oncology» dall'International Agency for Research on Cancer (IARC) (Steward et al., 2015). Il consumo di carni rosse viene classificato come probabilmente cancerogeno (gruppo 2A), mentre quello di carni lavorate come cancerogeno per gli umani (gruppo 1). L'aumento del rischio è del 17% e del 18% nel caso di consumo quotidiano di 100 o di 50 grammi di carni rosse o di carni lavorate rispettivamente.

Così le carni rosse (bovino, ovino, equino e suino) si trovano nello stesso gruppo in cui si trova il tabacco, anche se secondo le stime del Global Burden of Disease Project circa 34 mila morti per cancro seguivano una dieta caratterizzata da un alto consumo di carni lavorate a fronte di un milione di casi di morti per cancro che fumavano, 600 mila che consumavano alcol e 200 mila tra coloro esposti a un alto tasso di inquinamento dell'aria.

È noto però che i fattori potenzialmente cancerogenetici siano da collegarsi alla modalità di cottura e di conservazione. In particolare una cottura ad alta temperatura (come nel caso del barbecue) può portare alla formazione di ammine eterocicliche e di prodotti che si formano dai grassi che gocciolano su graticola o carbonella (idrocarburi policiclici aromatici), anche se l'Oms non ha ancora chiarito quale sia il ruolo effettivo di questi nella comparsa del cancro. Per quanto attiene le carni conservate il punto critico viene individuato nell'uso di conservanti (nitrati e nitriti) e nella formazione di nitrosammine. Non è possibile approfondire l'argomento in questa sede ma certo non è da sottovalutare quanto spesso taciuto in merito al contenuto in nitrati degli or-

* *Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare (VESPA), Università degli Studi di Milano*

| | Nitrati, mg/kg | | | | |
|---------|----------------|-----------|-----------|-------------|--------|
| | Ortaggi vari | Lattuga | Spinaci | Rucola | Patate |
| Mediana | 392 | 1338 | 785 | 4,800 | 106 |
| Range | - | 625-2.652 | 386-1.745 | 3.805-6.400 | - |
| N | 33.836 | 14.849 | 6.657 | 1.943 | 2.795 |

Tab. 1 *Contenuto in Nitrati di alimenti di origine vegetale (EFSA, 2008)*

taggi: 100 g di lattuga sono in grado di apportare più nitrati di 1 kg di salame (EFSA, 2008)! Comunque i nitrati non sono tossici di per sé ma lo sarebbero loro metaboliti come nitriti e ossido nitrico (tab. 1).

LE NOVITÀ DEL XX E XXI SECOLO

La sicurezza nutrizionale deve confrontarsi con alcune particolarità dell'ultimo secolo. La popolazione occidentale è in via di progressivo invecchiamento medio che porta ad esempio in Italia la percentuale di over 65 a passare dal 15% nel 1990 al 30% nel 2030-2040 (Istat, 2005). Ciò comporta inevitabilmente che problematiche sanitarie e mortalità legata alle principali patologie evolvano registrandosi una riduzione per alcune (patologie cardiache, infarto...) a fronte di un rilevante aumento per quelle neurodegenerative.

Contemporaneamente è in forte aumento l'obesità: la prevalenza dell'obesità è raddoppiata tra 1980 e 2014. Nel 2014 infatti 1,9 miliardi di adulti, >18 anni, sono sovrappeso e di questi 600 milioni sono obesi a rappresentare rispettivamente il 39 e il 13% della popolazione mondiale.

A ciò si aggiunge che a fronte dello sviluppo industriale delle aree emergenti (BRICS) si rileva un crescente inquinamento ambientale che unito ad abitudini di vita e attività lavorative sedentarie concorrono nell'aggravare il quadro complessivo con riflessi importanti da un punto di vista nutrizionale e salutare.

Inoltre nei millenni, come ben evidenziato da Simopoulos (2008), la nostra dieta ha subito notevoli mutazioni e in particolare per quanto attiene ai grassi. Con l'industrializzazione, l'alimentazione si è via via arricchita a seguito di variazioni nel consumo di singoli alimenti ma nel contempo si sono evidenziate carenze nell'assunzione di alcuni nutrienti. Si osserva infatti una diminuzione nell'assunzione di vitamine con funzione antiossidante

(vitamina C ed E) e di acidi grassi della serie omega-3 e un concomitante aumento nell'assunzione di grassi totali (che passano dal 20% a superare il 30% dell'apporto calorico giornaliero), in particolare acidi grassi saturi e della serie omega-6. Tali mutamenti sono dovuti principalmente a un elevato utilizzo nella dieta di olii vegetali, ricchi in acidi grassi della serie omega-6 e di grassi saturi, apportati ad esempio dall'olio di palma molto impiegato dall'industria alimentare. Le più recenti indicazioni di ordine nutrizionale inducono a ridurre l'assunzione di grassi saturi, aumentando invece l'assunzione di acidi della serie omega-3. I nutrizionisti hanno infatti evidenziato come nelle diete occidentali ci sia un eccesso nell'assunzione di omega-6 e una carenza di omega-3 (Givens e Gibbs, 2008). Ci concentriamo quindi solo sugli omega-3. L'acido alfa-linolenico (ALA), precursore degli acidi grassi omega-3 a lunga catena, una volta introdotto nel nostro organismo viene in parte metabolizzato e trasformato in acido eicosapentaenoico (EPA) e acido docosaesaenoico (DHA). È stato stimato che la conversione di ALA in EPA è del 10% e la conversione in DHA è <1%, quindi molto poco (Portolesi et al., 2007).

Tra gli alimenti ricchi di omega-3 troviamo il lino, il colza e la soia, che contengono ALA, e il pesce, l'olio di pesce e le alghe che sono una ottima fonte di EPA e DHA. In particolare l'aumento dell'assunzione di acidi grassi omega-3 permetterebbe di equilibrare il rapporto tra acidi grassi della serie omega-6 e omega-3. Tale rapporto, che dovrebbe attestarsi su 5:1, può arrivare a 20:1 nelle diete dei paesi occidentali (FAO/WHO, 2008).

Gli omega-3 risultano fondamentali in quanto svolgono diverse funzioni nell'organismo di interesse particolare se si considerano le mutate caratteristiche della popolazione come prima riportato. Numerosi studi evidenziano che gli omega-3 hanno:

- proprietà antinfiammatorie (Calder, 2013);
- proprietà antiaterogeniche (Jain et al., 2015);
- proprietà anticancerogeniche (Abel et al., 2014);
- effetti antitrombotici con un conseguente miglioramento della funzionalità cardiaca e vascolare (Calder et al., 2004; Mori, 2014).

Inoltre, il DHA è il più abbondante acido grasso omega-3 delle membrane cellulari del cervello (Crawford e Sinclair, 1972) e la sua presenza dipende esclusivamente da un corretto apporto dietetico di DHA (Crawford et al., 1999). Lo studio di Gómez-Pinilla (2008) ha supposto che l'accesso al DHA durante l'evoluzione ominide abbia avuto un ruolo chiave nell'aumentare il rapporto massa corporea/cervello (noto anche come encefalizzazione) (Crawford et al., 1999). Il fatto che il DHA sia un importante costituente del cervello supporta l'ipotesi che una dieta ricca di DHA fosse indispensabile

| Expert body | Year | Target population | Daily recommendation | Ref. |
|--|------|-------------------|---|------|
| American Heart Association | 2011 | Heart health | Two fish meals for primary protection | [1] |
| Heart Foundation Australia | 2008 | Heart health | 500mg EPA/DHA for primary prevention | [2] |
| FAO/WHO Expert Consultation | 2010 | General health | 250mg EPA/DHA | [3] |
| European Food Safety Authority | 2010 | General health | 250mg EPA/DHA | [4] |
| Japanese Ministry of Health | 2009 | General health | >1g EPA/DHA | [5] |
| Health Council Netherlands | 2006 | General health | 450mg EPA/DHA from fish | [6] |
| Australia New Zealand National Health and Medical Research Council | 2006 | Chronic disease | n-3 LC-PUFAs: 610mg for men 430mg for women | [7] |
| Belgian Superior Health Council | 2009 | Heart health | Daily fatty fish or 1g capsule | [8] |
| Agence Francaise de Securite Sanitaire des Aliments | 2014 | General health | 500mg EPA/DHA | [9] |

Tab. 2 *Fabbisogni di EPA e DHA (Salem e Eggersdorfer, 2015)*

per l'encefalizzazione umana. L'elevata incidenza di depressione maggiore in paesi come gli Stati Uniti e la Germania e ridotta in Giappone pare in correlazione negativa con l'assunzione di pesce, e quindi di DHA. Diversi panel d'esperti (FAO/WHO/European Food Safety Authority) suggeriscono specifiche linee guida di alimenti ricchi in EPA e DHA, quali pesce, o integratori da assumere giornalmente a scopo preventivo. I fabbisogni di EPA e DHA riportati sono compresi tra i 250 e i 500 mg/giorno (tab. 2) mentre l'EFSA indica anche un fabbisogno medio di 2 g/giorno di ALA. L'American Heart Association propone invece 2 porzioni settimanali di pesce.

Questa soluzione ancorché funzionale non è di facile ottenimento sia per le diverse abitudini alimentari della popolazione sia per costo e fruibilità. In particolare in merito al costo nel recente periodo di crisi (2008-2013) in Italia si è evidenziato un calo degli acquisti di pesce, a causa dell'elevato costo rispetto ad altri alimenti di origine animale (Ismea, 2014), e ancor più una riduzione del consumo in termini di prezzo a indicare una riduzione di consumo del pesce pescato e un aumento del consumo di pesce d'allevamento che non è certo positivo per l'apporto in EPA e DHA dato che nell'alimentazione dei pesci di allevamento si stanno via via riducendo gli apporti di farina di pesce e olii di pesce a fronte di una crescente contrazione degli stock ittici, e quindi a un aumento dei prezzi di queste materie prime.

Infine soddisfare i fabbisogni in EPA e DHA a livello di popolazione mon-

diale parrebbe al momento impossibile dato che la produzione complessiva con pesci, molluschi, olii di pesce e con alghe, lieviti e fonti microbiche varie si pone sulle 533.000 t (di cui 200.000 t consumate dall'uomo) a fronte d'una richiesta per una popolazione di 7,2 miliardi di abitanti (considerando il fabbisogno pari a 500 mg/giorno) pari a 1,3 milioni di t / anno (La Fata et al., 2014): il gap è di 1,1 milioni di t! Comunque anche scegliendo un fabbisogno di soli 250 mg/giorno il deficit sarebbe sempre pari a 450.000 t. Evidente che nella condizione attuale è impossibile la copertura dei fabbisogni per tutta la popolazione. Però nel futuro vi sono buone prospettive che prevedranno un aumento dell'utilizzo (sostenibile) di krill ancora ampiamente sottoutilizzato, della coltivazione di alghe, con tecnologie che ne rendano più economica la produzione, ma soprattutto grazie a oleaginose geneticamente modificate (i.e. camelina sativa e brassica napus) (Ruiz-Lopez et al., 2015) oltre che animali OGM in grado di sintetizzare DHA come il suino già prodotto in Cina (Zhou et al., 2014).

LE CARNI SUINE COME FONTE DI OMEGA-3

Nell'attuale situazione d'insufficiente apporto di omega-3 e comunque di difficoltà nel modificare le abitudini alimentari o di indurre all'assunzione d'integratori ad hoc, si è sviluppata l'ipotesi di apportare questi acidi grassi essenziali nella dieta con la carne e, considerati i consumi europei, nella carne suina (46% delle carni assunte nella UE dei 28 nel 2014).

In una nostra recente meta-analisi (Corino et al., 2014) è stato possibile evidenziare come la carne suina possa rappresentare un veicolo estremamente interessante di omega-3 grazie all'integrazione della dieta dei suini con materie prime ricche in omega-3, quali il seme estruso di lino.

In figura 1 si evidenzia come all'aumento dell'acido linolenico nella dieta dei suini, aumenta la quantità di acido linolenico a livello di muscolo *Longissimus Dorsi*. Si ottiene così un prodotto per il consumo fresco con elevati standard nutrizionali.

L'effettivo aumento di omega-3 nelle carni è stato evidenziato anche in prodotti a lunga stagionatura quali il prosciutto crudo. Un recente studio ha evidenziato come l'inclusione di lino estruso nella dieta dei suini ha determinato un aumento degli acidi grassi della serie omega-3 e una diminuzione degli omega-6 (fig. 2) nel prodotto finito (Musella et al., 2009).

Tuttavia le caratteristiche sensoriali dei prodotti a lunga stagionatura possono esser influenzate negativamente dall'inclusione di lino estruso nell'a-

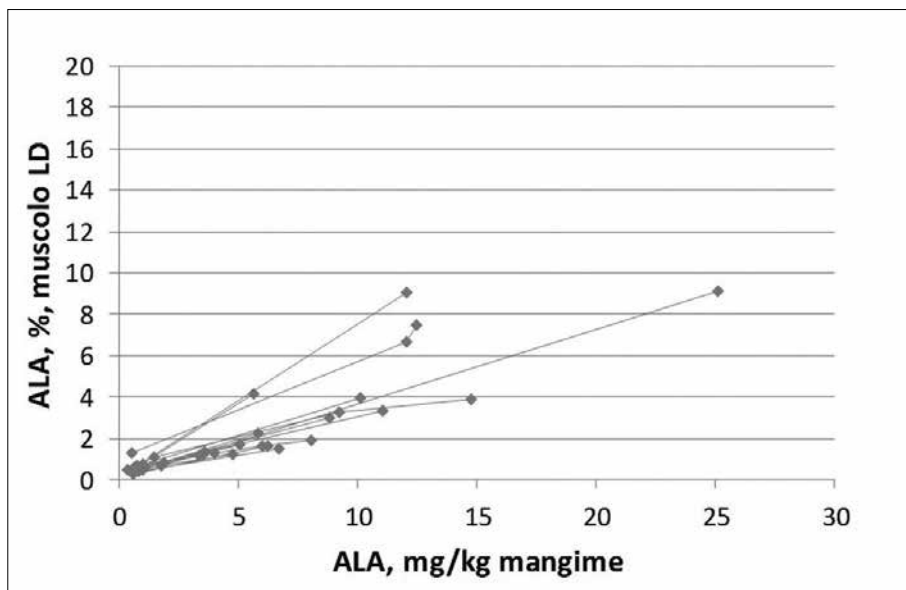


Fig. 1 Relazione tra contenuto di acido linolenico (ALA) nella dieta dei suini e il contenuto di acido linoleico a livello di muscolo «Longissimus Dorsi» (Corino et al., 2014)

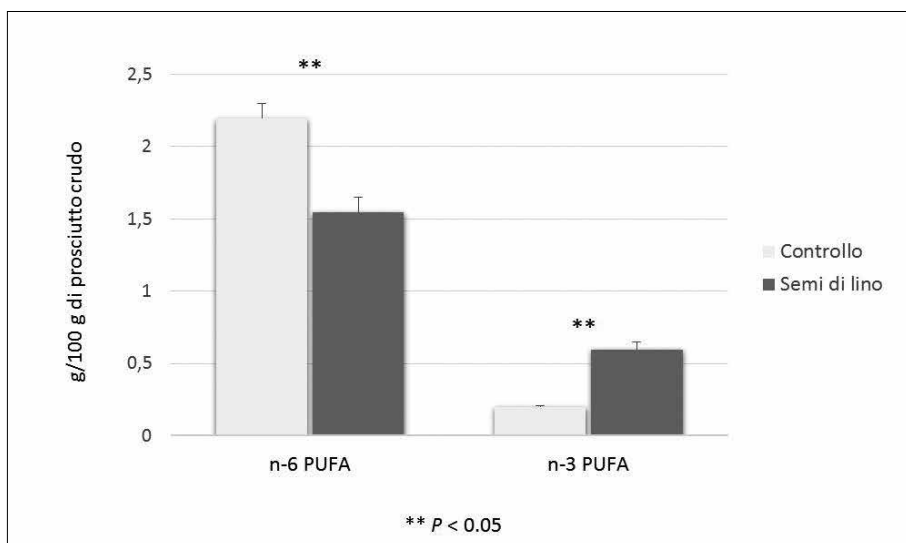


Fig. 2 Contenuto in acidi grassi omega-3 e omega-6 del prosciutto crudo in relazione alla somministrazione di dieta controllo e integrata con semi di lino (Musella et al., 2009)

limentazione suina. Cannata et al. (2010) hanno evidenziato come il consumatore sia in grado di discriminare un prosciutto crudo derivante da un suino alimentato con una dieta commerciale da uno alimentato con dieta contenente lino estruso e come questi prosciutti crudi risultino decisamente poco apprezzati sia da un panel italiano che da uno francese.

Evidentemente l'elevato grado d'insaturazione dei grassi comporta durante la lunga stagionatura del prosciutto lo sviluppo di processi ossidativi con formazione di aromi non graditi. Risulta evidentemente necessario far ricorso a sostanze con attività antiossidante che tra l'altro possono avere un interesse anche in quanto tali.

ANTIOSSIDANTI

Con il termine antiossidante si definiscono tutte le sostanze in grado di contrastare i fenomeni ossidativi. L'ossigeno pur essendo indispensabile per la vita degli organismi con metabolismo aerobio, presenta una tossicità legata alla formazione di una serie di composti, denominati radicali liberi e collettivamente indicati come ROS (Reactive Oxygen Species) (Valko et al., 2007). Quando la produzione di radicali liberi supera la capacità di inattivazione da parte dei sistemi antiossidanti normalmente presenti in un sistema biologico, si hanno effetti deleteri sull'organismo che si traducono in danni alle membrane cellulari per ossidazione degli acidi grassi, danni tissutali per idrolisi delle proteine e alterazioni del DNA (Sies, 1997). Tale fenomeno è conosciuto come stress ossidativo.

I dati esistenti attualmente in letteratura riconoscono lo stress ossidativo, quale fattore di causa e concausa nell'insorgenza di numerose patologie degenerative: l'aterosclerosi e le malattie cardio-cerebrovascolari, il diabete di tipo 2, le malattie neurodegenerative e il cancro (ISTISAN, 2015).

Tra gli antiossidanti esogeni, che devono essere introdotti attraverso la dieta, la vitamina E (α - tocoferolo) è il principale antiossidante liposolubile presente nei sistemi biologici ed esercita un'azione protettiva a livello di membrane cellulari (Sies e Stahl, 1995). La vitamina E è presente negli alimenti in diverse forme (α , β , γ , e δ -tocoferolo e α , β , γ , e δ -tocotrienolo) ma solo l' α - tocoferolo viene metabolizzata dall'uomo, influenzando il livello sierico di vitamina E (Traber e Stevens, 2011). Un recente studio di Traber (2014) mette in evidenza come nell'uomo l'assunzione di vitamina E dagli alimenti sia al di sotto dei livelli giornalieri raccomandati. Tale studio riporta inoltre come la carenza di tale antiossidante nella dieta possa portare all'insorgenza o progressione di numerose patologie.

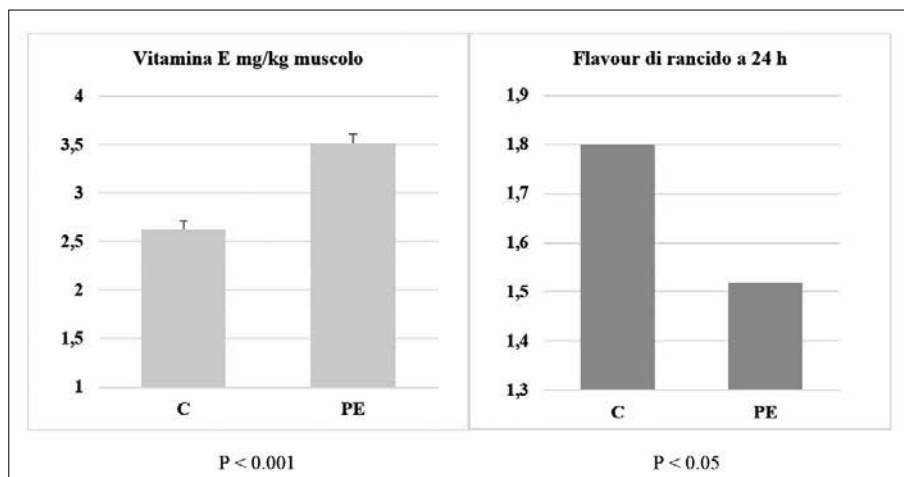


Fig. 3 Effetto dell'integrazione dietetica con estratti naturali sul contenuto in vitamina E e sulle caratteristiche sensoriali del muscolo «Longissimus Dorsi» (Rossi et al., 2013)

Come per gli acidi grassi della serie omega-3, la sicurezza nutrizionale degli alimenti destinati al consumo umano passa attraverso una corretta nutrizione degli animali. Infatti, specifiche integrazioni della dieta animale con molecole antiossidanti potrebbe fornire carni e prodotti derivati ricchi in vitamina E. Per di più, l'utilizzo di antiossidanti permette di proteggere la carne dai fenomeni ossidativi e dalle note ripercussioni negative a livello di colore, di valore nutritivo e "flavour". I fenomeni ossidativi portano infatti a variazioni negative sul colore in grado di influenzare l'accettabilità delle carni da parte del consumatore (Carpenter et al., 2001) e producono perossidi e ossidi del colesterolo, che sono responsabili del declino qualitativo delle carni e rappresentano un rischio per la salute umana (Grün et al., 2006).

Numerosi studi evidenziano come la somministrazione nella dieta di diversi livelli di vitamina E nella sua forma sintetica, l' α -tocoferil acetato porti a un aumento del contenuto in vitamina E nelle carni suine (metanalisi di Trefan et al., 2011). L'integrazione della dieta dei suini con l' α -tocoferil acetato è un metodo convenzionalmente utilizzato per contrastare la suscettibilità all'ossidazione delle carni (Jensen et al., 1997) e migliorarne così la qualità (Corino et al., 1999).

La diffusa propensione verso l'utilizzo di sostanze di origine naturale e un crescente rifiuto verso l'uso di molecole di sintesi hanno incrementato l'interesse scientifico verso sostanze antiossidanti di origine vegetale (Coronado et al., 2002). Numerosi vegetali e loro estratti hanno dimostrato una elevata capacità antiossidante dovuta alla presenza di composti polifenolici (Kähkönen

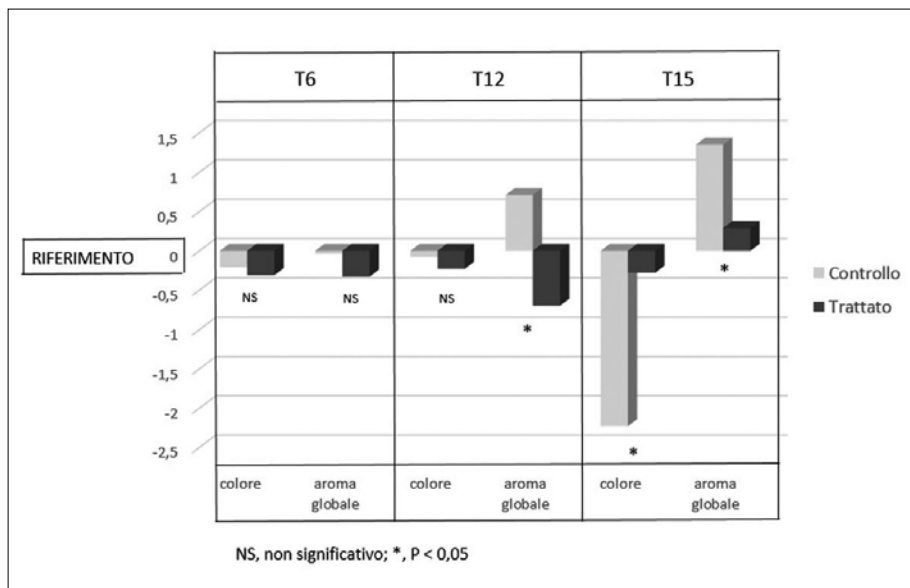


Fig. 4 Shelf life sensoriale del muscolo «Longissimus Dorsi» in campioni confezionati in atmosfera modificata in relazione all'integrazione dietetica con antiossidanti naturali (Maghin et al., 2015)

et al., 1999). In particolare, si è evidenziato come alcuni composti polifenolici presentino un'attività antiossidante maggiore rispetto al trolox, un analogo solubile della vitamina E (Rossi et al., 2009). L'integrazione della dieta dei suini sembra essere una strada promettente per il miglioramento della qualità nutrizionale, tecnologica e sensoriale delle carni suine. L'integrazione della dieta di suini con estratti naturali titolati in polifenoli, ha portato a un miglioramento dei parametri sensoriali del muscolo *Longissimus Dorsi* (fig. 3), aumentandone il contenuto di vitamina E e riducendo il flavor di rancido a seguito di conservazione refrigerata (Rossi et al., 2013).

Un recente studio di Maghin et al. (2015) ha riportato una migliore shelf life sensoriale (fig. 4) e stabilità ossidativa del muscolo *Longissimus Dorsi* confezionato in atmosfera modificata, a seguito di integrazione dietetica con miscela di antiossidanti naturali somministrati negli ultimi 45 giorni prima della macellazione.

L'insieme dei risultati scientifici riportati mette in evidenza come la nutrizione animale possa essere un utile strumento per migliorare la sicurezza nutrizionale delle carni. Esistono già realtà certificate per il miglioramento della qualità nutrizionale delle carni. Possiamo citare ad esempio la filiera france-

| Prodotti | Dieta | Acidi grassi saturi | ALA | EPA | DPA | DHA | LA/ALA |
|------------------------|----------|---------------------|------|-----|------|-----|--------|
| Filetto di pollo (1) | standard | 313 | 9 | 1 | 6 | 5 | 20.06 |
| | BBC | 270 | 34 | 4 | 12 | 8 | 4.45 |
| Coscia di pollo (1) | standard | 2731 | 109 | 1 | 10 | 7 | 15.3 |
| | BBC | 1981 | 405 | 9 | 27 | 10 | 3.32 |
| Sella di coniglio (2) | standard | 3718 | 394 | 3 | 10 | 2 | 5.27 |
| | BBC | 3493 | 1017 | 3 | 20 | 2 | 2.01 |
| Coscia di coniglio (2) | standard | 1433 | 148 | 4 | 14 | 3 | 5.63 |
| | BBC | 1080 | 295 | 5 | 22 | 3 | 2.22 |
| Braciola di suino (3) | standard | 3181 | 285 | 41 | 59 | 77 | 9.74 |
| | BBC | 2971 | 558 | 60 | 75 | 86 | 2.06 |
| Uova (1) | standard | 2079 | 34 | 1.3 | 7.3 | 51 | 8.83 |
| | BBC | 1606 | 330 | 9 | 13.2 | 79 | 1.69 |

(1) Analisi di laboratorio; (2) Benatmane et al., 2011; (3) Guillevic et al., 2009.

Tab. 3 *Contenuto in acidi grassi (mg/100 g di prodotto) in differenti carni e nelle uova in relazione alla dieta (Mourot e De Tonnac, 2015)*

se “Bleu-Blanc-Coeur” (tab. 3) che attraverso l'utilizzo di alimenti ricchi in omega-3 (lino estruso) in alimentazione animale permette un miglioramento delle caratteristiche nutrizionali delle carni aumentandone il contenuto in omega-3.

EFFETTI SUL CONSUMATORE

Il consumo regolare di omega-3 da alimenti di origine animale arricchiti in omega-3 (filiera BBC), permette di aumentare la concentrazione in ALA e di mantenere inalterata la composizione in EPA e DHA dei globuli rossi (tab. 4) in soggetti obesi durante un periodo sperimentale di 90 giorni.

Gli autori hanno registrato anche effetti positivi sul peso corporeo e l'indice di massa corporea. Nel complesso molto interessante il mantenimento dei contenuti in EPA e DHA in diete senza assunzione di pesce grazie agli alimenti BBC anche se forse un periodo sperimentale un poco più lungo avrebbe potuto essere ancor più interessante considerata l'emivita degli eritrociti.

In conclusione è possibile creare alimenti funzionali per la salute umana attraverso la nutrizione animale. Ulteriori studi si rendono necessari per ottimizzare il contenuto di sostanze potenzialmente carenti nella dieta dell'uomo mediante integrazioni dietetiche *ad hoc* in alimentazione animale. Inoltre si rende necessaria una corretta diffusione e divulgazione di tali conoscenze per

| | Gruppo controllo | | | Gruppo trattato | |
|-----------|------------------|----------------|-----|-----------------|----------------|
| | Tempo 0 | Dopo 90 giorni | | Tempo 0 | Dopo 90 giorni |
| C18:3 n-3 | 0.43 ± 0.2 | 0.46 ± 0.7 | # | 0.42 ± 0.1 | 0.68 ± 0.4*** |
| C20:5 n-3 | 0.62 ± 0.2 | 0.40 ± 0.2*** | ### | 0.73 ± 0.3 | 0.77 ± 0.3 |
| C22:6 n-3 | 2.6 ± 0.8 | 2.3 ± 0.8* | # | 2.6 ± 0.8 | 2.7 ± 0.9 |

Differenza significativa nel gruppo: $P < 0.05$ (*), $P < 0.01$ (**), $P < 0.001$ (***)
Differenza significativa tra gruppi: $P < 0.05$ (#), $P < 0.01$ (##), $P < 0.001$ (###)

Tab. 4 *Composizione acidica dei globuli rossi in relazione all'assunzione di omega-3 da alimenti arricchiti (Legrand et al., 2010)*

rendere il consumatore sempre più consapevole del valore aggiunto dei prodotti di origine animale arricchiti.

Tuttavia non si può tacere né dimenticare l'importante ruolo che le carni suine hanno nella tradizione culturale e culinaria del nostro paese e potremmo, credo, coerentemente concludere con Marco Terenzio Varrone che nel *De re rustica* riporta «Dicono che il suino ci sia stato dato dalla natura per godere la vita».

RIASSUNTO

L'invecchiamento della popolazione, l'inquinamento, la diffusione di stili di vita e abitudini alimentari non corrette sono alcuni dei fattori che in grado di far comprendere l'aumentata incidenza di alcune patologie. In questa situazione, l'assunzione media di alcuni nutrienti come gli acidi grassi della serie omega-3 e la vitamina E non è sufficiente a soddisfare i fabbisogni specifici. L'alimentazione animale è un modo efficace per migliorare i parametri nutrizionali dei prodotti di origine animale e per assicurarne la sicurezza nutrizionale. In particolare, la carne di maiale, come prodotto fresco o derivato, è la carne più consumata in Europa e vi è quindi un crescente interesse per rendere questo tipo di carne più funzionale alle nuove esigenze dei consumatori, migliorando la composizione dei lipidi e il contenuto di antiossidanti. Questo tipo d'intervento permette di raggiungere i corretti apporti nutrizionali con la dieta senza necessitare una modifica delle consuetudini alimentari dei consumatori. Diverse ricerche descritte nel testo dimostrano che le caratteristiche nutrizionali della carne di maiale possono essere migliorate attraverso l'integrazione della dieta con alimenti quali i semi di lino, ricchi in acido linolenico (precursore della serie omega-3) e con alcuni estratti vegetali che sono in grado di migliorare lo status antiossidante dell'organismo animale e quindi il contenuto di vitamina E nella carne. Le relazioni tra nutrizione animale e nutrizione umana e l'innovazione per l'ottenimento di alimenti funzionali di origine animale vengono esplorate per garantire la sicurezza alimentare.

ABSTRACT

The aging of the population, the spread of lifestyles and incorrect eating patterns are some of the factors behind the increased incidence of some disease. In this situation, dietary intake of different nutrients such as omega-3 fatty acid and Vitamin E is not adequate to meet the nutrient requirement. In this context, animal nutrition is a good tool to enhance nutritional parameters of products of animal origin and assure their food security. In particular, pork meat, such as fresh or derived product, is the most consumed meat in Europe. There is a growing interest to make this type of meat healthier to consumers, enhancing lipid composition and antioxidant content. It allows to follow the proper dietary recommendations without affects consumers habits. Several studies reported that pork nutritional parameters could be enhanced through dietary integration with ingredient such linseed containing omega-3 fatty acid and natural extracts that are able to enhance vitamin E content in meat. The relationship between animal and human nutrition research and innovation about functional food of animal origin will be explored to ensure food security.

BIBLIOGRAFIA

- ABEL S., RIEDEL S., GELDERBLUM W.C. (2014): *Dietary PUFA and cancer*, «Proceedings of the Nutrition Society», 73 (3), pp. 361-7.
- BENATMANE F., KOUBA M., YOUYOU A., MOUROT J. (2011): *Effect of a linseed diet on lipogenesis, fatty acid composition and stearoyl-CoA-desaturase in rabbits*, «Animal», 5, pp. 1993-2000.
- CALDER P.C. (2004): *n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored*, «Clinical Science», 107 (1), pp. 1-11.
- CALDER P.C. (2013): *Omega-3 polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes: nutrition or pharmacology?*, «British Journal of Clinical Pharmacology», 75 (3), pp. 645-62.
- CANNATA S., RATTI S., METEAU K., MOUROT J., BALDINI P., CORINO C. (2010): *Evaluation of different types of dry-cured ham by Italian and French consumers*, «Meat Science», 84 (4), pp. 601-6.
- CARPENTER C.E., CORNFORTH D.P., WHITTIER D. (2001): *Consumer preference for beef colour and packaging did not affect eating satisfaction*, «Meat Science», 57, pp. 359-363.
- CORINO C., ORIANI G., PANTALEO L., PASTORELLI G., SALVATORI G. (1999): *Influence of dietary vitamin E supplementation on heavy pig carcass characteristics, meat quality and vitamin E status*, «Journal of Animal Science», 77, pp. 1755-1761.
- CORINO C., ROSSI R., CANNATA S., RATTI S. (2014): *Effect of dietary linseed on the nutritional value and quality of pork and pork products: systematic review and meta-analysis*, «Meat Science», 98 (4), pp. 679-88.
- CORONADO S.A., TROUT G.T., DUNSEA F.R., SHAH N.P. (2002): *Antioxidant effects of rosemary extract and whey powder on the oxidative stability of wiener sausages during 10 months frozen storage*, «Meat Science», 62, pp. 217-224.
- CRAWFORD M.A., SINCLAIR A.J. (1972): *The limitations of whole tissue analysis to define linolenic acid deficiency*, «Journal of Nutrition», 102, pp. 1315-1321.
- CRAWFORD M.A., BLOOM M., BROADHURST C.L., SCHMIDT W.F., CUNNANE S.C., GALLI C., GEHBREMESKEL K., LINSEISEN F., LLOYD-SMITH J., PARKINGTON J. (1999): *Evi-*

- dence for the unique function of docosahexaenoic acid during the evolution of the modern hominid brain, «Lipids», 34, pp. 39-47.
- EFSA (2008): *Nitrate in vegetables Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain*, «The EFSA Journal», 689, pp. 1-79.
- FAO/WHO (2008): *Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat & fatty acids*, Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition, November 10-14. Geneva: WHO HQ.
- GIVENS D.I., GIBBS R.A. (2008): *Current intakes of EPA and DHA in European populations and the potential of animal-derived foods to increase them*, «Proceedings of the Nutrition Society», 67, pp. 273-280.
- GÓMEZ-PINILLA F. (2008): *Brain foods: the effects of nutrients on brain function*, «Nature Reviews Neuroscience», 9 (7), pp. 568-578.
- GRÜN I.U., AHN J., CLARKE A.D., LORENZEN C.L. (2006): *Reducing oxidation of meat*, «Food Technology», 60 (1), pp. 36-38.
- GUILLEVIC M., KOUBA M., MOUROT J. (2009): *Effect of a linseed diet on lipid composition, lipid peroxidation and consumers evaluation of fresh meat and French cooked pork meats*, «Meat Science», 81, pp. 612-618.
- ISTISAN (2015): *Pandemie del terzo millennio*, Istituto Superiore di Sanità. Sandra Gessani e Andrea Geraci, 87, pp. 15-36.
- JAIN A.P., AGGARWAL K.K., ZHANG P.Y. (2015): *Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease*, «European Review for Medical and Pharmacological Sciences», 19 (3), pp. 441-5.
- JENSEN C., GUIDERA J., SKOVGAARD I.M., STAUN H., SKIBSTED L.H., JENSEN S.K., MOLLER A.J., BUCKLEY J., BERTELSEN G. (1997): *Effects of dietary alpha-tocopheryl acetate supplementation on alpha-tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat*, «Meat Science», 45, pp. 491-500.
- KÄHKÖNEN M.P., HOPIA A., VUORELA H.J., RAUHA J.P., PIHLAJA K., KUJALA T.S., HEINONEN M. (1999): *Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds*, «Journal of Agricultural and Food Chemistry», 47 (10), pp. 3954-62.
- LA FATA G., WEBER P., MOHAJERI M.H. (2014): *Effects of Vitamin E on Cognitive Performance during Ageing and in Alzheimer's Disease*, «Nutrients», 6, pp. 5453-5472.
- LEGRAND P., SCHMITT B., MOUROT J., CATHELINE D., CHESNEAU G., MIREAUX M., KERHOAS N., WEILL P. (2010): *The Consumption of Food Products from Linseed-Fed Animals Maintains Erythrocyte Omega-3 Fatty Acids in Obese Humans*, «Lipids», 45, pp. 11-19.
- MAGHIN F., ROSSI R., RATTI S., PASTORELLI G., STELLA S., TIRLONI E., CORINO C. (2015): *Antioxidant mixture supplementation in the medium-heavy pigs: effects on performances and shelf life of Longissimus dorsi muscle*, «Italian Journal of Animal Science», 14 (1), p. 20.
- MORI T.A. (2014): *Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: epidemiology and effects on cardiometabolic risk factors*, «Food & Function», 5 (9), pp. 2004-2019.
- MOUROT J., DE TONNAC A. (2015): *The Bleu Blanc Cœur path: impacts on animal products and human health*, «Oilseeds and fats, Crops and Lipids», 22 (6), D610.
- MUSELLA M., CANNATA S., ROSSI R., MOUROT J., BALDINI P., CORINO C. (2009): *Omega-3 polyunsaturated fatty acid from extruded linseed influences the fatty acid composition and sensory characteristics of dry-cured ham from heavy pigs*, «Journal of Animal Science», 87 (11), pp. 3578-3588.

- PORTOLESI R., POWELL B.C., GIBSON R.A. (2007): *Competition between 24:5n-3 and ALA for D6 desaturase may limit the accumulation of DHA in HepG2 cell membranes*, «Journal of Lipid Research», 48, pp. 1592-1598.
- ROSSI R., CORINO C., PASTORELLI G., DURAND P., PROST M. (2009): *Assessment of antioxidant activity of natural extracts*, «Italian Journal of Animal Science», 8 (2), pp. 655-657.
- ROSSI R., PASTORELLI G., CANNATA S., TAVANIELLO S., MAIORANO G., CORINO C. (2013): *Effect of long-term dietary supplementation with plant extract on carcass characteristic meat quality and oxidative stability in pork*, «Meat Science», 95, pp. 542-548.
- RUIZ-LOPEZ N., USHER S., SAYANOVA O.V., NAPIER J.A., HASLAM R.P. (2015): *Modifying the lipid content and composition of plant seeds: engineering the production of LC-PUFA*, «Applied Microbiology and Biotechnology», 99, pp. 143-154.
- SALEM JR N., EGGERSDORFER M. (2015): *Is the world supply of omega-3 fatty acids adequate for optimal human nutrition?*, «Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care», 18, pp. 147-154.
- SIES H. (1997): *Oxidative stress: oxidants and antioxidants*, «Experimental Physiology», 82 (2), pp. 291-295.
- SIES H., STAHL W. (1995): *Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants*, «The American Journal of Clinical Nutrition», 62 (6), 1315S-1321S.
- SIMOPOULOS A.P. (2008): *The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases*, «Experimental Biology and Medicine», 233 (6), pp. 674-688.
- STEWART B.W., DE SMET S., CORPET D., MEURILLON M., CADERNI G., ROHRMANN S., VERGER P., SASAZUKI S. ET AL. (2015): *Carcinogenicity of consumption of red and processed meat*, «Lancet Oncology», 16 (16), pp. 1599-1600.
- TRABER M.G., STEVENS J.F. (2011): *Vitamins C and E: beneficial effects from a mechanistic perspective*, «Free Radical Biology and Medicine», 51, pp. 1000-1013.
- TRABER M.G. (2014): *Vitamin E Inadequacy in Humans: Causes and Consequences*, «Advances in Nutrition», 5, pp. 503-514.
- TREFAN L., BÜNGER L., BLOOM-HANSEN J., ROOKE J., SALMI B., LARZUL C., TERLOUW C., DOESCHL-WILSON A. (2011): *Meta-analysis of the effects of dietary vitamin E supplementation on α -tocopherol concentration and lipid oxidation in pork*, «Meat Science», 87 (4), pp. 305-314.
- VALKO M., LEIBFRITZ D., MONCOLA J., CRONIN M.D., MAZUR M., TELSER J. (2007): *Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease*, «International Journal of Biochemistry & Cell Biology», 39, pp. 44-84.
- ZHOU Y, LIN Y, WU X, FENG C., LONG C., XIONG F, WANG F, PAN D., CHEN H. (2014): *The high-level accumulation of n-3 polyunsaturated fatty acids in transgenic pigs harboring the n-3 fatty acid desaturase gene from Caenorhabditis briggsae*, «Transgenic Research», 23, pp. 89-97.