

Metabolismo lipidico, stato degli antiossidanti e percezioni sensoriali nelle carni di suini alimentati con fitoderivati (*Origanum vulgare* L. e/o *Rosmarinus officinalis*)

Daniela Beghelli¹, Lucia Bailetti², Clarita Cavallucci³, Stefano Ferraro¹, Lucia Olivi², Paolo Polidori¹

¹Università di Camerino, Camerino (MC); ²Centro Italiano di Analisi Sensoriali, Matelica (MC); ³Consulente G.I.Ma. S.P.A., Longiano (FC)

«LIPID METABOLISM, ANTIOXIDANT STATUS AND MEAT SENSORIAL PROFILE IN PIGS SUPPLEMENTED WITH PLANT EXTRACTS (*ORIGANUM VULGARE* L. AND/OR *ROSMARINUS OFFICINALIS*)»

Summary. In this study the effect of diets supplemented with extracts of oregano and/or rosemary (*Origanum vulgare* L. and/or *Rosmarinus officinalis* L.) on lipid metabolism, antioxidant status and sensory perceptions in meat was investigated in fattening pig. Eighty pigs were divided into five dietary groups (n.16/each identified as: control, C; 2: foil, F; 3: foil + 0.2% oregano, O; 4: foil + 0, 2% rosemary, R and 5: foil + 0.1% + 0.1% oregano, rosemary, OR). Blood samples were drawn from jugular vein after about 15 days of adaptation to the new diet and at the end of the finishing period (160 kg) Samples were used to determine the concentrations of cholesterol, triglycerides, β -hydroxy-butyrate, free fatty acids, the total antioxidant power and reactive metabolites oxygen. Sensory analysis was carried out on meat samples with the test 'Duo-Trio Test' and Ordering test on the basis of Preference (ISO 8587:2006). Integration with phyto derivates did not result in significant changes in the blood parameters investigated, while from the point of view of sensory analysis, the presence of oregano was somehow 'felt' so that the group of pigs supplemented with oregano have always been recognized as different from the control in terms of texture and flavor.

Key words: Swine, plant extracts, lipid metabolism, antioxidants status, sensorial profile

Riassunto. In questo studio si è voluto verificare, nel suino da ingrasso, l'effetto di diete integrate con estratti di origano e/o rosmarino (*Origanum vulgare* L. e/o *Rosmarinus officinalis* L.) sul metabolismo lipidico, stato degli antiossidanti e percezioni sensoriali nelle carni. Nella sperimentazione sono stati impiegati 80 suini, divisi in cinque gruppi 'alimentari' da 16 soggetti ciascuno (1: controllo, C; 2: fioretto, F; 3: fioretto + 0,2 % origano, O; 4: fioretto + 0,2% rosmarino, R e 5: fioretto + 0,1% origano + 0,1% rosmarino, OR). Nel sangue prelevato dopo circa 15 giorni di adattamento alla dieta ed al termine del periodo di finissaggio (160 Kg) sono state determinate le concentrazioni di colesterolo, trigliceridi, β -idrossi-butirato, acidi grassi non esterificati, il potere antiossidante totale e metaboliti reattivi dell'ossigeno. L'analisi sensoriale è stata, invece, effettuata su campioni carnei con il test 'Test Duo-Trio' e test di Ordinamento sulla base della Preferenza (ISO 8587:2006). L'integrazione con fitoderivati non ha comportato variazioni di rilievo sui parametri ematici indagati; mentre, dal punto di vista dell'analisi sensoriale, la presenza dei fitoderivati è stata in qualche modo 'percepita' tant'è che sia le carni magre (lombo) che più grasse (hamburger di capocollo) del gruppo di suini integrato con origano sono sempre state riconosciute come diverse da quelle controllo in termini di consistenza ed aroma.

Parole chiave: Suini; fitoderivati, metabolismo lipidico, stato degli antiossidanti, profilo sensoriale

Introduzione

Una alimentazione sana è un prerequisito fondamentale per la salute e benessere tanto dell'uomo che degli animali ed è proprio grazie ad un adeguato apporto di nutrienti che, nel mondo occidentale, le prospettive di vita si sono allungate. In virtù del riconoscimento di questa stretta associazione tra salute e dieta, negli ultimi anni si è registrata una sempre maggior attenzione alla qualità degli alimenti. E', ad esempio, ormai assodato che alcuni acidi grassi (FA) come l'acido oleico e α -linolenico possano migliorare la salute dell'uomo e prevenire malattie (1, 2). La produzione di carne con un profilo di acidi grassi più in linea con le raccomandazioni della Sanità Pubblica è potenzialmente in grado di allungare la vita, in salute, dei consumatori senza che questi debbano ricorrere ad una modifica sostanziale delle loro abitudini alimentari. La carne di suino, importante fonte alimentare per l'uomo, attualmente copre circa il 40% della produzione mondiale di carne (3). È ben noto che la composizione in acidi grassi della carne di maiale dipende fortemente dal genotipo, dallo stato fisiologico e da fattori ambientali tra cui, primo fra tutti, quello nutrizionale.

La tipologia di acidi grassi presenti nella dieta, infatti, si riflette fortemente sulla composizione degli acidi grassi del tessuto adiposo di deposito suino (4).

Il contenuto lipidico ed il profilo degli acidi grassi nel muscolo, a sua volta, si riflette anche sulla tenerezza, aroma e succosità della carne (5). Alla riduzione del contenuto di grasso intramuscolare che si ottiene, ad esempio, nell'allevamento di linee leggere di suini, corrisponde una peggiore qualità sensoriale delle carni. Di contro, le carni suine che si caratterizzano per elevate concentrazioni di acidi grassi polinsaturi (PUFA) perdono in termini di stabilità ossidativa del muscolo e questo, a sua volta, si riflette negativamente sull'aroma e colore delle carni. Carni suine con caratteristiche sensoriali apprezzate sono, invece, quelle associate ad acidi grassi mono-insaturi (MUFA) e saturi (SFA). Le carni ricche di PUFA, in particolare ω -3, vengono però considerate benefiche per la salute umana in quanto riducono, a livello sierico, la lipoproteina-C a bassa densità, le concentrazioni totali di colesterolo e modulano le risposte infiammatorie ed immunitarie (6). Affinché possano 'convivere' acidi grassi benefici

per la salute dell'uomo e stabilità ossidativa delle carni, potrebbe diventare allora importante fornire all'animale una dieta che non solo sia caratterizzata da un corretto profilo di acidi grassi e che copra, in maniera ottimale, i fabbisogni, ma che sia anche ricca di valenze antiossidanti. Ecco allora che gli antiossidanti naturali stanno riscuotendo sempre maggiore attenzione nel campo della nutrizione umana ed animale sia perché vengono associati ad un migliore qualità degli alimenti che per la loro capacità di modulare lo stress ossidativo e la risposta immunitaria (7, 8).

In natura esiste una grossa varietà di piante con proprietà antiossidanti, tra queste la famiglia delle Labiatae sta suscitando un interesse sempre maggiore e particolare attenzione viene rivolta sia all'origano (*Origanum vulgare* L.) che al rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.) (9), piante aromatiche diffuse nel bacino Mediterraneo. L'origano possiede non solo note attività antiossidanti (10), ma anche intense attività, *in vitro*, antimicrobiche (11) ed antifungine (12) e questo lo rende una possibile valida alternativa all'impiego di antibiotici quali promotori di crescita od un promettente 'additivo' alimentare in grado di prevenire l'ossidazione dei lipidi nelle carni (13). Gli estratti di rosmarino hanno invece dimostrato di possedere non solo attività antiossidante, ma anche una varietà di attività farmacologiche preventive e curative di varie tipologie di tumori (14). In questo studio si è voluto verificare, nel suino da ingrasso, l'effetto di diete integrate con estratti di origano e/o rosmarino sul metabolismo lipidico, stato degli antiossidanti e percezioni sensoriali nelle carni.

Materiali e metodi

Nella sperimentazione sono stati impiegati 80 suini, divisi in cinque gruppi 'alimentari' da 16 soggetti ciascuno (1: controllo dieta tradizionale, C; 2: fioretto al posto del mais, F; 3: fioretto + 0,2% origano, O; 4: fioretto + 0,2% rosmarino, R e 5: fioretto + 0,1% origano + 0,1% rosmarino, OR), omogenei per sesso, età, peso (45 kg) e genealogia (Duroc italiano x Large White italiano).

Le differenti diete sperimentali sono state formulate in modo da essere isoproteiche ed isoenergetiche

ed i mangimi sono stati suddivisi in tre fasce a seconda del peso dei soggetti: Magroni (da 45 a 100 kg), Ingrassio (da 100 a 140 kg) e Finissaggio (sino alla macellazione).

Nell'ultimo mese e mezzo di sperimentazione le diete a base di fioretto sono state anche integrate con l'1% di acido linoleico coniugato (CLA). I fitoderivati addizionati alla dieta sono stati ottenuti dalle foglie delle piante aromatiche per estrazione enzimatica in solvente acquoso (Phenbiox). Otto soggetti per gruppo (n. 4 maschi e n. 4 femmine, per un totale di n. 40 animali) sono stati sottoposti a due prelievi di sangue: il primo dopo circa due settimane di adattamento alla dieta integrata con estratti di fitoderivati (T1); il secondo dopo circa cinque mesi, al raggiungimento del peso (160 kg) prefissato per la macellazione (T2). Sui campioni di siero ematico sono state determinate, quali espressione del metabolismo lipidico, le concentrazioni di colesterolo (Chol), trigliceridi (Trig), β -idrossibutirrato (BHBA) e acidi grassi non esterificati (NEFA); mentre, per la definizione dello stato ossidativo degli animali, il potere antiossidante totale (AOP) e metaboliti reattivi dell'ossigeno (ROMs). Le prime determinazioni sono state ottenute con reagenti e procedure della Bio-Group Medical System (Talamello, RN) ed analizzatore automatico per ematochimica (Hitachi 704), le seconde con materiali e metodi della Diacron (Grosseto) e lettore per micro piastre (FLUOstar Omega, Germany). I dati ottenuti sono stati analizzati usando il modello GLM del software SPSS (versione 13, 2004), utilizzando la dieta ed il tempo di prelievo come variabili fisse.

L'analisi sensoriale è stata, invece, effettuata su campioni carni (taglio di lombo e capocollo sinistri/tesi sperimentale, prelevati dai soggetti maschi più pesanti di ciascun gruppo) prelevati in mattatoio. Lo studio è stato, quindi, diviso in due fasi.

Fase 1: Test discriminante 'Test Duo-Trio' (15)

Con questo test si è voluto determinare se esistessero similitudini o differenze fra i cinque campioni di carne suina (nello specifico su tagli di lombo e di capocollo). I campioni sono stati codificati come STD (C), TEST 2 (F), TEST 3 (O), TEST 4 (R), TEST 5 (OR), sia per il taglio di lombo che di capocollo, ed il campione STD era il termine di confronto con gli altri campioni di carne.

All'assaggiatore, selezionato sulla base degli standard internazionali (ISO 8586-1:1993) e (ISO 8586-2:1994); è stata presentata una terna di campioni in cui un campione di Riferimento "R" doveva venir confrontato con una coppia di campioni (A e B). Sono stati analizzate le seguenti combinazioni: STD vs TEST 2; STD vs TEST 3; STD vs TEST 4 e STD vs TEST 5. Nel caso del taglio del lombo, i campioni sono stati ripuliti del grasso esterno e, dalla parte magra, sono state ottenute delle fette di carne di spessore uniforme di 1,5 cm ciascuna. I campioni sono, quindi, stati congelati a -18°C fino all'espletamento della prova d'assaggio. Nel caso dei campioni di capocollo, la parte magra è stata separata da quella grassa e ciascuna è stata poi macinata separatamente. La parte cartilaginea che poteva influenzare la consistenza è stata scartata e, tra la macinatura di un campione e l'altra, la macina carne è stata pulita per assicurare la genuinità di ogni campione. Ogni campione è stato, quindi, presentato ai giudici sotto forma di hamburger, con l'obiettivo di uniformare i campioni da sottoporre ad assaggio. Ogni hamburger era composto dal 74% di carne magra, 25% di grasso, e 1% in peso di sale, per rispettare la standardizzazione completa dei campioni. Gli hamburger del peso di 90 ± 5 grammi, 10 cm di diametro ed 1 cm di spessore sono stati ottenuti mediante pressella manuale e conservati a -18°C fino al giudizio. La cottura su piastra elettrica degli hamburger si è protratta fino al raggiungimento della temperatura di $75 \pm 1^{\circ}\text{C}$ al cuore del prodotto, misurata con un termometro a sonda. La carne è stata cotta e tagliata in prossimità della seduta di assaggio ed avvolta in carta di alluminio, sia per evitare che la carne assumesse odori o aromi anomali, sia per mantenerla calda fino al momento dell'assaggio. Gli assaggiatori hanno effettuato l'analisi in cabine di assaggio individuali (ISO8589:1988) con illuminazione a luce rossa, per evitare che la differenza potesse essere attribuita a caratteristiche visive.

Fase 2: Test di ordinamento (ISO 8587:2006) sulla base della preferenza

Con questo test si è cercato di ordinare, in base alla preferenza, i cinque campioni di carne suina (hamburger di capocollo, preparati e cotti come sopra descritto) così confrontandoli tra loro: STD vs TEST 2 vs TEST 3 vs TEST 4 vs TEST 5. I consumatori (n. 30 donne en. 30 uomini di età compresa tra i 23 e i 55 anni) consumavano carne di suino con una media di 3

volte/settimana. In questa prova è stato applicato il test di *Friedman* per individuare una significativa differenza fra i campioni, confrontando il risultato ottenuto con un valore del parametro statistico chi-quadrato (χ^2), calcolato in funzione del numero di campioni e del numero di consumatori utilizzati.

Risultati

Nella Tabella 1 vengono riportati i valori medi ed errore standard (SE) dei parametri determinati sui campioni ematici in funzione del trattamento dietetico.

La dieta integrata con fitoderivati ha determinato valori significativamente più bassi di trigliceridi (gruppo O) e BHBA (gruppo O e R; $P < 0,05$); mentre per AOP, ROMs, Chol e NEFA non sono state riscontrate variazioni significative. Il tempo di prelievo ha, invece, influenzato le concentrazioni medie di Chol e NEFA

che risultano, rispettivamente, significativamente più elevati o ridotti nel T2 (dati non riportati, $P < 0,001$). Nelle tabelle n. 2 e 3 vengono, invece, riportati i risultati dell'analisi sensoriale tramite *Test discriminante* 'Test Duo-Trio'. In quest'ultimo, perché si possa affermare che ci sia una differenza significativa tra i campioni, il numero delle risposte corrette (identificazione del campione uguale al riferimento) deve risultare maggiore o uguale a 17 (per numero di giudici pari a 24 e un rischio " α " pari allo 0,05%).

Nel grafico n.1 vengono, infine, riportati i risultati del *Test di ordinamento sulla base della preferenza*.

Dalla tabella che riporta i valori critici della distribuzione χ^2 con rischio " α "=0,05% e con gradi di libertà (n° dei campioni -1)= 4, si osserva che: χ^2 tabulato è uguale a 9,49; χ^2 calcolato è 4,92. Poiché χ^2 calcolato è risultato inferiore a χ^2 tabulato si conclude che tra i campioni non esistono differenze statisticamente significative in riferimento alla preferenza.

Tabella 1. Valori medi ed errore standard (ES) dei parametri ematochimici determinati in funzione del trattamento dietetico.

Diete	AOP $\mu\text{mol HClO}$	ROMs $\text{mM H}_2\text{O}_2$	Chol mg/dl	Trig mg/dl	BHBA mM/l	NEFA mM/l
C	337,13	35,13	75,9	29,4a	0,014a	0,41
F	335,28	35,36	73,3	27,0ab	0,008ab	0,37
O	326,41	34,22	74,3	22,5b	0,003b	0,33
R	316,72	35,36	74,4	24,2 ab	0,005bc	0,39
OR	316,81	33,87	81,3	27,5 ab	0,011ac	0,27
ES	10,75	1,85	2,8	1,7	0,003	0,14
P<	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	0,05	n.s.

(a,b,c : $P < 0,05$. Lettere diverse indicano valori medi significativamente diversi tra loro).

Tabella 2. Test discriminante 'Test Duo-Trio' su campioni di lombo.

numero giudici	valore tabulato (massimo)	risposte corrette
24	17	
STD vs TEST 2		19
STD vs TEST 3		17
STD vs TEST 4		13
STD vs TEST 5		18

Una differenza significativa tra i campioni di carne si verifica quando il numero delle risposte corrette (identificazione del campione uguale al riferimento) risulta maggiore o uguale a 17 (UNI-EN ISO 10399).

Tabella 3. Test discriminante 'Test Duo-Trio' su carne di capocollo (hamburger).

numero giudici	valore tabulato (massimo)	risposte corrette
24	17	
STD vs TEST 2		15
STD vs TEST 3		18
STD vs TEST 4		16
STD vs TEST 5		17

Una differenza significativa tra i campioni di carne si verifica quando il numero delle risposte corrette (identificazione del campione uguale al riferimento) risulta maggiore o uguale a 17 (UNI-EN ISO 10399).

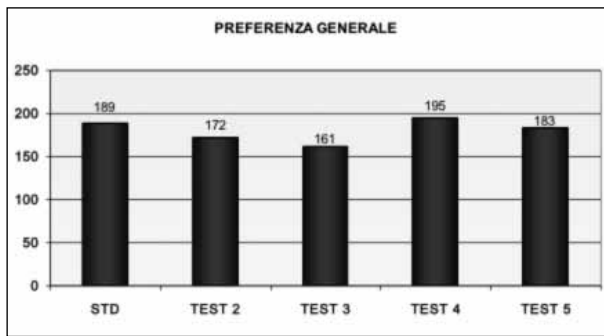


Figura 1. Test di ordinamento sulla base della preferenza. Il grafico mostra la tendenza di preferenza ottenuto attraverso la somma dei ranghi. Il metodo consiste nel sommare la posizione assegnata a ciascun campione (da 1=meno preferito a 5=più preferito), dai 60 consumatori, sugli hamburger di capocollo. TEST 3 < TEST 2 < TEST 5 < STD < TEST 4.

Nel caso del TEST DISCRIMINANTE 'Test Duo-Trio', per il taglio del lombo, si può concludere che il campione STD è risultato statisticamente differente dai campioni TEST 2, TEST 3 e TEST 5, ma simile al TEST 4 (rischio " α " pari allo 0,05%); mentre, per il capocollo, il campione STD è risultato statisticamente diverso dal TEST 3 e dal TEST 5, ma simile al TEST 2 e TEST 4 (rischio " α " pari allo 0,05%). Le motivazioni di scelta (in percentuale) nel TEST DUO-TRIO, tenendo presente solo dei giudizi degli assaggiatori che hanno correttamente identificato il campione uguale al riferimento, sono da ricondursi alla consistenza ed aroma delle carni.

Discussione e conclusioni

Il profilo degli acidi grassi del tessuto adiposo che si trova nelle carcasse di suino, come noto, dipende dalla composizione degli acidi grassi che vengono forniti con la dieta così come dalla lipogenesi *de novo*. Più aumentano i grassi insaturi forniti con l'alimento più si altera la consistenza del grasso di deposito che diventa via via meno 'saldo' al crescere del grado di insaturazione (16) e le carni 'decadono' dal punto di vista sensoriale per la rapida ossidazione cui vanno incontro (riduzione della shelf-life). In questo lavoro manca la caratterizzazione dello stato di saturazione degli acidi grassi del tessuto adiposo animale, comunque, l'impiego di acidi grassi polinsaturi nella dieta (CLA nella

fase di finissaggio) abbinato o meno ad integrazioni di fitoderivati, non ha determinato variazioni dello stato ossidativo ematico, facendo registrare concentrazioni AOP e ROMs perfettamente nei range di specie e sovrapponibili tra i diversi gruppi sperimentali. Per quanto riguarda l'impiego 'dietetico' dei fitoderivati, invece, sebbene la presenza nell'alimento di questi sembrerebbe aver influenzato il metabolismo lipidico (tabella n.1) facendo registrare valori significativamente più bassi sia di trigliceridi che di BHBA nei gruppi, rispettivamente, O ed O e R; si potrebbe obiettare che il vero gruppo di controllo, per quest'ultimi, deve venire individuato nel gruppo F, anch'esso caratterizzato da una dieta a base di fioretto, integrata, nella fase di finissaggio, da CLA. A questo punto solo il parametro BHBA risulterebbe significativamente diverso (sebbene entro valori di riferimento per la specie) nel gruppo O, ma solo verso il gruppo OR, con valori, comunque, anche di trigliceridi tendenzialmente più bassi (nel gruppo O) come se la loro dieta si caratterizzasse, da un lato, per una minor ossidazione (corpi chetonici più bassi), dall'altro, per una maggiore concentrazione di PUFA (per la tendenza alla ipotrigliceridemia) (17).

La maggior disponibilità di PUFA nel fegato può, infatti, influenzare l'espressione del recettore alfa attivato per la proliferazione dei perossisomi (PPAR- α), recettori X retinoidi (RXR) e loro geni 'bersaglio', inducendo una maggior stimolazione della β -ossidazione sia mitocondriale che dei perossisomi con conseguente ridotta produzione di trigliceridi e colesterolo ed aumentata eliminazione del colesterolo per via biliare (3).

La scelta di integrare la dieta animale con origano e rosmarino, come già detto, è stata fatta sulla base delle loro particolari proprietà antiossidanti che avrebbero dovuto salvaguardare gli acidi grassi mono- e polinsaturi della dieta. Tanto l'olio essenziale di origano che il rosmarino hanno, infatti, dimostrato di possedere un forte potere antiossidante in vitro che ne ha giustificato l'impiego *in vivo* al fine di limitare l'ossidazione dei lipidi nelle carni di coniglio, suino, broilers o polli (18-21).

Non essendo però la composizione delle valenze sature/insature nelle diete sperimentali oggetto di questo lavoro, non ci si può sbilanciare in questa direzione e non resta che la constatazione che l'integrazione con fitoderivati non ha comportato variazioni di rilievo sui

parametri ematici indagati, rimanendo in ogni caso i valori di BHBA entro i limiti di riferimento in tutti i gruppi dietetici.

Dal punto di vista dell'analisi sensoriale, invece, la presenza dei fitoderivati è stata in qualche modo 'percepita' nelle carni tant'è che lì dove era presente l'origano (STD3 e STD5), le carni sia magre (taglio di lombo) che più grasse (hamburger di capocollo) sono sempre state riconosciute come diverse da quelle controllo in termini di consistenza ed aroma. Sono tuttora in corso sugli stessi campioni prove microbiologiche, valutazione della shelf-life ed analisi sulla composizione chimico-fisica (contenuto in acqua, proteine, lipidi e ceneri) ed alla luce di questi risultati sarà forse possibile trovare spiegazione alle variazioni sensoriali (consistenza e/o aroma) percepite in queste carni.

Bibliografia

- Bauman DE, Mather IH, Wall RJ, Lock AL. Major Advances Associated with the Biosynthesis of Milk. *J Dairy Sci* 2006; 89, 4:1235-1243.
- FAO: Fats and Fatty Acids in Human Nutrition. Report of Expert Consultation 2008:308. ISBN: 978-3-8055-9261-1.
- Ramayo-Caldas Y., Mach N., Esteve-Codina A., et al. Liver transcriptome profile in pigs with extreme phenotypes of intramuscular fatty acid composition. *BMC Genomics* 2012; 13: 547-563.
- Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci* 2004; 66, 1: 21-32.
- Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci* 2008; 78, 4: 343-358.
- Stables MJ, Gilroy DW: Old and new generation lipid mediators in acute inflammation and resolution. *Prog Lipid Res* 2011; 50, 1: 35-51.
- Cullen SP, Monahan FJ, Callan JJ, O'Doherty JV. The effect of dietary garlic and rosemary on grower-finisher pig performance and sensory characteristics of pork. *Irish J Agric Food Res* 2005; 44: 57-67.
- Middleton EJr and Kandaswami C. Effects of flavonoids on immune and inflammatory cell functions. *Biochem Pharmacol* 1992; 43: 613-619.
- Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroysmayr A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J Anim Sci* 2008; 86: E140-E148.
- Cervato G, Carabelli M, Gervasio S, Cittera A, Cazzola R., Cestaro B. Antioxidant properties of oregano (*origanum vulgare*) leaf extracts. *J Food Biochem* 2000; 2: 453-465.
- Dorman HJD e Deans SG. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol* 2000; 88: 308-316.
- Daouk RK, Dagher SM, Sattout EJ. Antifungal activity of the essential oil of *origanum syriacum* L. *J Food Prot* 1995; 58: 1147-1149.
- Symeon GK, Zintilas C, Demiris N, Bizelis IA, Deligeorgis SG. Effects of oregano essential oil dietary supplementation on the feeding and drinking behaviour as well as the activity of broilers. *Int J Poultry Sci* 2010; 9 (4): 401-405.
- Faixová Z e Faix S. Biological effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil. *Folia Veterinaria* 2008; 52 (3-4): 135-139.
- Meilgaard M, Civile GV, Carr BT. In: Sensory evaluation techniques, 4^e ed. Boca Raton: CRC Press, 2006; p.448.
- White HM, Richert BT, Latour MA. Impacts of Nutrition and Environmental Stressors on Lipid Metabolism. In: *Lipid Metabolism*, InTech, Latour et al. 2013;211-232 <http://www.intechopen.com/books/export/citation/ProCite/lipid-metabolism/impacts-of-nutrition-and-environmental-stressors-on-lipid-metabolism>
- Sampath H, Ntambi JM. Polyunsaturated fatty acid regulation of genes of lipid metabolism. *Annu Rev Nutr* 2005. 25: 317-40.
- Botsoglou N A, Florou-Paneri P, Christaki E, Giannenas I, Spais A B. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oil. *Arch Anim Nutr* 2004; 58: 209-218.
- Young JF, Stagsted J, Jensen SK, Karlsson AH, Henckel P. Ascorbic acid, alpha-tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. *Poult Sci* 2003; 82: 1343-1351.
- Giannenas I, Florou-Paneri P, Papazahariadou M, Christaki E, Botsoglou NA, Spais AB. Effect dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Arch Anim Nutr* 2003; 2: 99-106.
- Liu HF, Booren AM, Gray JI, Crackel RL. Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks. *J of Food Sci* 1992; 57: 803-806.

Correspondence:

Dott.ssa Daniela Beghelli,
Università di Camerino, Camerino (MC)
E-mail: daniela.beghelli@unicam.it