



Triticum sativum

EFFETTI DELL'INTEGRAZIONE ALIMENTARE CON LISATO DI GRANO (LISOSAN G) SULLA QUALITÀ DELLA CARNE DI CONIGLIO

*Per il consumatore la sicurezza alimentare è un aspetto importante e il bisogno di un alimento sano, salubre e sicuro ha stimolato la ricerca di nuove strategie alimentari capaci di garantire la salute degli animali e le loro prestazioni produttive. A tale scopo, molti estratti vegetali con proprietà antiossidante sono stati utilizzati nell'alimentazione degli animali, quali gli isoflavoni della soia, gli oli essenziali dell'origano e il tè verde, mostrando risultati positivi sulla qualità della carne. In questo lavoro si analizza l'azione di un integratore base di fermentato di cruschetto e germe di *Triticum sativum*, che ha già evidenziato interessanti attività biologiche.*

Donato Casamassima*,
Marisa Palazzo*,
Maria Nardoia**,
Vincenzo Longo**,
Luisa Pozzo**,
Francesco Vizzarri*

Introduzione

La carne di coniglio è da considerarsi un alimento per l'uomo, proprio grazie al suo ridotto contenuto in lipidi caratterizzati da una elevata presenza di acidi grassi polinsaturi (AGP). Questi ultimi, tuttavia, la rendono particolarmente suscettibile ai processi ossidativi comportando un rapido deterioramento della frazione lipidica; per tale motivo già da tempo è stata rivalutata l'importanza di incrementare la presenza di antiossidanti nella dieta animale (Abdel-Khalek, 2013).

Recentemente l'attenzione dei ricercatori che si occupano di alimentazione animale si è focalizzata su mangimi che contengono, oltre ai nutrienti essenziali di base, composti nutraceutici bioattivi capaci di svolgere un effetto positivo sulle prestazioni produttive e sulle caratteristiche tecnologiche e sensoriali della carne. Il grano contiene un'ampia varietà di componenti ad attività nutraceutica (Slavin, 2003), come

fibre, vitamine, minerali, carotenoidi, lignani, β -glucani, inulina e fenoli. Gli acidi fenolici presenti nel grano, soprattutto nella crusca e nel germe, sono l'acido vanillico, p-cumarico, siringico, caffeico, idrossibenzoico e, soprattutto, l'acido ferulico (Singh *et al.*, 2012). L'elevato contenuto di questi composti, ad attività antiossidante, evidenziano che il grano è un'eccellente fonte alimentare di antiossidanti naturali (Zhou *et al.*, 2004). Per il consumatore la sicurezza alimentare è un aspetto importante (Hernández, 2008) e il bisogno di un alimento sano, salubre e sicuro, ha stimolato la ricerca di nuove strategie alimentari capaci di garantire la salute degli animali e le loro prestazioni produttive (Gidenna and García, 2006; Maertens *et al.*, 2006).

A tale scopo, molti estratti vegetali con proprietà antiossidante sono stati utilizzati nell'alimentazione dei conigli, quali gli isoflavoni della soia, gli oli essenziali dell'origano ed il tè verde, mostrando risultati positivi sulla qualità della carne (Yousef *et al.*, 2004; Botsoglou *et al.*, 2004; Eid *et al.*, 2011).

È stato dimostrato che il Lisosan G, a base di fermentato di crusello e germe di *Triticum sativum*, possiede effetti epatoprotettivi in ratti esposti a tossicità indotta da tetracloruro di carbonio (Longo *et al.*, 2007) e una buona attività scavenger dei radicali liberi, dovuta alla presenza di sostanze antiossidanti (Laus *et al.*

2013; Longo *et al.*, 2007; Pozzo *et al.* 2015). È stata mostrata anche un'azione protettiva del lisato di grano verso la tossicità indotta dal cisplatino, probabilmente associata alla riduzione dello stress ossidativo e all'incremento dell'attività degli enzimi antiossidanti (Longo *et al.*, 2011).

Scarse sono le conoscenze sugli effetti dell'integratore sulle performance produttive in animali di interesse zootecnico. A tal proposito, si è ritenuto interessante valutare l'effetto dell'integrazione, nel mangime, con lisato di grano sui parametri produttivi e sulla qualità della carne in conigli meticci di razza Californiana x Nuova Zelanda Bianca.

Materiali e metodi

Animali e disegno sperimentale

La prova, della durata di 60 giorni, è stata condotta su 40 conigli svezzati e clinicamente sani (in accordo con le linee guida della European Community no. 86/609/CEE) di un ibrido commerciale (Californiana x Nuova Zelanda Bianca). Gli animali, tutti di sesso maschile, sono stati allevati in gabbie singole fornite di mangiatoie e di un sistema automatico di abbeveraggio. La temperatura e l'umidità della conigliera sono state registrate con un termoigrometro posizionato all'altezza delle gabbie. L'edificio è stato dotato di un sistema di aereazione e ventilazione forzata in modo tale da mantenere la temperatura e l'umidità, durante tutta la sperimentazione, rispet-



tivamente a 18 ± 4 °C e a $70 \pm 5\%$. I conigli sono stati suddivisi in 4 gruppi di 10 soggetti ciascuno, omogenei per età (42 ± 2 giorni) e peso vivo ($1,72 \pm 0,14$ kg); un gruppo di controllo (CON) e gli altri 3 sperimentali, ai quali è stato somministrato, *ad libitum*, durante l'intero periodo di prova, un mangime di svezzamento-ingrasso integrato con Lisosan G, nella misura di 10 g/kg di mangime nel gruppo sperimentale LIS₁, 20 g/kg di mangime nel gruppo sperimentale LIS₂ e 30 g/kg di mangime nel gruppo sperimentale LIS₃. Il mangime è stato fornito dalla ditta Agri-zoo s.n.c. (Miranda, Isernia, Italia) e la sua composizione

	Quantità
Ingredienti, g/kg mangime	
Farina di soia	230,0
Fieno di erba medica	220,0
Crusca di frumento	208,8
Farina di erba medica disidratata, 17% PG	100,0
Polpa di barbabietola	100,0
Orzo	70,0
Grano	15,0
Carbonato di calcio	15,0
Melassa	15,0
Olio di palma	6,0
Olio di soia	7,0
Cloruro di sodio	4,0
Fosfato bicalcico	2,0
Vitamine e premix di vitamine ²	2,5
Metionina (99,0%)	2,3
Lisina (78,5%)	1,4
Colina (75,0%)	1,0
Composizione chimico-centesimale del mangime³	
Umidità, % fresco	11,0
Proteina grezza, % SS	15,4
Estratto etereo, % SS	3,3
Fibra grezza, % SS	19,5
NDF, % SS	38,5
ADF, % SS	24,0
ADL, % SS	6,5
Ceneri, % SS	8,5
Amido, % SS	10,0

Tabella 1. Ingredienti e composizione chimico-centesimale del mangime di svezzamento-ingrasso dei conigli.
¹Integrazione con Lisosan® G per kg di mangime: CON 0 g; LIS1 10 g; LIS2 20 g; LIS3 30 g. ²Vitamine e minerali per kg di mangime: vitamina A 2000 U.I., vitamina D3 320 U.I., vitamina E 4,0 mg, vitamina B2 0,52 mg, vitamina B6 0,40 mg, vitamina B12 0,006 mg, vitamina K 0,32 mg, vitamina H 0,020 mg, vitamina PP 3,2 mg, acido folico 0,10 mg, acido D-pantotenico 2,4 mg, rame 5,6 mg, manganese 4,0 mg, ferro 12,0 mg, zinco 16,0 mg, iodio 0,060 mg, selenio 0,040 mg.

Componenti	Quantità
Glucidi [g/kg]	372
Proteine [g/kg]	174
Lipidi [g/kg]	147
Polisaccaridi [g/kg]	74,0
Selenio [μ g/kg]	57,0
Fosforo [g/kg]	13,0
Calcio [g/kg]	10,0
Sodio [g/kg]	5,40
Magnesio [g/kg]	4,10
Zolfo [g/kg]	1,90
Zinco [g/kg]	0,13
Ferro [g/kg]	0,10
Rame [g/kg]	0,10
Acido linolenico [g/kg]	33,0
Acido linoleico [g/kg]	3,00
Acido oleico [g/kg]	7,40
Tocopheroli [g/kg]	0,02
Vitamina B1 [μ g/kg]	3,80
Vitamina B2 [μ g/kg]	0,90
Vitamina B6 [μ g/kg]	2,20
Acido lipoico [g/kg]	66,0
Nicotinamide [g/kg]	1,30
Octacosanolo [g/kg]	12,3
Polifenoli [mg GAE/g]	3,73
Flavonoidi [mg CE/g]	2,43
Flavonoli [mg QE/g]	2,65

Tabella 2. Composizione del Lisosan®.

chimico-centesimale è riportata nella tabella 1. Il Lisosan® G, registrato come integratore alimentare dal Ministero della Salute Italiano, è stato fornito dall'azienda Agrisan (Larciano, Pistoia, Italia).

Rilievi in vita

Durante la prova tutti i soggetti sono stati sottoposti al rilievo del peso vivo allo svezzamento (35 giorni), a 60 e 90 giorni (età di macellazione). Inoltre sono stati calcolati gli accrescimenti giornalieri, i consumi alimentari e gli

indici di conversione, nei periodi 35-60 giorni e 60-90 giorni e durante l'intera prova (35-90 giorni).

Composizione chimico-centesimale, caratterizzazione del profilo acido del grasso intramuscolare e determinazione del contenuto di colesterolo

I campioni di carne del muscolo LL di tutti gli animali sono stati analizzati per la determinazione della sostanza secca, del contenuto in proteine, in grasso e in ceneri secondo la metodica dell'AOAC (2000). La determinazione della composizione acida del grasso intramuscolare è stata effettuata, dopo estrazione con cloroformio-metanolo (Folch *et al.*, 1957), successiva metilazione (Dal Bosco *et al.*, 2004) e quantificazione con il gascromatografo ThermoQuest TRACE 2000 (colonna SAC^{tm-5} 300cm x 0.25mm Supelco, USA).

Il contenuto di colesterolo è stato determinato secondo la procedura di Du e Ahn (2002) con gascromatografo.

Misurazione della stabilità ossidativa della carne

Per la valutazione della stabilità ossidativa della carne sono stati analizzati campioni di LL dopo refrigerazione a 4 °C per 24h, prelevati tra la 1° e la 7° vertebra lombare della mezzena destra. È stata determinata la concentrazione delle sostanze reattive all'acido tiobarbiturico (TBARS), in accordo con Maraschiello *et al.* (1999). Le determinazioni sono state effettuate in doppio e il risultato è stato espresso come μ g di malondialdeide (MDA) per g di carne.

Il retinolo e l' α -tocopherolo sono stati estratti dai campioni di carne in accordo con Oriani *et al.*

(2001) e analizzati con HPLC-FL (Kontron Instruments, Milan, Italy), colonna a 5 μ m, 250x4,60 mm C18 (Phenomenex, Torrance, CA, USA), fase mobile costituita da acetonitrile e metanolo (75:25 v/v) e flusso a 1,0 ml/min. La quantificazione è stata effettuata utilizzando il software Geminix (version 1.8.1).

Analisi statistica dei dati

L'analisi statistica è stata effettuata con pacchetto statistico SPSS (Versione 18.0, 2009, SPSS Inc., USA). I dati relativi alle performance produttive, al profilo degli acidi grassi e al contenuto in vitamine (retinolo e α -tocoferolo) della carne sono stati elaborati con l'analisi della varianza one-way ANOVA, con la dieta (CON, LIS₁, LIS₂, LIS₃) come unica fonte di variazione. Le differenze tra le medie sono state considerate significative per almeno $P < 0.05$ e confrontate utilizzando il Duncan's Test. Relativamente ai parametri in vivo, il singolo individuo ha costituito l'unità sperimentale, mentre per i parametri *post-mortem*, i campioni sono stati analizzati in doppio.

Risultati

I parametri produttivi, relativi ai pesi vivi ed accrescimenti giornalieri, ai consumi alimentari ed indici di conversione, non sono stati influenzati dal trattamento sperimentale. Quest'ultimo non

ha influenzato nemmeno i parametri relativi alla composizione chimico-centesimale del LL; la composizione media della carne dei 4 gruppi allo studio, in g/kg di LL, con i relativi errori standard, è stata la seguente: umidità 745,2 \pm 3,9, proteine 223,2 \pm 11, lipidi 9,8 \pm 0,4 e ceneri 14,3 \pm 0,2.

Nella Tabella 3 sono riportati i valori di alcuni parametri dello stato ossidativo della carne e il suo contenuto di colesterolo.

L'integrazione alimentare con lisato di grano ha influenzato ($P < 0,01$) i livelli di TBARS della carne dei conigli del gruppo LIS₂, con una diminuzione dei valori del 41,0% rispetto al gruppo CON. Il contenuto di retinolo nel muscolo LL ha fatto registrare un significativo aumento ($P < 0,01$) dei valori del 16,2% nel gruppo LIS₂, rispetto al gruppo CON; mentre quello dell'alfa-tocoferolo è risultato sostanzialmente simile tra i gruppi.

Il contenuto di colesterolo nella carne ha mostrato un significativo decremento ($P < 0,05$) dell'8,9% nel gruppo LIS₁ e dell'11,5% nei gruppi LIS₂ e LIS₃, rispetto al gruppo CON.

Nella Tabella 4 sono riportati i valori del profilo acido del muscolo LL. La dieta ha influenzato significativamente ($P < 0,01$) il profilo acido della carne dei conigli, determinando una diminuzione degli acidi grassi saturi

(AGS) e un aumento degli acidi grassi polinsaturi (AGP); anche gli acidi grassi n-3 e n-6 sono aumentati statisticamente ($P < 0,05$) nei gruppi alimentati con l'integratore determinando un effetto positivo sul rapporto n-6/n-3, che è diminuito. In particolare, al termine della prova, gli AGS sono diminuiti dell'8,8%, nel gruppo LIS₁ e dell'11,5% circa, nei gruppi LIS₂ e LIS₃, rispetto al gruppo CON. Gli AGP sono, invece, aumentati del 19,3% nel gruppo LIS₁ e del 25,6% nei gruppi LIS₂ e LIS₃, rispetto al gruppo CON. Gli acidi grassi n-3 sono aumentati del 33,1%, 52,0% e 48,6% rispettivamente nei gruppi LIS₁, LIS₂ e LIS₃, mentre gli acidi grassi n-6 sono aumentati del 17,1% nel gruppo LIS₁ e del 22,0%, circa, nei gruppi LIS₂ e LIS₃, rispetto al gruppo CON.

Il rapporto n-6/n-3 ha mostrato una significativa riduzione ($P < 0,05$) del 12,0%, 19,9% e 17,7% rispettivamente nei gruppi LIS₁, LIS₂ e LIS₃, rispetto al gruppo CON.

Discussione

I parametri produttivi allo studio non sono stati influenzati dall'integrazione con Lisosan G. Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi della carne, l'integrazione alimentare con lisato di grano, che è stato precedentemente dimostrato avere attività antiossidante, ha determinato una ri-

	Dieta				SEM	P [†]
	CON	LIS ₁	LIS ₂	LIS ₃		
TBARS (mg/100g)	0.15 ¹	0.14 ¹	0.09 ²	0.13 ¹	0.006	0.001
Retinolo (mg/100g)	0.14 ¹	0.150	0.165 ²	0.154	0.008	0.05
Alfa-tocoferolo (mg/100g)	0.71	0.72	0.78	0.74	0.018	0.06
Colesterolo (mg/100g)	43.60 ¹	39.70 ²	38.60 ²	38.60 ²	0.98	0.04

Tabella 3. Contenuto di TBARS, retinolo, α -tocoferolo e colesterolo dei campioni di muscolo LL dei conigli.

[†] Sulla stessa riga medie seguite da numeri diversi differiscono per almeno $P < 0,05$ (^{1,2}).

	Dieta				SEM	P [†]
	CON	LIS ₁	LIS ₂	LIS ₃		
Acidi grassi (g/100g)						
C14:0	2.38	2.26	2.25	2.17	0.06	0.700
C16:0	33.50 ¹	30.40	29.80 ²	30.00	0.51	0.025
C18:0	9.60	9.30	8.60	8.60	0.22	0.265
C20:0	0.28	0.29	0.37	0.37	0.02	0.206
C22:0	0.71	0.66	0.67	0.67	0.02	0.842
Altri AGS	1.40 ¹	0.71 ²	0.55 ²	0.55 ²	0.07	0.001
AGS	47.93¹	43.72²	42.34²	42.42²	0.60	0.001
C14:1	0.26	0.39	0.27	0.27	0.03	0.263
C16:1	4.30	4.60	4.50	4.70	0.15	0.835
C18:1	24.70	23.80	24.10	23.90	0.29	0.722
C20:1	0.15	0.44	0.29	0.29	0.07	0.580
Altri AGM	0.51	0.55	0.60	0.60	0.04	0.813
AGM	29.94	29.87	29.86	29.76	0.34	0.999
C18:2 n-6	17.70 ¹	20.50 ²	20.80 ²	20.90 ²	0.49	0.044
C18:3 n-3	1.70	2.10	2.20	2.10	0.10	0.360
C20:3 n-3	0.12 ¹	0.22 ²	0.20 ²	0.20 ²	0.02	0.046
C20:3 n-6	0.14 ¹	0.45 ²	0.29 ³	0.29 ³	0.07	0.048
C20:4 n-6	1.01 ¹	1.13 ¹	1.90 ²	1.90 ²	0.13	0.018
C20:5 n-3	0.21 ¹	0.36 ²	0.33 ²	0.33 ²	0.04	0.636
C21:5 n-3	0.36	0.41	0.42	0.42	0.02	0.829
C22:5 n-3	0.13 ¹	0.16 ¹	0.18 ²	0.18 ²	0.01	0.016
C22:6 n-3	0.40 ¹	0.66 ²	1.13 ³	1.13 ³	0.10	0.017
Altri AGP	0.26 ¹	0.33 ²	0.23 ¹	0.23 ¹	0.01	0.048
AGP	22.12¹	26.40²	27.79²	27.80²	0.67	0.003
n-3	2.96 ¹	3.94 ²	4.50 ²	4.40 ²	0.19	0.008
n-6	18.90 ¹	22.13 ²	23.06 ²	23.16 ²	0.55	0.012
n-6/n-3	6.39 ¹	5.62 ²	5.12 ²	5.26 ²	0.26	0.032

Tabella 4. Profilo degli acidi grassi dei campioni di carne muscolo LL dei conigli

[†] Sulla stessa riga medie seguite da numeri diversi differiscono per almeno $P < 0,05$ (^{1,2,3}).

AGS: acidi grassi saturi; AGM: acidi grassi monoinsaturi; AGP: acidi grassi polinsaturi.

duzione dei prodotti della perossidazione lipidica (TBARS) nel muscolo degli animali del gruppo LIS₂. In accordo con i nostri risultati, Lopez-Bote *et al.* (1998a e 1998b) hanno osservato un miglioramento della stabilità ossidativa nel muscolo *Longissimus dorsi* dei conigli e nel grasso della carne dei polli, in seguito all'integrazione della razione alimentare

con avena. Flis *et al.* (2010) hanno rilevato una diminuzione dei livelli di prodotti della perossidazione lipidica (TBARS) nel *Longissimus dorsi* di maiali alimentati con una dieta contenente orzo e triticale, arricchita con il 3% di acido α -linolenico.

Il marcato aumento del contenuto di retinolo nel muscolo LL dei conigli del gruppo LIS₂, accompa-

gnato anche da un lieve aumento del contenuto di α -tocoferolo e da una diminuzione dei livelli di colesterolo, ha prodotto una maggiore stabilità ossidativa della carne con effetti positivi sulla sua durata commerciale.

L'effetto positivo del trattamento alimentare sul livello degli acidi grassi polinsaturi (AGP) nella carne, dei gruppi LIS₁, LIS₂ e LIS₃, può essere attribuito al contenuto in acidi grassi del Lisosan G, come il linoleico (C18:2 n-6) e il linolenico (C18:3 n-3). Infatti per i conigli, come per altri animali monogastrici, l'acido linoleico e l'acido linolenico rappresentano acidi grassi essenziali, che vengono loro forniti tramite fonti lipidiche alimentari esogene (Dalle Zotte, 2002). L'acido linoleico, in particolare, è il precursore degli acidi grassi polinsaturi della famiglia degli n-6, mentre l'acido linolenico degli acidi grassi polinsaturi della famiglia n-3, tra i quali gli acidi grassi eicosapentanoico (EPA) e docosaesanoico (DHA), che, nella presente ricerca, risultano significativamente incrementati nel muscolo degli animali alimentati con Lisosan G, con possibili effetti positivi sulla salute, e in particolare sull'apparato cardiovascolare, dei consumatori di tali carni (ISSFAL, 2004).

Il rapporto n-6/n-3 nella dieta gioca un ruolo determinante nella patogenesi di molte malattie, tra cui quelle di tipo cardiovascolare, cancerose, infiammatorie e autoimmuni. Numerosi dati mostrano che negli ultimi 150 anni l'apporto di n-6 è aumentato, mentre quello degli n-3 è parallelamente diminuito. È stato pertanto applicato il concetto di un rapporto "ideale" n-6/n-3 nella dieta, che dovrebbe essere al di sotto di 5/1 (Simopoulos, 2008). La diminuzione significativa del rapporto n-6/n-3 nella carne dei conigli alimentati con l'integratore, il cui

valore si è attestato appena sopra a 5/1, è quindi un risultato interessante per il miglioramento del valore nutrizionale della stessa, anche in questo caso con conseguenti benefici sulla salute del consumatore (ISSFAL, 2004).

I risultati della presente ricerca hanno evidenziato un effetto positivo dell'integratore alimentare di lisato di grano sulla qualità della carne, con una significativa riduzione della perossidazione lipidica (TBARS) e un aumento del contenuto di retinolo nel muscolo LL. Tale azione risulta importante in quanto consente di prevenire lo sviluppo di cattivi odori e sapori della carne, migliorandone la *shelf-life*. L'attività di protezione della carne dal danno ossidativo risulta ancor più rile-

vante per il fatto che il trattamento con Lisosan G ha influenzato positivamente il profilo acido della carne, diminuendo il contenuto in acidi grassi saturi (AGS) e aumentando quello degli acidi grassi polinsaturi (AGP), che migliorano il valore nutrizionale del prodotto. L'aggiunta di lisato di grano al mangime ha permesso, inoltre, di ottenere una carne con un minor contenuto in colesterolo rispetto ai soggetti del gruppo di controllo.

In conclusione, l'impiego del Lisosan G nell'alimentazione dei conigli ha positivamente influenzato la qualità della carne, apportando una maggiore stabilità ossidativa e un miglioramento delle proprietà nutrizionali, come sottolineato dal migliorato profilo

acidico e il diminuito contenuto in colesterolo. Il presente studio evidenzia l'importante ruolo svolto dagli estratti naturali di origine vegetale nel miglioramento della qualità della carne.

* *Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università del Molise, Campobasso, Italia*

** *Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Pisa, Italia*

Bibliografia

Abdel-Khalek A.M. (2013) Supplemental antioxidants in rabbit nutrition: A review. *Livestock Science* 158: 95-105.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 2000. *Official methods of analysis*. Vol. 2, 18th ed. Arlington (WA) USA: AOAC.

Botsoglou N.A., Florou-Paneri P., Christaki

A. MINARDI & FIGLI S.R.L. Via Boncellino 32 - 48012 Bagnacavallo (Ra) - Tel. 0545 61460 - Fax 0545 60686

DAL 1930 LAVORAZIONE E COMMERCIO PIANTE OFFICINALI



www.minardierbe.it

info@minardierbe.it



Triticum sativum

- E., Giannenas I., Spais A.B. (2004) Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oil. *Archives of Animal Nutrition* 58: 209-218.
- Dal Bosco A., Castellini C., Bianchi L., Muğnai C. (2004) Effect of dietary α -linolenic acid and vitamin E on the fatty acid composition, storage stability and sensory traits of rabbit meat. *Meat Science* 66: 407-413.
- Dalle Zotte A. (2002) Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science* 75: 11-32.
- Du M., Ahn D.U. (2002) Simultaneous Analysis of Tocopherols, Cholesterol, and Phytosterols Using Gas Chromatography. *Journal of Food Science* 67: 1696-1700.
- Eid Y., Zeweil H., Ahmed M., Basyony M., Farok M. (2011) Effect of plant source of omega-3 fatty acids and green tea powder on the performance and meat quality of growing rabbits. *Egyptian Journal of Rabbit Science* 21: 115-134.
- Flis M., Sobotka W., Antoszkiewicz Z., Lipiński K. and Zduńczyk Z. (2010) The effect of grain polyphenols and the addition of vitamin E to diets enriched with α -linolenic acid on the antioxidant status of pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences* 19: 539-553.
- Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226: 497-509.
- Gidenne T., Garcia J. (2006) Nutritional strategies improving the digestive health of the weaned rabbit. *Recent Advances in Rabbit Sciences*, Book, Published by Institute for Agricultural and Fisheries Research, Melle, Belgium, 229-238.
- Hernández P. (2008) Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. 9th World Rabbit Congress – Verona – Italy 1288.
- ISSFAL (2004) International society for the study of fatty acids and lipids. Report of the Sub-Committee on Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults. Available from: <http://www.issfal.org/>.
- Laus M.N., Denoth F., Ciardi M., Giorgetti L., Pucci L., Sacco R., Pastore D., Longo V. (2013) Antioxidant-rich food supplement Lisosan G induces reversion of hepatic steatosis. *Medycyna Weterynaryjna* 69: 235-240.
- Longo V., Chirulli V., Gervasi P.G., Nencioni S., Pellegrini M. (2007) Lisosan G, a powder of grain, does not interfere with the drug metabolizing enzymes and has a protective role on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity. *Biotechnology Letters* 29: 1155-1159.
- Longo V., Gervasi P.G., Lubrano V. (2011) Cisplatin induced toxicity in rat tissues: The protective effect of Lisosan G. *Food and Chemical Toxicology* 49: 233-237.
- Lopez-Bote C.J., Sanz M., Rey A., Castaño A., Thos J. (1998a) Lower lipid oxidation in the muscle diets containing oats of rabbits fed diets containing oats. *Animal Feed Science and Technology* 70: 1-9.
- Lopez-Bote C.J., Gray J.I., Goma E.A., Flegal C.J. (1998b) Effect of dietary oat administration on lipid stability in broiler meat. *British Poultry Science* 39: 57-61.
- Maertens L., Falcão-E-Cunha L., Marounek M. (2006) Feed additives to reduce the use of antibiotics. *Recent Advances in Rabbit Sciences*, Book, Published by Institute for Agricultural and Fisheries Research, Melle, Belgium, 259-266.
- Maraschiello C., Sárraga C., García Regueiro J.A. (1999) Glutathione peroxidase activity, TBARS, and alpha-tocopherol in meat from chickens fed different diets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(3): 867-872.
- Oriani G., Salvatori G., Pastorelli G., Pantaleo L., Ritieni A., Corino C. (2001) Oxidative status of plasma and muscle in rabbits supplemented with dietary vitamin E. *Journal of Nutritional Biochemistry* 12: 138-143.
- Pozzo L., Vizzarri F., Ciardi M., Nardoia M., Palazzo M., Casamassima D., Longo V. (2015) The effects of fermented wheat powder (Lisosan G) on the blood lipids and oxidative status of healthy rabbits. *Food and Chemical Toxicology*, 84: 1-7.
- Simopoulos A. (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): 674-688.
- Singh B., Sharma H.K., Sarkar B.C. (2012) Optimization of extraction of antioxidants from wheat bran (*Triticum* spp.) using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology* 49: 294-308
- Slavin J. (2003) Why whole grains are protective: biological mechanisms. *Proceeding of the Nutrition Society* 62: 129-134
- SPSS. (2009) 18.0 Package program. User's Guide. SPSS Inc. Chicago, IL.
- Watjen, W., Michels G., Steffan B., Niering P., Chovolou Y., Kampkotter A., Tran-Thi Q.H., Proksch P., Kahl R. (2005) Low concentrations of flavonoids are protective in rat H4IIE cells whereas high concentrations cause DNA damage and apoptosis. *Journal of Nutrition* 135: 525-531.
- Yousef M., Kamel K., Esmail A., Baghdadi H. (2004) Antioxidant activities and lipid lowering effects of isoflavone in male rabbits. *Food and Chemical Toxicology* 42: 1497-1503.
- Zhou L., Su L., Yu L.L. (2004) Phytochemicals and antioxidant properties in wheat bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(20): 6108-6114.