

C. MUGNAI¹, A. DAL BOSCO²,
C. ZAMPARINI², C. CASTELLINI²

Composti bioattivi ed indici nutrizionali di uova biologiche di galline di razza Ancona

PROGRESS IN NUTRITION
VOL. 14, N. 1, 65-73, 2012

TITLE

Bioactive contents and nutritional indexes of organic eggs laid from Ancona hens

KEY WORDS

Ancona hens, egg characteristics, polyunsaturated fatty acids, organic production, grass availability

PAROLE CHIAVE

Galline Ancona, caratteristiche delle uova, acidi grassi polinsaturi, sistema di allevamento biologico, disponibilità di pascolo

Summary

In spring 2009, bioactive contents, nutritional indexes and oxidative stability of eggs from different productive chains (Conventional, Organic and Organic-plus) were compared. The trial were performed in two farms: conventional (100.000 caged Brown Hy-line hens, 0,75 m²/hen) and organic (18.000 Brown Hy-line hens; indoor: 6 hen/m² provided with 4 m² pasture/hen) groups, whereas the Organic-Plus group (500 Ancona hens) had a larger grass paddock (indoor: 6 hen/m² provided with 10 m²/hen). The following egg characteristics were analysed: vitamin E, carotenoids, polyphenols, lipids and fatty acid profile, cholesterol and TBARs contents. Moreover were calculated many nutritional indexes as: atherogenicity (AI), thrombogenicity (TI), peroxidability (PI), the index of nutritional quality (INQ) and the ratio between hypocholesterolaemic and hypercholesterolaemic fatty acids (HH). Egg quality was affected by the pasture available. The hens that ingested grass (Organic-Plus), produced eggs with higher vitamin E, carotenoids, polyphenols, TBARs contents and PI, but lower AI and TI. The HH index was similar in all types of analyzed eggs. Organic eggs showed an intermediate trend between Conventional and Organic-plus ones in relation to n-6/n-3 and linoleic/linolenic acid ratios. Bio-Plus eggs reached values of n-3 total egg equivalent to 409,06 mg. Cholesterol levels were consistent with those found in literature with variations mainly due to genetic type and rearing system. The egg quality was mainly affected by the pasture availability since hens which ingested more grass (Organic-plus) produced eggs with higher amount of α -tocopherol, carotenoids and n-3 fatty acids, but with worst oxidative stability.

Riassunto

Scopo del lavoro è stato quello di confrontare le caratteristiche qualitative e gli indici nutrizionali di uova ottenute da ovaiole allevate con diversi sistemi produttivi (Convenzionale, Biologico e Bio-plus) durante la primavera 2009. La prova è stata condotta presso un'azienda produttrice sia di uova convenzionali (100.000 galline Brown Hy-line, 0,75 m²/capo) che biologiche (18.000 galline Brown Hy-line; ricovero: 6 animali/m² con possibilità di accesso ad un pacchetto esterno 4 m²/gallina) e presso

¹Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università di Teramo

²Dipartimento di Biologia Applicata, Università di Perugia

Indirizzo per la corrispondenza:

Dr. Alessandro Dal Bosco

Dipartimento di Biologia Applicata
Università di Perugia

Borgo XX Giugno 74, 06100 Perugia

E-mail: dalbosco@unipg.it

l'Azienda Agraria dell'Università degli Studi di Perugia (500 galline di razza Ancona; ricovero: 6 animali/m² con possibilità di accesso ad un parchetto esterno 10 m²/animale; Bio-Plus). Sulle uova sono stati determinati i contenuti di vitamina E, di carotenoidi, di polifenoli, di lipidi ed il profilo acidico, così come i livelli di colesterolo e TBARS. Inoltre, sono stati calcolati gli indici aterogenico (AI) e trombogenico (TI), l'indice di per ossidabilità (IP), l'indice di qualità nutrizionale (IQN) ed il rapporto tra acidi grassi ipo- e ipercolesterolemici (HH). Nel gruppo Bio-plus l'assunzione di erba ha modificato il contenuto di α -tocoferolo, di caroteni, di polifenoli; nel gruppo Biologico i valori sono risultati minori o simili al Convenzionale in quanto l'erba era pressoché assente data l'elevata densità animale. Per ciò che concerne il profilo acidico, le differenze hanno riguardato i gruppo biologici che, rispetto al Convenzionale, hanno presentato una minore percentuale di SFA a fronte di maggiori livelli di MUFA. Nel gruppo biologico si è osservato un peggioramento dell'IP, mentre l'IQN delle uova Bio-Plus presentavano valori nettamente superiori a quelle degli altri due gruppi grazie al maggior valore di acido Linolenico e di DHA. I livelli di colesterolo hanno presentato variazioni imputabili principalmente al tipo genetico e al sistema di allevamento. In accordo con i valori di IP, il contenuto di TBARS delle uova biologiche denota una stabilità ossidativa inferiore rispetto a quelle convenzionali. Risulta evidente che il gruppo Bio-plus, assumendo erba, ha prodotto uova tendenzialmente migliori sotto il profilo nutrizionale.

Introduction

Il principale obiettivo dell'agricoltura biologica è produrre ecologicamente salvaguardando la biodiversità, la sostenibilità ambientale e la sicurezza dei prodotti. La produzione biologica è normata dal Regolamento 1804/99 (1) e successive modifiche (2) che descrive protocolli produttivi per l'agricoltura e la gestione degli animali. Nel Regolamento sono presenti

normative obbligatorie, che regolano alimentazione (vietati gli additivi chimici – aminoacidi e vitamine di sintesi – e gli ingredienti OGM), profilassi, terapie ed il sistema di allevamento (origine degli animali, età della macellazione, dimensione dell'area esterna) e raccomandazioni, come l'utilizzo di razze a lento accrescimento, la disponibilità di pascolo che risultano sovente disattese. Il rispetto del regolamento biologico dovrebbe

be aumentare il benessere animale in allevamento, la tutela ambientale, la qualità e la sicurezza dei prodotti, l'immagine dei prodotti in risposta proprio alle aspettative di naturalità e salubrità del consumatore. Nell'ambito dei prodotti zootecnici ottenuti con metodi convenzionali, esiste una notevole bibliografia riguardo alle diverse proprietà che concorrono a definire la qualità igienico-sanitaria, organolettica, chimico-fisico-nutri-

zionale, tecnologica e commerciale degli stessi. Al contempo risulta molto meno ampio e completo, il quadro relativo alla qualità degli alimenti ottenuti con metodo biologico. Una completa comparazione fra gli aspetti qualitativi delle due tipologie di produzione, è condizionata soprattutto dalla disparità e disponibilità di dati. Proprio al fine di avere una visione più completa e dimostrativa, risulta fondamentale mettere a confronto alcune caratteristiche qualitative e nutrizionali di uova prodotte con metodo convenzionale e biologico e l'effetto dell'ottemperanza dei diversi requisiti (obblighi o raccomandazioni) della normativa bio sulle stesse.

Materiale e metodi

Diverse filiere produttive sono state monitorate nella primavera del 2009 (21/03-21/06) effettuando i campionamenti in tre periodi ad un mese di distanza. La prova è stata effettuata presso un'unità produttiva di un'importante realtà commerciale del centro Italia leader nella produzione di uova convenzionali e biologiche e presso l'Azienda Agraria dell'Università degli Studi di Perugia (Bio-Plus):

- Convenzionale - 100.000 galline Brown Hy-line alloggiate in gabbia pluricellulare (18 animali/m²) in capannone condiziona-

to e con raccolta continua delle uova;

- Biologico - La prova è stata effettuata presso la stessa azienda di cui sopra in un'unità produttiva contenente 18.000 pollastre Brown Hy-line divise in 6 gruppi dislocati in 3 capannoni (6 animali/m²), dove sono state allevate a terra con possibilità di accesso ad un parcheggio esterno (4 m²/animale);
- Bio-plus - 500 pollastre di razza Ancona alloggiate in capannone (6 animali/m²) con possibilità di accesso ad un parcheggio esterno (10 m²/animale).

Sono state raccolte un totale di 300 uova per gruppo (N=100 uova per prelievo), e analizzate entro tre giorni dalla raccolta, come di seguito riportato: 50 uova per gruppo per prelievo, sono stati formati 20 pool di 5 uova (omogeneizzando tuorlo e albume) e dai restanti 50 tuorli sono stati formati altrettanti pool composti da 5 tuorli ciascuno. Su ogni pool (uovo e tuorlo x gruppo x prelievo) sono stati determinati: il contenuto di vitamina E (α -tocoferolo) quantificato mediante HPLC secondo il metodo Hewavitharana et al. (3); i carotenoidi; i polifenoli ed il contenuto in lipidi e la composizione acidica mediante gas-cromatografia, in seguito all'estrazione dei lipidi mediante il metodo di Folch et al. (4), successiva derivatizzazione degli acidi grassi, separazione

dei metil-esteri con un gas-cromatografo e monitoraggio con rivelatore a ionizzazione di fiamma. Dai valori dei singoli acidi grassi si è poi risaliti al totale dei saturi (SFA), dei monoinsaturi (MUFA), dei polinsaturi (PUFA), delle serie n-6 e n-3 ed al livello di insaturazione totale (UFA; 5). Inoltre, sono stati calcolati: gli indici aterogenico (IA) e trombogenico (IT) come proposto da Ulbricht e Southgate (6); l'indice di perossidabilità (PI) secondo l'equazione di Arakawa e Sagai (7), l'indice di qualità nutrizionale (IQN) utilizzando la formula di Godbe (8). È stato calcolato il rapporto tra acidi grassi ipocolesterolemici e ipercolesterolemici (HH) utilizzando l'equazione di Santos-Silva et al. (9). I livelli di colesterolo del tuorlo sono stati determinati per via colorimetrica con un kit enzimatico. La determinazione del TBARS (Thiobarbituric Reactive substances) è stata effettuata spettrofotometricamente per lettura a 532 nm contro il bianco (coefficiente di estinzione molare $\epsilon = 1,56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$). L'analisi statistica è stata effettuata con la procedura STATA/GLM (10) analizzando un solo fattore fisso (sistema di allevamento). La significatività delle differenze è stata stimata con il multiple test t di Student. La significatività è stata considerata per $P < 0,05$.

Tabella 1 - Effetto del sistema di allevamento sul contenuto di alcuni componenti bioattivi delle uova

		Controllo	Biologico	Bio-plus	DSE
Carotenoidi	µg uovo	236,5 ^b	167,9 ^a	334,5 ^c	41,8
	µg g ⁻¹ tuorlo	10,7 ^b	7,7 ^a	17,7 ^b	5,4
Luteina	µg uovo	168,0 ^{ab}	135,2 ^a	287,3 ^c	60,1
	µg g ⁻¹ tuorlo	7,6 ^a	6,2 ^a	15,2 ^b	3,9
Zeaxantina	µg uovo	42,0 ^b	19,6 ^a	34,0 ^{ab}	4,2
	µg g ⁻¹ tuorlo	1,9	0,9	1,8	0,5
Anteroxantina	µg uovo	4,4	6,5	7,6	0,1
	µg g ⁻¹ tuorlo	0,2	0,3	0,4	0,1
Criptoxantina	µg uovo	6,6	6,5	5,7	0,2
	µg g ⁻¹ tuorlo	0,3	0,3	0,3	0,2
Polifenoli uovo	mg 100 g ⁻¹ uovo	20,5 ^a	20,7 ^a	62,8 ^b	15,4
Polifenoli albume	"	10,1 ^{ab}	10,1 ^{ab}	13,2 ^b	3,4
α-Tocoferolo	µg g ⁻¹ uovo	31,1 ^b	15,9 ^a	41,0 ^c	5,4
	µg g ⁻¹ tuorlo	101,2 ^c	53,1 ^a	106,4 ^c	19,9

N = 100 uova per gruppo/prelievo (20 pool di 5 uova/tuorli per gruppo/prelievo); a...c.: *P* < 0,05

Risultati e discussione

Nel gruppo Bio-plus la variazione del contenuto di caroteni (Tab. 1) è legata all'assunzione di erba che, grazie al suo elevato contenuto in carotenoidi, ne ha favorito l'accumulo nel tuorlo (11), mentre nel gruppo Biologico i valori sono risultati simili al Convenzionale perché l'erba era pressoché assente causa il razzolamento/calpesta-mento delle galline. I livelli di luteina riscontrati nel tuorlo delle uova Bio-plus sono paragonabili o addirittura superiori a quanto riscontrato da Handelman et al. (12)

in uova commerciali addizionate con olio di mais; tale riscontro risulta di grande importanza anche considerando il fatto che le uova Bio-plus risultano più piccole di quelle commerciali. Secondo i citati Autori il consumo di un uovo al giorno aumenta i livelli di luteina ematica del 39%. Anche il livello di polifenoli è aumentato grazie all'assunzione di erba, raggiungendo nelle uova Bio-plus valori pari a 62,8 mg 100 g⁻¹ di uovo intero. Un possibile ruolo dei polifenoli è quello di contribuire alla stabilità dell'uovo, proteggendo i componenti del tuorlo e dell'albume dallo

stress ossidativo (13). Anche il contenuto di α-tocoferolo delle uova Bio-plus è risultato simile al Convenzionale e superiore al Biologico grazie alla maggiore assunzione di erba, notoriamente ricca di tale composto (14). Le uova del gruppo Convenzionale hanno presentato valori superiori al Biologico di α-tocoferolo in virtù dell'integrazione alimentare (30 mg/kg) con D-L-α-tocoferil acetato. Tali riscontri sono in accordo con numerosi Autori (15-19) rispetto all'ottima capacità di trasferimento della gallina dell'α-tocoferolo dall'alimento all'uovo (20-22).

Tabella 2 - Effetto del sistema di allevamento su alcuni indici nutrizionali delle uova

		Controllo	Biologico	Bio-plus	DSE
SFA	mg 100 g ⁻¹ tuorlo	8302 ^b	6121 ^a	6796 ^a	201,4
MUFA	mg 100 g ⁻¹ tuorlo	11102 ^a	11538 ^a	12353 ^b	385,8
PUFA	mg 100 g ⁻¹ tuorlo	3458	3751	3332	152,8
Σ n-3	mg 100 g ⁻¹ uovo	104,07 ^a	140,74 ^a	409,06 ^b	5,6
Σ n-3	mg 100 g ⁻¹ tuorlo	302,53 ^a	434,40 ^a	1156,32 ^b	106,71
Σ n-6	“	3155,13 ^b	3316,25 ^b	2175,86 ^a	204,75
DHA	mg 100 kcal ⁻¹ uovo	63,30 ^a	85,47 ^a	342,22 ^b	45,54
DHA	mg 100 kcal ⁻¹ tuorlo	27,69 ^a	37,09 ^a	149,12 ^b	26,69
UFA	% acidi grassi insaturi totali	63,70 ^a	71,40 ^b	69,80 ^b	5,8
n-6/n-3		10,43 ^c	7,63 ^b	1,88 ^a	1,82
C18:2n-6/C18:3n-3		21,02 ^c	13,81 ^b	7,32 ^a	4,11
Indice Aterogenico		0,37 ^b	0,26 ^a	0,31 ^a	0,28
Indice Trombogenico		1,01 ^b	0,67 ^a	0,61 ^a	0,57
Indice di Perossidabilità		26,74 ^a	33,18 ^b	34,14 ^b	3,59
IQN		0,93 ^a	1,38 ^a	4,78 ^b	1,02
HH		2,46	3,43	2,93	0,91
Colesterolo	mg 100 g ⁻¹ uovo	330,3 ^a	329,9 ^a	414,3 ^b	31,9
	mg 100 g ⁻¹ tuorlo	1075,2 ^a	1105,4 ^a	1287,3 ^b	100,51
TBARs	mg MDA kg ⁻¹ tuorlo	0,18 ^a	0,40 ^b	0,44 ^b	0,09

N = 100 uova per gruppo/prelievo (20 pool di 5 uova/tuorli per gruppo/prelievo); a...b.: *P* < 0,05.

Il profilo acidico del tuorlo (Tab. 2) è stato modificato dal sistema di allevamento, a conferma di quanto affermato da altri Autori (23-25). In generale la composizione acidica è risultata in linea con i riscontri bibliografici (26, 27). Nello specifico, le differenze hanno riguardato i gruppi biologici che, rispetto al Convenzionale, hanno presentato una minore percentuale di SFA totali a fronte di

maggiori livelli di MUFA. I PUFA totali non hanno mostrato differenze. Nell'ambito di questi è stata superiore la presenza di acido Linoleico nei gruppi Convenzionale e Biologico. Il tuorlo delle galline Bio-plus era invece caratterizzato da elevate quantità di acido α-Linolenico di cui è ricca dell'erba fresca (14, 28, 29). L'analisi dei mangimi (dati non presentati) evidenzia un apporto

prevalente di PUFA n-6 (n-6/n-3 = 8,1 e 12,7 nel mangime convenzionale e biologico), mentre nell'erba, lo stesso aveva valori inferiori (0,2 - 0,3).

L'ingestione di erba e quindi la diversa presenza di precursori dei PUFA nelle diete effettivamente ingerite ha determinato nelle uova Bio-plus una riduzione del rapporto n-6/n-3 e del Linoleico/Linolenico e un aumento dei

derivati n-3 (DHA). Cento g di tuorlo prodotto da galline Bio-plus in primavera apportano 3,3 g di PUFA di cui circa 0,5 g di DHA. Quest'ultimo, ha raggiunto il livello di 2,1 (% totale acidi grassi) superiore a quanto riscontrato da Shapira et al. (30) in uova prodotte da galline alimentate con diete addizionate con il 5% di lino estruso (1,7% DHA). Valkonen et al. (31), sostituendo la soia della dieta con una pianta (*Camelina sativa*) ricca in acido Linolenico, hanno raggiunto il 2,2% di DHA, valore simile a quello delle uova Bio-plus ottenute senza nessuna integrazione alimentare particolare. Tali dati confermano la capacità della gallina di elongare e desaturare l'acido linolenico (14, 32) e di porre in atto efficienti meccanismi di trasferimento degli n-3 nell'uovo, dove esplicano un importantissimo ruolo durante l'accrescimento del pulcino (33). In accordo con quanto osservato in questa prova Saveur et al. (34) ipotizzano che l'aumento dei polinsaturi a lunga catena ottenuto nelle uova free-range avviene a scapito dell'acido stearico. Anche Simopoulos e Salem (35) hanno riscontrato elevati livelli di acidi grassi a lunga catena della serie n-3 e un rapporto n-6/n-3 inferiore, in uova prodotte da galline allevate in free-range rispetto ad altre mantenute in gabbia. Nel gruppo Biologico si è verificato un anda-

mento intermedio tra Convenzionale e Bio-plus.

Gli indici nutrizionali delle uova di tutti i gruppi considerati (IA e IT) sono da ritenersi buoni sotto l'aspetto nutrizionale e salutistico. Chiaramente, l'assetto acidico del gruppo biologico ha determinato un peggioramento della perossidabilità "teorica" confermando quanto riportato da Pike e Peng (36). L'indice IQN, che considera il contenuto (mg 100 g⁻¹) di EPA e DHA rispetto all'energia totale (Kcal 100 g⁻¹), evidenzia le uova Bio-plus presentano valori nettamente superiori a quelle degli altri due gruppi. Come già detto, tale andamento è ascrivibile all'assunzione di erba che, grazie al maggior apporto di acido Linolenico, ha prodotto uova ricche dei suoi derivati.

L'indice HH, inteso come rapporto tra acidi grassi ipo- ed iper-colesterolemici, è risultato simile in tutte le uova analizzate a conferma dell'ottimo valore nutrizionale dell'uovo in generale. Va ricordato che recenti studi epidemiologici scagionano l'uovo dall'accusa di essere un fattore predisponente ai rischi di patologie cardio-vascolari (37-39). Il British Nutritional Foundation (40) sottolinea la necessità di assumere cibi con un rapporto n-6/n-3 pari o inferiore a 6; Simopoulos (41) indica in 4:1 il rapporto ottimale fra queste due serie di acidi grassi, e che il rap-

porto è più importante della quantità assoluta degli n-3 in quanto uno sbilanciamento a favore degli n-6 rappresenta un fattore di rischio per la comparsa di tumori, malattie cardiovascolari e diabete. Al riguardo va sottolineato che i valori di tale rapporto nelle uova Bio-plus ha raggiunto un valore pari a 1,9.

Al fine di meglio chiarire i risultati ottenuti va precisato che le ovaiole Hy-line biologiche, rispetto a quelle allevate in gabbia, presentavano un maggiore movimento ed è quindi probabile che il loro metabolismo sia stato più ossidativo. È noto, infatti, che l'attività motoria produce lipomobilizzazione e relativo spostamento dell'omeostasi dei lipidi da acidi grassi saturi (riserve corporee) a insaturi utilizzati per fini energetici attraverso la β -ossidazione (42, 43). È quindi probabile che il gruppo biologico abbia risentito di questa variazione metabolica che, unitamente alla scarsa assunzione di erba, abbia minimizzato le variazioni nell'uovo. Nell'ambito delle due serie di PUFA, grande importanza viene attribuita al rapporto Linoleico/Linolenico (44); Simopoulos (41) indica in 4:1 il rapporto Linoleico/Linolenico ottimale per l'elongazione di 11 g di Linolenico in 1 di EPA. Carrillo-Dominguez et al. (45), hanno riscontrato una bassa correlazione ($r=0,4$) tra il contenuto di acido Arachidonico e

i processi di elongazione dell'acido Linolenico. Alcuni autori (46, 47) hanno ipotizzato che quando la gallina riceve diete ricche in Linolenico e/o n-3, la conversione dell'acido Linoleico in Arachidonico viene ridotta e conseguentemente il contenuto di quest'ultimo si abbassa. Una riduzione del rapporto n-6/n-3 nelle diete è il principale mezzo per l'inibizione dei processi di desaturazione-elongazione degli acidi grassi della serie n-6. Un aspetto interessante scaturito dalla presente prova è legato al livello del DHA/100 kcal di uovo, che è risultato molto superiore a quanto raccomandato dalla LSRO (48) che indica come $8 \text{ mg } 100^{-1} \text{ kcal}$ l'apporto ideale per alimento.

Riguardo a questo aspetto le uova dei gruppi Convenzionale e Biologico non hanno presentato differenze, mentre quelle del gruppo Bio-plus hanno presentato valori superiori ($342,2 \text{ mg } 100 \text{ kcal}^{-1}$). Le uova Bio-plus hanno raggiunto picchi di n-3 totali di $409,06 \text{ mg/uovo}$ addirittura superiore a quanto raccomandato dall'EFSA (5) per la definizione di uova arricchite. Il colesterolo è risultato in linea con quanto riportato in bibliografia con variazioni imputabili principalmente al tipo genetico e al sistema di allevamento. Le uova bio-plus, prodotte da galline Ancona, hanno presentato valori superiori in accordo con quanto riscontrato da Kovacs et al. (24) che

hanno ottenuto uova più ricche di colesterolo da razze pure rispetto a quelle prodotte da ibridi commerciali. Altri Autori (49, 50, 51) hanno riscontrato un effetto del sistema di allevamento, con livelli superiori di colesterolo in uova prodotte da galline allevate in free-range, evidenziando che le variazioni dei livelli di colesterolo nel tuorlo d'uovo sono negativamente correlate con la produttività delle ovaiole.

Il contenuto di TBARs denota una stabilità ossidativa inferiore rispetto a quelle convenzionali; anche Minelli et al. (51) hanno riscontrato una simile tendenza all'ossidazione ed hanno attribuito tale fenomeno principalmente alle differenti diete somministrate alle galline e al maggior grado di insaturazione delle uova, fatto che si è verificato anche nel presente studio (Tab. 2). Va comunque sottolineato che il consumo di erba fresca e quindi di antiossidanti è parzialmente riuscito a contenere i processi ossidativi. Infatti, a fronte di una grande attività cinetica degli animali (almeno il doppio rispetto al Biologico, dati non mostrati), i livelli di TBARs delle uova si sono attestati su valori simili. Non va trascurato inoltre che le uova Bio-plus contenevano maggiori livelli di colesterolo, che come noto può ossidarsi e i prodotti derivati dalla sua ossidazione (52, 53) possono a loro volta divenire pro-ossidanti,

citotossici, angiottossici, aterogenici, carcinogenici e mutageni (54, 55). Lai et al. (56), hanno osservato una riduzione dei processi ossidativi a carico del colesterolo nelle uova ottenute da galline supplementare con Vitamina E e carotenoidi ipotizzando un'azione sinergica tra i due antiossidanti.

Conclusioni

L'effetto della parte cogente del Regolamento biologico (dieta, densità) sulla qualità delle uova risulta meno rilevante delle raccomandazioni; in particolare, l'utilizzo di genotipi rustici e la presenza di erba determina variazioni più grandi che non quelle riscontrate tra sistema Biologico e Convenzionale. Galline Hy-line allevate in gabbia, con una riduzione della possibilità di movimento e una buona integrazione alimentare di α -tocoferil acetato, riescono a contenere i danni ossidativi, gli stessi animali allevati biologicamente non riescono a mantenere l'omeostasi tra i fattori pro- e anti-ossidanti, soprattutto se non dispongono di erba fresca. Tali risultati evidenziano che l'applicazione di protocolli di allevamento elaborati considerando le esigenze comportamentali/fisiologiche degli animali determina degli effetti anche sulla qualità dei prodotti. Infatti, il profilo dei composti bioat-

tivi ed indici nutrizionali delle uova Bio-plus è risultato migliore di quello delle Biologiche e Convenzionali in virtù dell'assunzione di erba. Non va comunque tralasciato l'aspetto relativo alla stabilità ossidativa delle uova bio vista la impossibilità di aggiungere antiossidanti di sintesi nella dieta e il maggior movimento degli animali che produce una spinta metabolica verso l'ossidazione dei lipidi.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano Giovanni Migni per la collaborazione e la Regione Marche per il sostegno finanziario: Prog. n. 6 "Condizioni per la valorizzazione della razza avicola ancona attraverso l'allevamento di tipo estensivo".

Bibliografia

1. Regolamento CE n. 1804/1999 del Consiglio del 19 luglio 1999, che completa, per le produzioni animali, il regolamento CEE n. 2092/91 relativo al metodo di produzione biologico di prodotti agricoli e alla indicazione di tale metodo sui prodotti agricoli e sulle derrate alimentari, gazzetta ufficiale n. L 222 del 24/08/1999.
2. Regolamento CE n. 834/2007 del Consiglio del 28 giugno 2007, relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici e che abroga il regolamento (CEE) n. 2092/91.
3. Hewavitharana AK, Lanari MC, Becu C. Simultaneous determination of vitamin E homologs in chicken meat by liquid chromatography with fluorescence detection. *J Chromatogr A* 2004; 1025: 313-7.
4. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 1957; 226: 497-04.
5. EFSA. Request n. Q-2004-107; 2005; European Commission.
6. Ulbricht TL, Southgate DAT. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 1991; 338: 985-9
7. Arakawa K, Sagai M. Species difference in lipid peroxide levels in lung tissue and investigation of their determining factors. *Lipids* 1986; 21: 769-75.
8. Godbe JS. Nutritional value of muscle foods. In: D.M. Kinsman, A.W. Kotula and B.C. Breidenstein, Editors, *Muscle foods: Meat, poultry and seafood technology*, Chapman & Hall, New York, NY.; 1994; 430-55.
9. Santos-Silva J, Bessa RJB, Santos-Silva F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livest Prod Sci* 2002; 77: 187-93.
10. StataCorp. *Stata Statistical Software: Release 9*. College Station TX: Stata Corp L.P; 2005.
11. Surai PF, Noble RC, Speake BK. Tissue-specific differences in antioxidant distribution and susceptibility to lipid peroxidation during development of the chick embryo. *Biochim Biochys Acta* 1996; 1304: 1-10.
12. Handelman GJ, Nightingale ZD, Lichtenstein AH, Schaefer EJ, Blumberg JB. Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk. *Am J Clin Nutr* 1999; 70: 247-51.
13. Winkel-Shirley B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Curr Opin Plant Biol* 2002; 5: 218-23.
14. Lopez-Bote CJ, Sanz Arias AI, Rey AI, Castano A, Isabel B, Thos J. Effect of free-range feeding on n-3 fatty acid and α -tocopherol content and oxidative stability of eggs. *Anim Feed Sci Technol* 1998; 72: 33-40.
15. Jiang YH, McGeachin RB, Bailey CA. α -Tocopherol, β -carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. *Poult Sci* 1994; 73: 1137-43.
16. Surai P, Ionov I, Buzhina A, Buzhina N. Vitamin E and egg quality. in *Proc 7th Europ Symp Quality of Eggs and Egg Products*, Poznan, Poland 1997; 387-394.
17. Gebert S, Messikommer R, Pfirter H P, Bee G, Wenk C. Dietary fats and vitamin E in diets for laying hens: effects on laying performance, storage stability and fatty acid composition of eggs. *Archiv Geflulk* 1998; 62: 214-22.
18. Meluzzi A, Tallarico N, Manfreda G, Sirri F, Franchini A. Effect of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long chain fatty acids. *Poult Sci* 2000; 79: 539-45.
19. Franchini A, Sirri F, Tallarico N, Minelli G, Iaffaldano N, Meluzzi A. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. *Poult Sci* 2002; 81: 1744-50.
20. Cherian G, Wolfe FH, Sim JS. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids and oxidative stability. *Poult Sci* 1996; 75: 423-31.
21. Galobart J, Barroeta AC, Baucells MD, Codony R, Ternes W. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with omega-3 fatty acids. *Poult Sci* 2001; 80: 460-7.
22. Galobart J, Barroeta AC, Baucells MD, Guardiola F. Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E and canthaxanthin supplementation. *Poult Sci* 2001; 80: 327-37.
23. Ahn DU, Sunwoo HH, Wolfe FH, Sim JS. Effects of dietary alpha-linolenic acid and strain of hen on the fatty acid composition, storage stability, and flavor characteristics of chicken eggs. *Poult Sci* 1995; 74: 1540-7.
24. Kovacs G, Dublecz K, Husveth F, Wagner L, Gerendaid D, Orban J, Manilla H. Effect of different hybrids, strains and age of laying hens on the cholesterol content of the table egg. *Acta Vet Hung* 1998; 46: 285-94.

25. Bavelaar FJ, Beynen AC. Relationships between the Intake of n-3 polyunsaturated fatty acids by hens and the fatty acid composition of their eggs. *Int J Poultry Sci* 2004; 3: 690-6.
26. Gao YC, Charter EA. Nutritionally important fatty acids in hen egg yolks from different sources. *Poult Sci* 2000; 78: 921-4.
27. Cherian G, Holsonbake TB, Goeger MP. Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. *Poult Sci* 2002; 81: 30-3.
28. Honikel KO. Qualität ökologisch erzeugter lebensmittel tierischer herkun. *Dtsch Tierarztl Wschr* 1998; 105: 327-9.
29. Kouba M. Quality of organic animal products. *Livest Prod Sci* 2003; 80: 33-40.
30. Shapira N, Weill P, Loewenbach R. A high n-3 fatty acid egg vs. a high n-6 fatty acid diet: the significance of health-oriented agriculture. *Proc. XII Europ Symp Quality of Eggs and Egg products*. Prague, September 2-5, 2007. Czech Republic 2007; 77-9.
31. Valkonen E, Venäläinen E, Tupasela T, Hiidenhovi J, Valaja J. Camelina sativa cake in layer diets improves yolk fatty acid composition. *Proc. XII Europ Symp Quality of Eggs and Egg products*. Prague, September 2-5, Czech Republic; 2007; 82-5.
32. Donaldson WE. Lipid composition of chick embryo and yolk as affected by stage of incubation and maternal diet. *Poult Sci* 1996; 46: 693-7.
33. Speake BK, Surai PF, Noble RC, Beerb J, Wood N. Differences in egg lipid and antioxidant composition between wild and captive pheasants and geese. *Comp Bioch Physiol Part B: Bioch Molec Biol*; 1999; 124: 101-7.
34. Sauveur B. Stratégies pour de nouveaux progrès techniques et économiques en aviculture. *Prod Anim*; 1991 ; 4: 31-40.
35. Simopoulos AP, Salem J. Egg yolk as a source of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant feeding. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 411-4.
36. Pike OA, Peng IC. Stability of shell egg and liquid yolk to lipid oxidation. *Poult Sci* 1985; 64:1470-5.
37. Hu FB, Stampfer MJ, Rimm EB, et al. A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *J Am Med Ass* 1999; 281: 1387-94.
38. Qureshi A, Fareed Suri M, Ahmed S, Nasar A, Divani A, Kirmani J. Regular egg consumption does not increase the risk of stroke and cardiovascular disease., *Med Sci Monit* 2007; 13: 1-8.
39. Huopalahti R, López-Fandiño R, Anton M, Schade R. (Eds.) *Bioactive Egg Compounds*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2007.
40. British Nutrition Foundation. *N-3 Fatty Acids and Health*. British Nutrition Foundation, London; 1999.
41. Simopoulos AP. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult Sci* 2000; 79: 961-70.
42. Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr*; 2000; 72: 558-63.
43. Szabo A, Fébel H, Mézes M, Szendro Z, Míclós S, Romvári R. Regular transcutaneous mystiulation alters skeletal muscle phospholipid fatty acid composition and oxidative stability in rabbits. *Acta Physiol Hung* 2005; 92: 193-202.
44. Wander RC, Hall JA, Gradin JL, Du S, Jewell DE. The ratio of dietary (n-6) to (n-3) fatty acids influences immune system function, eicosanoid metabolism, lipid peroxidation and vitamin E status in aged dogs. *J Nutr* 1997; 127: 1198-205.
45. Carrillo-Domínguez S, Carranco-Jauregui ME, Castillo-Domínguez RM, Castro-González MI, Avila-González E, Pérez-Gil F. Cholesterol and n-3 and n-6 fatty acid content in eggs from laying hens fed with red crab meal (*Pleuroncodes planipes*). *Poult Sci* 2005; 84: 167-72.
46. Craig-Schmidt MC, Faircloth SA, Weete JD. Modulation of avian lung eicosanoids by dietary omega-3 fatty acids. *J Nutr*; 1987 117: 1197-06.
47. Jiang Z, Ahn DU, Sim JU. Effects of feeding flax and two types of sunflower seeds on fatty acid composition of yolk lipid classes. *Poult Sci* 1991; 70: 2467-75.
48. LSRO (Life Sciences Research Office). Assessment of nutrient requirements for infant formulas. *J Nutr* 1998; 128: 2059-64.
49. Tolan A, Robertson J, Orton CR, Head MJ, Christie AA, Milburne BA. The chemical composition of eggs. *Brit J Nutr* 1998; 31: 185-00.
50. Scholtyssek S. Futterungsinflusse auf den cholesteringehalt im ei. *Int Tag Schw Geflug* 1992; 1-3.
51. Minelli G, Sirri F, Folegatti E, Meluzzi A, Franchini A. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Ital J Anim Sci* 2007; 6: 728-30.
52. Smith LL. Cholesterol Autoxidation. *Chem Phys Lipids* 1987; 44: 87-125.
53. van de Bovenkamp P, Kosmeijer-Schuil TG, Katan MB. Quantification of oxysterols in dutch foods: egg products and mixed diets. *Lipids* 1988; 23: 1079-85.
54. Vatassery GT, Quach HT, Smith WE, Ungar F. Oxidation of cholesterol in synaptosomes and mitochondria isolated from rat brains. *Lipids* 1997; 32: 879-86.
55. Maraschiello C, Esteve E, García Regueiro JA. Cholesterol oxidation in meat from chickens fed α -tocopherol and β -carotene-supplemented diets with different unsaturation grades. *Lipids* 1998; 33: 705-13.
56. Lai SM, Gray JI, Zabik ME. Evaluation of solid-phase extraction and gas chromatography for determination of cholesterol oxidation products in spray-dried whole egg. *J Agric Food Chem* 1995; 43: 1122-6.