

# Contenuto di colesterolo nelle uova e sua relazione con le diverse parti dell'uovo

Daniele Naviglio - Angela Battaglia - Antonio De Vito - Carlo Raia -  
Lorena Schiavo - Raffaele Romano

## Introduzione

L'uovo di gallina costituisce uno degli alimenti naturali più completi in quanto in esso sono rappresentate le categorie di nutrienti più importanti per l'alimentazione umana: proteine, prevalentemente nell'albume, grassi prevalentemente nel tuorlo, vitamine e sali minerali. Per avere una idea della produzione, basti considerare che nel 1999 la produzione nazionale è stata di circa 13 miliardi di uova e il consumo pro capite nello stesso anno ha raggiunto le 224 uova; di queste, solo la terza parte è stata consumata tal quale mentre la parte rimanente è entrata nella dieta degli italiani in prodotti come pasta, gelati, dolci, salse ed altre preparazioni industriali ed artigianali. Per quanto riguarda la produzione mondiale, nell'anno 1999, ha raggiunto i 736 miliardi di pezzi; per gli anni a venire è previsto un ulteriore incremento della produzione delle uova poiché esse sono sempre più richieste dalle pasticcerie e dalle industrie alimentari in genere, per la fabbricazione di una grande quantità di prodotti finiti: biscotti, creme, maionese, paste speciali etc.

L'uovo di gallina è un alimento ricco di nutrienti essenziali per l'organismo umano e poco costoso. Basti considerare che due uova equivalgono, come potere nutrizionale a 100 grammi di carne. Nella tabella 1 sono riportati i costituenti principali; la componente proteica è ricca di amminoacidi essenziali e le ovoalbumine vengono utilizzate come standard di riferimento insieme alle proteine del latte e della carne. I lipidi sono presenti prevalentemente nel tuorlo e contengono una discreta quantità di acidi grassi insaturi con proprietà benefiche sulla salute umana (1,2). È da ricordare che, se da un lato l'uovo è considerato un alimento completo, dall'altro, la completezza dell'uovo nei suoi elementi è da ascrivere alla sua funzione di substrato necessario allo sviluppo di una nuova vita.

Gli Autori sono del Dipartimento di Scienza degli Alimenti - Università degli Studi di Napoli "Federico II".

Le prime ricerche condotte sulla determinazione del contenuto di colesterolo nelle uova hanno portato ad un risultato di 274 mg/uovo (3,4); questo dato è stato utilizzato per diversi anni quale contenuto assoluto di colesterolo nelle uova. Le implicazioni a cui ha portato questo dato sono di notevole importanza; nel campo dell'alimentazione umana, i dietologi, avendo fissato come assunzione giornaliera 100 mg di colesterolo per ogni 1000 Kcal, hanno limitato l'assunzione di uova ad un massimo di due per settimana, ciò al fine di evitare problemi legati all'accumulo di colesterolo nelle arterie e di conseguenza ridurre le cause di incidenza delle malattie cardiovascolari. Nel settore della alimentazione, le uova rientrano nei componenti che possono essere aggiunti nella preparazione delle paste alimentari, che vengono indicate come paste speciali; il contenuto di 274 mg di colesterolo per uovo, avrebbe comportato una aggiunta di uova in difetto qualora esso fosse risultato più basso, oppure una aggiunta in eccesso nel caso contrario.

In effetti nel corso degli anni si è ritrovato un contenuto di colesterolo nelle uova via via più basso rispetto al valore sopra citato (5); diversi ricercatori ipotizzano due possibili cause che spiegherebbero questo dato: una prima ipotesi è relativa alla super produzione di uova da parte delle galline allevate industrialmente in batterie (circa 300-350 uova/anno) contro la produzione normale di uova da parte di galline cresciute allo stato brado (circa 200-250 uova/anno). Nel primo caso le galline non riuscirebbero ad accumulare molto colesterolo poiché il tempo di formazione ed espulsione dell'uovo sarebbe più breve (6). Una altra ipotesi è quella che sostiene l'impiego di metodiche di analisi e/o strumentazioni poco accurate a disposizione dei primi ricercatori, per cui il valore del contenuto di colesterolo trovato nelle uova sarebbe stato stimato in eccesso (7,8).

A causa dell'alto contenuto di colesterolo stimato a partire dal 1976, la società americana per la tutela della salute (American Heart Association's Nutrition Committee), consigliava un consumo settimanale di uova che non supe-

rasse le due unità. In seguito agli ultimi ritrovamenti di ricercatori del Dipartimento dell'Agricoltura americano, i quali hanno scoperto che il contenuto di colesterolo dell'uovo non sarebbe 274 mg, bensì 213 mg (9), la società suddetta ha portato a 4 uova per settimana tale limite. Ancora più recente è l'indicazione di un uovo al giorno data dall'associazione americana di consumatori di uova (USDA), secondo la quale un uovo al giorno non costituisce nessun problema per l'organismo umano. Studi condotti da ricercatori americani in tre paesi tra i più grandi consumatori di uova, Giappone, Francia e Spagna, sul legame tra assunzione di uova e disturbi cardiovascolari hanno evidenziato che non vi è una relazione positiva tra assunzione di uova e casi di decessi per disturbi cardiovascolari.

In un nostro recente lavoro è stata messa a punto una metodica che ci ha consentito di avere un riscontro analitico sui risultati sperimentali ottenuti con il metodo ufficiale; applicando tali metodiche è stato ritrovato un contenuto di colesterolo medio nelle uova molto più basso di quello riportato in letteratura (7).

In questo lavoro sono riportati i risultati relativi all'analisi di venti uova reperite sul mercato in modo casuale, tutte appartenenti alla categoria A, in termini di colesterolo. Il contenuto di colesterolo è messo in relazione con le varie parti dell'uovo (tuorlo, albume, guscio) e con l'uovo intero in termini ponderali al fine di ricercarne eventuali correlazioni. Infine è stato valutato il contenuto di colesterolo in funzione del tempo di invecchiamento dell'uovo.

## Materiale e metodi

**Materiale occorrente:** etere dietilico (Fluka, Buchs, Switzerland), cloroformio (Fluka, Buchs, Switzerland), metanolo (Carlo Erba, Milano, Italia), acido tricloroacetico (Carlo Erba, Milano, Italia) n-esano (Fluka, Buchs, Switzerland), n-pentano (Fluka, Buchs, Switzerland), 1-pentanololo (Fluka, Buchs, Switzerland), sodio metallico (Fluka, Buchs, Switzerland), colesterolo (Fluka, Buchs, Switzerland), squalene (Fluka, Buchs, Switzerland) tutti i reattivi sono di un grado di purezza analitico; centrifuga da banco mod. PK 131 (ALC International, Milano, Italia), evaporatore rotante, azoto in bombola.

## Strumentazione

Gas cromatografo Autosystem XL (Perkin Elmer, Norwalk, CT, USA) equipaggiato con iniettore PSS e rivelatore FID e collegato al sistema di acquisizione dei dati Turbochrom versione 4.1.

Tab. 1 - Costituenti principali di un uovo di peso medio pari a 65 grammi

Costituente	Uovo medio (*) (65g)	Tuorlo medio (16g)	Albume medio (42g)
Acqua (g)	44,7	7,8	37,2
Proteine (g)	7,2	2,6	4,2
Carboidrati (g)	0,5	tracce	0,5
Lipidi (g)	5,3	5,0	tracce
Colesterolo (mg)	175	175	assente
Altro (g)	0,6	0,3	0,1

(\*) Parte edibile: 58 grammi.

Gas cromatografo DANI 8521-a (DANI, Monza, Italia) equipaggiato con iniettore PTV e rivelatore FID e collegato con un integratore HP mod. 8890 A (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, USA).

## Campioni

Le uova utilizzate per la sperimentazione sono state reperite in commercio in modo casuale e provengono dal mercato locale; il loro peso è stato compreso tra 55 ed 80 grammi, intervallo in cui le uova sono di taglia media (M), grande (L) e più che grande (XL); tutte le uova analizzate sono appartenenti alla categoria A; di esse, inoltre, è nota la data di deposizione. Le marche delle uova analizzate sono state le seguenti: Ovobig s.a.s. (NA), Fattoria Fontanavecchia (CE), Ovogioia (NA).

## Estrazione del grasso

Estrazione della componente lipidica totale mediante soluzione di cloroformio e metanolo 2:1.

**Procedura:** pesare l'uovo in analisi alla bilancia tecnica ed annotarne il peso (P); separare accuratamente il tuorlo dall'albume, pesare il tuorlo ed annotare il peso (T). Porre il tuorlo in un contenitore per centrifuga da 50 mL. Aggiungere 18 mL della soluzione estraente cloroformio-metanolo e dopo vigorosa agitazione centrifugare a 5000 rpm. Allontanare la parte sottostante con l'ausilio di una pipetta pasteur e trasferirla in un pallone tarato; aggiungere altri 18 mL di soluzione cloroformio-metanolo nel contenitore da centrifuga. Dopo centrifugazione, trasferire il liquido sottostante nel pallone tarato; infine, aggiungere 10 mL di soluzione estraente. Centrifugare a 5000 rpm e recuperare il liquido sottostante; aggiungere alle frazioni recuperate precedentemente nel pallone tarato. Eliminare il solvente dalla soluzione contenuta nel pallone tarato con l'ausilio di un evaporatore rotante e allontanare le ultime tracce insufflando azoto. Pesare il pallone e, dalla differenza con la tara, risalire alla quantità di grasso estratto (G). Il contenuto di grasso nel tuorlo espresso in percentuale è data dalla seguente espressione:

$$\text{Grasso nell'uovo (\%)} = \frac{G \cdot 100}{P}$$

$$\text{Grasso nel tuorlo (\%)} = \frac{G \cdot 100}{T}$$

dove:

G = peso del grasso estratto (g);

T = peso del tuorlo (g);

P = peso dell'uovo intero (g).

Determinazione quantitativa della frazione lipidica non polare (FLLNP) contenuta nell'uovo

**Procedura:** pesare l'uovo in analisi alla bilancia ed annotarne il peso (P); separare accuratamente il tuorlo di uovo dall'albume e pesarlo alla bilancia tecnica; annotarne il peso (T). Trasferire il tuorlo in un tubo da centrifuga da 50 mL ed aggiungere 15 mL di acido tricloroacetico al 12 % (p/v); agitare al vortex per due minuti; aggiungere 10 mL di n-esano ed agitare vigorosamente per tre minuti; centrifugare a 8000 rpm per 5 minuti; separare la fase esanica surnatante e trasferirla in un imbuto separatore da 50 mL; ripetere l'estrazione con altre due frazioni di n-esano e raccoglierle nell'imbuto separatore; lavare la frazione esanica separata con due frazioni da 10 mL di acqua distillata; tra-

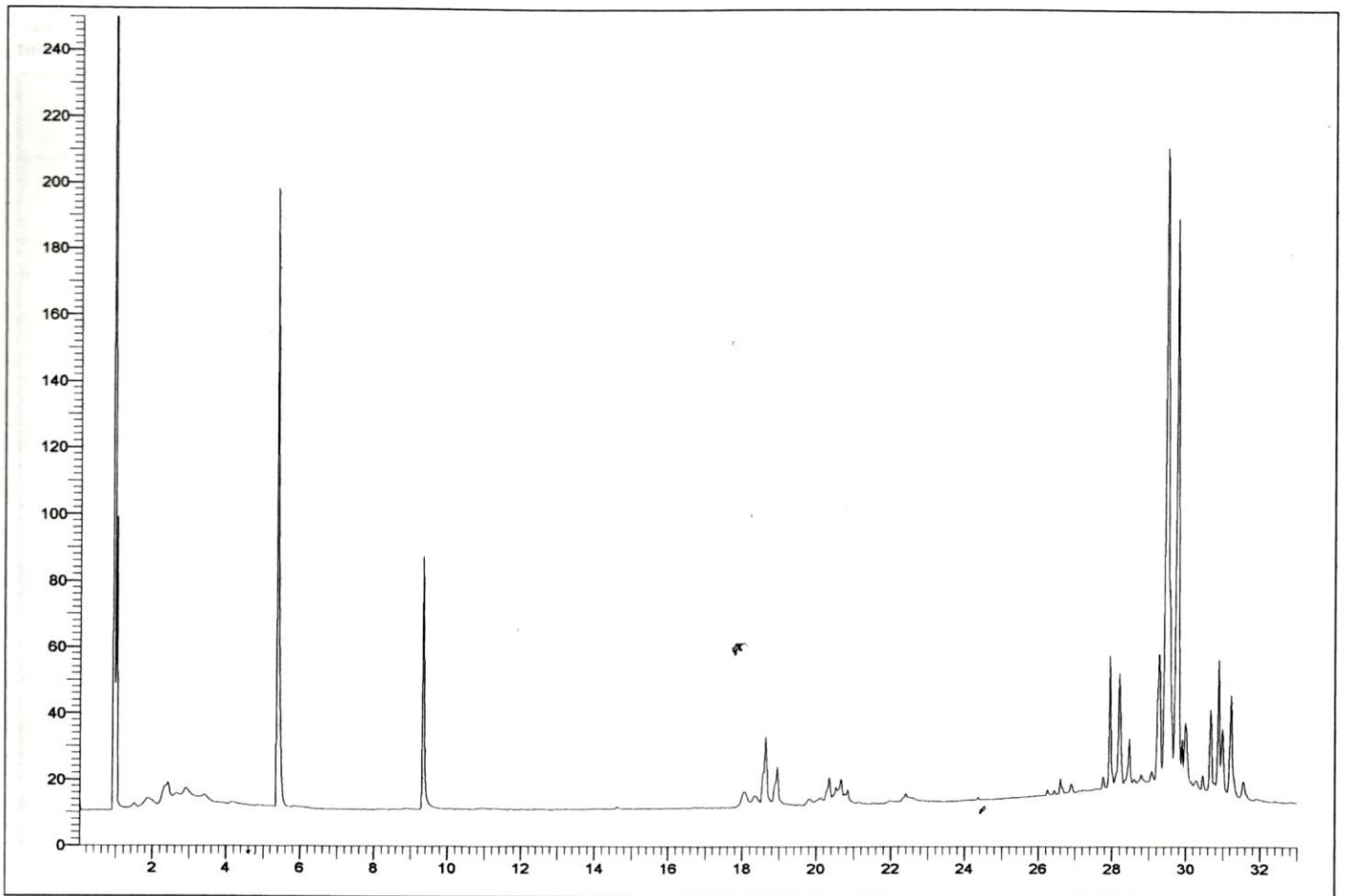


Fig. 1 - Gas cromatogramma della componente lipidica libera non polare; sono evidenti i picchi dello squalene, colesterolo, digliceridi e trigliceridi

sferire la frazione esanica in un pallone tarato e portare a secco tramite evaporatore rotante; allontanare le ultime tracce di solvente mediante azoto; pesare alla bilancia tecnica e, dalla differenza del peso ottenuto rispetto alla tara, risalire al peso del quantitativo di grasso estratto (L).

Calcolo:

$$\text{FLLNP sul tuorlo (\%)} = \frac{L \cdot 100}{T}$$

$$\text{FLLNP sull'uovo (\%)} = \frac{L \cdot 100}{P}$$

dove:

L = peso della frazione lipidica non polare (g);

T = peso del tuorlo (g);

P = peso dell'uovo intero (g).

### Analisi della componente grassa

Analisi dei trigliceridi

Procedura: pesare circa 50 mg di grasso in una provetta ed aggiungere 1 mL di n-esano; agitare fino alla completa dissoluzione del grasso; iniettare 0,5 mL della soluzione nel gascromatografo. Integrare i trigliceridi raggruppati per numero totale di atomi di carbonio uguali.

### Condizioni gascromatografiche

Colonna: fase stazionaria 65% fenil metilsilicone HT (TG), RTX 65-TG (Restek, Bellefonte, CA, USA); l=30

m; i.d.=0,25 mm; f.t. 0,25 m.

Programmata iniettore: 70 °C per 12 sec, incremento di 999 °C/min fino a 370 °C, tenere per 5 min.

Programmata camera: 220 °C per 2 min., incremento di 5 °C/min. fino a 360 °C, tenere per 5 min.

Temperatura del rivelatore: 370 °C.

Flusso: 1,5 mL/min.

Split: 1:80

È stato utilizzato il sistema di azzeramento della deriva (Background) dovuta all'aumento della temperatura, calibrando con tre acquisizioni della linea di base del segnale al fine di permettere una migliore integrazione dei trigliceridi.

Analisi degli acidi grassi

Procedura: pesare circa 50 mg di grasso in una provetta da centrifuga; aggiungere 1 mL di n-pentano ed agitare fino a completa dissoluzione del grasso; aggiungere 200 µL di pentossido di sodio 2 N in pentanolo ed agitare per due minuti; aggiungere 400 µL di acido cloridrico 1 N ed agitare per trenta secondi; centrifugare a 2000 rpm per 1 minuto; iniettare 0,5 µL della fase organica superiore.

### Condizioni gascromatografiche

Colonna: fase stazionaria 90% bis-cianopropil fenilsilicone FAME (Restek, Bellefonte, CA, USA); l=50 m; i.d.=0,25 mm; f.t.=0,25 m.

Programmata iniettore: 50 °C per 15 sec., incremento di 999 °C/min. fino a 270 °C per 3 min.

Tab. 2 - Contenuto di colesterolo delle uova analizzate e normalizzazione rispetto alla frazione lipidica libera non polare e rispetto al peso del tuorlo

Campione	Peso (g)	Frazione non polare (g)	Frazione non polare (%)	Colesterolo per uovo (mg)	Colesterolo/grasso (mg/g)	Colesterolo/tuorlo (mg/g)
1	78,92	5,17	28,0	168	32,5	9,1
2	73,78	5,38	31,6	169	31,4	9,9
3	73,03	5,19	26,9	174	33,5	9,0
4	61,00	5,35	27,9	193	36,1	10,1
5	57,76	3,85	27,0	126	32,7	8,8
6	64,91	5,19	29,0	169	32,6	9,5
7	69,61	4,94	27,9	178	36,0	10,1
8	63,51	4,70	28,0	158	33,6	9,4
9	67,88	4,95	27,2	155	31,3	8,5
10	73,44	4,95	27,7	159	32,1	8,9
11	69,22	4,70	27,6	149	31,7	8,7
12	70,78	5,20	28,9	148	28,5	8,2
13	55,25	3,77	28,0	140	37,1	10,4
14	59,39	4,95	28,7	150	30,3	8,7
15	69,24	4,95	28,3	151	30,5	8,6
16	66,29	3,99	29,0	130	32,6	9,5
17	61,21	4,24	28,1	145	34,2	9,6
18	63,19	5,13	30,0	150	29,2	8,8
19	65,20	5,00	30,0	166	33,2	10,0
20	62,07	4,30	27,4	156	36,2	9,9
21	55,41	4,25	27,5	161	37,9	9,0
22	75,58	4,87	30,1	157	32,2	9,7
23	65,10	4,80	28,4	151	31,5	8,8
24	69,21	5,21	27,3	137	26,3	10,2
25	56,87	4,25	29,8	120	28,2	9,4
26	58,06	4,48	28,2	148	33,0	9,5
27	60,29	4,08	30,5	141	34,6	10,3
28	60,95	4,57	29,6	163	35,7	9,8
29	61,71	4,27	28,5	165	38,6	9,1
30	63,43	4,25	30,3	144	33,9	9,9
31	71,36	5,13	27,0	155	30,2	8,7
32	59,39	4,95	28,9	129	26,1	8,9
33	79,26	5,96	29,2	173	29,0	8,5
34	65,30	4,41	25,0	150	34,0	9,6
35	67,88	4,95	27,2	155	31,3	9,0
36	57,76	4,73	29,9	137	29,0	8,6
37	59,06	4,56	28,6	145	31,7	9,2
38	73,44	4,95	27,7	159	32,1	9,3
39	62,20	4,72	30,0	165	35,0	10,0
40	55,25	4,28	31,8	135	31,5	9,9
41	74,99	5,10	25,4	170	33,3	9,1
42	65,52	4,38	25,9	180	41,1	9,4
43	71,39	4,93	24,4	174	35,3	9,0
44	70,44	5,40	32,9	191	35,4	10,1
45	57,83	4,64	38,2	133	28,7	8,7
46	56,84	4,17	29,0	168	40,3	9,5
47	69,37	4,99	31,8	179	35,9	10,3
48	72,64	4,49	25,1	155	34,5	9,3
49	59,16	3,97	25,4	170	42,8	8,9
50	65,28	4,79	27,4	159	33,2	8,9
51	59,37	4,70	38,6	163	34,7	9,0
52	68,83	5,02	27,2	175	34,9	9,9
53	55,33	3,93	33,3	142	36,1	10,0
54	64,44	4,90	30,1	157	32,0	9,1
55	79,01	5,23	32,6	177	33,8	9,9
56	65,71	4,55	33,7	169	37,1	9,5
57	61,39	4,88	28,5	149	30,5	9,6
58	67,74	5,09	29,9	159	31,2	8,8
59	68,17	4,47	30,0	166	37,1	10,2
60	58,19	4,69	27,5	163	36,4	9,4
Valori medi	65,25	4,73	29,0	157	33,4	9,4

Programmata camera: 70 °C per 2 min; incremento 8 °C/min. fino a 250 °C, tenere per 3 min.  
Temperatura del rivelatore: 270 °C.  
Flusso 2 mL/min.  
Split: 1:80.

### Analisi del colesterolo libero e legato

Preparazione della retta di calibrazione per il colesterolo libero

Pesare accuratamente 300 mg di squalene (SI) in un matraccio da 100 mL, sciogliere in una quantità minima di etere etilico e portare a volume. Pesare accuratamente in tre matracci da 10 mL, 15, 30 e 45 mg rispettivamente di colesterolo e portare a volume con la soluzione eterea dello standard interno. Le soluzioni così ottenute avranno la concentrazione di 1500, 3000 e 4500 mg/L. Iniettare 0,5 µL di soluzione nel gas cromatografo. Riportare in grafico i rapporti tra l'area del colesterolo e quella dello squalene (Ri) ottenuti per le tre soluzioni in funzione delle rispettive concentrazioni di colesterolo.

I punti sperimentali ottenuti nelle nostre condizioni analitiche sono stati interpolati dalla funzione:  $R=0,000242 \cdot C$ , dove R rappresenta il valore del rapporto tra l'area del colesterolo e quella dello standard interno e C la concentrazione del colesterolo.

Preparazione della retta di calibrazione per il colesterolo legato

Sottoporre a transesterificazione, secondo la procedura riportata in "materiale e metodi" per l'analisi degli acidi grassi, le soluzioni preparate come nel paragrafo precedente ed iniettare 0,5 µL della fase organica surnatante nel gas cromatografo mantenendo invariate le condizioni gascromatografiche. Riportare in grafico i rapporti tra l'area del colesterolo e quella dello squalene (Ri) ottenuti per le tre soluzioni in funzione delle rispettive concentrazioni di colesterolo.

I punti sperimentali ottenuti nelle nostre condizioni analitiche sono stati interpolati dalla funzione:  $R=0,000254 \cdot C$ , dove R rappresenta il valore del rapporto tra l'area del colesterolo e quella dello standard interno e C la concentrazione del colesterolo.

Analisi del campione di grasso proveniente dall'estrazione con TCA e n-esano

Pesare accuratamente alla bilancia analitica circa 50 mg (l) della frazione lipidica apolare (L) estratta dal tuorlo di uovo. Aggiungere 1 mL esatto della soluzione di standard interno 3000 ppm ed iniettare 0,5 µL della soluzione risultante nel gas cromatografo. Registrare il rapporto tra l'area del colesterolo e quella dello squalene. Dalla retta di calibrazione del colesterolo risalire alla concentrazione del colesterolo nella soluzione del grasso.

Calcolo:

$$\text{Colesterolo (mg/uovo) (\%)} = \frac{C \cdot v \cdot L}{l}$$

dove:

C = concentrazione del colesterolo nella soluzione del grasso (µg/L);

V = volume di soluzione dello standard interno (µL);

L = peso della frazione apolare estratta dal tuorlo di uovo (g);

l = peso del grasso prelevato per l'analisi gascromatografica (mg).

Analisi del campione di grasso proveniente dall'estrazione con cloroformio e metanolo

Sul grasso portato a secco avente peso (G) proveniente dalla estrazione con cloroformio e metanolo 2:1 aggiungere una quantità di solvente della stessa miscela e contenente 3000 mg/L di squalene come standard interno in modo da ottenere una soluzione al 5% p/v. Iniettare 0,5 µL della soluzione risultante nel gas cromatografo e registrare il rapporto tra l'area del colesterolo e quella dello squalene. Dalla retta di calibrazione per il colesterolo libero risalire alla concentrazione del colesterolo nella soluzione del grasso.

Calcolo:

$$\text{Colesterolo (mg/uovo)} = C \cdot V$$

dove:

C = concentrazione del colesterolo nella soluzione del grasso (mg/L);

V = volume finale della soluzione al 5% p/v.

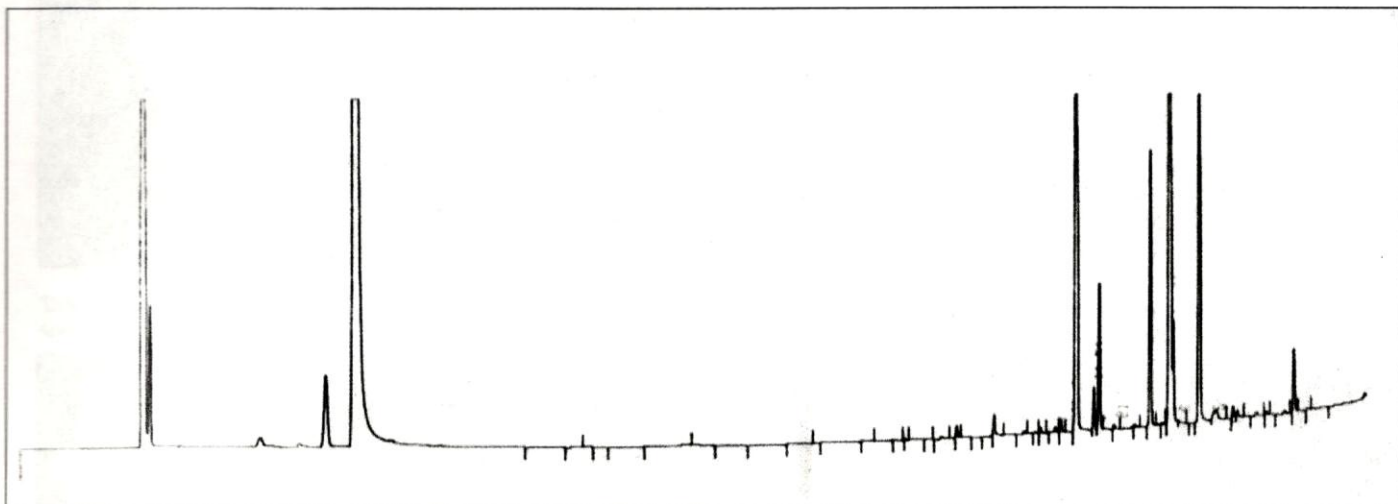


Fig. 2 - Gas cromatogramma degli esteri pentilici degli acidi grassi ottenuti per transesterificazione della frazione lipidica libera non polare

**Tab. 3 - Composizione della frazione lipidica libera non polare delle uova analizzate in termini di digliceridi, trigliceridi e colesterolo**

Componente apolare	Area % intervallo	Area % media	Deviazione percentuale
Digliceridi	7,7 - 12,1	9,9	22 %
Trigliceridi (C 48)	0,7 - 2,1	1,4	50 %
Trigliceridi (C 50)	9,0 - 17	13	31 %
Trigliceridi (C 52)	56 - 61	59	5,1 %
Trigliceridi (C 54)	9,4 - 12	11	15 %
Colesterolo	5,3 - 6,3	5,8	9,0 %

## Risultati e discussione

### *Analisi del contenuto di colesterolo*

Il contenuto di colesterolo delle uova è stato determinato seguendo due metodi differenti. Il primo è quello ufficiale che prevede una estrazione in cloroformio e metanolo del tuorlo ed una successiva analisi di tutto il grasso recuperato dopo aggiunta di standard interno. Questo metodo pur essendo semplice e rapido, richiede il completo impiego di tutta la frazione lipidica estratta a causa della sua disomogeneità. Un altro metodo messo a punto in un precedente lavoro (9) parte dalla estrazione della sola componente lipidica libera non polare (LLNP) mediante estrazione con n-esano e TCA; esso consente di valutare inoltre ponderalmente la quantità di lipidi non polari quali i trigliceridi, gli acidi liberi, le cere, gli steroli etc. In questo caso non è necessario sottoporre ad analisi tutta la frazione poichè essa si presenta omogenea e di conseguenza anche una sua parte risulta essere rappresentativa della composizione. Il metodo alternativo impiegato ha fornito dei risultati in difetto di una quantità costante pari al 12 % del peso totale del colesterolo; ciò è stato attribuito ad una perdita di parte dello sterolo all'atto della precipitazione della componente polare con l'acido tricloroacetico. In ogni ca-

**Tab. 4 - Composizione acidica della frazione lipidica libera non polare ottenuta per transesterificazione con pentossido di sodio**

Acidi grassi	Area % intervallo	Area % media	Deviazione percentuale
C 14:0	0,44 - 0,57	0,51	14 %
C 16:0	24,7 - 26,5	25,6	3,5 %
C 16:1 $\omega$ -9	1,09 - 1,17	1,13	3,6 %
C 16:1 $\omega$ -7	3,65 - 4,17	3,91	6,6 %
C 18:0	5,02 - 8,15	6,59	24 %
C 18:1 $\omega$ -9	40,0 - 49,7	44,8	11 %
C 18:1 $\omega$ -7	1,14 - 1,30	1,22	6,6 %
C 18:2	12,4 - 14,8	13,6	8,8 %
C 18:3	0,34 - 0,70	0,52	35 %
C 20:0	0,25 - 0,31	0,28	11 %
C 22:0	0,3 - 1,7	1,0	70 %

**Tab. 5 - Contenuto di colesterolo di uova analizzate nel giorno della scadenza riportata in etichetta**

Campione	Colesterolo per uovo (mg)
1	147
2	158
3	175
4	163
5	137

so, i risultati ottenuti hanno fornito un riscontro per il contenuto di colesterolo trovato nelle uova analizzate. Nella Tabella 2 sono riportati i valori del contenuto di colesterolo ottenuti con i due metodi di cui sopra; come è possibile osservare essi sono ben al di sotto del valore di 274 mg riportato in letteratura.

### *Distribuzione trigliceridica del grasso delle uova*

L'analisi della frazione lipidica libera non polare in termini di trigliceridi ha evidenziato la presenza di famiglie ad alto peso molecolare con grandi similitudini agli oli vegetali (fig. 1). Nella tabella 3 è riportata la composizione media delle singole famiglie di trigliceridi per le uova analizzate. Come è possibile osservare, la deviazione standard per ciascuna famiglia è abbastanza ampia e ciò è in accordo con la variabilità di base delle componenti dell'uovo ritrovate per altri parametri. Anche per la componente trigliceridica non è stato possibile ottenere delle normalizzazioni impiegando i parametri ponderali.

### *Composizione acidica della frazione lipidica libera non polare (FLLNP)*

Nella tabella 4 sono riportati i valori della componente acidica ottenuta per transesterificazione con pentanolo ed analisi gas cromatografica (fig.2). Anche per gli acidi grassi si nota una grossa variabilità dei singoli componenti; i tentativi di normalizzazione e la ricerca di relazioni costanti con altre parti dell'uovo non hanno sortito effetti positivi.

### *Considerazioni circa la variabilità delle singole parti costituenti dell'uovo*

Lo studio dei campioni di uova riportato nel presente lavoro ha evidenziato che le varie parti dell'uovo variano indipendentemente l'una l'altra e non è stato possibile trovare delle relazioni tra le varie parti che potessero fornire delle normalizzazioni utili per lo studio dell'uovo. Inoltre, anche le componenti chimiche quali le proteine, i grassi e l'acqua, spaziano in percentuali abbastanza ampie ed anche tra di esse non è stato possibile trovare delle relazioni utili. Anche per il colesterolo non si sono riscontrate delle regolarità a riguardo del contenuto nelle singole uova oppure con le singole componenti. Tutto ciò sta ad indicare che l'uovo riesce ad essere funzionale per l'avvio di una nuova vita anche se le sue componenti variano notevolmente. Il materiale contenuto nell'uovo è costituito da composti che sono i mattoni di una nuova esistenza e servono per l'innesco dell'uovo nei suoi primi stadi di evoluzione verso una nuova vita. Perciò non è importante che le sue componenti siano sempre presenti nelle stesse quantità o che vi siano particolari relazioni tra le sue parti, l'essenziale è che esse siano comunque presenti affinché l'uovo possa essere "funzionale".

### *Effetti pratici della variabilità del contenuto di colesterolo nelle uova*

Questi risultati sono molto importanti per quanto riguarda l'aspetto merceologico nel settore delle paste alimentari dove è richiesta l'aggiunta di un numero ben preciso di uova per chilogrammo di pasta. Industrialmente si

procede alla liofilizzazione del tuorlo o dell'uovo intero per motivi pratici, in quanto l'aggiunta delle uova avviene tramite liofilizzato; in questo modo bisogna scegliere un parametro per potere controllare l'aggiunta del numero corretto di uova. Il parametro che più comunemente viene adottato industrialmente è il contenuto di colesterolo; in base ad esso viene scelto un contenuto medio di colesterolo che è di 190 mg ed in base a questo si decide che l'aggiunta di una quantità di liofilizzato pari alla quantità citata per effettuare l'aggiunta di un uovo. In ogni caso la legge prevede che sul prodotto finito "l'estratto etereo ed il contenuto degli steroli non devono risultare inferiori, rispettivamente, a 2,80 grammi e 0,145 grammi, riferiti a cento parti di sostanza secca" in modo da garantire una aggiunta minima di quattro uova (10).

Questo procedimento fallisce innanzitutto in quanto, come dimostrato nel presente lavoro, il contenuto medio di colesterolo nelle uova è più basso ed inoltre è variabile. Ciò comporta un errore sistematico nell'aggiunta del giusto numero di uova alla pasta, che può esser in eccesso oppure in difetto. Inoltre, una volta ottenuto il liofilizzato non vi è alcun riferimento al numero di uova da cui è stato prodotto.

### *Variazione del contenuto di colesterolo in funzione del tempo di conservazione*

Cinque uova di diverse dimensioni sono state conservate fino alla data della loro scadenza indicata sulla confezione alla temperatura di 4 °C. Esse sono state analizzate in termini di contenuto di colesterolo ed i risultati sono riportati nella tabella 5. Come è possibile osservare, i valori del contenuto di colesterolo non si discostano dall'intervallo in cui oscillano i valori ritrovati per le uova fresche.

Cinque tuorli di cinque differenti uova sono stati mescolati ed è stata ottenuta una unica miscela che è stata analizzata in termini di colesterolo per un mese con scadenza settimanale; il contenuto di colesterolo iniziale di 18,3 mg/g non ha subito variazioni apprezzabili nel corso del tempo; le variazioni sono state contenute nell'ambito dell'errore sperimentale.

### **Conclusioni**

Il presente lavoro ha portato a delle conclusioni che sono in contrasto con quella che è la letteratura corrente per quanto riguarda le relazioni che esistono tra le varie componenti dell'uovo e il contenuto di colesterolo. Le uova campionate non hanno evidenziato alcuna relazione tra le varie parti dell'uovo e non è stato possibile individuare alcuna regolarità nel contenuto di colesterolo. Inoltre il contenuto di colesterolo trovato è sensibilmente più basso rispetto a quello riportato in letteratura. Questi risultati inducono a rivedere alcune modalità di impiego del liofilizzato delle uova come il suo impiego nella produzione delle paste alimentari. Il numero di uova limitato e la ristretta zona di prelievo delle uova impongono delle ulteriori sperimentazioni per la generalizzazione dei risultati ottenuti.

#### RIASSUNTO

Sessanta uova, acquistate sul mercato locale, di categoria A e di peso compreso tra 55 e 80 grammi, sono state analizzate in termini di conte-

nuto di colesterolo. È stato riscontrato che il quantitativo di colesterolo totale contenuto nelle uova oscilla tra 120 e 193 mg/uovo (valore medio 157 mg/uovo) contro i 250 mg/uovo riportati in letteratura. La differenza tra il contenuto di colesterolo prima e dopo transesterificazione ha evidenziato che il contenuto di colesterolo presente come sterilester nel grasso è trascurabile. Infine, nelle uova analizzate, è stato evidenziato che il grasso del tuorlo è costituito prevalentemente dalla frazione apolare che raggiunge il 75% in peso. I tentativi di normalizzazione del contenuto di colesterolo trovato nell'uovo rispetto ad altre parti o altre componenti non hanno portato a relazioni univoche; ciò è stato attribuito alla funzione che rivestono le varie parti dell'uovo nel contribuire allo sviluppo di una nuova vita, per cui non sarebbe necessario che si mantengano rapporti costanti tra le varie parti dell'uovo, ma è indispensabile la presenza di tutte le componenti. Il numero di uova analizzate limitato e la ristretta zona di prelievo delle uova stesse impongono delle ulteriori sperimentazioni per la generalizzazione dei risultati ottenuti.

**Parole chiave:** uova, colesterolo, trigliceridi, acidi grassi.

#### SUMMARY

#### *CHOLESTEROL CONTENT IN EGGS AND ITS RELATION WITH VARIOUS PARTS OF EGG*

Sixty A category eggs, purchased on the local market, ranging in 55-80 g interval of weight, have been analysed in terms of cholesterol content. Cholesterol content in eggs was found to be between 120 and 193 mg (average value 157 mg/egg) instead of 250 mg/egg as reported in literature. The difference of cholesterol content between before and after transesterification shows that the cholesterol content as sterylester in egg fat is negligible. Moreover, we found that in analysed eggs, yolk fat is represented for the most by a non polar fraction, which is about 75% of the total. The trials to normalize cholesterol content found in eggs in comparison with other parts or components did not give unique relations; this fact is attributed to the function that different parts of egg have in giving develop to a new life, so it would not be necessary to keep constant ratios between various parts of egg, but only the presence of all components is essential. Since the number of analysed eggs was not great and the collecting area was limited, further experimentations are required to generalize the results obtained.

**Key words:** eggs, cholesterol, triglycerides, fatty acids.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) Berner Y., Bar-El M., Habot B., Shinitzky M. (1991) - Consumption of two eggs per day does not increase serum cholesterol in the elderly. Proc. 4th Europ. Symp. on Quality of the Eggs and Eggs Products. Vol. II, 91-95.
- 2) Kummerow F. A., Kim Y., Hull J. (1977) - The influence of egg consumption on the serum cholesterol level in human subjects. Am. J. Clin. Nutr., 30: 664-673.
- 3) Sauver B. (1988) - Reproduction des volailles et production d'oeufs. INRA, Paris.
- 4) Stadelman W. J., Olson V. M., Shemwell G. A., Pasch S. (1988) - Egg and Poultry-Meat Processing. VCH, Cambridge.
- 5) Mordenti A., Meluzzi A. (1997) - Controllo alimentare della qualità delle uova. Riv. di Avicoltura, 11: 17-25.
- 6) Meluzzi A., Giuliotti L., Sirri F. (1994) - Somministrazione di mangimi vegetali o contenenti proteine e grassi animali a galline ovaiole. Riv. di Avicoltura, 10: 57-60.
- 7) Naviglio D., Romano R., Schiavo L., De Gaetano F., Battaglia A., Ugliano M. (2001) - Determinazione rapida del colesterolo libero e legato nelle uova dopo separazione della frazione lipidica libera non polare. Riv. It. Sost. Grasse, 78: 117-126.
- 8) Naeemi E. D., Ahmad N., Al-Sharrah T. K., Behbahani M. (1995) - Rapid and simple method for determination of cholesterol in processed food. J. of AOAC International, 78(6): 1522-1525.
- 9) Naviglio D., Romano R., Schiavo L., De Gaetano F., Battaglia A., Ugliano M. (2000) - Estrazione e caratterizzazione della componente lipidica libera non polare del cioccolato mediante un metodo rapido di analisi. Riv. It. Sost. Grasse, 77: 549-556.
- 10) DPR 9 febbraio 2001, n. 187, art. 8.