

Aspetti del valore nutrizionale e nutraceutico degli alimenti di origine animale

Pier Lorenzo Secchiari*

Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agro-Ecosistema, sez. Scienze Zootecniche
Via del Borghetto 80, 56124 Pisa

Associazione Scientifica di Produzione Animale

Riassunto

Dopo un'ampia panoramica sulla struttura della zootecnica italiana, in cui sono evidenziati i tratti salienti delle filiere di produzione degli alimenti di origine animale, viene affrontata la tematica della loro qualità, attestata sul piano dell'immagine dalle 53 DOP e dalle 11 IGP che onorano il settore.

Viene prima trattata la qualità nutrizionale, soffermandosi nella descrizione del ruolo dei glucidi; delle proteine, dei lipidi, delle vitamine e degli elementi minerali nei più importanti alimenti di origine animale: latte, carne, pesce e uova.

Successivamente è evidenziata la presenza in tali alimenti di sostanze nutraceutiche, le cui caratteristiche vengono esposte concedendo uno spazio più ampio alla trattazione del ruolo degli acidi grassi ω -3 (EPA e DHA), e a quello dell'acido rumenico (C 18:2 *cis*-9, *trans*-11) il più importante degli isomeri dell'acido linoleico a dieni coniugati. Nelle conclusioni si sottolinea il ruolo che, in forza delle caratteristiche nutrizionali e nutraceutiche descritte, gli alimenti di origine animale possono svolgere nell'ambito di diete equilibrate e variate e si ribadisce il compito della zootecnica italiana di continuare a garantire sicurezza e qualità della sua filiera produttiva.

Parole chiave: alimenti, origine animale, valore nutrizionale, valore nutraceutico.

Summary

MANCA TITOLO IN INGLESE ??

The subject of this paper deals in the description of Italian zootechny with regard to animal food production and their quality. The last is well documented by the presence of a large number of certificated origin marks (53 POD e 11 PGI).

Firstly, nutritional quality of food has been described, with particular emphasis for Glucides, Proteins, Lipids, Vitamins and Mineral elements contents and their metabolic role, in the most important food of animal origin: milk, meat, fish and eggs.

After, the presence of nutraceutical substances in the same foods has been discussed. In particular the attention has been focused on the metabolic role of ω -3 fatty acids (EPA and DHA) and Rumenic Acid (C 18:2 *cis* 9 *trans* 11), the most important isomer of conjugated linoleic acid (CLA).

In conclusion has been underlined the importance of nutraceutical substances of animal origin in human balanced diet. Furthermore the fundamental role of Italian zootechny to assure animal food safety and quality has been confirmed.

Key-words: aliments, animal origin, nutritional value, nutraceutic value.

* Autore corrispondente: tel.: +39 050 599225; fax +39 050 540633. Indirizzo e-mail: psecchia@agr.unipi.it

1. Introduzione: la filiera zootecnica

La realtà della zootecnica italiana e della ricerca che nel suo ambito si svolge è caratterizzata dall'attenzione a tematiche della genetica e del miglioramento genetico, della nutrizione e alimentazione animale e della gestione aziendale, attraverso le quali si perseguono gli obiettivi più importanti del settore.

Tali obiettivi sono rappresentati dall'attuazione dell'allevamento delle specie di interesse zootecnico nel rispetto del benessere degli animali, realizzando al tempo stesso una condizione di equilibrio con l'ambiente, risultato importante già in sé, che ,insieme con il primo, favorisce anche il raggiungimento delle finalità principali, cioè la sicurezza igienico sanitaria e la qualità dietetico-nutrizionale degli alimenti di origine animale.

In questo quadro, il settore zootecnico, che copre il 30,2% della produzione agricola giungendo al 33,7% se si considera anche la pesca (Fig. 1) e ha ancora un peso più rilevante (oltre il 50%) se si tiene conto dell'indotto che da esso deriva, rappresenta un momento importante dell'agricoltura italiana, chiamata a operare da ora agli anni a venire, nel quadro dello sviluppo rurale, che definisce gli obiettivi attuali della politica agricola della UE.

1.1 L'analisi delle attività zootecniche nel nostro paese vede che esse sono concentrate per quasi il 70% nel Nord; questo dato è riferibile in larga misura alla bovinicoltura, alla suinicoltura, all'avicoltura e alla coniglicoltura.

L'allevamento bufalino è storicamente situato in maniera preminente in Campania e nel Lazio. Sempre nel Centro-Sud e nelle isole è più rappresentato l'allevamento degli ovini e dei caprini, del quale ci sono realtà importanti anche nel Nord (Piemonte, Lombardia, Veneto); queste specie sono presenti in scenari caratterizzati da terreni marginali o comunque poco produttivi e difficilmente utilizzabili con forme di

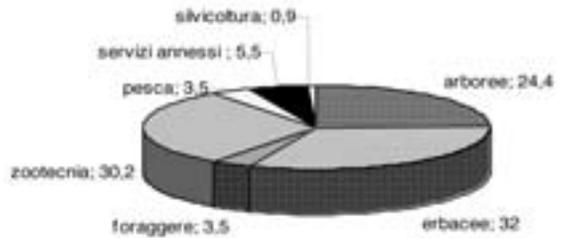


Figura 1: Ripartizione della produzione agricola (%).

Figure 1. Agriculture production portioning (%).

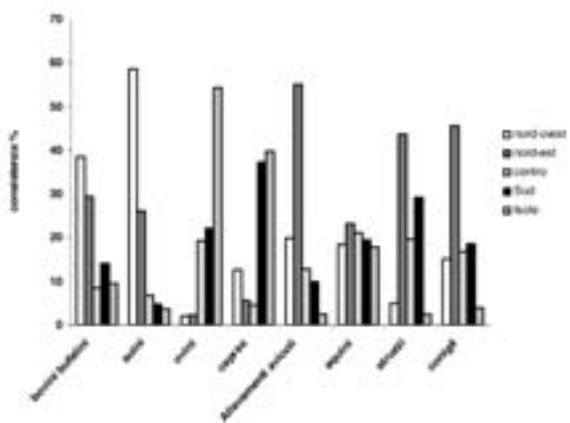


Figura 2. Consistenza delle specie di interesse zootecnico per circoscrizione in Italia (Fonte INEA, 2007).

Figure 2. Consistency of livestock species per area in Italy (INEA, 2007).

investimento differenti dal pascolo e in cui si attua una zootecnica di tipo estensivo (Fig. 2). Proprio la tipologia di questi allevamenti, basati eminentemente sullo sfruttamento delle aree pascolive, ha peraltro favorito la loro trasformazione in “biologici” contribuendo a determinare l’espansione delle attività zootecniche appartenenti a questa particolare forma di agricoltura.

L'allevamento di avicoli e cunicoli è significativamente rappresentato nel Nord-Est dell'Italia (55 e 45% rispettivamente).

Nella Tabella 1 i dati della consistenza delle

Tabella 1. Confronto delle consistenze tra i dati 2005 e quelli emersi dal censimento dell'agricoltura del 2000 (Fonte INEA, 2007).

Table 1. Comparison of livestock consistency between 2005 and 2000 agriculture census data. (INEA, 2007).

	Bovini bufalini	Suini	Ovini	Caprini	Allevamenti avicoli	Equini	Struzzi	Conigli
Censimento 2000	6231203	8645659	6810389	923755	171399215	184838		10887544
Dati 2005	6179541	8757641	6991618	917853	149064149	142074	126853	7047329
Differenza	-0.8%	1.29%	2.66%	-0.64%	-13%	-23%	100%	-35%

Tabella 2. Principali produzioni zootecniche italiane 2005 (Fonte INEA, 2007).

Table 2. Italian main livestock production in 2005 (INEA, 2007).

	Quantità		Valore	
	000 t	var. % 2006/05	mio. Euro	var. % 2006/05
Carni bovine	1440	0.3	3390	1.8
Carni suine	1869	-0.5	2371	8.3
Carni ovicaprine	66	-1.6	225	-8.7
Carni avicole	1230	11.4	1644	-7.5
Carni di coniglio e selvaggina	479	1.6	1090	5.8
Oova (milioni di pezzi)	12123	-5.2	885	2.9
Latte vaccino e bufalino (000 hl)	104522	-2.6	3851	-6.4
Latte ovicaprino (000hl)	5855	-1.3	448	7.6
Miele	119	-4.8	27	-1.3

specie allevate, confrontati con quelli dell'ultimo censimento dell'agricoltura (anno 2000), permettono di rilevare, per le specie maggiori, un incremento per le specie suina e ovina e una leggera riduzione delle consistenze bovine e caprine.

Il quadro delle produzioni (Tab. 2) fotografa una situazione sulla quale, al di là dei dati relativi ai prodotti, si possono fare considerazioni di segno opposto se, come accade soprattutto per il latte e la carne bovina, si considerano da un lato l'insufficiente livello quantitativo (il 60% del fabbisogno di latte e meno del 50% di quello della carne se si considerano i soggetti nati e allevati in Italia), e dall'altro la fama e la qualità legate a molti prodotti di origine animale.

Più articolata è la condizione della produzione della carne suina (carne fresca e prodotti di salumificio), più o meno prossima all'auto-sufficienza e delle produzioni ovine e caprine (latte e carne), che anch'esse si fregiano di importanti marchi di qualità.

Positiva è la condizione delle produzioni avicole (uova e carne) e cunicole, rispetto ai fabbisogni.

Su tutti questi prodotti, alla luce anche di ricorrenti crisi (BSE, polli alla diossina, influenza aviaria), è molto elevata l'attenzione alla qualità, nel senso anzitutto della loro sicurezza igienico-sanitaria, oltre che alle loro caratteristiche dietetico-nutrizionali. Sotto questo ultimo aspetto spesso la pubblicistica di largo consumo sottolinea quelle negative (alcuni esempi fra tanti sono costituiti dall'equazione: uova-colesterolo, formaggi-colesterolo), peraltro non approfondendone e circostanziandone il significato e

ignorando o non considerando, a sufficienza, quelle positive.

1.2 Anzitutto, a questo proposito, bisogna premettere che nella filiera produttiva della zootecnia, come sopra accennato c'è il dato relativo alle 53 DOP e alle 10 IGP che attestano l'eccellenza di molti prodotti di origine animale elencati nelle Tabelle 3, 4, 5 e 6. Basta ricordare, fra i formaggi, il Parmigiano-Reggiano, il Grana Padano, l'Asiago, la Fontina, i pecorini romano, sardo, toscano; fra i salumi e le carni conservate, la mortadella di Bologna, il cotechino di Modena, il salame piacentino, i prosciutti di Parma e San Daniele, lo speck dell'Alto-Adige, ilc di Zibello e il lardo di Colonnata.

Pertanto la qualità certificata degli alimenti di origine animale è un aspetto di grande rilievo e di grande significato economico e commerciale. La sua importanza è anche legata al fatto che ad essa si fa riferimento per la valorizzazione delle produzioni tradizionali, tipiche o di nicchia, alcune delle quali contribuiscono al sostegno di molte piccole realtà territoriali.

I dati di conoscenza relativi alle caratteristiche qualitative dovrebbero essere preliminari alle problematiche della tracciabilità e rintracciabilità, cui sono in grado di dare un senso pieno e compiuto. Tali dati, infine, potrebbero assumere il ruolo di claims per sottolineare la qualità dei veri prodotti.

2. La qualità nutrizionale

Scendendo in un'analisi più dettagliata, occorre anzitutto ricordare che, in generale, tutti gli alimenti di origine animale possiedono caratteri-

Tabella 3. Prodotti DOP e IGP primari e di trasformazione di origine bovina e bufalina.

Table 3. Primary and processed PDO and PGI products from bovine and buffalo livestock.

DOP e IGP (Bovini e Bufalini)			
Prodotto	Denominazione	Categoria	Origine
Asiago	DOP	formaggio	Trentino Alto Adige, Veneto
Bitto	DOP	formaggio	Lombardia
Bra	DOP	formaggio (eventuali aggiunte di piccole dosi di latte di pecora e capra)	Piemonte
Caciocavallo Silano	DOP	formaggio	Calabria, Basilicata, Campania, Molise Puglia
Castelmagno	DOP	formaggio (con rare, eventuali aggiunte di piccole percentuali di latte ovino e caprino)	Piemonte
Fontina	DOP	formaggio	Valle d'Aosta
Formai de Mut dell'Alta Val Brembana	DOP	formaggio	Lombardia
Gorgonzola	DOP	formaggio	Lombardia, Piemonte
Grana Padano	DOP	formaggio	Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte, Trentino Alto Adige, Veneto
Montasio	DOP	formaggio	Friuli Venezia Giulia, Veneto
Monte Veronese	DOP	formaggio	Veneto
Mozzarella di Bufala campana	DOP	formaggio	Campania; Lazio; Puglia
Parmigiano Reggiano	DOP	formaggio	Emilia Romagna, Lombardia
Provolone Valpadana	DOP	formaggio	Emilia Romagna, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto
Quartirolo Lombardo	DOP	formaggio	Lombardia
Ragusano	DOP	formaggio	Sicilia
Raschera	DOP	formaggio	Piemonte
Robiola di Roccaverano	DOP	formaggio	Piemonte
Spessa delle Giudicarie	DOP	formaggio	Trentino Alto Adige
Taleggio	DOP	formaggio	Lombardia, Piemonte, Veneto
Toma piemontese	DOP	formaggio	Piemonte
Valle d'Aosta Fromadzo	DOP	formaggio	Valle d'Aosta
Valtellina Casera	DOP	formaggio	Lombardia
Bresaola della Valtellina	IGP	salume	Lombardia
Vitellone bianco dell'Appennino centrale	IGP	carne	Marche; Toscana; Campania; Emilia-Romagna; Molise; Abruzzo; Lazio; Umbria

Tabella 4. Prodotti DOP e IGP primari e di trasformazione di origine ovina e caprina.

Table 4. Primary and processed PDO and PGI products from ovine and caprine livestock.

DOP e IGP (ovini e caprini)			
Prodotto	Denominazione	Categoria	Origine
Ricotta romana	DOP	altri prodotti di origine animale	Lazio
Agnello di Sardegna	IGP	carni	Sardegna
Canestrato Pugliese	DOP	formaggio	Puglia
Casciotta d'Urbino	DOP	formaggio (80% latte ovino, 20% latte vaccino)	Marche
Fiore Sardo	DOP	formaggio	Sardegna
Murazzano	DOP	Formaggio (latte ovino minimo 60%, latte vaccino max 40%)	Piemonte
Pecorino Romano	DOP	formaggio	Lazio, Sardegna, Toscana
Pecorino Sardo	DOP	formaggio	Sardegna
Pecorino Siciliano	DOP	formaggio	Sicilia
Pecorino Toscano	DOP	formaggio	Lazio, Toscana, Umbria

Tabella 5. Prodotti DOP e IGP primari e di trasformazione di origine suina.

Table 5. Primary and processed PDO and PGI products from swine livestock.

DOP e IGP (suini)			
Prodotto	Denominazione	Categoria	Origine
Capocollo di Calabria	DOP	salume	Calabria
Coppa Piacentina	DOP	salume	Emilia Romagna
Cotechino di Modena	IGP	salume	Emilia Romagna, Lombardia, Veneto
Culatello di Zibello	DOP	salume	Emilia Romagna
Lardo di Colonnata	IGP	salume	Toscana
Mortadella di Bologna	IGP	salume	Emilia Romagna, Lazio, Lombardia, Marche, Piemonte, Toscana, Trentino Alto Adige, Veneto
Pancetta di Calabria	DOP	salume	Calabria
Pancetta Piacentina	DOP	salume	Emilia Romagna
Prosciutto di Carpegna	DOP	salume	Marche
Prosciutto di Modena	DOP	salume	Emilia Romagna
Prosciutto di Norcia	IGP	salume	Umbria
Prosciutto di Parma	DOP	salume	Emilia Romagna
Prosciutto San Daniele	DOP	salume	Friuli Venezia Giulia
Prosciutto Toscano	DOP	salume	Toscana
Prosciutto veneto	DOP	salume	Veneto
Berico-Euganeo			
Salame Brianza	DOP	salume	Lombardia
Salame di Varzi	DOP	salume	Lombardia
Salame Piacentino	DOP	salume	Emilia Romagna
Salamini italiani alla cacciatora	DOP	salume	Abruzzo, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Marche, Molise, Piemonte, Toscana, Umbria, Veneto
Salsiccia di Calabria	DOP	salume	Calabria
Soppressata di Calabria	DOP	salume	Calabria
Sopressa Vicentina	DOP	salume	Veneto
Speck dell'Alto Adige	IGP	salume	Trentino Alto Adige
Valle d'Aosta Jambon de Bosses	DOP	salume	Valle d'Aosta
Valle d'Aosta Lard d'Arnad	DOP	salume	Valle d'Aosta
Zampone Modena	IGP	salume	Emilia Romagna, Lombardia, Veneto

Tabella 6. Prodotti DOP e IGP primari e di trasformazione di altre specie.

Table 6. Primary and processed PDO and PGI products from other species.

Miele della Lunigiana	DOP	Toscana
Salame d'oca di Mortara	IGP	Lombardia

stiche nutrizionali da tempo note e apprezzate, anche se riserve e voci critiche si alzano di sovente.

Le principali sostanze presenti in essi sono: glucidi, proteine, lipidi; gli alimenti, inoltre, possiedono vitamine e sali minerali corrispondenti ai principi nutritivi che, insieme con le prime, assicurano all'organismo il soddisfacimento dei fabbisogni per accrescere e rinnovare le proprie strutture e per trarne energia per i propri processi vitali.

2.1 Glucidi.

Gli alimenti di origine animale apportano scarse quantità di glucidi, salvo la carne equina e, soprattutto, il latte che contiene circa 4,5% di lattosio, il cui ruolo è molto importante sia ai fini della normale secrezione mammaria di latte sia per le sue caratteristiche nutrizionali.

Nella figura 3 e nella tabella 7 sono riportate le modalità di sintesi e secrezione dei costituenti del latte. Fra questi il lattosio, disaccaride costituito da una molecola di glucosio e una di galattosio, è una macromolecola osmoticamente attiva, che non potendo penetrare la membrana delle vescicole del Golgi, all'interno delle quali viene assemblata, richiama entro di esse l'acqua necessaria a garantire l'osmolarità. Pertanto, la quantità di latte prodotta è funzione della quantità di lattosio sintetizzato dalle cellule mammarie. La sintesi del lattosio (Figura

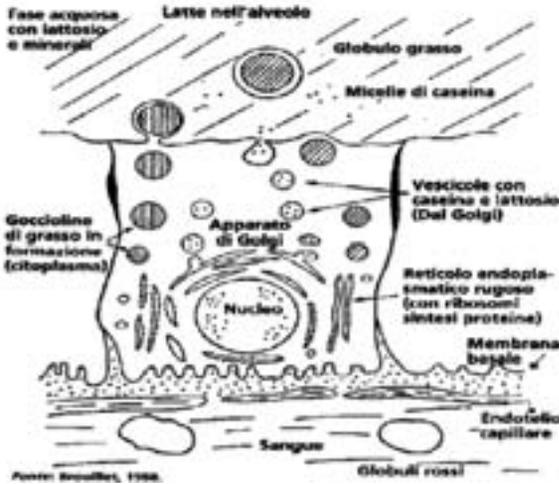


Figura 3. Modalità di sintesi e secrezione del latte.

Figure 3. Milk synthesis and secretion.

ra 4) è garantita dall'enzima lattosio sintesi che è formata da due proteine: la UDP-galattosil-transferasi e la α -lattoalbumina. In assenza di quest'ultima la sintesi del lattosio non può avvenire. La disponibilità di α -lattoalbumina è sotto il controllo della prolattina. Il progesterone esercita sulla lattazione un'azione inibente dovuta all'influenza negativa che ha l'ormone nella formazione della α -lattoalbumina.

La disponibilità di glucosio per la ghiandola mammaria è un altro fattore limitante la sintesi del lattosio.

Dal punto di vista nutrizionale al lattosio è stato riconosciuto un ruolo positivo nel metabolismo del calcio in quanto interviene nell'assorbimento di questo elemento minerale a livello intestinale.

Esso viene utilizzato dall'organismo previa idrolisi del legame fra glucosio e galattosio, operata da un enzima, la lattasi, presente sul bordo delle cellule intestinali dell'uomo. Nelle popolazioni europee solo in rarissimi casi la lattasi intestinale è congenitamente scarsa, al punto di non permettere la digestione del glucide, condizione che determina il manifestarsi dell'intolleranza. Più frequentemente, nel corso dei primi anni di vita, si può verificare un deficit di lattasi come conseguenza di patologie intestinali (infezioni, infestazioni parassitarie, grave malnutrizione proteico-calorica). Il veloce ricambio delle cellule intestinali, cessata la causa patologica, ripristina in breve tempo la normale attività digestiva, con la scomparsa dell'intolleranza.

Vero è che successivamente ai due anni di vita dell'uomo, la capacità di produrre lattasi comincia a declinare anche se può essere mantenuta continuando nel tempo l'utilizzazione del latte nella dieta; infatti, il deficit di lattasi, che può verificarsi dopo lo svezzamento, non è del tipo "tutto o nulla" bensì scalare, con grande variabilità individuale. L'incidenza del declino dell'attività lattasica dipende anche dal gruppo etnico e si ha nel 80-95% dei neri e degli orientali, nel 35% dei popoli mediterranei e nel 15% di quelli del Nord Europa. Si deve notare a questo proposito, che in tutto il mondo, la maggior frequenza del deficit di lattasi "tipo adulto", cioè di intolleranza, coincide con le aree a minor consumo di latte e, al contrario, il deficit è raro nelle aree in cui questo è maggiore. Queste, storicamente, coincidono con le popolazioni mediterranee e europee, mentre la linea di confine delle regioni lattofile scende dagli Ura-

Tabella 7. Precursori ematici e modalità di sintesi-secrezione del latte.

Table 7. Haematic precursors and milk synthesis-secretion modality.

Componente latte	Precursore ematico	Luogo di sintesi	Luogo assemblaggio	Modo secrezione
Lattosio	Glucosio	Apparato di Golgi	Apparato di Golgi	Pinocitosi inversa della fase acquosa
Proteine	Aminoacidi	Reticolo endoplasmatico rugoso	Apparato di Golgi	Pinocitosi inversa della fase acquosa
Minerali	Minerali		Apparato di Golgi	Pinocitosi inversa della fase acquosa
Acqua	Acqua		Apparato di Golgi	Pinocitosi inversa della fase acquosa
Grasso	Acidi grassi 50-60% C2 e C4 40-50%	Citoplasma	Citoplasma	Esocitosi con gocce avvolte da membrana

li a separarle da quelle dell'estremo oriente, refrattarie se non ostili, all'uso alimentare del latte, dei latticini e del formaggio (Camporesi, 1996).

Fra i latticini che possono essere utilizzati senza causare eccessivi problemi di intolleranza, si può ricordare lo yogurt, che ha un contenuto di lattosio ridotto del 30-40% rispetto al latte da cui deriva e che, inoltre, contiene una β -galattosidasi che si attiva nel duodeno e nel digiuno e consente la digestione del lattosio. Anche il formaggio Grana e in genere i formaggi stagionati sono ben tollerati in quanto il lattosio viene prima scisso e poi fermentato dai batteri lattici durante la stagionatura.

Il ruolo del lattosio nel latte è riconducibile, secondo un'antica nozione, alla presenza in questo disaccaride, oltre che del glucosio, glucide fondamentale per il metabolismo energetico e perciò importante ai fini degli apporti nutritivi del lattante, anche a quella del galattosio. Questo, infatti, sarebbe indispensabile per la formazione della mielina e propriamente dei galattolipidi, componenti fondamentali della mielina stessa. È noto infatti che il processo di mielinizzazione dei nervi nei mammiferi si completa dopo la nascita e la presenza del galattosio, derivante dal lattosio del latte, assolverebbe a questo compito durante l'allattamento. Tutto questo spiegherebbe anche l'indispensabilità del latte nel corso dei primi mesi di vita e la normale attività del corredo enzimatico del lattante in tale periodo. Tale condizione muta progressivamente a partire dallo svezzamento, quando l'apporto di galattosio non è più indispensabile e si verifica perciò una attenuazione della capacità di digestione del latte, cui si può ovviare o curando di mantenere un certo livello di attività enzimatica mediante il proseguimento dell'utilizzazione del latte nella dieta, o ricorrendo a latticini del tipo sopra ricordato.

2.2 Proteine.

Le proteine sono sostanze quaternarie (C, H, O, N), formate da catene aminoacidiche determinate geneticamente; esse hanno un ruolo nutrizionale essenzialmente plastico che consiste nella costruzione dei protoplasmici e delle membrane cellulari, ma possono anche essere utilizzate a fini energetici.

Il loro apporto quantitativo è elevato con le carni, i pesci, il latte e le uova; la qualità è le-

gata anzitutto alla loro digeribilità, soprattutto quelle del pesce e le albumine dell'uovo e all'elevato Valore Biologico (VB), cioè alla loro completezza sotto il profilo aminoacidico, che consente l'apporto di tutti gli aminoacidi essenziali. Il VB corrisponde al rapporto tra azoto trattenuto e azoto assorbito e si può determinare con metodi chimici, microbiologici e biologici (Bonsembiante e Parigi Bini, 1969; Bonsembiante, 1976), con i quali si può stimare l'efficienza nutrizionale della proteina, in ordine alla sua attività plastica, cioè ai fini della costruzione e del rinnovo delle strutture organiche del corpo.

La carne fresca è un'importante fonte proteica (tab. 8) e ciò non solo dal punto di vista quantitativo, ma anche per il tipo o la "qualità" della stessa. Le proteine della carne, come in genere le proteine di origine animale, possiedono infatti un elevato VB, cioè a dire una composizione aminoacidica completa e ben bilanciata. In essa infatti sono presenti i cosiddetti aminoacidi essenziali, quelli cioè che l'uomo non è in grado di sintetizzare autonomamente nonostante siano indispensabili per la sua sopravvivenza. In un organismo, infatti, una proteina può essere sintetizzata fino a che è disponibile l'aminoacido essenziale, cioè presente in quantità minore e perciò detto *limitante*; nell'alimentazione dell'uomo e dei monogastrici, essi devono quindi essere introdotti con la dieta.

L'insieme di queste caratteristiche fa sì che le proteine della carne in generale, e bovina in particolare, possiedano un VB che si avvicina molto al livello teorico ottimale.

Nell'uomo, il fabbisogno proteico giornaliero consigliato dalla FAO/OMS e dal Food Nutrition Board degli USA, si aggira tra 1 e 0,5 grammi per kg di peso in funzione dell'età, del sesso, dello stato fisiologico e dell'attività fisica esplicata; 100 g di carne coprono circa la metà di tale fabbisogno non solo quantitativamente, ma anche e soprattutto qualitativamente.

Le proteine delle carni hanno poi una sequenzialità aminoacidica tali da favorire gli enzimi proteolitici gastrici e intestinali, il che ne aumenta la digeribilità. Notevolmente elevata è la presenza di arginina, che stimola la secrezione dell'ormone della crescita (GH), aspetto che contribuisce a spiegare il rapporto tra il consumo di carne e la statura media della popolazione

Tabella 8. Composizione chimica delle carni (g per 100g di parte edibile) (da INRAN 2007, modificata).

Table 8. Meat chemical composition (g per 100 g edible part) (Modified from INRAN, 2007).

CARNI	Acqua	Proteine	Lipidi	Energia		Sodio	Potassio	Ferro	Calcio	Fosforo	B1	B2	PP ret. eq.	Vit A C	Vit E	Vit
	g	g	g	kcal	kJ	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mcg	mg	mg
Agnello	70,1	20,0	8,8	159	666	88	350	1,7	10	190	0,15	0,28	6,00	tr	0	
Anatra domestica	68,8	21,4	8,2	159	667	110	290	1,3	12	200	0,19	0,18	7,70	80	0	
Bovino adulto - tagli anteriori	20,5	7,0	145	607	43	291	1,3	10	180	0,10	0,15	4,80	tr	0		
Bovino adulto - tagli posteriori		21,5	3,4	117	488	55	335	1,6	4	190	0,11	0,18	4,70	tr	0	
Bufalo			1,1													
Capretto	74,8	19,2	5,0	122	510			1,0	9	220	0,25	0,10	5,70		0	
Cavallo	74,9	19,8	6,8	143	597	74	331	3,9	4	231	0,04	0,18	5,54		0	
Coniglio crudo	74,9	19,9	4,3	118	495	67	360	1,0	22	220	0,03	0,30	6,30		0	
Daino	75,8	21,0	1,2	95	397	81	349	2,8	16	403	0,22	0,48	6,40			
Fagiano	69,2	24,3	5,2	144	602	70	290				0,17	0,19	11,30		0	
Gallina	66,0	20,9	12,3	194	813			1,6	15	205	0,30	0,10	4,00		0	
Maiale, leggero (coscio)	75,2	20,2	3,2	110	459	76	370	1,6	12	233	1,35	0,20	4,50	tr	0	
Maiale, pesante (coscio)	72,9	20,4	5,1	128	533	76	370	1,7	8	176	0,31	0,31	3,80	5	0	
Pollo crudo	69,5	19,0	10,6	171	717	62	300	0,6	5	160	0,08	0,14	5,00	tr	0	
Struzzo crudo		76,1	20,9	0,9	92	384										0
Tacchino crudo	73,6	18,2	6,9	135	564									tr	0	

Nella carne sono presenti in quantità notevole gli aminoacidi ramificati (BCCA, Branched Chain Amino Acid); Leucina, Isoleucina e Valina rappresentano infatti circa il 35% degli AA essenziali presenti nel muscolo (49 g/Kg) e il 40% di quelli necessari ai fabbisogni dell'uomo adulto (35 mg/Kg/d). Tali AA assorbono importanti funzioni quali quelle di fungere direttamente da fonte energetica, di ottimizzare la *gluconeogenesi* (intervenendo nelle reazioni di transaminasi che portano alla formazione di alanina a partire dall'acido piruvico), di avere una funzione detossificante nei confronti dell'ammoniaca e di prevenire o ridurre la formazione di serotonina durante l'esercizio fisico.

Nei pesci, costituiti in prevalenza da acqua (60%-80%), le proteine sono presenti in misura ragguardevole (15%-23%), hanno un elevato VB, pari a 76 e sono ricche in metionina e lisina. Presentano anche un'elevata digeribilità

(96%-97%), a causa della scarsa presenza di tessuto connettivo (3%-10%) nelle loro carni. I parametri nutrizionali del pesce sono riportati nelle tabelle 9 e 10 e attestano quanto sopra detto, riguardo le sostanze azotate, evidenziando altresì aspetti che tratteremo in seguito.

Con il termine "proteine del latte" ci si riferisce in realtà a differenti gruppi di proteine che spesso presentano caratteristiche e proprietà molto eterogenee e la cui sintesi-secrezione avviene nella cellula mammaria secondo quanto riportato in figura 3. Esse sono: *le caseine*, che si trovano nel latte in sospensione colloidale e equivalgono a circa l'80% delle proteine totali e le *proteine del siero* (20%) che sono in soluzione e, dopo l'aggregazione delle caseine a seguito della caseificazione, rimangono in tale stato nel siero o latticello.

Esistono quattro tipi di caseina: tre fosfoproteine calcio-sensibili (α S1, α S2 e β) e una glicoproteina, denominata K- caseina.

Tabella 9. Parametri nutrizionali del pesce fresco.

Table 9. Nutritional parameters of fresh fish.

	Parte edibile (%)	Acqua (g)	Proteine (g)	Lipidi (g)	Glucidi (g)	Energia (cal.)	
Acciuga	75	76.5	16.8	2.6	1.5	96	Acciuga
Anguilla	71	61.5	11.8	23.7	0.1	261	Anguilla
Aragosta	29	78.1	16.8	1.9	1.0	86	Aragosta
Calamaro	65	n.d.	12.6	1.7	0.6	68	Calamaro
Carpa	50	72.4	18.9	7.1	0	140	Carpa
Cozza	32	82.1	11.7	1.9	3.4	77	Cozza
Dentice	65	76.1	16.7	3.5	0.7	237	Dentice
Gambero	45	80.1	13.6	0.6	2.9	71	Gambero
Grongo	70	62.8	14.6	19.6	0.7	237	Grongo
Luccio	56	79.1	0.6	0.3	n.d.	80	Luccio
Merluzzo	65	80.5	17.4	0.3	n.d.	72	Merluzzo
Muggine	55	73.4	15.8	6.8	0.7	127	Muggine
Nasello	76	81.5	17.0	0.3	n.d.	71	Nasello
Palombo	65	79.2	16.0	1.2	1.3	80	Palombo
Polpo	90	n.d.	10.6	1.0	1.4	57	Polpo
Razza	35	82.2	14.2	0.9	0.7	68	Razza
Rombo	55	79.5	16.3	1.3	1.2	81	Rombo
Sarda	70	73.0	20.8	4.5	n.d.	124	Sarda
Seppia	50	81.5	14.0	1.5	0.7	72	Seppia
Sgombro	80	69.8	17.0	0.5	n.d.	168	Sgombro
Sogliola	48	79.5	15.9	15.0	0.8	82	Sogliola
Spigola	54	78.5	16.5	6.2	0.6	82	Spigola
Tinca	55	61.5	17.9	3.0	n.d.	76	Tinca
Tonno	90	75.3	21.5	2.5	n.d.	221	Tonno

Tabella 10. Parametri nutrizionali del pesce surgelato.

Table 10. Nutritional parameters of deep-frozen fish.

	Parte edibile (%)	Acqua (g)	Proteine (g)	Lipidi (g)	Glucidi (g)	Energia (cal.)
Cernia	68	78.5	17.0	2.0	n.d.	86
Dentice	65	80.1	17.2	0.6	n.d.	74
Nasello	75	80.8	17.3	0.6	n.d.	75
Orata	69	78.4	19.8	1.2	n.d.	90
Sogliola	48	79.4	17.3	1.3	n.d.	81

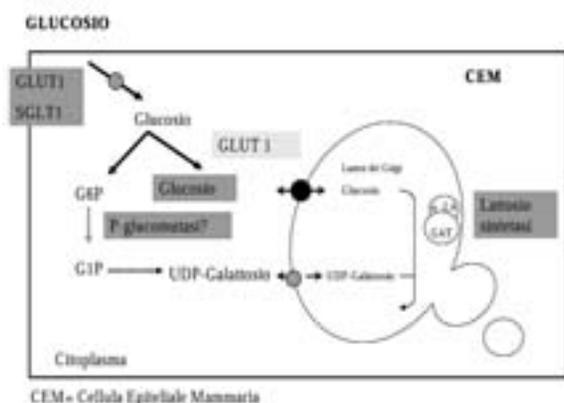


Figura 4. Sintesi del lattosio.

Figure 4. Lactose synthesis.

Le sieroproteine sono costituite da albumine (75%: α -lattoalbumine, sieroalbumine, β -lattoglobuline), immunoglobuline (15%) e proteo-peptoni.

Le caseine, la α -lattoalbumina e la β -lattoglobulina sono sintetizzate nel reticolo endoplasmatico rugoso delle cellule alveolari a partire dagli AA veicolati dal sangue; da qui sono trasferite nell'Apparato di Golgi da cui, insieme con il lattosio e gli elementi minerali, sono secrete nel lume alveolare sotto forma di vescicole.

Le sieroalbumine e le immunoglobuline, invece, provengono direttamente dal sangue.

Le caseine sono organizzate in una struttura micellare in cui, la K-caseina è localizzata nella

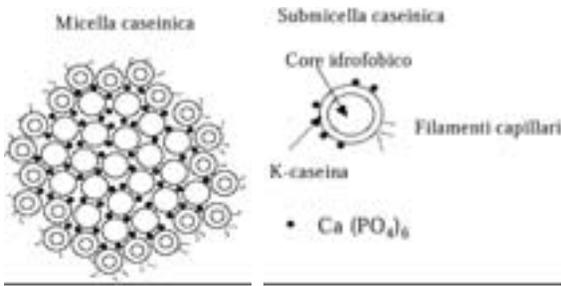


Figura 5. Struttura della micella caseinica.

Figure 5. Structure of the casein micelle.

parte più esterna e, grazie alla sua idrofilicità, ha il ruolo di colloide che favorisce e protegge le micelle in sospensione (fig. 5). Questa particolarità è molto favorevole ai fini della caseificazione. Infatti la formazione del coagulo si verifica per effetto del caglio sulle micelle di caseina che si assemblano e precipitano formando la cagliata.

Le proteine del siero sono assai sensibili al calore a causa dell'elevato contenuto in AA solforati, mentre, al contrario delle caseine, non precipitano per azione enzimatica, ma bensì per

effetto del riscaldamento del siero (circa 60 °C), dando la ricotta.

Le immunoglobuline sono la base dell'immunità passiva del colostro.

I proteosio peptoni derivano principalmente dalla degradazione dell'β-caseina e partecipano alla costituzione del pool delle sostanze azotate.

Dal punto di vista nutrizionale le proteine del latte hanno un buon VB: sono da sottolineare gli elevati contenuti di triptofano, metionina, e treonina, che rappresentano gli AA carenti nelle proteine vegetali. L'apporto proteico del latte di vacca, il cui consumo è molto diffuso, va considerato con molta attenzione (tab. 11). È innegabile la relazione tra contenuto di sostanze azotate del latte della varie specie e l'accrescimento della rispettiva prole. Infatti, i giorni necessari per raddoppiare il peso diminuiscono all'aumentare del contenuto di proteina e di altre sostanze plastiche (sali minerali). A questo proposito, un effetto importante è anche quello legato al valore calorico del latte delle diverse specie (tab. 12).

Infine, in tema di proteine del latte, è op-

Tabella 11. Composizione chimica del latte di specie diverse.

Table 11. Chemical composition of milk from different livestock species.

Specie	gg per raddoppiare il peso del neonato	Proteine g/100g di latte	Caseina g/100g di latte	Lattosio g/100g di latte	Acqua g/100g di latte	Grasso g/100g di latte	Calcio g/100g di latte	Sali g/100g di latte
Donna	180	1,64	0,85	6,69	87,57	3,38	0,033	0,22
Cavalla	60	2,6	1,25	6,26	90,48	0,85	0,090	0,35
Vacca	47	3,43	2,8	4,71	87,62	3,46	0,119	0,78
Asina	-	1,74	0,95	6,23	90,93	1,21	-	0,43
Capra	22	3,41	2,7	4,47	86,77	4,62	0,141	0,73
Pecora	15	6,17	4,5	4,89	80,48	7,54	0,180	0,92
Bufala	-	3,77	2,8-4,2	4,73	83,59	7,16	-	0,75

Tabella 12. Componenti del latte e accrescimento neonatale.

Table 12. Milk components and neonatal growth.

Specie	gg per raddoppiare il peso del neonato	Proteine g/100g di latte	Caseina g/100g di latte	Lattosio g/100g di latte	Acqua g/100g di latte	Grasso g/100g di latte	Calcio g/100g di latte	Sali g/100g di latte
Donna	180	1,64	0,85	6,69	87,57	3,38	0,033	0,22
Cavalla	60	2,6	1,25	6,26	90,48	0,85	0,090	0,35
Vacca	47	3,43	2,8	4,71	87,62	3,46	0,119	0,78
Asina	-	1,74	0,95	6,23	90,93	1,21	-	0,43
Capra	22	3,41	2,7	4,47	86,77	4,62	0,141	0,73
Pecora	15	6,17	4,5	4,89	80,48	7,54	0,180	0,92
Bufala	-	3,77	2,8-4,2	4,73	83,59	7,16	-	0,75

portuno ricordare la loro importanza all'interno del "Mercato mondiale delle proteine", come principali responsabili del processo di caseificazione; esse, inoltre, sono ingredienti fondamentali per l'industria alimentare (salumi, gelati bevande isotoniche per lo sport ecc.) e, infine, si prestano a svariate applicazioni tecnologiche e nutraceutiche.

Nell'uovo il contenuto medio di proteine è di 7g. Esse rappresentano le proteine di eccellenza tra tutte le proteine alimentari; il loro VB è infatti di 94, contro il valore di 76 del pesce, 73 della carne bianca e 58 per i fagioli.

Questo parametro è così importante che la composizione aminoacidica delle proteine dell'uovo costituisce normalmente il riferimento per la stima del VB delle altre proteine.

2.3 Lipidi.

Un'altra componente importante degli alimenti di origine animale è costituita dai lipidi il cui apporto nella dieta suscita tante riserve.

Vero è che, in generale, il danno che può derivare dagli alimenti, è legato all'eccesso quantitativo e al perdurare nel tempo, del loro consumo, mentre la loro presenza in maniera varia e equilibrata in diete altrettanto varie e equilibrate, allontana il timore rivolto ad alcune fonti alimentari.

Noi poi non assumiamo alimenti, ma diete formate da più varietà alimentari; è la composizione delle diete che determina la condizione che permette di giovarci delle caratteristiche positive di tutti gli alimenti attenuando o annullando gli effetti negativi.

Questo, come dicevo, vale in generale, e, se consideriamo i lipidi, abbiamo un chiaro esempio di quanto affermato.

In ordine nutrizionale, i lipidi degli alimenti di origine animale, sono rappresentati principalmente da trigliceridi, digliceridi e monogliceridi e in misura più contenuta da fosfolipidi. I primi sono costituiti da acidi grassi saturi, monoinsaturi, polinsaturi; a questi bisogna poi aggiungere il colesterolo, gli acidi grassi trans e gli acidi grassi ramificati.

I trigliceridi, nella carne, sono contenuti nel citoplasma della cellule adipose e i fosfolipidi nelle membrane cellulari. Il grasso nella carne, infatti, può essere situato tra i muscoli, tra i fasci delle fibre, tra le fibre muscolari (grasso di deposito) o nel citoplasma delle cellule. Il gras-

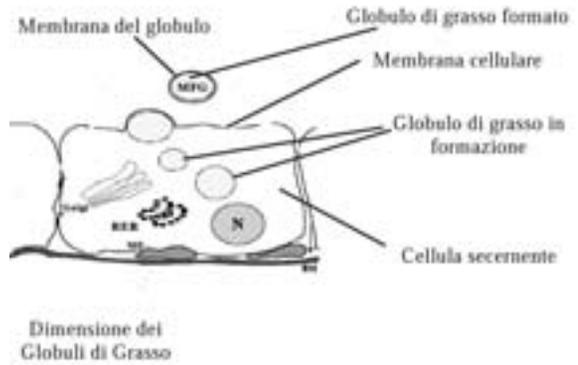


Figura 6. Processo di secrezione dei lipidi nella ghiandola mammaria.

Figure 6. Fat secretion process in the mammary gland.

so di deposito, così come quello di copertura (sottocutaneo) o quello che si accumula nella capsula renale o nel peritoneo, è costituito essenzialmente da trigliceridi. Accanto a questo abbiamo nelle membrane cellulari il grasso "funzionale", costituito principalmente da fosfolipidi e colesterolo.

Nel citoplasma delle cellule si ha la sintesi e l'allungamento degli acidi grassi fino a C:16 (fase citoplasmatica). Nei mitocondri tale acido può essere allungato fino ad arrivare ad acido con 22 atomi di carbonio. Nei microsomi, infine, gli acidi grassi possono essere sia allungati che desaturati, (fase mitocondriale).

Questa condizione limita, ma non esclude la capacità da parte dei mammiferi di formare gli acidi linoleico e linolenico, capostipiti, rispettivamente, delle serie n-6 e n-3. Questi acidi grassi infatti, possono essere allungati per formare gli acidi grassi della serie n-6 e n-3.

Nel latte, i trigliceridi si ritrovano nel "core" del globulo di grasso e i fosfolipidi nella membrana di questo.

I lipidi del latte di vacca sono prodotti nella ghiandola mammaria con un processo di sintesi e di secrezione rappresentato in figura 6. La loro sintesi origina da un pool di acidi grassi che per il 40-50% (in peso) viene sintetizzato "de novo" dalla cellula stessa a partire dall'acetato e dal butirrato, convertito a "β-idrossibutirrato" a livello della parete ruminale e che contribuisce per il 15% alla sintesi totale dei lipidi. Acetato e butirrato sono i precursori degli acidi grassi a corta e media catena (fig. 7). Il rima-



Figura 7. Sintesi degli acidi grassi volatili.

Figure 7. Volatile fatty acids synthesis.

nente 50-60% dei lipidi è costituito da acidi grassi veicolati dal flusso ematico.

Il latte di pecora e quello di capra presentano maggiori quantità di acidi grassi a catena corta, che assicurano la fluidità del latte stesso rispetto al latte vaccino, e contribuiscono a conferirgli il caratteristico odore irnico.

Nel latte di vacca, in presenza di una minore quantità di acidi grassi a catena corta, la stessa funzione è espletata dall'acido oleico (tab. 13). Dalla tabella si può vedere che il latte di pecora ha un contenuto di grasso molto eleva-

Tabella 13. Composizione in acidi grassi del latte delle principali specie di ruminanti.

Table 13. Fatty acids composition in the milk of the main ruminant species.

Acido Grasso	Vacca	Bufala	Pecora	Capra
C _{4:0}	3.29	5.10	3.73	3.34
C _{6:0}	2.08	2.54	2.68	3.21
C _{8:0}	1.32	1.36	2.63	3.34
C _{10:0}	3.20	1.54	7.58	12.58
C _{12:0}	4.05	2.08	4.88	6.45
C _{14:0}	12.13	9.50	12.75	12.42
C _{14:1}	1.88	0.57	0.26	0.39
C _{15:0}	1.22	1.16	1.56	0.83
C ₁₆	30.74	28.17	26.37	26.02
C _{16:1}	2.11	1.80	0.96	0.56
C ₁₇	0.57	0.50	0.85	0.76
C ₁₈	9.70	10.35	9.09	10.12
Tot C _{18:1 trans}	1.90	2.24	3.72	2.68
Tot C _{18:1 cis}	19.70	18.67	17.50	15.46
C _{18:2}	3.10	1.45	1.54	2.83
Tot CLA	0.56	0.65	1.75	0.57
Tot C _{18:3 n-3}	0.60	0.23	1.10	0.35
C ₂₀	0.21	0.19	0.29	0.11
C _{20:1}	0.05		0.05	0.05

to, rispetto a quello di vacca, mentre nella capra il valore è sui livelli di quest'ultima.

Il latte di pecora, inoltre, in virtù del maggiore contenuto di proteine e di grasso, ha una resa in formaggio superiore a quelle del latte di vacca (resa del 20% nel primo caso, contro un valore del 10% nel secondo).

Infine, dal punto di vista nutrizionale il latte di pecora in forza della ricchezza di sostanze nutritive mostra nei prodotti di trasformazione un contenuto maggiore di nutrienti e di sostanze bioattive della famiglia delle proteine e dei lipidi.

I lipidi del latte sono sintetizzati e assemblati nel citoplasma dalle cellule epiteliali alveolari in cui si trovano sotto forma di globuli sferici che vengono secreti nel lume alveolare. Tali globuli sono costituiti da un core di trigliceridi, rivestito da una sottile membrana del globulo di grasso formata principalmente da fosfolipidi, trigliceridi, colesterolo e proteine. In dettaglio possiamo vedere nella figura 8 la distribuzione degli acidi grassi e del colesterolo nella membrana e nel core del globulo e nel siero del latte bovino.

Per quanto riguarda il latte, i latticini, le carni, le uova, uno degli aspetti più temuti è l'apporto di alcuni acidi grassi e di colesterolo e l'effetto dei primi sulla concentrazione a livello ematico nell'uomo.

Gli acidi grassi saturi (SFA), con catena carboniosa < 10 atomi di carbonio e l'acido stearico (C 18:0) non influenzano il tasso ematico di colesterolo. A proposito del C18:0 infatti, è noto che il nostro organismo è in grado di desa-

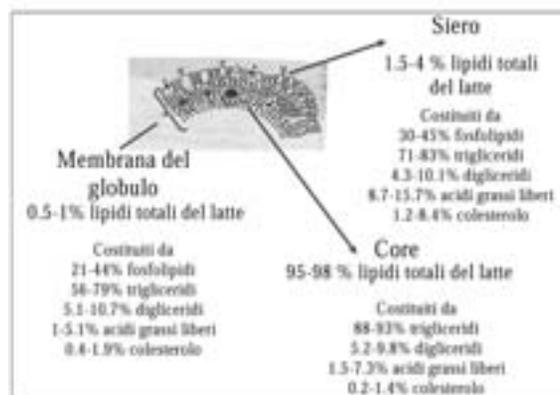


Figura 8. Distribuzione dei lipidi nel latte bovino.

Figure 8. Fat distribution in bovine milk.

Tabella 14. Composizione acidi grassi monoinsaturi nei pesci.

Table 14. Monounsaturated fatty acids composition in fish.

	Alice	Sardina	Nasello	Sgombro	Tonno	Aguglia
14:1 n-5	0.07	0.02	0.05	0.06	0.02	0.04
16:1 n-7	2.92	4.71	5.74	6.43	2.22	3.21
18:1 n-9	7.17	8.49	10.72	18.46	26.69	9.50
18:1 n-7	2.60	2.41	3.86	2.43	3.15	3.00
20:1 n-9	0.94	1.46	1.39	4.60	2.36	0.82
22:1 n-9	0.12	0.28	0.24	0.47	0.48	0.13
Totale	13.82	17.38	22.00	32.45	34.92	16.71

Tabella 15. Composizione acidi grassi polinsaturi nei pesci.

Table 15. Polyunsaturated fatty acids composition in fish.

	Alice	Sardina	Nasello	Sgombro	Tonno	Aguglia
18:2 n-6	1.78	2.20	1.53	1.22	1.37	1.49
18:3 n-6	0.12	0.21	0.08	0.35	0.08	0.14
18:3 n-3	0.77	1.19	0.72	0.98	0.53	0.22
18:4 n-3	1.09	1.84	0.75	2.66	0.49	0.23
20:2 n-6	0.39	0.44	0.23	0.22	0.30	0.27
20:4 n6	1.13	1.49	1.49	0.76	1.61	3.73
20:5 n-3	5.79	8.73	8.54	9.24	5.21	3.06
22:4 n-6	0.08	0.17	0.20	0.07	0.15	0.29
22:5 n-3	0.70	1.29	1.34	1.66	1.68	2.99
22:6 n-3	32.22	23.66	26.44	14.42	16.79	31.50
Totale	44.06	41.22	37.79	31.58	28.21	43.93

turarlo, per effetto dell'enzima SCD o Δ -9 desaturasi, in posizione Δ 9, trasformandolo in acido oleico (C18:1 *cis*9), di cui diremo fra breve.

Gli acidi laurico (C 12:0), miristico (C14:0), e palmitico (C16:0), invece, aumentano il tasso ematico di LDL colesterolo, cioè del così detto colesterolo "cattivo" e la colesterolemia totale. In particolare il C14:0 ha un potenziale di innalzamento del colesterolo serico, pari a 4 volte quello del C16:0.

Per questo motivo le raccomandazioni della FAO e delle OMS indicano un contributo massimo (da parte degli SFA), del 7-10% del contenuto calorico totale della dieta, mentre l'apporto totale di lipidi non deve essere superiore al 30% dell'energia della dieta stessa.

Gli acidi grassi monoinsaturi (MUFA) sono rappresentati soprattutto dall'acido oleico (C18:1 *cis* 9).

Questi permette la diminuzione del colesterolo LDL, senza far diminuire il colesterolo HDL, migliorando quindi il rapporto LDL/HDL e abbassando, di conseguenza, la colesterolemia totale.

I lipidi dei pesci, tabelle (14 e 15), sono ca-

ratterizzati dall'apporto di PUFA, ω -3, soprattutto nel pesce azzurro, che vive a grande profondità e si nutre di alghe marine, dalle quali il grasso dei pesci acquisisce queste particolari proprietà dietetico-nutrizionali.

Nelle uova (tab. 16) i lipidi sono presenti in misura contenuta, e gli acidi grassi insaturi prevalgono sui saturi. L'uovo contiene sostanze protettive per la cellula epiteliale (colina, metionina, fosfolipidi).

In merito all'apporto di colesterolo, il suo contenuto nelle uova attualmente è stato ridotto (190-200 mg/uovo) grazie ad opportune tecniche di alimentazione. Inoltre l'uovo è ricco di una sostanza, la lecitina che sequestra il colesterolo, anche quello della dieta, non solo quello dell'uovo, impedendone l'assorbimento.

2.3.1 Acidi Grassi Polinsaturi (PUFA). Gli Acidi Grassi Polinsaturi più importanti sono l'acido linoleico (LA) (C18:2 ω -6) e l'acido linolenico (LNA) (C18:3 ω -3), detti in passato acidi grassi essenziali, perché si pensava che l'organismo non fosse in grado di sintetizzarli; oggi, in base anche a quanto detto in precedenza sulla sintesi dei grassi negli adipociti somatici; questa

Tabella 16. Composizione dell'uovo intero, dell'albume e del tuorlo.

Table 16. Whole egg, albumen and yolk composition.

Componenti		Intero	Albume	Tuorlo
Peso	g	55.1	38.4	17.6
Sostanza secca	%	24.1	12	51.8
Energia	kcal	84	19	64
Proteine	g	6.6	3.88	2.74
Grassi totali	>>	6	-	5.8
Acidi grassi:				
ac. grassi saturi	>>	2.01	-	1.95
ac. grassi monoinsaturi	>>	2.53	-	2.5
ac. grassi polinsaturi	>>	0.73	-	0.72
ac. oleico	>>	2.31	-	2.28
ac. linoleico	>>	0.66	-	0.65
Colesterolo	>>	0.26	-	0.258
Lecitina	>>	1.27	-	1.22
Cefalina	>>	0.25	-	0.241
Carboidrati	>>	0.36	0.26	0.1
Fibra	>>	0	0	0
Ceneri:	>>	0.55	0.26	0.29
Calico	mg	29.2	3.8	25.2
Ferro	>>	1.08	0.05	1.02
Magnesio	>>	6.33	4.15	2.15
Fosforo	>>	111	8	102
Zolfo	>>	90	62	28
Vit. A	UI	264	-	260
Vit. D	>>	27	-	27
Ac. ascorbico	>>	0	0	0
Colina	mg	238	0.46	237
Niacina	mg	0.045	0.035	0.01
Riboflavina	mg	0.18	0.11	0.07

ipotesi non è ritenuta più vera, e i suddetti vengono definiti acidi grassi indispensabili.

Le vie sintetiche delle serie ω-6 e ω-3, sono riportate nella figura 9, che evidenzia, anzitutto, come tali vie utilizzino gli stessi enzimi, con una maggiore affinità per desaturasi e elongasi da parte dei PUFA ω-3 rispetto ai PUFA ω-6; gli effetti più importanti sono legati, nella serie ω-6, all'Acido Arachidonico, AA, (C20:4 ω-6) e in quella ω-3, agli acidi Eicosopentaenoico o EPA (C20:5 ω-3) e Docosoesaenoico o DHA (C22:6 ω-3). Tali acidi grassi sono tipici, come già detto, del grasso dei pesci, ma si trovano in varie quantità nella componente lipidica del latte e delle carni di tutte le specie.

2.3.2 Colesterolo. È un importante lipide che svolge un ruolo fondamentale quale componente, insieme con i fosfolipidi e con alcune proteine, della membrana cellulare; ai fini del mantenimento della loro integrità strutturale e, di conseguenza, funzionale.

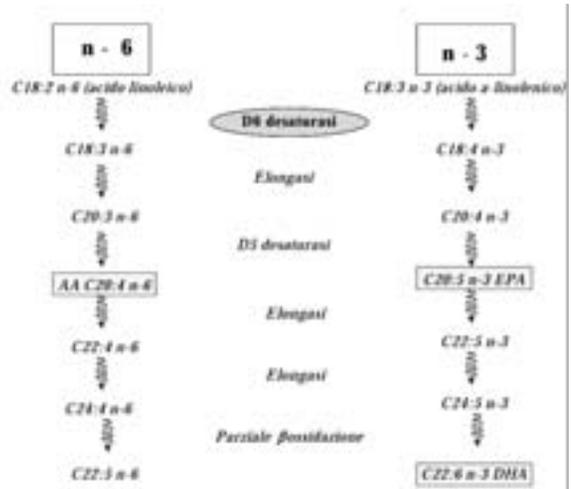


Figura 9. Sintesi degli acidi grassi.

Figure 9. Fatty acids synthesis.

Il colesterolo inoltre appartiene alla stessa catena metabolica che porta alla sintesi della vitamina D degli ormoni steroidei e degli acidi biliari.

Le sue funzioni sono pertanto estremamente rilevanti.

Il tasso ematico del colesterolo nell'uomo è legato in larga misura alla predisposizione del singolo individuo e gli interventi sulla dieta; con restrizione dell'apporto di componenti ricchi di colesterolo, non dà molto giovamento, portando ad una riduzione della colesterolemia soltanto del 5-10%. Al contrario, in caso di ipercolesterolemia, l'errore dietetico, cioè il consumo di diete squilibrate, con elevati apporti di colesterolo, può peggiorare la condizione.

La sintesi del colesterolo è riportata nella figura 10.

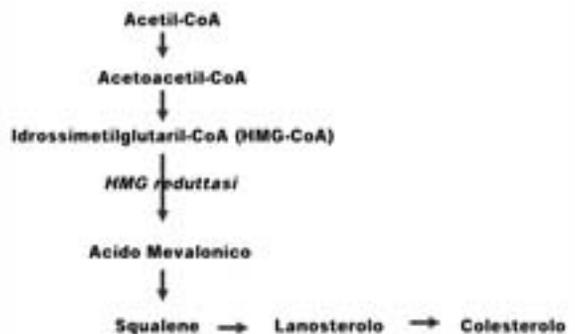


Figura 10. Sintesi del colesterolo.

Figure 10. Cholesterol synthesis.

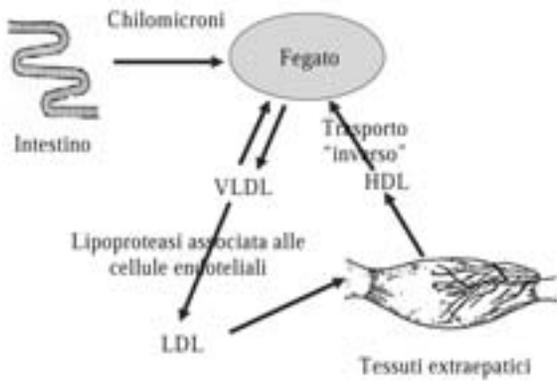


Figura 11. Trasporto del colesterolo nell'organismo.

Figure 11. Cholesterol transfer in the organism.

Il trasporto del colesterolo nell'organismo è sintetizzato nella figura 11, che evidenzia anche la funzione esercitata dalle proteine a bassa densità (LDL, Low Density Lipoproteins, o "colesterolo cattivo") che veicolano il colesterolo dal fegato agli organi e agli apparati periferici. Dalla periferia al fegato la funzione di trasporto è assolta invece, dalle lipoproteine ad alta densità (HDL, Higt Density Lipoproteins) o "colesterolo buono" così detto perché allontana il lipide dalla periferia riportandolo nella sede di accumulo.

In base a quanto sopra detto, il colesterolo degli alimenti, più che un pericolo costituisce un problema per la sua natura di lipide insaturo e perciò facilmente ossidabile. I prodotti di tale processo di ossidazione sono detti COPS, cioè Prodotti di Ossidazione del Colesterolo, e rivestono un ruolo molto insidioso, perché sono inodori, mentre i prodotti di ossidazione degli acidi grassi, denunciano alterazioni olfattive e di sapore (irrancimento) e rivelano facilmente la loro presenza nell'alimento.

2.3.3 Acidi grassi ramificati. Gli acidi grassi ramificati (AGR) sono acidi la cui struttura presenta una particolarità: la catena carboniosa invece di essere lineare, presenta delle "ramificazioni", vale a dire dei gruppi chimici laterali. A seconda che tali gruppi siano posti in corrispondenza del secondo o del terzo atomo di carbonio ω , vengono definiti rispettivamente acidi grassi ramificati *iso* ed *anteiso*.

La sintesi degli AGR metil sostituiti avviene per elongazione degli acidi 2-metil butanoico (serie anteiso), mentre i loro "precursori" si pro-

ducono per transaminazione e successiva carbossilazione di isoleucina e leucina. Gli AGR con un sostituito in un carbonio "pari" possono prodursi per carbossilazione del propionil-CoA (Smith e Duncan, 1979).

C'è un crescente interesse riguardo i AGR, quali potenziali strumenti diagnostici della funzione ruminale (es. l'andamento delle fermentazioni ruminali e dei batteri nitrogeni). Altri motivi dell'interesse dei AGR sono il loro effetto anticarcinogeno sulle cellule cancerose, la loro influenza sulla temperatura di fusione del grasso del latte e il loro potenziale come indicatori dell'assunzione di latte e suoi derivati da parte dell'uomo. Le forme iso e anteiso del C15:0, l'iso del C16:0 e l'iso e anteiso del C17:0, che sono state le prime ad essere identificate, sono i più importanti AGR nel latte di capra e vacca (Massart-Leen e Massart, 1981). I monometil AGR con catena di atomi di carbonio più corta delle 10 unità, sono stati identificati successivamente solo nel latte di capra (Ha e Lindsay, 1993). Sono stati identificati altri 31 AGR, presenti in bassissime concentrazioni: 25 di questi sono monometil ramificati, 2 sono dimetil e 4 sono dietil-ramificati (Alonso et al., 1999).

Tra gli etil-ramificati, il 4-etil-ottanoato e il 4-metilottanoato, contribuiscono a conferire il caratteristico sapore al latte ovino e caprino e ai suoi derivati. Sempre nel latte di capra sono stati individuati il 3-metilbutanoato, il 4-metilpentanoato e l'8-metilnonanoato, che però non sono stati rinvenuti nel latte di vacca.

Rispetto alla già citata attività anticancerogena, in uno studio sulle cellule della muscolatura liscia vascolare (Idel et al., 2002) è stato rilevato che gli AGR attuano un meccanismo di induzione dell'apoptosi delle cellule cancerogene umane, di ratto e di maiale. Gli AGR favoriscono tale processo inducendo l'attivazione e la secrezione dei fattori di necrosi tumorale α (TNF α), che neutralizzano, quasi completamente, gli anticorpi responsabili del blocco dell'apoptosi.

2.3.4 Gli acidi grassi trans. Fonti autorevoli affermano che l'effetto negativo degli acidi grassi trans nei confronti della salute umana è analogo o addirittura superiore a quello esercitato dagli acidi grassi saturi (Pedersen 2001). Essi, infatti, oltre ad agire negativamente sulla colesterolemia totale, innalzando il colesterolo LDL

e facendo diminuire il colesterolo HDL (Hunter 2006; Almendingen et al., 1995) possono essere, soprattutto alcuni, come l'acido elaidico (C18:1 9t), e il 18:1 10t, correlati con patologie coronariche; inoltre possono avere anche azione citossica.

La maggior fonte di acidi grassi trans è rappresentata da oli e grassi idrogenati durante i processi industriali (Innis e King, 1999), mentre i trans derivanti dai processi di bioidrogenazione, come quelle che avvengono nel ruminante di bovini, ovini e caprini non solo non hanno effetti negativi, ma, al contrario di questi, sono costituiti da acidi grassi trans quale il C18:1 *trans*11 (acido vaccenico VA) che, non solo, non è correlato con tali patologie, ma mostra invece effetti molto positivi nei confronti della salute umana in quanto può venire metabolizzato a C18:2 9-*cis* 11 *trans*, per azione dell'enzima SCD o Δ 9 desaturasi, formando cioè l'acido rumenico, il più importante fra gli isomeri dell'acido linoleico coniugato (CLA), di cui tratteremo al capitolo 5, dedicato alle sostanze nutraeutiche.

L'argomento relativo agli acidi grassi trans è di grande rilievo, viste anche le indicazioni emanate negli USA dalla Food and Drug Administration in merito agli alimenti che contengono tali sostanze e, conseguentemente ai pesanti adempimenti che sono necessari per l'importazione negli USA medesimi di alcuni di questi prodotti di origine animale. In base a ciò, è molto probabile che presto si pronuncerà sugli acidi grassi trans anche l'UE.

2.3.5 L'ossidazione dei lipidi nella carne. L'ossidazione dei lipidi nella carne durante la conservazione è il maggior fattore di natura non microbiologica che può incidere negativamente sulla sua qualità. La carne contiene dei fattori endogeni pro-ossidanti (certi enzimi o metalli come ferro e rame) ed antiossidanti, il rapporto reciproco tra i quali determina il livello di ossidazione finale del prodotto.

L'ossidazione dei lipidi inizia dagli acidi grassi insaturi contenuti in grande quantità nei fosfolipidi delle membrane biologiche (Lercker e Rodriguez-Estrada, 1999) per azione di sostanze che fungono da catalizzatori come il radicale idrossile o il radicale derivato della mioglobina (Maraschiello et al., 1998). Le sostanze generate nella prima fase dell'ossidazione sono

degli idroperossidi che si decompongono in prodotti secondari come aldeidi, chetoni, alcol ed acidi carbossilici a corta catena (Lercker e Rodriguez-Estrada, 1999).

Anche il colesterolo, componente fondamentale delle membrane biologiche, è un lipide insaturo che, alla luce ed in presenza di ossigeno molecolare, può ossidarsi generando degli idroperossidi (chimicamente instabili) che si decompongono in prodotti secondari dell'ossidazione i COPs (Cholesterol Oxidation Products).

Sono stati ritrovati almeno 60 diversi prodotti di ossidazione del colesterolo (Smith, 1981), molti dei quali hanno dei potenti effetti biologici. Alcuni sono citotossici ed angiottossici ed assumono un importante ruolo nell'aterogenesi: questi, assorbiti con la dieta, sono stati ritrovati nelle placche aterosclerotiche. I COPs possono inoltre modificare la fluidità e la permeabilità delle membrane cellulari ed inibire la biosintesi del colesterolo (Maraschiello et al., 1998). Altri ossisteroli manifestano proprietà carcinogeniche e mutageniche (Maraschiello et al., 1998).

Nella carne, durante le normali condizioni di frollatura, confezionamento, conservazione e cottura, si assiste ad un aumento anche considerevole degli ossisteroli come risultato dell'aumentata ossidazione dei lipidi e del colesterolo (Li S.X. et al., 1996; Maraschiello et al., 1998). Numerosi studi sono stati effettuati in merito: la conservazione in atmosfera modificata (Jacobsen e Bertelsen, 2000), la refrigerazione ed il congelamento, diversi sistemi di cottura (Lercker e Rodriguez-Estrada, 1999) sono tutti aspetti che sono stati valutati al fine di verificarne l'effetto sullo stato di ossidazione della carne.

Lercker e Rodriguez-Estrada (1999) affermano che i livelli di ossisteroli sono rilevanti anche sulle carni fresche e che diversi metodi di cottura hanno dimostrato solo modeste influenze sulla quantità di COPs; Jacobsen e Bertelsen (2000) affermano inoltre che la qualità "finale" del prodotto è fortemente influenzata dalla qualità "iniziale" della carne.

In un famoso prodotto ottenuto dal grasso sottocutaneo dei suini (lardo di Colonnata), un certo grado di ossidazione si evidenzia nei primi mesi di osservazione nelle conche di marmo, per poi attenuarsi dopo 6 mesi di immersione nella salamoia entro le conche medesime (Secchiari et al., 2007).

Un ruolo importante nel proteggere la carne dall'ossidazione dei lipidi e del colesterolo è assunto da antiossidanti naturali quali l' α -tocoferolo e da alcuni enzimi come la catalasi la cui attività è stabile alla conservazione; un altro composto che si è dimostrato efficace nell'inibire la perossidazione lipidica è l'acido α -lipoico.

3. Le vitamine

Trattando delle caratteristiche dei principali alimenti di origine animale il ruolo delle vitamine è importante e significativo. Anzitutto è giusto evidenziare che nella carne, nel latte e nei suoi derivati (burro) e nelle uova è possibile ritrovare la *vitamina A* o *retinolo*, mentre negli alimenti vegetali troviamo i precursori della medesima, cioè i caroten. Il più importante di questi è il β -carotene da una molecola del quale, nell'organismo, si formano circa due molecole di retinolo, un alcool a 20 atomi di carbonio, costituito da un anello β -ionico e da una catena laterale polinsatura con doppi legami coniugati trans. La *vitamina A*, se non è assunta direttamente, deriva dalla demolizione dei caroten a livello intestinale; da qui, dopo la sintesi a *vitamina*, questa viene convogliata per via linfatica al fegato, che è l'organo di deposito da cui è trasportata nel sangue da una globulina (RBP-Retinol Binding Protein) che la distribuisce ai tessuti.

La funzione fondamentale svolta dalla *vitamina A* è quella epitelio-protettiva, da cui derivano tutti i suoi effetti nel prevenire le alterazioni oculari (xerofthalmia, emeralopia o cecità crepuscolare), cutanee, degli epitelii degli apparati respiratorio, digerente e riproduttivo, presupposto fondamentale per la loro funzione, da cui gli appellativi di "antinfettiva", in quanto l'integrità degli epitelii difende dai batteri patogeni intestinali e di "fattore liposolubile dell'accrescimento", poiché un buon trofismo dell'epitelio gastrointestinale garantisce una adeguata attività digestiva e di assorbimento, fattori che, nell'individuo giovane, favoriscono un buon ritmo di accrescimento.

Molto importante è anche l'attività antitumorale attribuita alla *vitamina*.

La concentrazione di *vitamina A* e caroten è più o meno elevata negli alimenti di origine animale sopra ricordati, in funzione della quan-

tità di foraggio fresco, ricco di caroten consumato dagli animali.

Il fabbisogno di *vitamina A* varia da 400 a 500 RE nel bambino a 600 RE nelle donne a 700 RE negli uomini (1RE = 1 mcg di retinolo = 6 mg di β -carotene).

La *vitamina E* anch'essa liposolubile appartiene chimicamente ai Tocoferoli, serie di sostanze delle quali il D α -Tocoferolo possiede la maggiore attività biologica. Essa è rilevabile nelle carni solo a seguito dell'assunzione di diete opportunamente integrate. Sono ricchi di *vitamina E* i semi dei vegetali, la frutta e gli oli vegetali.

È importante la sua azione antiossidante che si esplica a livello delle membrane cellulari mediante la interruzione delle reazioni a catena che portano alla formazione dei radicali liberi responsabili delle reazioni di perossidazione.

È raccomandato che la sua assunzione giornaliera non sia inferiore a 3-4 mg/die; la quota ottimale è pari a 0.8 mg/die.

La *vitamina D* (D2, Ergosterolo; D3, Colecalciferolo) vede come fonte principale di approvvigionamento la sintesi endogena a livello della cute operata dall'azione dei raggi ultravioletti sul 7-deidrocolesterolo contenuto nell'epidermide, che porta alla formazione della *vitamina D3*. La seconda fonte di approvvigionamento è quella dietetica cui possono concorrere anche le carni e gli altri alimenti di origine animale.

La *vitamina D3*, formatasi nella pelle o assorbita nell'intestino, si accumula nel fegato dove subisce un'ossidazione in C25 con formazione di Calcidiolo (25-OH-D3). Il Calcidiolo viene idrossilato nei reni in C1, con formazione del Calcitriolo (1,25-OH-D3). Questi è la forma biologicamente attiva che, controllata dal paratormone, regola la calcemia e la fosforemia.

Sono ricchi di *vitamina D3* il tuorlo d'uovo, il latte e i suoi derivati e l'olio di fegato dei pesci, il più noto dei quali è l'olio di fegato di merluzzo.

Il fabbisogno dei bambini e delle donne in gravidanza è di 10 μ g/die; negli adulti è 5 μ g/die (un μ g = 40 UI).

Per quanto riguarda le *vitamine idrosolubili*, quelle appartenenti al gruppo *B* svolgono un ruolo importante come coenzimi che agiscono a vari livelli del processo metabolico. Di queste la

vitamina B₁ o *tiamina* è formata da un anello pirimidinico e da uno tiazolico, legati da un gruppo metilenico. Essa forma il Coenzima della Tiamina Pirofosfato Carbossilasi, che ha effetto su varie carbossilazioni ossidative, compresa quella dell'acido piruvico. Si trova in molti alimenti vegetali e nelle carni. Il fabbisogno giornaliero è di 1.22 mg nell'uomo e 0.9 mg nella donna.

La *vitamina B₂* o *riboflavina* è apportata da latte per cui la vitamina è detta anche lattoflavina, da carne e formaggi, essa è un costituente delle flavoproteine (FMN e FAD), importanti nelle reazioni del trasferimento dell'idrogeno, nel metabolismo degli aminoacidi, degli acidi grassi e dei glucidi e nelle reazioni di ossido-riduzione della cosiddetta respirazione cellulare. Le sue importanti funzioni metaboliche si riflettono anche sul processo di crescita somatica, per cui è detto anche "fattore idrosolubile dell'accrescimento". L'apporto giornaliero consigliato è di 1.6 mg.

La *vitamina B₆* formata da un anello pirimidinico, da cui derivano le tre forme (piridossina, piridossale e piridossalina) interconvertibili nell'organismo, è apportata da carne e uova; regola il metabolismo degli aminoacidi agendo a livello delle reazioni di trans-aminazione e decarbossilazione. Dose giornaliera raccomandata mg 1.2-1.5 rispettivamente della donna e nell'uomo.

La *vitamina H* o *biotina* rappresenta il coenzima coinvolto nel metabolismo della CO₂ regolando vari enzimi operanti in reazioni di carbossilazione e decarbossilazione; è presente nel tuorlo d'uovo. Il suo deficit porta a desquamazioni cutanee, facile affaticabilità, dolori muscolari e anoressia. Apporto giornaliero previsto è di 150-300 mg.

La *vitamina PP* è rappresentata dall'acido nicotinico che nell'organismo si trasforma in Nicotinammide. I coenzimi da essa derivati sono il NAD⁺ e il NADP⁺ che agiscono a livello di numerose deidrogenasi, denominate deidrogenasi pirimidiniche, è presente nel fegato e nella carne. Fabbisogno 18 mg nell'uomo e 14 mg nella donna.

L'*acido pantotenico* costituisce il CoA che regola il metabolismo degli acidi grassi, di alcuni steroidi e di alcuni aminoacidi; è contenuto in tutti gli alimenti, fra cui il più importante è il latte.

Infine la *vitamina B₁₂* che ha una struttura simile al gruppo eme dell'emoglobina. Trasferisce unità monocarboniose nel metabolismo della purina e del gruppo metile labile. È essenziale per la maturazione delle cellule della serie rossa del midollo osseo e agisce anche a livello del metabolismo del tessuto nervoso. Si ritrova in carne, frattaglie, pesce uova, latte e formaggio. La sua carenza provoca l'anemia perniciosa giovanile. Della vitamina B₁₂, il cui apporto giornaliero raccomandato, è di 2 mg parleremo di nuovo nel paragrafo successivo, in rapporto al ferro.

Anche la *vitamina C* (Acido Ascorbico) è uno dei più importanti antiossidanti idrosolubili. Essa si ritrova nel latte fresco ma, essendo fotolabile e termolabile, questo alimento rappresenta una fonte vera di vitamina solo nella condizione suddetta. Gli agrumi e i vegetali in genere sono ricchi di vitamina C, essa possiede spiccate caratteristiche antinfettive.

4. Sali minerali

Sono principi nutritivi di significato biologico fondamentale.

Nel latte la componente minerale rappresenta circa lo 0.7-1% del residuo secco del latte, a seconda delle specie.

I costituenti principali sono potassio (K):0.15%, il calcio (Ca): 0.12 e il fosforo (P): 0.09%.

Il Ca è presente come fosfato organico di calcio ed è perciò più facilmente disponibile per l'assorbimento del calcio di altre fonti alimentari vegetali, che lo contengono come ossido di Ca e come fitato di Ca. Infatti, sia i lattanti sia l'uomo adulto non hanno nel loro corredo enzimatico le fitasi necessarie a scindere il legame del Ca fitinico.

Il P è presente nel latte in un rapporto ottimale con il Ca (Ca/P >1), mentre questo non avviene negli altri alimenti di largo consumo di origine sia vegetale sia animale. Il latte infine è carente di ferro.

La principale problematica, per quanto riguarda il ferro, nell'ambito dell'alimentazione umana è rappresentata dalla sua "biodisponibilità", vale a dire la possibilità di essere assorbito a livello intestinale. La carne bovina fresca ne possiede da 1,9 a 2 mg ogni 100 g di carne

e l'assimilazione del ferro dei prodotti carnei risulta essere più che doppia rispetto a quella del ferro derivante dai prodotti vegetali. Questo è dovuto al fatto che, nella carne, il ferro è presente in una percentuale rilevante nella forma *eme* nella *mioglobina* e nella *emoglobina*, risultando così facilmente assorbibile in quanto non determina, come invece avviene nei vegetali, complessi con i fitati ed altri composti non assimilabili. Il ferro nella forma *eme* non è soggetto nemmeno a fenomeni ossidativi che lo rendono insolubile e quindi non disponibile; un ambiente alcalino, come quello dell'intestino tenue, facilita infatti l'ossidazione degli ioni ferro non *eme* (Fe^{++} a Fe^{+++}).

Ai fini dall'assimilabilità del ferro risulta quindi essere molto importante il rapporto *ferro eme/ferro non eme*, in quanto si calcola che il primo sia assorbito in misura di circa il 40%, mentre solo il 3-5% del secondo subisce questo destino. Il 60% circa del ferro totale presente nella carne bovina è rappresentato dalla forma *eme*. Tra l'altro i gruppi solfidrilici di alcuni aminoacidi presenti nelle proteine della carne bovina (come la cisteina presente nel glutatione) legandosi con gli ioni ferro liberi, lo fissano rendendolo così meno esposto all'azione di altri composti; il complesso Fe-cisteina è molto solubile e può quindi essere assorbito a livello intestinale. Questo meccanismo è detto "effetto carne" e permette alle proteine della carne di aumentare l'assorbimento del ferro *non eme* di circa tre o quattro volte, portandolo dal 3-5% al 10-12%. L'"effetto carne" è valido anche per il ferro *non eme* presente nei vegetali se consumati congiuntamente ad essa. Strettamente correlato alla problematica del ferro vi è quella della *vitamina B12*; la carne ne contiene circa 2 microgrammi/100 g. Anche in questo caso si evidenzia l'indispensabilità della carne, in quanto il fabbisogno giornaliero è valutato intorno ai 3 microgrammi e non esistono vere e proprie fonti non carnee di tale vitamina.

Con la carne si ha poi un significativo apporto di elementi minerali, oltre al ferro che è il più importante. Ricordiamo il calcio, il fosforo, il sodio, il potassio, il magnesio, il rame e lo zinco.

Il pesce fornisce fosforo a alcuni microelementi importanti (selenio e, nei pesci marini, iodio). Quest'ultimo è molto importante per il ruolo che ha nella sintesi degli ormoni tiroidei,

e di conseguenza del metabolismo della ghiandola.

Le uova danno un significativo apporto di calcio (33 mg/uovo), e di ferro (0.7 mg/uovo), valori per i due elementi paragonabili a quelli della carne.

5. Nutraceutica e alimento funzionale

Trattando delle caratteristiche nutrizionali degli alimenti, è stato particolarmente sottolineato il ruolo di alcune sostanze che svolgono un ruolo nutraceutico. Un alimento si definisce nutraceutico "se contiene uno o più componenti che possono fornire un beneficio alla salute umana al di là del loro tradizionale ruolo nutritivo" (Hornstra, 1999). Uguale significato ha anche l'aggettivo "funzionale" per cui un alimento che abbia le caratteristiche suddette può essere indicato in tal modo.

Queste sostanze sono anzitutto l'Acido Butirrico (C4:0), presente nel latte in una misura di poco superiore al 3% è ritenuto un potente agente antitumorale (Parodi,1989). Infatti, inibisce la moltiplicazione cellulare in un largo spettro di cellule cancerogene. Inoltre induce l'apoptosi delle cellule e previene la formazione di metastasi a livello epatico (Sengupta et al.,2006).

Abbiamo poi l'Acido Oleico (C18:1, *cis*9), propriamente caratteristico dell'olio di oliva, ma che è apportato anche dal latte; questi alimenti ne contengono rispettivamente dal 65% al 85% il primo, e dal 15% al 20% il secondo. Della sua azione ipocolesterolemizzante abbiamo detto, così come sono già state ricordate le più recenti acquisizioni sull'effetto anticancerogeno degli acidi grassi ramificati.

Tra i PUFA gli ω -3 e gli ω -6, hanno un ruolo nutraceutico di considerevole importanza. Essi derivano dall'acido linoleico (ω -6) e linolenico (ω -3). Sono considerati indispensabili perché il nostro organismo è in grado di sintetizzarli anche se in misura insufficiente, per cui, per la copertura dei loro fabbisogni è necessaria l'integrazione dietetica. Mentre i metaboliti degli ω -3 hanno sempre una funzione positiva sia sulla CHD sia di tipo antitumorale, più discusso è il ruolo degli acidi grassi ω -6.

Se si considerano gli effetti di uno tra i più importanti tra gli acidi ω -6, cioè l'AA è giusto

riconoscergli un effetto positivo sullo sviluppo fetale per la formazione dello sviluppo del sistema nervoso.

In generale invece, i PUFA ω -6 sono da temersi, salvo il ruolo del LA nei complessi lipidici che concorrono a formare le barriere di impermeabilità della cute, da cui deriva il suo uso in cosmetica. Infatti gli ω -6 sono ipercolesterolemizzanti (LA), pro-infiammatori, quali precursori delle prostaglandine, dei trombossani e delle prostacicline di tipo 1 e 2 e sono probabilmente coinvolti nei processi di aterogenesi e di cancerogenesi.

Questa ultima attività è legata al ruolo dell'AA che, contrariamente alla funzione prima descritta durante lo sviluppo fetale, nell'individuo adulto esplica il ruolo di produttore di eicosanoidi, correlati con la cancerogenesi.

Gli acidi grassi ω -3 inducono invece la diminuzione del colesterolo e delle VLDL, hanno attività antinfiammatoria e pertanto premuniscono dalle lesioni delle pareti dei vasi sanguigni, svolgono un ruolo di antiaggreganti piastrinici, riducono l'adesività dei neutrofili alle cellule dell'endotelio basale, regolano la pressione arteriosa e modulano il ritmo cardiaco. Quest'ultima proprietà antiaritmica è una delle caratteristiche più interessanti cui attualmente viene attribuito un ruolo ragguardevole.

La somma di questi effetti è attribuibile in particolare all'EPA e al DHA. Il primo infatti riduce i lipidi ematici, esplica effetto antinfiammatorio, antiaritmico e antitrombotico, riducendo i trombossani pro-aggreganti (TXA2) e aumenta le prostacicline vasodilatatorie (PG13). Ciò comporta in particolare la riduzione della coagulabilità del sangue e, come già prima ricordato la prevenzione delle aritmie e la stabilizzazione del battito cardiaco. L'attività antinfiammatoria si esplica attraverso la produzione di eicosanoidi (PGE3, PG13, TXA3), che riducono gli effetti degli agenti pro-infiammatori. Favorisce, infine, la diminuzione della microalbuminuria.

Il DHA riduce anch'esso i lipidi ematici, esercita effetti antinfiammatorio e anti-ipertensivo, protegge e migliora la funzionalità del tessuto retinico, riduce i fenomeni di apoptosi cellulare nella retinopatia diabetica e induce la diminuzione della microalbuminuria. Pertanto ha anch'esso un effetto positivo sulla riduzione dei trigliceridi e sull'aumento delle HDL; agisce in

senso anti-ipertensivo ed è attivo nella prima fase dell'infiammazione. Il DHA ha infine la proprietà di fissarsi nelle membrane della retina dei nervi e del cervello divenendo componente essenziale del sistema nervoso e favorendone la maturazione durante lo sviluppo embrionale e post embrionale.

Accanto a questi effetti sulle patologie cardio-circolatorie e sulle aritmie cardiache molto interessante è il ruolo dei lipidi nell'istaurarsi dei processi neoplastici, già sopra accennato (Cocchi e Tarozzi, 2005).

Il coinvolgimento di altri acidi grassi in tali eventi è legato soprattutto alla loro qualità; in generale si ritiene che l'apporto di acidi grassi saturi così come di PUFA ω -6 abbiano un effetto negativo.

La presenza di PUFA, in assenza di antiossidanti, può indurre stress ossidativo, con danni al DNA delle cellule. Si può poi avere l'interazione degli acidi grassi con le vie di trasduzione e con probabili alterazioni dell'espressione genica; sono possibili modificazioni della concentrazione degli estrogeni e effetti sull'attività di enzimi legati ai lipidi di membrana, come il citocromo P450 che regola il metabolismo degli estrogeni e degli xenobiotici. Infine, si possono avere modificazioni a carico delle membrane cellulari, con alterazione dei recettori per gli ormoni e per i fattori di crescita.

Il meccanismo di azione più importante è quello legato agli eicosanoidi che derivano dalle trasformazioni enzimatiche dei PUFA ω -6. In generale gli eicosanoidi derivanti dall'AA sono pro-infiammatori, mentre quelli derivati dall'EPA hanno effetti antinfiammatori. I primi, prodotti dall'AA (PGE2, LTB4, TBX2 e acido idrossitetraenoico o 12-HETE), sono correlati positivamente con la cancerogenesi. In particolare, la PGE2 favorisce la sopravvivenza delle cellule tumorali, inibendo l'apoptosi e stimolando la produzione cellulare e l'angiogenesi tumorale.

Il 12-HETE esplica attività antiapoptoica, angiogenetica e promuove l'adesione tra le cellule tumorali che migrano attraverso il torrente circolatorio, favorendo la formazione di metastasi.

In definitiva l'effetto cancerogeno fondamentale degli eicosanoidi derivanti dall'AA, attraverso l'azione dell'enzima Citocromo P450 monossigenasi (Acido 14-15 epossieicotetraenoico

co), è legato all'inibizione della apoptosi e alla stimolazione della proliferazione cellulare.

Il meccanismo attraverso il quale i PUFA ω -3 agiscono è legato all'inibizione della sintesi di eicosanoidi derivati dall'AA.

Ciò avviene secondo vie di azione diverse, fra le quali sono fondamentali alcuni aspetti che ricordiamo in dettaglio.

Anzitutto l'assunzione con la dieta di elevate quantità di PUFA ω -3, comporta la loro incorporazione nei fosfolipidi di membrana, con parziale sostituzione di quelli derivati dall'AA, con quelli originati dell'EPA (prostaglandine della serie 3 e leucotrieni della serie 5).

Inoltre, i PUFA ω -3 sono un substrato per desaturasi ed elongasi con maggiore affinità per tali enzimi rispetto ai PUFA ω -6; in tal modo si riduce la produzione di AA a partire dall'acido linoleico e di conseguenza la produzione di eicosanoidi di AA-derivati.

Infine i PUFA ω -3 inibiscono l'attività della COX-2 e competono con gli ω -6 per la ciclossigenasi con la produzione di prostaglandine e trombossani della serie 3.

Anche nei confronti delle lipossigenasi l'EPA ha maggiore affinità dell'AA e ciò comporta la formazione di prodotti EPA-derivati a discapito di quelli AA derivati.

5.1 I CLA (isomeri coniugati dell'acido linoleico)

La presenza nel latte di acidi grassi coniugati era già nota nel 1935 da quando fu osservato un notevole assorbimento ultravioletto a 230 nm (Secchiari et al., 2005). Pariza osservò nella carne di hamburger una sostanza in grado di inibire alcune forme di tumore chiaramente indotte. Furono identificati una serie di isomeri posizionali e geometrici dell'acido linoleico contenenti due doppi legami; queste sostanze furono chiamate per semplicità CLA, cioè isomeri dell'acido linoleico a dieni coniugati (Pariza et al., 1979).

L'interesse della comunità scientifica verso questi composti è legato alla loro attività biologica e la National Academy of Science ha definito CLA "l'unico acido grasso che mostra in maniera inequivocabile attività anticarcinogena in esperimenti condotti su animali"; queste molecole, inoltre sono attive contro altre patologie come l'aterosclerosi, il diabete e l'obesità, svolgendo un'azione anticolesterolemica e di protezione dalle coronaropatie; mostrano effetti an-

tidiabetici nel diabete di tipo II (legato agli eccessi di alimentazione e alla condizione di obesità), immunomodulanti e di riduzione dell'obesità. Quest'ultimo effetto è attribuito al C18:2 *trans* 10 *cis* 12 uno dei CLA sul cui ruolo metabolico si avanzano ora alcune riserve.

Riguardo l'attività anticarcinogena, solo gli isomeri *cis*9, *trans* 11 e *trans* 10, *cis* 12 si sono rilevati attivi (Pariza et al., 2001).

Al fine di spiegare i benefici effetti dei CLA sono stati proposti alcuni meccanismi attivi nell'attenuazione o nell'inibizione dell'inizio e/o della progressione dei vari tipi di tumore. Questi includono: l'inibizione dell'angiogenesi; l'attenuazione dell'espressione dell'attività delle citochine infiammatorie; l'inibizione delle fosfolipasi COX e LOX (FLAP), da cui deriva l'attività in grado di modulare la produzione di eicosanoidi; la regolazione di vari meccanismi che determinano stress cellulare e i fattori di trascrizione coinvolti nella risposta allo stress infiammatorio, così come la regolazione degli oncogeni pro o antiapoptici, responsabili dell'andamento del ciclo cellulare e della sopravvivenza o, al contrario della morte delle cellule (Wahle et al., 2007).

Inoltre in seguito alle acquisizioni sulla possibilità da parte dei CLA di aumentare l'efficacia di agenti tumorali (Doxoletal e Doxorubicin) sull'inibizione del gene Bcl-2 per la sopravvivenza delle cellule e dell'induzione del gene P53 dell'apoptosi in linee di cellule umane cancerose, si profila una possibile utilizzazione dei CLA associati a farmaci nella terapia dei tumori (Wahle et al., 2007).

Il grasso del latte e dei tessuti degli animali appartenenti alla specie ruminanti è caratterizzato da un contenuto più elevato di RA rispetto ai monogastrici, benché tale acido venga sintetizzato da entrambe le specie.

Nell'ambito dei ruminanti, il latte con il contenuto di CLA maggiore è quello ovino (0.84-2.15 g/100g di grasso), seguito da quello bovino (0.3-0.7 g/100g di grasso) e da quello caprino (0.64-0.74 g/100g di grasso). Nell'ambito dei monogastrici è il latte di donna a contenere quantità più elevate di CLA (0.4 g/100g di grasso) (tab. 17).

Questa categoria di acidi grassi è costituita da un numero considerevole di molecole che differiscono sia per la disposizione dei doppi legami lungo la catena acilica (posizione 8,9,10,11

Tabella 17. Contenuto medio di CLA nel latte di differenti specie (g/100g grasso).

Table 17. Mean CLA content in the milk from different species (g/100g fat).

CLA	Ruminanti				Monogastrici		
	Pecora	Vacca	Dromedaria	Capra	Donna	Scrofa	Cavalla
	1.2	0.7	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1

ecc.), sia per la conformazione geometrica (cis-cis, cis-trans, trans-trans). Nel latte e nella carne dei ruminanti sono presenti molti isomeri CLA, tuttavia il 90% è rappresentato dal C18:2 cis9-trans11 (acido rumenico; RA), al quale sono attribuite alcune delle proprietà nutraceutiche sopra riportate. Il contenuto di CLA nel latte deriva da un'attività di sintesi piuttosto complessa che ha origine nel rumine, dove sono prodotti i precursori, e si completa a livello tissutale (fig. 12). L'attività ruminale è condotta da microrganismi cellulolitici (*Butyrivibrio fibrisolvens*) che avviano un processo di bioidrogenazione con riduzione dell'acido linoleico ad acido stearico, con la formazione di intermedi quali l'acido rumenico e l'acido vaccenico (C_{18:1} trans-11; VA) (Kepler et al., 1966; Bauman et al. 1999; Buccioni et al., 2002; Lock e Garnsworthy 2003; Khanal et al., 2004). Il VA, diretto precursore del RA, tende ad accumularsi nel liquido ruminale, in quanto la sua riduzione ad acido stearico è il passaggio più lento dell'intero processo di bioidrogenazione, quindi, dopo l'assorbimento a livello intestinale, viene trasportato nei tessuti dove può essere ossidato a livello dei microsomi cellulari. La reazione di ossida-

zione è catalizzata dall'enzima Stearoil CoA-Desaturasi (SCD), che inserisce un doppio legame in posizione cis-Δ⁹ (Heinemann e Ozols, 2003; Ntambi e Miyazaki, 2004), convertendo, così, il VA in RA. La SCD è una proteina di membrana del peso molecolare di 40 kDa (Ozols, 1997). I substrati su cui agisce maggiormente sono gli acil-CoA di alcuni acidi grassi a lunga catena, quali l'acido palmitico (C16), lo stearico (C18), il miristico (C14) e il VA, da cui si ottengono i seguenti prodotti: l'oleato, il palmitoleato, il miristoleato e il RA (Lock e Garnsworthy, 2003; Landau et al., 1997). La dimostrazione che il RA può essere sintetizzato a livello della ghiandola mammaria a partire dal VA fu ottenuta somministrando VA e C_{18:1} trans-12 per via abomasale a bovine in lattazione (Corl et al., 2001). Studi successivi dimostrarono che il contenuto di RA nel latte deriva in gran parte dalla sintesi tissutale della mammella (Ward et al., 1998) e, in misura minore, dalla quota prodotta durante le bioidrogenazioni ruminanti. Per evidenziare l'apporto di RA endogeno, Griinari e collaboratori inattivavano la SCD somministrando acido sterculico per infusione abomasale. La riduzione dell'attività desaturasica coincise con la riduzione, del 71% di miristoleato, del 61% di palmitoleato, del 55% di oleato e del 60% di acido rumenico rispetto ad animali non trattati (Griinari et al., 2000).

Il contenuto di CLA nel latte è piuttosto variabile a causa di una serie di fattori di origine genetica ed ambientale.

Per quanto riguarda il primo aspetto, l'espressione e l'attività della desaturasi giocano un ruolo rilevante sulla composizione degli acidi grassi in generale e dei CLA in particolare. Il gene della SCD bovina è lungo 17088 bp ed è localizzato a livello del cromosoma 26. Il cDNA che è stato isolato, è lungo 5331 bp, con una sequenza ORF di 1080 bp e un'insolita sequenza 3'UTR lunga 3884 bp (Taniguchi et al., 2004). Nella regione 3'UTR, sono stati individuati motivi "ATTTA", trovati anche nelle sequenze di

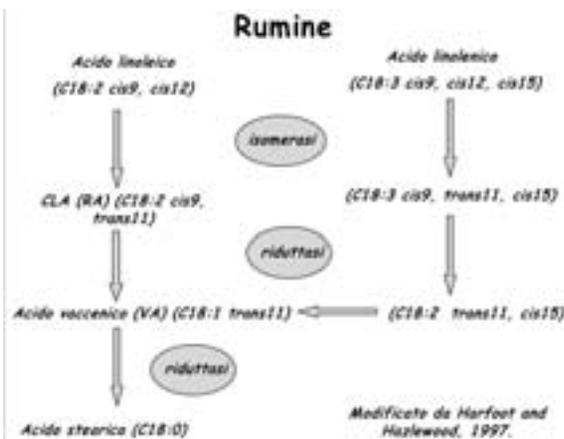


Figura 12. Processi di bioidrogenazione ruminale.

Figure 12. Rumen bio-hydrogenation processes.

topo e uomo; questi motivi conferiscono instabilità al trascritto (Taniguchi et al., 2004). La proteina ha una lunghezza di 360 aa e presenta tre regioni altamente ricche di istidina (Taniguchi et al., 2004). Si rileva un'elevata omologia con la sequenza di altre specie, in particolare uomo, capra, pecora; particolare importanza riveste l'elevata conservazione delle tre regioni istidiniche, a conferma di una loro partecipazione nella catalisi della reazione. Uno studio condotto sulla struttura del gene SCD ha rilevato la presenza di un polimorfismo, esteso a molte razze (Holstein, Jersey e Brown Suisse) (Medrano et al., 1999). Il polimorfismo è dato da tre mutazioni puntiformi (SNP) a carico dell'esone V: le prime due sono mutazioni silenti, mentre la terza comporta la sostituzione di un amminoacido, precisamente una Valina con un'Alanina, nella terza regione istidinica (Medrano et al., 2003; Taniguchi et al., 2004) (fig. 13). Questo comporta la presenza di due aplotipi SCD, cioè l'aplotipo V Valina e l'aplotipo A Alanina, il primo dei quali rappresenterebbe l'aplotipo ancestrale.

Il gene della SCD di capra, non è stato ancora completamente sequenziato e poco si conosce riguardo la sua struttura. L'elevata conservazione del gene tra le varie specie fanno supporre che il gene sia comunque costituito da 6 esoni e 5 introni. La lunghezza del cDNA è molto simile a quello bovino e ovino con una similarità del 95% e 98% rispettivamente (Bernard et al., 2001; Yahyaoui et al., 2002). Il gene SCD è stato mappato a livello del cromosoma 26 tramite ibridazione in situ; non sono stati notati altri segnali, indice che è presente un solo gene e nessun pseudogene (Bernard et al., 2001). Lavori condotti su greggi di capre hanno rilevato la presenza di un polimorfismo all'interno del gene. Le varianti individuate non sono dovute a mutazioni puntiformi, come nel caso dei bovini, ma ad una delezione di tre paia di basi (TGT), a livello della regione 3'UTR; precisamente nella zona compresa tra 3178-3180 del cDNA (Bernard et al., 2001).

Negli ovini il gene SCD è localizzato a livello del ventiduesimo cromosoma e non sono presenti pseudogeni (Bernard et al., 2001). La struttura del gene non è nota, ma l'alto grado di omologia che si nota fa supporre che ci siano 6 esoni e 5 introni come nelle altre specie (Ward et al., 1998). Attualmente è nota la se-



Figura 13. Polimorfismo genico SCD nei bovini (i nucleotidi sottolineati rappresentano gli SNP del polimorfismo).

Figure 13. SCD genic polymorphism in cattle (the underlined nucleotides are the polymorphism SNPs).

quenza del cDNA che è lungo 1986 bp. La sequenza aminoacidica del SCD ovino mostra una similarità del 93% con la SCD1 di ratto, uomo e bovino (Ward et al., 1998). Relativamente al gene SCD bovino, si pensa che la sostituzione di un amminoacido nel sito di catalisi (terza regione istidinica), possa modificare l'attività desaturasica dell'enzima. Una prima conferma di questa differenza si è avuta in un lavoro condotto da Taniguchi e coll. (2004) su razze bovine da carne, dove è stata rilevata una maggiore concentrazione di acidi grassi monoinsaturi (MUFA) nel grasso intramuscolare degli individui omozigoti per l'aplotipo con alanina (Taniguchi et al., 2004). Un risultato simile è stato evidenziato anche da Mele et al. (2007) con uno studio condotto su 297 bovine da latte di razza Frisone Italiana: gli individui portatori dell'aplotipo A mostravano un contenuto significativamente più elevato di MUFA e di C18:1 *cis*9 nel latte e un'attività desaturasica, misurata come rapporto C14:1/C14:0, più elevata, rispetto agli individui omozigoti per l'aplotipo V.

I fattori ambientali hanno un effetto ugualmente importante sul contenuto di CLA. Questi fattori, al contrario di quelli genetici, sono legati essenzialmente alle capacità manageriali dell'allevatore (condizioni di stalla, stress, malattie e alimentazione), pertanto evidenziano un effetto immediato, ai fini della definizione della composizione del latte e quindi della sua qualità. Si possono ottenere importanti risultati attraverso la dieta, inducendo accumuli di VA nel rumine. Questo incremento può essere ottenuto con l'impiego di acidi grassi polinsaturi (PUFA), in particolare acido linoleico e acido α -li-

noleico. L'erba fresca ingerita al pascolo, ricca di acido α -linoleico, ha un effetto fortemente positivo sul contenuto di VA e CLA nel latte (Dhiman et al., 1999). L'effetto, per altro, è modulabile in funzione delle specie che compongono il pascolo, infatti, la presenza di leguminose comporta un maggiore accumulo di VA e CLA rispetto ad un pascolo costituito da sole graminacee (Wu et al., 1996). Un parametro interessante è il rapporto foraggio/concentrato che viene somministrato con la dieta, questo rapporto modifica l'equilibrio ruminale interferendo sul processo di bioidrogenazione degli acidi grassi polinsaturi (PUFA). L'incremento dei concentrati a scapito dei foraggi fa accrescere il contenuto totale di acidi grassi trans e CLA, tuttavia l'equilibrio fra i diversi isomeri si sposta verso quelli con insaturazione in trans 10, piuttosto che in trans 11, questo fenomeno è stato rilevato sia nelle pecore (+19%) che nelle capre (+25%) (Mele et al., 2004; Mele et al., 2005). L'integrazione della dieta con fonti lipidiche polinsature (come oli vegetali e oli di pesce) determina un maggiore accumulo di CLA nel latte di pecora (Antongiovanni et al., 2004; Mele et al., 2006) e di capra (Nudda et al., 2005).

In conclusione, alla luce del ruolo nutraceutico dei CLA e, in particolare, del RA, l'incremento del contenuto di queste sostanze nel latte è un obiettivo essenziale nell'ottica del miglioramento della qualità di questo prodotto. Tanti sono i sistemi per ottenere questi risultati, sia agendo sugli effetti ambientali, sia avviando un sistema di selezione. La prima via è sicuramente la più facile da realizzare ed anche la più veloce, ma avrà il limite di rimanere sempre legata alla situazione contingente creata dall'allevatore; al contrario, la genetica può permettere di selezionare gli individui favorendo un miglioramento endogeno stabile e duraturo.

In merito all'assunzione di RA con la dieta, alla luce del suo effetto nutraceutico, dopo la proposta di Ip (1997), che consigliava 3 g/die di RA per ottenere una adeguata attività anticancerogena, successivamente Bauman (2006), riprendendo un lavoro di Watkins e Li (2003) ha modificato questa stima. In altri termini i dati di Ip ottenuti in prove su animali da laboratorio sono stati riferiti al peso metabolico di questi ultimi e successivamente all'uomo. Bauman basandosi inoltre sulla considerazione che l'organismo umano possiede una discreta capacità

Tabella 18. Contenuto di CLA nei formaggi.

Table 18. CLA content in cheese.

Prodotto	Totale CLA (g/100 g)	CLA 9c,11 t %
Pecorino Romano	2.9	92
Parmigiano	3.0	90
Mozzarella	4.9	92
Ricotta	5.6	84
Panna	3.8	88
Sharp Cheddar	3.6	93
Medium Cheddar	4.1	80
Brick	7.1	91

di desaturare il VA (C 18:1 *trans* 11) a RA (C 18:2 *cis* 9), ha proposto che, se si moltiplica per 1.4 la quantità di RA assunto con la dieta si può avere una valutazione accurata del totale di RA ingerito includendo anche la quota derivante dal VA. In definitiva, in base al lavoro di Watkins e Li (2003) e ai dati e alle considerazioni sopra riportate ha abbassato a 700-800 mg/die la quantità di RA necessaria alla prevenzione delle patologie sulle quali si ritiene sia efficace. La copertura di tale fabbisogno attraverso il latte o i suoi prodotti di trasformazione (tabb. 17 e 18), non è difficile.

A titolo di esempio, considerando un formaggio pecorino avente il 25% di grasso e contenente 2.5g/100g di grasso e 7.2g /100g di grasso rispettivamente di CLA e di VA, l'assunzione giornaliera che si ottiene con il consumo di g 80 di formaggio è pari a:

$$\begin{aligned} & \text{CLA Acido Vaccenico} \\ & (80 \times 0.25 \times 0.025 \times 1000) + \\ & (80 \times 0.25 \times 0.072 \times 1000 \times 0.2) = \text{mg}788 \text{ di RA} \end{aligned}$$

tale valore è posto fra i limiti sopra ricordati di assunzione raccomandata di RA.

6. Sostanze bioattive del latte, della carne e dell'uovo

Già parlando delle proteine abbiamo accennato all'importanza di alcune molecole bioattive presenti nel latte in piccole quantità, ma aventi un elevato significato biologico sia per le loro attività nutraceutiche (tab. 19), sia per quelle anti microbiche (tab. 20). Tra queste ricordiamo le molecole del gruppo della caseina come i peptidi oppiaceo-agonisti derivati dalla β -caseina (β -casomorfine) e peptidi oppiaceo antagonisti

Tabella 19. Sostanze bioattive del latte.

Table 19. Bioactive substances in milk.

Substrato proteico	Peptide	Segmento aminoacidico
Caseina α S1 bovina	Exorfine della caseina _S1	F 90-95, f 90-96, f 91-96
Caseina α S1 umana	Casossina D	F 158-164
Caseina β umana	β -casomorfina	F 52-54, F 51-55
k-caseina umana e bovina	Casossina A,B,C	F 25-34, f 35-41, f 57-60
α -lattoalbumina umana e bovina	α -lattomorfina	F 50-53
β -lattoglobulina bovina	β -lattorfina	F102-105
Lattoferrina	Lattoferrossina A,B,C	F318-323, f536-540, f 673-679
BSA	serofina	F 399-404

Tabella 20. Peptidi del latte ad azione anti-microbica.

Table 20. Milk peptides with antimicrobial action.

Frammento peptidico	Proteasi responsabile del rilascio	Attività Gram (+)	Attività Gram (-)	Lieviti e funghi
Casedicina Caseina α S1 e k-caseina (MW = 4000-6000)	Chimosina e chimotripsina	<i>Staphylococcus</i> <i>Sarcina</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Diplococcus</i> <i>Streptococcus pyogenes</i>		
Casocidina-I Caseina α S2 (f 165-203)	Peptide sintetico	<i>Staphylococcus</i> <i>carneus</i>	<i>Escherichia coli</i>	
Isracidina Caseina-Caseina α S1 (f 1-23)	himosina e Cchimotripsina	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Candida albicans</i>
Lattoferrina B Lattoferrina (f 17-41)	Pepsina	<i>Bacillus</i> <i>Listeria</i> <i>Streptococci</i> <i>Staphylococci</i>	<i>E. coli 0111</i>	<i>Candida albicans</i>

derivati dalla CASK (casoxine). I primi sono responsabili del sopore post-poppata dei lattanti, che si addormentano con facilità non solo a causa della sazietà, ma anche per l'azione facilitante il sonno di tali sostanze. Abbiamo poi i peptidi derivati dalla β -caseina che stimolano la sintesi del DNA nei fibroblasti del ratto e i peptidi immunostimolanti derivati da subunità di α -S1 e β -caseina. Diversi fosfopeptidi derivati da α -S1, α -S2 e β -caseina possiedono attività sequestrante dei minerali e, formando sali organofosfati con elementi in tracce come Fe, Mn, Cu possono funzionare anche da *biocarriers*.

Il GMP (glicomacropptide) derivato dalla k-caseina ha diverse proprietà quali la capacità di legare le enterotossine dell'*Escherichia coli*; di moderare la secrezione gastrica; di stimolare la crescita di bifidobatteri e quindi di inibire l'adesione alla parete intestinale di virus e batteri; infine interviene nella modulazione delle risposte del sistema immunitario.

Le maggiori opportunità per le caseine bioattive includono: l'applicazione di peptidi purificati di caseina come additivi in alimenti; l'acquisizione di importanti informazioni sulle sequenze bioattive per consentirne la sintesi su larga scala; le applicazioni cliniche dei peptidi purificati di caseina, per esempio, nel trattamento di malattie dentali e delle ossa (fosfopeptidi) e della immunodeficienza (immunopeptidi); infine, le informazioni circa la bioattività della caseina possono essere usate per promuovere i prodotti caseari.

Per quanto riguarda le proteine del siero la loro inclusione nella dieta è stata collegata a un rallentamento nello sviluppo di tumori indotti chimicamente attraverso diversi modelli animali per lo studio di queste malattie, con stimolazione del sistema immunitario, ed una maggiore longevità.

Esse pare inducano inoltre, una diminuzione del colesterolo LDL ed un elevato rilascio di un

ormone soppressore dell'appetito, la colecistochinina.

Le stesse β -lattoglobulina e α -lattoalbumina sono importanti fattori bioattivi.

La β -lattoglobulina è capace di legare molecole idrofobiche ed *in vivo* può funzionare come abbiamo già ricordato da meccanismo di trasporto per il retinolo (Vit. A) nell'intestino tenue. La α -lattoalbumina è calcio-modulante e può funzionare da *carrier* di metalli. Recentemente è stata anche associata con l'apoptosi di linee trasformate di cellule tumorali *in vitro*.

Un gruppo interessante di bioattivi comprende la lattoferrina, la lattoperossidasi, il lisozima ed alcuni fattori di crescita. La *lattoferrina* ha un'attività immunomodulante ed antibatterica. Ha anche funzioni antiossidanti. Le sue applicazioni sono molteplici: alimenti per bambini, diversi prodotti antimicrobici, chewing-gum e collutori. La *lattoperossidasi* e il *lisozima*, sostanza appartenente ai fattori aspecifici di difesa umorale, trovano impiego nel settore cosmetico in, dentifrici, shampoo, preparati anti-acne, oppure in mangimi per animali. In futuro se ne prospetta l'impiego per aumentare la conservabilità degli alimenti.

Alcuni polipeptidi, derivati dal plasma sanguigno, agiscono come fattori di crescita cellulare molto potenti con un'azione simile agli ormoni. Le maggiori limitazioni per i bioattivi proteici del siero includono lo sviluppo di convenienti processi di separazione e la validazione nell'organismo umano della bioattività dei peptidi.

Nella membrana del globulo di grasso sono presenti i *fosfatidi* (sfingomieline, fosfatidilcolina, fosfatidilserina, fosfatidilinositolo, fosfatidiletanolamina); la prima di queste sostanze possiede azioni anticarcinogene a livello del tessuto intestinale (Schmelz et al., 1997).

La *carnosina* è un dipeptide (alanina e istidina), presente in larga quantità nei muscoli scheletrici e, in particolare in quelli "bianchi" (Chan e Decker, 1994); è assorbita tal quale nel plasma e la sua azione antiossidante, dimostrata *in vitro* (Chan e Decker, 1994) è, collegata alla capacità di chelare i metalli ed alla possibilità di eliminare i radicali liberi; essa agisce prevalentemente sui prodotti secondari di ossidazione dei lipidi.

Accanto a queste sostanze ricordiamo il *glutathione* e l'*acido lipoico*. Il primo è un tripepti-

de (glicina, cisteina e glutammina) che svolge, assieme al selenio, un importante ruolo nella detossificazione dai radicali liberi nell'ambito delle cellule dei mammiferi, come cofattore della Glutathione Perossidasi (Bray e Taylor, 1993). È presente soprattutto nella carne bovina e suina e, in misura minore, in quella avicola, mentre latticini, cereali, frutta e verdura contengono solo piccole quantità di questa sostanza.

L'acido α -lipoico (ALA) è un composto presente a livello dei mitocondri delle cellule animali in cui svolge un ruolo ben conosciuto di cofattore degli enzimi della decarbossilazione ossidativa (Witt e Rustow, 1998) ed è quindi presente soprattutto nei muscoli rossi e, particolarmente, negli animali che praticano intensa attività fisica.

L'acido α -lipoico è una sostanza molto interessante in quanto è una molecola solubile sia in acqua sia nei lipidi, e quindi può agire da antiossidante sia a livello del citoplasma sia a livello delle membrane cellulari; è presente naturalmente nell'organismo umano, anche se in quantità non sufficienti a poter esplicare il suo benefico effetto antiossidante. L'aumento della sua quantità a livello dei tessuti attraverso gli alimenti sarebbe pertanto auspicabile; l'ALA è facilmente assorbito e, una volta inglobato nelle cellule, può essere ridotto a acido diidrolipoico (DHLA). Tra l'altro, al contrario di numerose altre sostanze che esplicano il loro effetto antiossidante soprattutto nella forma ridotta, le proprietà antiossidanti dell'ALA si esplicano sia nella sua forma originale ossidata sia sotto quella ridotta (Kataoka, 1998; Hai-Yenia et al., 2000).

Infine, nell'uovo sono presenti la *luteina* e la zeaxantina, carotenoidi ad azione antiossidante. Essi proteggono i fotorecettori e altri componenti della retina, prevenendo la degenerazione della macula oculare che può accompagnarsi all'aumento dell'età.

7. Conclusioni

Da questo excursus sugli alimenti di origine animale abbiamo potuto dimostrare quanto affermato in premessa sul loro ruolo nell'alimentazione umana. Infatti, se da un lato, il timore legato ad alcuni acidi grassi saturi (SFA) e agli acidi grassi trans, deve essere giustamente con-

siderato, e da esso ci si deve salvaguardare, è vero altresì che molte sono le sostanze attive di origine lipidica che svolgono un ruolo positivo (Acido oleico, PUFA, ω 3, CLA, Acido butirrico, Acido lipoico, ecc.), sul benessere e sulla salute umana.

Occorre osservare che il loro effetto si esplica compiutamente se essi sono compresi in apporti lipidici dieteticamente equilibrati. In altri termini, sarebbe errato ritenere che si possono assumere quantità rilevanti di grassi, giustificandoli con il fatto che in essi ci sono sostanze utili alla salute, perché in tal caso, prevale l'utilizzazione ai fini di accumulo rispetto a quella che si ha quando tali sostanze sono presenti nel pool lipidico della dieta in misura corretta.

Ancora una volta, e in questo caso con un argomento in più, dobbiamo ribadire che l'importanza della composizione delle diete, della loro variabilità nel tempo, come condizione necessaria affinché possiamo trarre da tutti gli alimenti le sostanze attive utili al nostro organismo e vantaggiose per la nostra salute. In questa prospettiva anche gli alimenti di origine animale possono avere una collocazione nell'alimentazione dell'uomo. Tra l'altro, latte, uova, carne sono storicamente da annoverarsi tra le fonti energetiche, proteiche e di sostanze attive utilizzate da secoli.

In particolare, il ruolo del latte è così lontano e radicato nelle culture alimentari dei popoli mediterranei che il Mediterraneo è stato definito un mare di latte (Camporesi, 1993).

A questo si unisce l'uso universale delle uova (diretto nelle preparazioni alimentari, nei prodotti di trasformazione), e quello delle carni di agnello e di capretto, come si apprende dai testi classici dell'antichità e dalla Bibbia, di bovino, anch'esso molto radicato nelle abitudini alimentari e di suino, eccellente come produttore di carne da consumo diretto, di ottime caratteristiche nutrizionali e di insuperabili prodotti di trasformazione.

Un'ultima annotazione riguarda l'attuale sviluppo della genetica molecolare che ha permesso di ottenere una buona qualità di informazioni sul genoma degli animali di interesse zootecnico (marcatori del DNA, Marker Assisted Selection o MAS, sequenziamento del DNA, identificazione di QTL e la loro organizzazione in banche dati). L'utilizzo di queste innovazioni ha come obiettivo finale oltre che il

miglioramento della quantità, anche quello della qualità dei prodotti zootecnici.

Un'altra prospettiva, sempre in questo ambito, è quella aperta dalla nutrigenetica, che consiste nell'analisi delle variazioni genetiche tra gli individui in riferimento alla loro risposta all'azione dei nutrienti specifici e dalla nutrigenomica che mira a definire il ruolo assunto dai nutrienti rispetto alla regolazione dell'espressione dei geni.

Infine accanto a questi argomenti non si può non sottolineare il ruolo fondamentale delle tecnologie manageriali negli allevamenti, perché quanto più saranno rispettate le condizioni di naturalità, in ordine all'alimentazione e al sistema di allevamento, tanto più tutti gli alimenti ricordati potranno essere utilizzati proficuamente nelle diete dell'uomo.

Bibliografia

- Almendingen K., Jordal O., Kierulf P., Sandstad B., Pedersen J.I. 1995. Effects of partially hydrogenated fish oil, partially hydrogenated soybean oil, and butter on serum lipoproteins and Lp[a] in men. *J. Lipid Res.*, 36 (6):1370-1384.
- Alonso L., Fontecha J., Lozada L., Fraga M.J., Juarez M. 1999. Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and trans fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 82 (5):878-884.
- Antongiovanni M., Mele M., Buccioni A., Petacchi F., Serra A., Melis M.P., Cordeddu L., Banni S., Secchiari P. 2004. Effect of forage/concentrate ratio and oil supplementation on C_{18:1} and CLA isomers in milk fat from Sarda ewes. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13 (supplement 1):669-672.
- Bauman D.E., Baumgard L.H., Corl B.A., Griinari J.M. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminant. *Proc. American Society of Animal Science*.
- Bernard L., Leroux C., Hayes H., Gautier M., Chilliard Y., Martin P. 2001. Characterization of the caprine stearoyl-CoA desaturase gene and its mRNA showing an unusually long 3'-UTR sequence arising from a single exon. *Gene*, 281:53-61.
- Bonsembiante M. 1976. *Notiziario ASSALZOO*, 12.
- Bonsembiante M., Parigi Bini R. 1969. *Alim. Anim.*, 13:81.
- Buccioni A., Petacchi F., Antongiovanni M. 2002. *Attività ruminanti e presenza di acidi grassi trans e di CLA nei lipidi del latte e di rne*. Firenze, Accademia dei Geografi. Quaderni, I:97-128.
- Camporesi P. 1996. *Le vie del latte dalla Padania alla steppa*. Garzanti Editore.

- Chan K.N., Decker E.A. 1994. Endogenous skeletal muscle antioxidants. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 34 (4):403-426.
- Cocchi M., Tarozzi G. 2005. Acidi grassi ω -3: aspetti fisiopatologici. In: *Alimenti e salute*, 315-339. CLUEB, Bologna.
- Corl B.A., Baumgard L.H., Dwyer D.A., Griinari J.M., Phillips B.S., Bauman D.E. 2001. The role of *f*₉-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 12:622-630.
- Dhiman T.R., Anand G.R., Satter L.D., Pariza M.W. 1999. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diet. *J. Dairy Sci.*, 82:2146-2156.
- Griinari J.M., Corl B.A., Lacy S.H., Chouinard P.Y., Nurmela K.V.V., Bauman D.E. 2000. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by *f*₉-desaturase. *J. Nutr.*, 130:2285-2291.
- Ha J.K., Lindsay R.C. 1993. Release of volatile branched-chain and other fatty acids from ruminant milk fats by various lipases. *J. Dairy Sci.*, 76 (3):677-690.
- Heinemann F.S., Ozols J. 2003. Stearoyl-CoA desaturase, a short-lived protein of endoplasmic reticulum with multiple control mechanisms. *Prostaglandins Leukotrienes and Fatty Acids*, 68:123-133.
- Hornstra G. 1999. Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease. *Lipids*, 12:S456-S466.
- Hunter J.E. 2006. Dietary trans fatty acids: review of recent human studies and food industry response. *Lipids*, 41 (11):967-992
- Idel S., Ellinghaus P., Wolfrum C., Nofer J.R., Gloerich J., Assman G., Spener F., Seedorf U. 2002. Branched chain fatty acids induce mitotic oxide-dependent apoptosis in vascular smooth muscle cells. *J. Bio. Chem.*, 277 (51):49319-49325.
- INEA 2007. Italia conta 2007.
- Innis S.M., King D.J. 1999. trans Fatty acids in human milk are inversely associated with concentrations of essential all-cis n-6 and n-3 fatty acids and determine trans, but not n-6 and n-3, fatty acids in plasma lipids of breast-fed infants. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70 (3):383-390.
- Jacobsen M., Bertelsen G. 2000. Colour stability and lipids oxidation of fresh beef. Development of response surface model for predicting the effects of temperature, storage time and modified atmosphere composition. *Meat Sci.*, 54:49-57.
- Kepler C.R., Tucker W.P., Tove S.B. 1966. Intermediates and products of linoleic acid by butyryl-vibrio fibril-solvens. *J. Biol. Chem.*, 241:1350-1354.
- Khanal R.C., Dhiman T.R. 2004. Biosynthesis *ella ca* of conjugated linoleic acid (CLA): A review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3 (2):72-81.
- Landau J.M., Sekowski A., Hamm M.W. 1997. *Dietary cholesterol and the activity of stearoyl CoA desaturase in rats: evidence for an indirect regulatory effect.* *Biochimica and Biophysica Acta*, 1345:349-357.
- Lercker G., Rodriguez-Estrada M.T. 1999. Acidi grassi polinsaturi negli alimenti: aspetti ossidativi e protezione. *Progress in Nutrition*, 1(3/4):66-75.
- Li S.X., Cherian G., Sin J.S. 1996. Cholesterol oxidation in egg yolk powder during storage and heating as affected by dietary oils and tocopherol. *J. Food Sci.*, 61 (4):721-725.
- Lock A.L., Garnsworthy P.C. 2003. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and *f*₉-desaturase activity in dairy cows. *Livestock Production Science*, 79:47-59.
- Maraschiello C., Esteve E., Garcia Reguero J.A. 1998. Cholesterol oxidation in meat from chickens fed α -tocopherol and β -carotene-supplemented diets with different unsaturation grad. *Lipids*, 33 (7):705-713.
- Massart-Leen A.M., Massart D.L. 1981. The use of clustering techniques in the elucidation or confirmation of metabolic pathways. Application to the branched-chain fatty acids present in the milk fat of lactating goats. *Biochem J.*, 196 (2):611-618.
- Medrano J.F., Islas-Trejo A.D., Johnson A.M., DePeters E.J. 2003. Sequenza gene completo SCD presente in banca dati (NCBI), n. d'accesso AY241933.
- Medrano J.F., Johnson A., DePeters E.J., Islas A. 1999. Genetic modification of the composition of milk fat: identification of polymorphism within the bovine stearoyl-CoA-desaturase. *J. Dairy Sci.*, Suppl. 1:71.
- Mele M., Annichiarico G., Cannas A., Caternolo G., Serra A., Secchiari P. 2004. Qualità del latte di pecora in relazione a differenti livelli di NDF e NSC nella dieta. *Atti del XVI Convegno Nazionale SIPAOC*, Siena, 304-305.
- Mele M., Buccioni A., Serra A., Antongiovanni M., Secchiari P. 2005. I lipidi del latte di capra: Meccanismi di sintesi e principali fattori di variazione, cap. 3, 45-69. In: Pulina G. (ed.): *L'alimentazione della capra da latte.* Avenue media.
- Mele M., Buccioni A., Petacchi F., Serra A., Antongiovanni M., Secchiari P. 2006. Effect of forage/concentrate ratio and soybean oil supplementation on milk yield, and composition from Sarda ewes. *Animal Research*, 55:273-285.
- Mele M., Conte G., Castiglioni B., Chessa S., Macciotta N.P.P., Serra A., Buccioni A., Pagnacco G., Secchiari P. 2007. Stearoyl-Coenzyme A Desaturase Gene Polymorphism and Milk Fatty Acid Composition in Italian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 90:4458-4465.
- Ntambi J.M., Miyazaki M. 2004. Regulation of stearoyl-CoA desaturases and role in metabolism. *Progress in Lipid Research*, 43:91-104.
- Nudda A., Battacone G., Fancellu S., Pulina G. 2005. The transfer of conjugated linoleic acid and vaccenic acid from milk to meat in goats. *Ital. J. Anim. Sci.*, 4 (Suppl. 2):395-397
- Ozols J.P. 1997. Degradation of hepatic stearoyl CoA delta 9-desaturase. *Mol. Bio. Cell.*, 8 (11):2281-2290.
- Pariza M.W., Ashoor S.H., Chu F.S., Lund D.B. 1979. Effects of temperature and time on mutagen formation in pan-fried hamburger. *Cancer Lett.*, 7:63-69.

- Pariza M.W., Park Y., Cook M.E. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog. Lipid Res.*, 40:283.
- Parodi P.W. 1989. Some aspects of milk fats triglyceride structure. In: BB. Rich (ed.): **Proceedings of developments in milk fat technology seminar, "Food Res. In-st. Dep. Agric. Rural Affairs, Victoria Austr. 1 ?? sistemare v. norme editoriali della rivista"**
- Pedersen J.I. 2001. More on trans fatty acids. *Br. J. Nutr.*, 85 (3):249-250.
- Secchiari P., Serra A., Mele M. 2005. Il latte, cap. 14. In: Cocchi M., Mordenti A.L. (eds.): *Alimenti e salute*, 347-403.
- Secchiari P., Serra A., Mele M. 2007. Oxidation status of lipid "Colonnata Lard" from two different swine breeds. *Proceedings of 6th International Symposium on the Mediterranean Pig*, October 11-13, Capo d'Orlando (ME), Italy, 104.
- Sengupya S., Muir J.G., Gibson P.R. 2006. Does butyrate protect from colorectal cancer? *J. Gastroenterol Hepatol.*, 21 (1 Pt 2):209-218.
- Smith A. 1981. Health and safety: pollution precautions. *Health Soc. Serv. J.*, 91 (4756):902-903.
- Smith A., Duncan W.R.H. 1979. Characterization of Branched-Chain fatty acids from Fallow Deer Perinephric Triacylglycerol by gas Chromatography-mass spectrometry. *Lipids*, 14 (4):350-355.
- Taniguchi M., Utsugi T., Oyama K., Mannen H., Kobayashi M., Tanabe Y., Ogino A., Tsuji S. 2004. Genotype of Stearoyl-CoA desaturase is associated with fatty acids composition in Japanese Black cattle. *Mammalian Genome*, 14:142-148.
- Wahle K.W.J., Goua M., Heys S.D. 2007. CLA alterations of the malignant cell. II International Congress of CLA. From experimental models to Human application., September 19-22, Villasimius (CA), Italy.
- Ward R.J., Travers M.T., Richards S.E., Vernon R.G., Salter A.M., Buttery P.J., Barber M.C. 1998. Stearoyl-CoA desaturase mRNA is transcribed from a single gene in the ovine genome. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1391:145-156.
- Witt W., Rustow B. 1998. Determination of lipoic acid by precolumn derivatization with monobromobimane and reverse-phase high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr. B. Biomed. Sci. Appl.*, 705 (1):127-131.
- Yahyaoui M.H., Sanchez A., Folch J.M. 2002. Rapid communication: partial nucleotide sequence of the goat stearyl coenzyme A desaturase cDNA and gene structure. *J. Anim. Sci.*, 80 (3):866-867.
- Zomer A.W.M., Van den Burg B., Jansen G.A., Wanders R.J.A., Poll-The B.T., Van Der Saag P.T. 2000. Pristanic acid and phytanic acid: naturally occurring ligands for the nuclear receptor peroxisome proliferators-activated receptor α . *J. Lipid Res.*, 41:18081-1807.