

EFFETTI DEL RAZIONAMENTO A BASE DI MANGIME ARRICCHITO CON ω 3 SUL LATTE OVINO

EFFECT OF ω 3 ENRICHED FEED-STUFF ON SHEEP MILK

MASSIMO TOCCHINI ⁽¹⁾, BALDASSARE FRONTE ⁽¹⁾,
SANTO CARACAPPA ⁽²⁾, ANTONINO CORRAO ⁽²⁾, GIANLUCA FICHI ⁽³⁾,
ANTONELLO MARRANTE ⁽⁴⁾, ROSSELLA SCHINELLI ⁽²⁾

RIASSUNTO

La ricerca zootecnica, negli ultimi anni, si è anche interessata dell'arricchimento in omega 3 delle derrate alimentari di origine animale. La "protezione" di grassi ed oli ricchi in acidi grassi essenziali, ha permesso di evitare la loro idrogenazione ruminale, fino ad allora limite all'arricchimento del latte e derivati.

Lo scopo della prova è stato lo studio della composizione acidica del grasso del latte in seguito ad una somministrazione di omega 3 ridotta rispetto a quanto già fatto in precedenti lavori.

Anche con una ridotta somministrazione di omega 3, nel latte prodotto da due gruppi di 12 pecore di razza Sarda (Controllo e Trattamento) alimentati con mangimi isoeenergetici, isoproteici ed isolipidici, ma con diverso contenuto in omega 3, si sono osservate differenze significative.

Il confronto tra i formaggi prodotti alle diverse caseificazioni ha evidenziato la non influenza della caseificazione sulla componente acidica del formaggio.

Parole chiave: PUFA, omega 3, CLA, latte, formaggio, pecora.

SUMMARY

The research has recently showed an increasing interest in omega 3 enrichment of animal production. The rumen hydrogenation was a limit for natural milk and cheese enrichment by food, but the oil and fat protection has found the solution.

The aim of this research was the analysis of the fat acids composition of milk in two groups of Sarda ewes when they was fed whit omega 3 feed-stuff. The authors investigated the fatty acids concentration of ewes cheese too.

Diet significantly affected was found both in milk and cheese fat acids concentration of the two groups.

⁽¹⁾ Dipartimento di Produzioni Animali, Università di Pisa - Direttore Prof. D. Cianci.

⁽²⁾ Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia - Direttore Dott. S. Caracappa.

⁽³⁾ Dottorando in Scienze delle Produzioni e Gestione del Sistema Animale d'Interesse Faunistico-Venatorio ed Ittico (XIV ciclo).

⁽⁴⁾ Collaboratore esterno.

The study confirmed the preceding researches of these authors with lower concentration of omega 3 in the feed-stuff too.

Key words: PUFA, omega 3, CLA, milk, cheese, sheep.

INTRODUZIONE

Il mondo scientifico, nella sua quasi totalità, concorda sull'importante ruolo biologico rivestito dagli $\omega 3$ negli organismi animali e sulla necessità, per l'uomo, di aumentarne l'ingestione attraverso l'alimentazione.

A tal fine, nell'ultimo decennio la ricerca zootecnica ha condotto numerosi studi che hanno avuto come oggetto l'arricchimento di alcune derrate alimentari di origine animale come carne, uova, latte e derivati. L'obiettivo che la ricerca zootecnica si è posta in tal senso, quindi, è stato quello di tendere a riportare il contenuto in acidi grassi essenziali degli alimenti di origine animale ai livelli presentati dagli stessi prima dell'avvento delle produzioni intensive (Biaggi e coll., 1999; Spanò, 1999).

In relazione alla produzione di latte e derivati, negli anni 50 le osservazioni di Garton e coll. (1958) hanno messo in evidenza la capacità dei microrganismi ruminanti di idrolizzare i lipidi esterificati della dieta, mentre Reiser (1951) alcuni anni prima aveva dimostrato come la microflora ruminale era in grado anche di idrogenare gli acidi grassi polinsaturi (C18) presenti in diete miste di acidi grassi monoinsaturi e saturi. Del resto, come oggi è noto, i due processi vanno "di pari passo" e l'idrolisi del legame esterico rappresenta un pre-requisito per l'idrogenazione (Noble, 1999).

Tutto ciò, è risultato essere alla base degli scarsi successi ottenuti in molti tentativi di accrescere la concentrazione di acidi grassi polinsaturi (PUFA) nelle produzioni dei ruminanti attraverso l'alimentazione (Noble, 1999).

Studi effettuati da Tocchini e coll. (1999, 2000) hanno di recente evidenziato come attraverso l'impiego di oli e grassi ricchi in PUFA, ma opportunamente protetti dall'idrogenazione operata dai batteri a livello ruminale, sia stato possibile ottenere validi livelli di acidi grassi polinsaturi anche nel latte dei ruminanti (Tocchini e coll., 1999; Tocchini e coll., 2000).

Il presente lavoro, in tal senso, oltre a rappresentare un ulteriore

approfondimento, ha avuto l'obiettivo di testare l'effetto prodotto da livelli di assunzione di $\omega 3$ inferiori a quelli utilizzati nelle precedenti esperienze.

A tal fine, gli effetti delle diverse diete sono state valutate in ordine alla qualità del latte prodotto in senso generale nonché alla sua composizione in acidi grassi (P.U.F.A). Allo stesso tempo, al fine di valutare eventuali influenze dal punto di vista quantitativo, anche la produzione di latte è stata oggetto di studio.

MATERIALI E METODI

La ricerca ha riguardato 24 pecore di razza Sarda, pluripare, con ultimo parto singolo, al secondo mese di lattazione e scelti a random nell'ambito dei 500 effettivi di un gregge. I soggetti scelti, suddivisi in 2 gruppi di 12 ciascuno, sono stati denominati Controllo e Trattamento (T) e hanno stazionato per il periodo della prova sperimentale in 2 box di m² 15 ubicati all'interno di un capannone e su lettiera permanente in paglia. La sperimentazione ha avuto una durata complessiva di 70 giorni.

La somministrazione di $\omega 3$ è stata effettuata mediante inclusione nel mangime complementare destinato al T di una premiscela del commercio prodotta dalla Trouw Nutrition Italia Spa di Bussolengo (VR), denominata NORDOS FAT $\omega 3$ e la cui composizione è a base di grassi e oli di origine animale e vegetale.

Tali ingredienti risultano protetti dall'attacco ruminale mediante avvolgimento in film lipidico, processo comunemente noto con il termine di "microincapsulazione". La premiscela, il cui contenuto in $\omega 3$ è riportato nella Tabella I, è stata inclusa nel mangime del T nella misura del 2%.

Tab. I. Composizione NORDOS FAT OMEGA3.

	ALA	DHA	DPA	EPA	Tot. omega 3	Vit. E
%	3,3	3,7	9,5	3,1	16,3	
mg/Kg	33	37	95	31	163	2000

Tab. II. Caratteristiche nutritive delle razioni.

Parametri		Controllo		T	
		T.Q.	S.S.	T.Q.	S.S.
Umidità	%	10,64		10,66	
S.S.	%	89,36	100,00	89,34	100,00
Proteine grezze	%	14,39	16,10	14,38	16,09
Lipidi grezzi	%	3,13	3,50	3,14	3,51
Fibra grezza	%	19,49	21,81	19,49	21,82
NDF	%	42,37	47,42	42,37	47,42
Amido	%	9,45	10,57	9,45	10,57
UFL ⁽¹⁾	n./kg	0,68	0,76	0,68	0,76

⁽¹⁾ UFL = stimata INRA (1988)

Tab. III. Ingestione giornaliera di $\omega 3$ per capo nel T* (g).

Tot. omega3	ALA	DHA	DPA	EPA
3,136	0,528	0,592	1,52	0,496

* I valori si riferiscono a quanto apportato mediante il NORDOS FAT omega3

I due mangimi utilizzati nella prova (Controllo e T) erano isoenergetici, isoproteici ed isolipidici.

La quantità giornaliera di $\omega 3$ ingerita da ciascun soggetto, conseguentemente ed in funzione della razione giornaliera descritta in Tabella II, è quella riportata nella Tabella III; tale quantità si riferisce alla quota apportata dal NORDOS FAT $\omega 3$.

Quotidianamente è stata effettuata la rilevazione della produzione di latte di ciascun soggetto. Ai giorni 14°, 28°, 42°, 56° e 70°, inoltre, sono stati prelevati campioni di latte di massa relativo alle due mungiture giornaliere.

A sua volta, in corrispondenza del prelievo dei campioni di latte effettuati al 14°, 42° e 70° giorno di sperimentazione, il latte di ciascun gruppo è stato sottoposto a caseificazione artigianale e successivamente sottoposto ad una stagionatura di 60 giorni.

In corrispondenza del 20°, 40° e del 60° giorno di stagionatura,

sono stati prelevati dei campioni di formaggio mediante “carotaggio” della forma.

Nel complesso tutti i campioni di latte e formaggio raccolti sono stati sottoposti ad analisi per la determinazione del tenore proteico e lipidico, avvenuto mediante Milkoscan per il latte; inoltre previa estrazione del grasso sul latte e sul formaggio, è stata determinata la composizione in acidi grassi a partire dal C14 mediante gascromatografia. Tutte le analisi sopra descritte sono state effettuate presso l’Istituto Zooprofilattico Sperimentale “A. Mirri” - Settore di Chimica e Tecnologie Alimentari di Palermo.

I dati così ottenuti sono stati sottoposti ad Analisi della Varianza (ANOVA) secondo il modello statistico ad una variabile di seguito riportato:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij} \text{ (S.A.S, 1995)}$$

RISULTATI

Dal punto di vista quantitativo, la produzione di latte relativa al periodo sperimentale dei soggetti appartenenti al Controllo e al T non è risultata essere diversa in maniera significativa così come anche il tenore in grasso e proteine (Tabella IV).

Per quanto riguarda invece il contenuto in acidi grassi del grasso del latte, i soggetti del Controllo hanno presentato nel corso dell’intero periodo sperimentale un tenore medio in $\omega 3$ totali di mg/100 ml $61,65 \pm 6,40$, mentre i soggetti del T, ossia quelli a cui era somministrato mangime “arricchito”, hanno fatto registrare un tenore medio pari a mg/100 ml di latte $80,78 \pm 19,69$ (Tabella V).

Tab. IV. Produzione media di latte (l/capo) e tenore in grasso (%) e proteine (%).						
Gruppo	Produzione		Grasso		Proteine	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	44,02	2,96	6,38	0,27	5,36	0,41
T	42,61	3,39	5,95	0,30	5,39	0,61

Tab. V. Tenore in $\omega 3$ del latte (mg/100 ml).

Gruppo	Tot. omega 3		ALA		DHA		DPA		EPA	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	61,65 a	6,40	39,92	5,08	3,41 A	1,12	4,62 a	0,61	13,70 a	1,68
T	80,78 b	19,69	47,33	16,26	6,65 B	2,94	7,67 b	3,04	19,14 b	3,11

A, B: $p < 0,01$; a, b: $p < 0,05$

Andando ad analizzare quanto è accaduto a carico dei singoli $\omega 3$, l'ALA, che rappresenta tra l'altro anche il precursore degli altri acidi grassi polinsaturi della famiglia $\omega 3$, non ha presentato differenze significative tra i due trattamenti. Ad ogni modo, il tenore medio in ALA nei due gruppi, è risultato essere pari a mg/100 ml di latte $39,92 \pm 5,08$ nel Controllo e mg/100 ml $47,33 \pm 16,26$ nel T; nonostante non si possa segnalare una differenza statisticamente significativa tra i due trattamenti, ci sembra comunque il caso di evidenziare come il T presenti un tenore medio in ALA comunque superiore (Tabella V).

Dati senza dubbio più interessanti sono quelli relativi al DHA per il quale le differenze rilevate sono risultate tutte significative per $p < 0,01$. Il contenuto in DHA del latte prodotto dal Controllo, ha presentato un tenore medio pari a mg/100 ml $3,41 \pm 1,12$ contro mg/100 ml $6,65 \pm 2,94$ per il T (Tabella V).

Pressoché identica situazione si riscontra anche per quanto riguarda il tenore in DPA. Unica eccezione è che la differenza riscontrata tra il Controllo ed il T è per $p < 0,05$. I valori medi osservati in questo caso sono stati di mg/100 ml di latte $4,62 \pm 0,61$ per il Controllo e mg/100 ml $7,67 \pm 3,04$ per il T (Tabella V).

I valori medi relativi al tenore in EPA rilevati nei due gruppi sono stati di mg/100 ml di latte $13,70 \pm 1,68$ per il Controllo e di mg/100 ml $19,14 \pm 3,11$ per il T e con differenza significativa per $p < 0,05$ anche in questo caso (Tabella V).

Per quanto riguarda l'LA, l'esame dei dati raccolti evidenzia un tenore significativamente più basso ($p < 0,01$) nel T (mg/100 ml di latte $62,55 \pm 12,61$) rispetto al Controllo (mg/100 ml di latte $69,72 \pm 11,87$) (Tabella VI).

Anche per quanto riguarda l'AA, nel T si è osservata una sua ridu-

Tab. VI. Tenore in $\omega 6$ del latte (mg/100 ml).

Gruppo	LA		AA		CLA	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	69,72 B	11,87	19,67 b	3,74	17,38	2,97
T	62,55 A	12,61	14,29 a	1,46	25,61	3,39

A, B: $p < 0,01$; a, b: $p < 0,05$

zione; in particolare è passato da un tenore medio di mg/100 ml latte di $19,67 \pm 3,74$ nel Controllo, ad un tenore medio di mg/100 ml $14,29 \pm 1,46$ nel T e questa differenza è risultata essere significativa per $p < 0,05$ (Tabella VI).

Verificato l'effetto dei diversi trattamenti sul contenuto in acidi grassi polinsaturi (PUFA) nel latte, si è testato anche l'effetto degli stessi trattamenti sulla composizione acidica del grasso del formaggio.

Come ci si poteva attendere, la mancanza di significatività statistica delle differenze presentate tra trattamenti per quel che riguarda il tenore in grasso del formaggio, indica che il trattamento alimentare non ha in definitiva avuto alcuna influenza.

Per contro, per quanto riguarda il totale $\omega 3$ e relativamente ai tre campioni per trattamento prelevati dal formaggio prodotto alla prima caseificazione, non è stata rilevata nessuna differenza tra i due gruppi. Identica situazione si rileva anche in occasione della seconda caseificazione, mentre solo alla terza caseificazione si rileva una differenza tra trattamenti altamente significativa; infatti, in questo caso, si rileva un tenore medio in $\omega 3$ totali pari a mg/100 g $355,67 \pm 35,31$ per il Controllo e mg/100 g $458,16 \pm 33,86$ per il T (Tabelle VIII, IX e X).

Quanto osservato per l'ALA nel latte, si conferma anche nel formaggio. Infatti in nessun formaggio prodotto nelle tre diverse caseificazioni, per l'ALA, si è rilevata una differenza statisticamente significativa, attestandosi il suo contenuto in un range che va da mg/100 g $155,80 \pm 40,60$ (T alla 2^a caseificazione) e mg/100 g $222,43 \pm 21,55$ (T alla 3^a caseificazione). Differenze molto nette si riscontrano invece per il DHA, il quale, già in riferimento al formaggio prodotto in occasione della seconda caseificazione, fa rilevare anche una differenza

Tab. VII. Tenore in grasso del formaggio prodotto nelle diverse caseificazioni (%).

Gruppo	1 ^a caseificazione		2 ^a caseificazione		3 ^a caseificazione	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	27,97	1,29	29,10	1,75	28,83	2,14
T	28,57	3,10	29,47	0,64	28,30	0,35

Tab. VIII. Tenori in ω 3 del formaggio prodotto alla 1^a caseificazione (mg/100 g).

Gruppo	Tot. omega 3		ALA		DHA		DPA		EPA	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	263,34	31,47	181,22	20,50	9,29	3,14	14,96	4,66	57,87 A	7,47
T	281,88	17,23	168,87	9,44	13,37	2,57	16,95	1,28	82,68 B	6,84

A, B: $p < 0,01$ **Tab. IX.** Tenori in ω 3 del formaggio prodotto alla 2^a caseificazione (mg/100 g).

Gruppo	Tot. omega 3		ALA		DHA		DPA		EPA	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	265,84	17,47	160,12	13,45	22,43 a	5,31	22,30 A	6,85	60,98 a	4,86
T	316,99	41,69	155,80	40,60	37,38 b	5,21	47,21 B	6,78	76,59 b	7,60

A, B: $p < 0,01$; a, b: $p < 0,05$

statisticamente significativa ($p < 0,05$) tra il Controllo ed il T (Tabella IX). La terza caseificazione, rende i trattamenti diversi per $p < 0,01$ e fa evidenziare una crescita del tenore in DHA del formaggio prodotto dal T fino a $\text{mg}/100 \text{ g } 65,99 \pm 6,5$ contro i $\text{mg}/100 \text{ g}$ di $13,37 \pm 2,57$ della prima caseificazione, ossia circa 5 volte di più (Tabella X). Il tenore osservato a fine prova sperimentale nei formaggi del controllo è stato solo di $\text{mg}/100 \text{ g } 28,88 \pm 4,24$.

Passando al DPA, si segnala una differenza statisticamente signifi-

Tab. X. Tenore in $\omega 3$ del formaggio prodotto alla 3^a caseificazione (mg/100 g).

Gruppo	Tot. omega 3		ALA		DHA		DPA		EPA	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	355,67 A	35,31	218,62	24,60	28,88 A	4,24	29,53 A	5,60	78,64 a	3,70
T	458,16 B	33,86	222,43	21,55	65,99 B	6,50	65,11 B	7,75	104,63 b	10,27

A,B: $p < 0,01$; a,b: $p < 0,05$ **Tab. XI.** Tenori in $\omega 6$ del formaggio prodotto alla 1^a caseificazione (mg/100 g).

Gruppo	LA		AA		CLA	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	220,53	27,71	86,72	7,49	64,16	3,03
T	244,61	66,86	83,46	8,58	88,61	24,30

cativa per $p < 0,01$ tra il T ed il Controllo alla seconda e alla terza caseificazione (Tabelle IX e X). In questo caso si osserva come in funzione del momento di prelievo del latte da caseificare e quindi con il procedere della lattazione, il tenore in DPA è cresciuto nel formaggio in maniera limitata nel Controllo (da mg/100 g di formaggio $14,96 \pm 4,66$ a $29,53 \pm 5,60$), mentre nel T si è osservata una crescita tale da raddoppiare il tenore rispetto al Controllo.

Risultati leggermente diversi si rilevano per l'EPA, per il quale alla prima caseificazione, si sono rilevate differenze statisticamente significative per $p < 0,01$ tra Controllo e T mentre alla seconda per $p < 0,05$; in entrambi i casi, comunque, nel Controllo sono stati osservati i valori più bassi. Nell'ultima caseificazione, infine, per l'EPA si è osservata una crescita del suo tenore nel T, tenore che è passato a mg/100 g $104,63 \pm 10,27$ e con differenza significativa per $p < 0,05$ rispetto al Controllo (Tabella X).

In relazione agli $\omega 6$ è da rilevare soltanto che il tenore in AA del formaggio ottenuto con la seconda caseificazione è stato maggiore ($p < 0,01$) nel Controllo rispetto al T (mg/100 g $119,99 \pm 0,23$ del Controllo contro $91,43 \pm 7,82$ del T) (Tabella XII).

Tab. XII. Tenori in $\omega 6$ del formaggio prodotto alla 2^a caseificazione (mg/100 g).

Gruppo	LA		AA		CLA	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	306,66	55,49	119,99 B	0,23	70,23 A	16,54
T	346,99	42,52	91,43 A	7,82	128,87 B	16,56

A,B: $p < 0,01$ **Tab. XIII.** Tenori in $\omega 6$ del formaggio prodotto alla 3^a caseificazione (mg/100 g).

Gruppo	LA		AA		CLA	
	Media	ds	Media	ds	Media	ds
Controllo	394,78	44,21	114,68	17,32	98,87 a	18,43
T	343,33	12,74	130,70	89,13	136,86 b	12,82

a, b: $p < 0,05$

Il CLA (Tabella XI) ha presentato, invece, una differenza significativa per $p < 0,01$ alla prima caseificazione con valore maggiore nel T (mg/100 g $88,61 \pm 24,30$) rispetto al Controllo (mg/100 g $64,16 \pm 3,03$). Nelle altre caseificazioni, il tenore in CLA del formaggio ha presentato un aumento della concentrazione rispettivamente nel Controllo (mg/100 g $70,23 \pm 16,54$) e nel T ($128,87 \pm 16,56$) alla seconda caseificazione (Tabella XII) e nel Controllo ($98,87 \pm 18,43$) e nel T ($136,86 \pm 12,82$) alla terza caseificazione (Tabella XIII); seppur mantenendo nel T sempre livelli superiori di CLA rispetto al Controllo la differenza è andata perdendo di significatività e, in particolare, questa è passata a $p < 0,01$ alla seconda caseificazione a $p < 0,05$ alla terza (Tabelle XII e XIII).

DISCUSSIONE

Dai risultati sopra esposti, ci sembra di poter ritenere che l'arric-

chimento in $\omega 3$ del mangime possa determinare anche nei ruminanti un aumento di $\omega 3$ totali del latte. L'esame dei dati grezzi raccolti, inoltre, ha evidenziato come, mentre nel Controllo il tenore in $\omega 3$ è stato abbastanza costante, nel T si è osservata una tendenziale crescita nei successivi controlli soprattutto a carico di alcuni di essi (DHA e DPA). Tale crescita che, nel caso del DHA e del DPA al termine della prova era ancora in atto, ci induce a ritenere che una somministrazione più prolungata nel tempo avrebbe potuto permettere il raggiungimento di un tenore di questi due acidi grassi nel latte superiore.

Per quanto concerne, invece, gli $\omega 6$, LA ed AA, l'osservazione del loro minor tenore nel T rispetto al Controllo, fa intuire come l'arricchimento alimentare con $\omega 3$ delle diete per ovini comporta uno spostamento del rapporto $\omega 6/\omega 3$ del latte a vantaggio di questi ultimi. Del resto, visto che il rapporto $\omega 6/\omega 3$ è considerato un fattore qualitativo importante per ogni alimento destinato all'uomo, questo risultato ci sembra di particolare interesse.

In relazione a quanto osservato sul formaggio, si ritiene di poter escludere consistenti fenomeni di saturazione o di denaturazione a carico dei PUFA conseguenti alla trasformazione casearia ed alla successiva stagionatura del formaggio stesso. Detto ciò, si ricorda che i dati presentati si riferiscono al formaggio ottenuto con il latte prodotto rispettivamente dopo 14, 42 e 70 giorni di prova sperimentale e pertanto, per quanto riguarda la mancanza di differenze statisticamente significative alla prima caseificazione, si evidenzia che, al momento del prelievo del latte, i soggetti del T assumevano mangime arricchito da soli 14 giorni.

In definitiva, alla luce dei dati presentati, si dimostra come oggi sia tecnicamente possibile intervenire in modo mirato e "controllato" sulla composizione acidica del grasso del latte ovino e quindi dei suoi derivati, attraverso l'alimentazione degli ovini in lattazione. Al fine però di avvicinarsi in maniera sensibile "all'antico" rapporto $\omega 6/\omega 3$ (5/1) ritenuto ottimale, allo stato attuale, il ricorso all'arricchimento dei mangimi sembra essere l'unica via possibile. Infatti, mentre a livello di grandi industrie agroalimentari è ipotizzabile l'aggiunta diretta in fase di lavorazione degli alimenti (ad esempio nel latte bovino), a livello di piccole realtà produttive questa pratica risulta essere molto costosa e quindi infattibile.

Del resto, l'arricchimento degli alimenti destinati all'alimentazio-

ne umana ottenuta attraverso la somministrazione degli $\omega 3$ direttamente ai soggetti in produzione, ha già dimostrato in molti casi praticità di realizzazione e garanzia di risultato anche in realtà produttive di piccole dimensioni che desiderino qualificare e differenziare la loro produzione zootecnica.

BIBLIOGRAFIA

- BIAGGI G., DEGL'INNOCENTI D., MEROLA M., ORAZIOLI A., PIVETTI I. (1999). La realizzazione di alimenti commerciali arricchiti con omega 3 in Italia. *Progress in nutrition* 1, 3-4: 85-86.
- GARTON G.A., HOBSON P.N., LOUGH A.K. (1958). Cit. NOBLE R.C. (1999). Animal supplies of $\omega 3$ fatty acids for uman nutrition. *Progress in Nutrition* 1, 3-4: 4-14.
- NOBLE R.C. (1999). Animal supplies of $\omega 3$ fatty acids for uman nutrition. *Progress in Nutrition* 1, 3-4: 4-14.
- REISER R. (1951). Cit. NOBLE R.C. (1999). Animal supplies of $\omega 3$ fatty acids for uman nutrition. *Progress in Nutrition* 1, 3-4: 4-14.
- S.A.S. (1995). JMP. Cary, NC: S.A.S. Institute Inc., ISBN: 1555446795.
- SPANÒ C. (1999). Esiste la reale necessità della supplementazione con gli acidi grassi polinsaturi omega-3? *Progress in Nutrition* 1, 3-4, 87-88.
- TOCCHINI M., FREGA N., FRONTE B., MOZZON M., FICHI G., DEGL'INNOCENTI D. (1999). Produzione di alimenti di origine animale (uova, latte ovino e formaggio pecorino, latte) arricchiti con acidi grassi polinsaturi ω -3. *Progress in Nutrition* 1, 3-4: 76-84.
- TOCCHINI M., VONGHIA G., FRONTE B., FICHI G. (2000). Arricchimento in $\omega 3$ del latte ovino attraverso l'alimentazione del bestiame. *Ann. Fac. Med. Vet.*, vol. LIII, Edizioni Plus, Pisa, 69-78.