

● ACIDI GRASSI NEL LATTE DI BOVINE ALIMENTATE CON FORAGGI DI ALTA QUALITÀ

# Valorizzare la filiera del latte con gli acidi grassi

di G. Borreani, M. Coppa,  
E. Tabacco, L. Comino,  
A. Revello-Chion, D. Giaccone

Nell'ultimo decennio si è aperto un ampio dibattito sugli aspetti qualitativi e salutistici del latte, con particolare attenzione alla qualità del grasso. Recenti studi scientifici hanno messo in luce che la composizione del grasso del latte, sotto l'aspetto della composizione in acidi grassi, svolge un ruolo fondamentale nella riduzione del rischio di cardiopatia ischemica e infarto del miocardio (Bergholdt et al., 2013).

Alcuni acidi grassi del latte sono essenziali nella dieta umana, in quanto non possono essere sintetizzati dal nostro organismo (Stark et al., 2008). La dieta dell'uomo negli ultimi 100 anni si è considerevolmente modificata, con un enorme aumento dell'assunzione di grassi. Dal punto di vista qualitativo vi è stato un aumento di acidi grassi saturi, del polinsaturo acido linoleico della serie Omega-6 e la concomitante riduzione di alimenti ricchi di acidi grassi della serie Omega-3, acido  $\alpha$ -linolenico e acidi grassi polinsaturi a lunga catena della stessa serie.

**Tali cambiamenti nelle abitudini alimentari hanno modificato profondamente il rapporto fra l'assunzione di acidi grassi Omega-3 e Omega-6, il quale è passato da valori prossimi a 1:1 a valori fino a 1:20.** Questi cambiamenti nella dieta, associati ad altre modifiche ambientali, quali inattività fisica, ipertensione, fumo, ecc. sono considerate tra le maggiori cause del rapido aumento delle malattie croniche dieta-relative, incluse quelle cardiovascolari, dell'ultimo secolo (Parodi, 2004; Caramia e Ruffini, 2015).

La recente presa di coscienza dell'opinione pubblica di questi aspetti ha portato a un aumento della domanda di prodotti lattiero-caseari con un elevato valore nutrizionale in termini di qualità del grasso.

Da un progetto finanziato dalla Fondazione CRC (Fondazione Cassa di risparmio di Cuneo) emergono alcuni importanti elementi sulla qualità del grasso del latte e i suoi risvolti: si rileva infatti che il latte ottenuto da animali che basano la loro dieta su foraggi a elevato valore nutrizionale verdi o conservati presenta profili più favorevoli per la salute umana



Da qui nascono richieste di soluzioni tecniche per migliorare il profilo in acidi grassi del latte nelle diverse realtà produttive italiane dalla pianura intensiva alla montagna. Questo può diventare un punto di forza per diversificare e qualificare sul mercato il prodotto latte e i prodotti lattiero-caseari, aprendo nuove opportunità commerciali e di remunerazione per la produzione primaria e per l'intera filiera latte.

## Il grasso del latte

Per poter meglio comprendere le vie percorribili per ottenere un profilo lipidico favorevole alla salute umana occorre comprendere meglio la struttura del grasso e la sua composizione, nonché i fattori che ne influenzano la composizione. Il grasso, presente sotto forma di emulsione nel latte, è il maggior componente energetico ed è

responsabile di molte proprietà fisiche, caratteristiche tecnologiche e organolettiche del latte e dei suoi derivati.

Il contenuto di grasso nel latte bovino è notevolmente influenzato dalla dieta, della razza, della fase di lattazione, e nel latte di animali sani può variare dal 2 al 5% sul peso. La maggior parte dei lipidi del latte bovino (circa il 95%) è composto da trigliceridi contenuti nei globuli di grasso insieme a tracce di altri lipidi non polari.

I trigliceridi sono esteri del glicerolo, comunemente composti da tre molecole di acidi grassi attaccate a una molecola di glicerolo, che costituisce l'ossatura. Il numero di acidi grassi esterificati con il glicerolo può variare grandemente nel latte bovino, e a oggi sono stati identificati oltre 150 differenti acidi grassi, i quali fanno sì che quello del latte sia uno dei lipidi più complessi tra i grassi naturali (Parodi, 2004).

## MISURARE GLI ACIDI GRASSI IN TEMPI RAPIDI A UN COSTO CONTENUTO

Per una possibile valorizzazione dei profili in acidi grassi da parte dell'industria lattiero-casearia è necessario disporre di un sistema di analisi veloce e a basso costo. A questo proposito il gruppo di lavoro composto da Università di Torino (Disafa), l'Associazione regionale allevatori del Piemonte (Arap) e la ditta Foss, ha sviluppato alcune curve di calibrazione per la spettroscopia all'infrarosso, alternative alla costosa e lunga analisi gascromatografica di riferimento, che permettono di prevedere con una buona approssimazione gli acidi grassi presentati in questo lavoro.

Le curve sono state implementate con i dati di circa 500 campioni

di latte di massa aziendali raccolti in Piemonte e in Lombardia con l'obiettivo di adattare alla realtà produttiva del Nord Italia. Tale analisi può essere eseguita, tramite analizzatore MilkoScan, contemporaneamente alla determinazione dei parametri qualitativi di routine per il pagamento del latte e per i controlli funzionali.

**La disponibilità di determinazioni veloci e routinarie del profilo acido del latte, da affiancare ai sistemi già in uso per il pagamento della qualità, apre nuove prospettive di valorizzazione di filiere attente alla sostenibilità ambientale, nonché alla qualità nutraceutica delle produzioni lattiero-casearie.** ●

vengono portati dal sangue e quindi derivano dall'alimentazione, dal metabolismo ruminale e dell'animale.

**Tra gli acidi grassi importanti per la salute umana emergono: l'acido  $\alpha$ -linolenico, che ha dimostrato svolgere un'azione preventiva su eventi cardiovascolari fatali (Hauswirth et al., 2004); gli isomeri dell'acido linoleico coniugato (CLA); gli acidi a catena ramificata (branched; Bcfa); l'acido oleico, nonché il già citato rapporto Omega-3 su Omega-6.**

### Fattori influenti sul contenuto di acidi grassi del latte

Decenni di ricerche hanno messo in evidenza i diversi fattori che possono influenzare il profilo in acidi grassi del latte, e in particolare emergono la dieta, la razza, la genetica, lo stadio di lattazione e la salute degli animali (Griinari et al., 1998; Elgersma et al., 2006). Per molte specie di mammiferi la composizione di acidi grassi del latte riflette la composizione di acidi grassi ingeriti con la dieta.

I ruminanti fanno in parte eccezione, in quanto i grassi ingeriti con la dieta sono modificati fortemente dal metabolismo dei batteri presenti nel rumine e una delle maggiori modifiche riguarda la bioidrogenazione degli acidi polinsaturi (Bauman e Griinari, 2003). Comunque, dato che la dieta può influenzare marcatamente la popolazione batterica e i processi microbiologici ruminanti, anche per i ruminanti si osservano forti variazioni nel contenuto di grasso e nella composizione in acidi grassi in relazione alla dieta.

Ne deriva che gli acidi grassi nel latte bovino hanno due origini diversificate: una parte deriva dall'assorbimento dalla circolazione sanguigna e l'altra dalla sintesi *ex novo* all'interno delle cellule epiteliali della ghiandola mammaria (Bauman e Griinari, 2003). In particolare, gli acidi grassi a catena corta (da 4 a 8 atomi di carbonio) e media (da 10 a 14 atomi di carbonio) derivano quasi esclusivamente dalla sintesi *ex novo*, mentre gli acidi grassi a catena lunga (con più di 16 atomi di carbonio) derivano dall'assorbimento dei lipidi nel sistema circolatorio. Fanno eccezione gli acidi grassi a 16 atomi di carbonio i quali possono originare da entrambe le fonti.

**Aumentando il rapporto foraggi/concentrati nella dieta tendono ad**

**TABELLA A - Sistemi di nomenclatura di alcuni acidi organici presenti nel latte**

Nome comune	Sistema semplificato	Posizione doppi legami	Nome Iupac	Formula	Tipologia
Ac. butirrico	C4:0	nessuno	Ac. n-butanoico	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	Saturo a catena lineare
Ac. palmitico	C16:0	nessuno	Ac. esadecanoico	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Saturo a catena lineare
Ac. oleico	C18:1 cis-9	9	Ac. cis-9-ottadecenoico	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Monoinsaturo, isomero cis
Ac. vaccenico	C18:1 trans-11	11	Ac. trans-11-ottadecenoico	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Monoinsaturo, isomero trans
Ac. linoleico	C18:2 n-6	9, 12 ( $\Omega$ 6)	Ac. all-cis-9,12-ottadecadienoico	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Polinsaturi, isomero cis, cis
Ac. rumenico o CLA	C18:2 cis-9, trans-11	9, 11	Ac. (9Z,11E)-octadeca-9,11-dienoico	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Polinsaturo, isomero cis, trans, coniugato dell'acido linoleico
Ac. $\alpha$ -linolenico	C18:3 n-3	9, 12, 15 ( $\Omega$ 3)	Ac. ottadeca-9Z,12Z,15Z-trienoico	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	Polinsaturo, isomero cis, cis, cis

Di questi, circa 15 sono presenti nel grasso del latte in concentrazioni superiori a 1 g/100 g di acidi grassi. Nel presente lavoro, per la caratterizzazione del profilo acido, si sono scelti i principali 9 acidi grassi del latte a cui sono state aggiunte 11 somme e rapporti tra alcuni acidi, che hanno implicazioni importanti sulla salute

umana, sul benessere animale e sulla tecnologia casearia. Nella complessa matrice latte la frazione più suscettibile di modifiche all'origine (cioè non provocate dalla tecnologia casearia) è senza dubbio la materia grassa, poiché parte degli acidi grassi che formano i trigliceridi non vengono sintetizzati a livello della ghiandola mammaria, ma

umentare gli acidi grassi polinsaturi (Pufa) e gli acidi grassi Omega-3 e a diminuire la proporzione di acidi grassi saturi (Sfa) (Dewhurst et al., 2006). Alimentare gli animali con foraggi verdi freschi migliora notevolmente queste tendenze, e migliora il profilo in acidi grassi favorevole per la salute umana (Chilliard et al., 2007).

Le diete ricche di amido, ingerito da animali alimentati a base di concentrati e insilato di mais, determinano un aumento di C18:1 trans-10 a discapito del C18:1 trans-11, inoltre determinano un aumento di acidi grassi Omega-6 (in particolare C18:2 n-6), diminuendo di conseguenza il rapporto Omega-3/Omega-6 (Griinari et al., 1998).

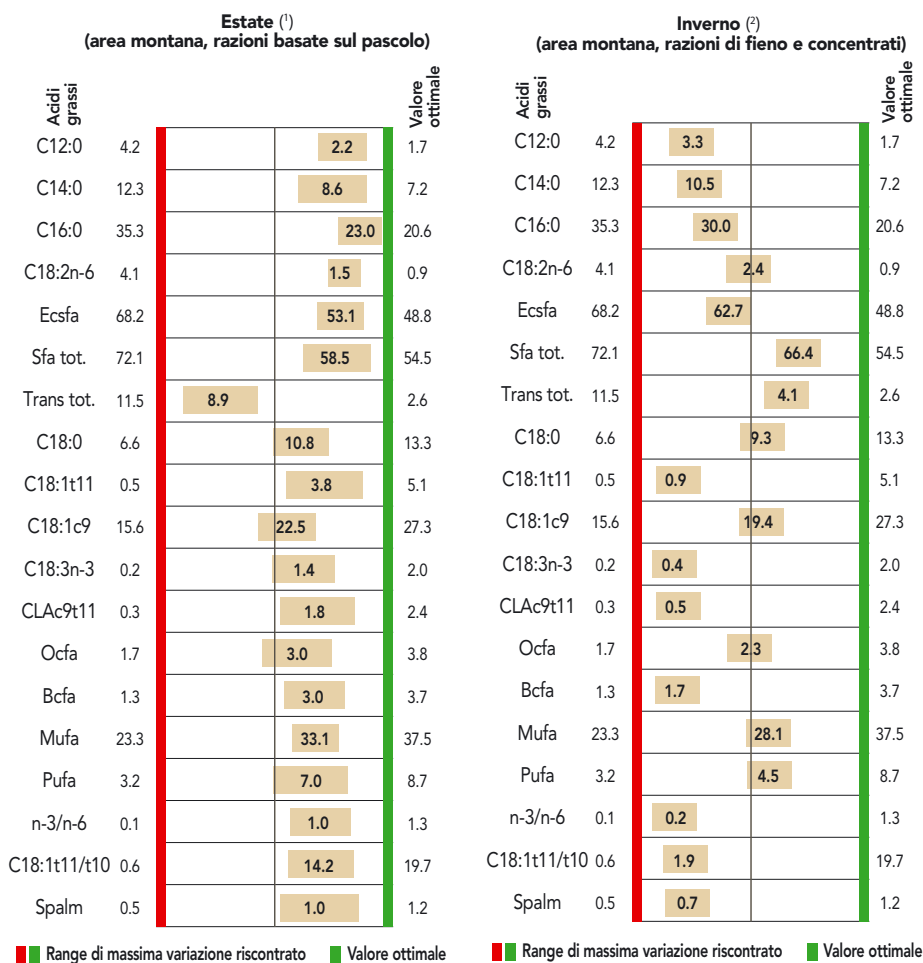
Questa attenzione verso il profilo di acidi grassi del latte ha portato di recente alcune aziende lattiero-casearie, in vari Paesi dell'Unione Europea (ad esempio Francia, Belgio, Paesi Bassi), a proporre l'applicazione di un premio sul prezzo del latte bovino ricco di acidi grassi con un effetto positivo sulla salute umana (ad esempio elevate concentrazioni di Omega-3 e Pufa, e basse concentrazioni di Sfa) (Borreani et al., 2013).

## Benefici dei foraggi verdi di montagna

Dai rilievi eseguiti in diversi Paesi europei, tra cui quelli nelle nostre valli alpine, emerge che il latte ottenuto da animali che basano la loro dieta prevalentemente su foraggi verdi al pascolo presenta profili più favorevoli per la salute umana, in relazione ai principali acidi grassi e al rapporto Omega-3/Omega-6.

Nel 2004 su un'eminente rivista medica (*Circulation*) venne pubblicato un articolo dal titolo «High  $\Omega$ -3 fatty acid content in Alpine cheese: the basis for an Alpine paradox» (Elevati contenuti di Omega-3 nei formaggi alpini: le basi per un paradosso alpino), nel quale venne discussa l'elevata qualità nutrizionale delle diete delle popolazioni alpine svizzere basate principalmente su formaggi prodotti da animali allevati con foraggi verdi. In particolare, venne evidenziato come il consumo medio di 55 g di formaggio al giorno da una popolazione delle Alpi svizzere fornisse 272 mg di acido  $\alpha$ -linolenico se prodotto da animali al pascolo, mentre se consumato come formaggio di pianura, l'ingestione di tale acido scendeva a 62 mg al giorno.

**GRAFICO 1 - Profili dei principali acidi grassi (g/100 g acidi grassi) di aziende estensive in area montana nel periodo estivo e invernale**



(1) 45 aziende. (2) 20 aziende.

I profili del latte estivo prodotto con animali al pascolo presentano contenuti di acidi grassi saturi (Sfa, C12:0; C14:0; C16:0) bassi, mentre presentano valori prossimi ai massimi per gli acidi più favorevoli, monoinsaturi, polinsaturi e Omega-3 (Mufa, Pufa, C18:3 n-3).



Se si utilizzano foraggi conservati di alta qualità originati da prati aziendali il profilo degli acidi grassi del latte rimane simile a quello estivo

**TABELLA 1 - Acidi grassi del latte indicatori di dismetabolie negli animali**

Acido grasso	Dieta equilibrata	Dieta acidogena
Grasso/proteine (Fpr)	1,14	0,9
C18:1 trans-10	0,55	1,33
Ocfa	2,34	2,56
Bcfa	1,66	1,56
C18:1 trans-11/ C18:1 trans-10	1,89	0,74

Fpr = Rapporto grasso/proteina.

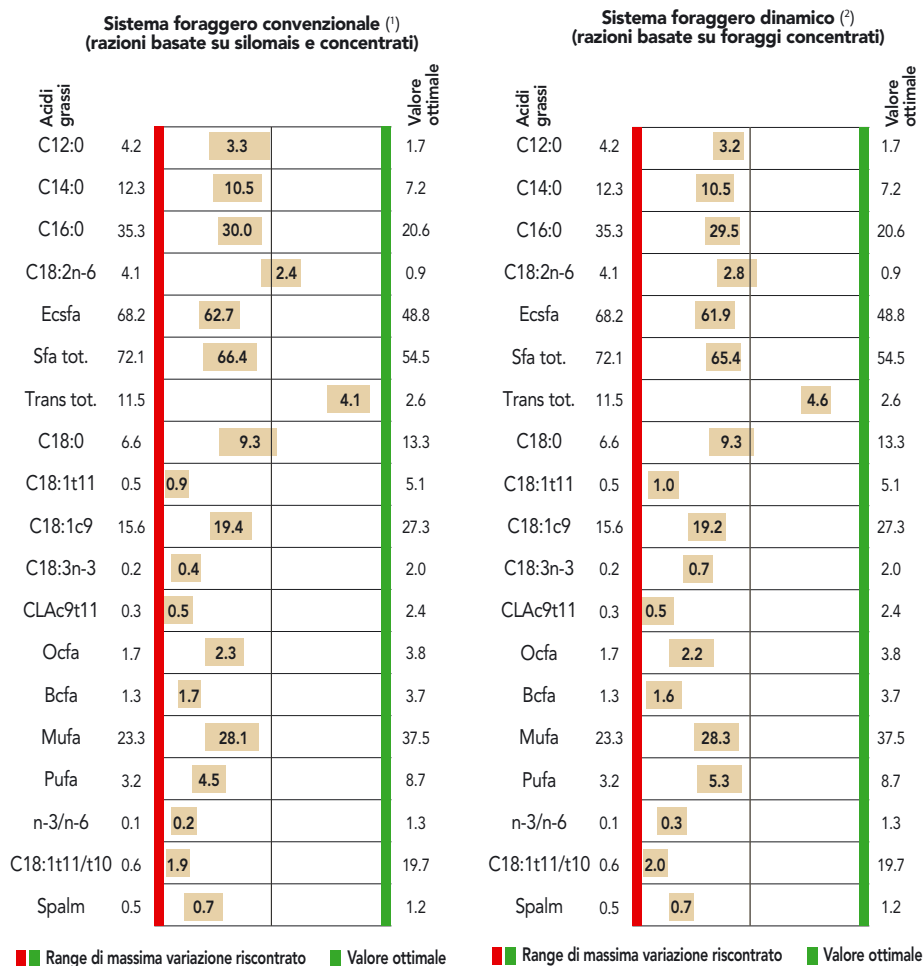
Alcuni acidi grassi del latte e loro rapporti possono fornire indicazioni sullo stato sanitario e sulle razioni: gli acidi grassi ramificati (Bcfa) tendono ad aumentare in diete ricche di foraggi, mentre gli acidi grassi a catena dispari (Ocfa) evidenziano razioni ad alto contenuto di amido e concentrati.

Ne emerge che il profilo in acidi grassi di un latte estivo prodotto da animali al pascolo, con diete a base di foraggi verdi di alta qualità nutrizionale, risulta essere il modello di riferimento a cui ispirarsi per impostare le azioni di miglioramento (grafico 1). I profili del latte estivo prodotto con animali al pascolo presentano contenuti di acidi grassi saturi (Sfa, C12:0; C14:0; C16:0) molto bassi rispetto agli intervalli massimi di variazione in un latte bovino, mentre presentano valori prossimi ai massimi per gli acidi più favorevoli quali monoinsaturi, polinsaturi e Omega-3 (Mufa, Pufa, C18:3 n-3).

Per quanto riguarda i profili invernali delle medesime aziende, questi risultano profondamente modificati dal cambiamento di alimentazione (grafico 1). **Più le aziende mantengono un legame con il territorio, usando foraggi conservati di alta qualità originati dai prati aziendali, più il profilo rimane simile a quello estivo, mentre se i foraggi sono di bassa qualità e necessitano di integrazioni con concentrati di origine extraaziendale, il profilo tende ai valori più simili a quelli dei sistemi intensivi.**

Purtroppo, pur rappresentando il latte prodotto al pascolo da queste tipologie aziendali un modello di eccellenza, la produzione limitata al solo periodo estivo riduce fortemente la sua disponibilità sui mercati e richiederebbe un'attenta politica di sostegno e valorizzazione di questo prodotto per

**GRAFICO 2 - Profili dei principali acidi grassi (g/100 g acidi grassi) di aziende da latte intensive con sistemi foraggeri convenzionali e dinamici**



(1) 128 aziende. (2) 24 aziende.

I profili medi delle aziende intensive con sistema foraggero convenzionale tendono a posizionarsi verso i valori massimi per gli acidi grassi saturi, meno favorevoli per la salute. Si osserva invece nel caso di sistemi foraggeri dinamici l'aumento di alcuni acidi favorevoli: gli acidi polinsaturi (Pufa) sono aumentati del 18%, e il rapporto Omega-3/Omega-6 è aumentato del 50% portandosi a valori di 1:3.

poter cambiare la sua caratterizzazione a produzione di nicchia disponibile per brevi periodi.

## Qualità del grasso in aziende intensive della Pianura Padana

Il maggior quantitativo di latte a livello italiano proviene da aziende intensive della Pianura Padana che allevano razze specializzate da latte con alte potenzialità genetiche e basano il sistema foraggero aziendale sul mais da insilato e da granella a cui si aggiungono elevate quantità di concentrati. Diventa, quindi, interessante capire quale tipo-

logia di profilo di acidi grassi caratterizza queste aziende (grafico 2).

**Fondamentalmente i profili medi di tali aziende tendono a posizionarsi verso i valori massimi per gli acidi grassi saturi, meno favorevoli per la salute, e verso i valori minimi per gli insaturi e Omega-3 più favorevoli.**

**Particolarmente sfavorevole è il rapporto Omega-3/Omega-6 che si attesta su 1:5 (0,2).** Nel paragrafo successivo saranno presentate alcune aziende intensive di pianura caratterizzate da sistemi foraggeri innovativi per verificare la possibilità di miglioramento del profilo in acidi grassi del latte prodotto.



L'autoproduzione di insilati di foraggi prativi di alta qualità permette di ridurre silomais e amido e aumentare la proteina autoprodotta

## Profili migliorati con sistemi foraggeri dinamici

I nuovi sistemi foraggeri recentemente discussi su questa rivista da Tabacco et al. (Supplemento a *L'Informatore Agrario* n. 4/2016 a pag. 20) che portano al centro dell'azienda la rotazione del mais con prati di leguminosa ed erbai di graminacee potrebbero dimostrarsi interessanti per una valorizzazione del profilo in acidi grassi dell'azienda da latte intensiva della Pianura Padana.

L'autoproduzione aziendale di insilati di foraggi prativi (loglio italoico, erba medica e prato stabile) di alta qualità permette di ridurre la quota di silomais e amido delle razioni e aumentare la quantità di proteina autoprodotta. Oltre ai vantaggi agronomici ed economici già discussi nel lavoro sopracitato, aumentare la quota di foraggi conservati nella razione permette di modificare il profilo in acidi grassi del latte prodotto senza penalizzare minimamente le potenzialità produttive degli animali.

In particolare, si può osservare l'aumento di alcuni acidi favorevoli rispetto alle aziende intensive con sistema foraggero basato su silomais e concentrati (grafico 2): gli acidi polinsaturi (Pufa) sono aumentati del 18%, il rapporto Omega-3/Omega-6 è aumentato del 50% portandosi a valori di 1:3 (0,3) e l' $\alpha$ -linolenico è aumentato del 78%, portandosi a valori intorno a 0,7 g/100 g di acidi grassi. Gli acidi saturi fondamentalmente non si sono modificati come pure il Cla cis-9, trans-11. Infatti quest'ultimo acido è particolarmente legato all'assunzione di elevate quantità di foraggi prativi freschi.

## Acidi grassi indicatori di benessere

Alcuni acidi grassi del latte e i loro rapporti possono anche fornire indicazioni sullo stato sanitario degli animali (tabella 1). Tra questi vanno citati gli **acidi grassi ramificati (Bcfa)** che derivano dal metabolismo dei batteri ruminanti responsabili della degradazione della cellulosa. Questi **tendono ad aumentare in diete ricche in fibra da foraggi** (Vlaemink et al., 2006) e **quindi, quando si ritrovano in alte concentrazioni nel latte, indicano un'elevata presenza di foraggi nella razione.**

Per contro gli acidi grassi a catena dispari (Ocfa), derivanti dai batteri ruminanti responsabili della degradazione degli amidi, sono in grado di evidenziare razioni ad alto contenuto di amido e conseguentemente di concentrati con un rapporto foraggi/concentrati a favore di questi ultimi.

Inoltre, il rapporto tra alcuni acidi grassi monoinsaturi del gruppo del C18:1 può essere indicatore di dismetabolie subcliniche, quali la subacidosi ruminale. In particolare, disturbi metabolici e carenze nutrizionali o squilibri si possono riflettere nella composizione chimica del latte e possono indurre cambiamenti nel grasso del latte e nelle proteine nonché nel **rapporto tra C18:1 trans-11/C18:1 trans-10. Un rapporto fisiologicamente corretto tra questi due acidi grassi è sempre superiore a 1** (con valori tra 1,2 e 3,5 negli animali ad alta produzione di aziende intensive).

**Valori inferiori a 1,0 sono invece da considerarsi a rischio di animali con subacidosi ruminale** (Comino et al., 2015). Su animali singoli valori infe-

riori a 1,0 non equivalgono a diagnosi certa, ma sono da considerarsi dei campanelli d'allarme, la cui importanza è da valutarsi in base alla frequenza rispetto al totale della mandria. **Elevate frequenze di casi sospetti in stalla possono essere un indicatore di problematiche legate alla non equilibrata gestione dell'alimentazione e suggeriscono la necessità di controllo e monitoraggio della razione per le vacche in lattazione.**

Anche quando le vacche hanno un bilancio energetico negativo il contributo di acidi grassi provenienti dalla mobilitazione delle riserve corporee aumenta in modo direttamente proporzionale all'entità del deficit energetico. Quindi un bilancio energetico negativo, causato da un'elevata produzione di latte associata a una bassa ingestione alimentare, determina una mobilitazione degli acidi grassi dal tessuto adiposo verso la ghiandola mammaria, causando un maggior flusso di acidi grassi a lunga catena, in particolare dell'acido oleico (C18:1 cis-9), nella frazione lipidica del latte. Questo elevato assorbimento di acidi grassi a lunga catena inibisce anche la sintesi *ex novo* di acidi grassi a catena corta da parte del tessuto mammario.

Pertanto, nel latte di animali ad alta produzione elevati contenuti di acido oleico abbinati a basse concentrazioni di acidi grassi saturi (Sfa) possono essere indicatori di un bilancio energetico negativo, che, se eccessivamente pronunciato a inizio lattazione, può essere indicatore di chetosi subcliniche (Gross et al., 2011).

**Giorgio Borreani  
Mauro Coppa  
Ernesto Tabacco**

*Forage team - Dipartimento di scienze agrarie, forestali e alimentari (Disafa)  
Università di Torino*

**Luciano Comino, Andrea Revello-Chion  
Daniele Giaccone**

*Arap - Associazione regionale allevatori del Piemonte*

**V** Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a: [redazione@informatoreagrario.it](mailto:redazione@informatoreagrario.it)

Per consultare gli approfondimenti e/o la bibliografia: [www.informatoreagrario.it/rdLia/16ia12\\_8320\\_web](http://www.informatoreagrario.it/rdLia/16ia12_8320_web)

# Valorizzare la filiera del latte con gli acidi grassi

**L'INFORMATORE  
AGRARIO**

## BIBLIOGRAFIA

- Bauman D.E., Griinari J.M. (2003)** - Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Ann. Rev. Nutr.*, 23: 203-227.
- Bergholdt H.K., Nordestgaard B.G., Varbo A., Ellervik C. (2013)** - Milk intake is not causally associated with risk of ischemic heart disease or myocardial infarction. A Mendelian randomization study in 93,197 Danish individuals. *Circulation*, 128: A12833.
- Borreani G., Coppa M., Revello-Chion A., Comino L., Giaccone D., Ferlay A., Tabacco E. (2013)** - Effect of different feeding strategies in intensive dairy farming systems on milk fatty acid profiles, and implications on feeding costs in Italy. *Journal of Dairy Science*, 96: 6840-6855.
- Caramia G., Ruffini E. (2015)** - L'acido docosaesaenoico (DHA) aspetti fisiopatologici e prospettive terapeutiche. Disponibile su: [www.bambinoprogettosalute.it/sites/default/files/relazione\\_caramia.pdf](http://www.bambinoprogettosalute.it/sites/default/files/relazione_caramia.pdf)
- Chilliard Y., Glasser F., Ferlay A., Bernard L., Rouel J., Doreau M. (2007)** - Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 109, 828-855.
- Comino L., Righi F., Coppa M., Quarantelli A., Tabacco E., Borreani G. (2015)** - Relationships among early lactation milk fat depression, cattle productivity and fatty acid composition on intensive dairy farms in Northern Italy. *Italian J. Animal Sci.*, 14: 350-351.
- Dewhurst R.J., Shingfield K.J., Lee M.R.F., Scollan N.D. (2006)** - Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 131: 168-206.
- Elgersma A., Tamminga S., Ellen G. (2006)** - Modifying milk composition through forage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 131: 207-225.
- Griinari J.M., Dwyer D.A., McGuire M.A., Bauman D.E., Palmquist D.L., Nurmela K.V.V. (1998)** - Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81: 1251-1261.
- Gross J., van Dorland H.A., Bruckmaier R.M., Schwarz, F.J. (2011)** - Milk fatty acid profile related to energy balance in dairy cows. *Journal of Dairy Research* 78: 479-488.
- Hauswirth C.B., Scheeder M.R., Beer J.H. (2004)** - High omega-3 fatty acid content in alpine cheese: the basis for an alpine paradox. *Circulation*, 109: 103-107.
- Jensen R.G., Ferris A.M., Lammi-Keefe C.J. (1991)** - The composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, 74: 3228-3243.
- Parodi P.W. (2004)** - Milk fat in human nutrition. *Aust. J. Dairy Technol.*, 59: 3-59.
- Stark A.H., Crawford M.A., Reifen R. (2008)** - Update on alpha-linolenic acid. *Nutrition Reviews*, 66: 326-332.
- Vlaemink B., Fievez V., Cabrita A.R.J., Fonseca A.J.M., Dewhurst R.J. (2006)** - Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 131: 389-417.

## PER CAPIRE DI PIÙ GLI ACIDI GRASSI

Le diverse tipologie di acidi grassi e le conseguenti diverse proprietà chimico-fisiche e sulla salute umana dipendono dalla loro struttura chimica.

Gli acidi grassi sono acidi organici che presentano un solo gruppo carbossilico (-COOH) e una catena alifatica composta da un minimo di 2 atomi di carbonio fino a 28. La catena alifatica può essere lineare o ramificata, più comunemente formata da un numero pari di atomi di carbonio e raramente si trovano acidi con strutture cicliche.

Le catene di atomi di carbonio sono unite da legami semplici o doppi.

Da queste caratteristiche generali si possono individuare i seguenti gruppi:

- saturi a catena lineare con atomi di carbonio uniti da legami semplici (**Sfa**);
- insaturi con 1 doppio legame nella catena di atomi di carbonio detti Monoinsaturi (**Mufa**);
- insaturi con 2 o più doppi legami detti Polinsaturi (**Pufa**);
- polinsaturi coniugati: quando 2 doppi legami nella catena sono intervallati da un legame singolo;

- saturi a catena lineare con numero di atomi di carbonio pari (**Ecsfa**);
- saturi e monoinsaturi a catena lineare con numero di atomi di carbonio dispari (**Ocfa**);
- in base alla posizione dell'ultimo doppio legame: Omega-3 (**Ω3**) doppio legame tra il terzo e quartultimo atomo di carbonio alla fine della catena; Omega-6 al sesto (**Ω6**); Omega-9 al nono (**Ω9**);
- isomeri geometrici di acidi insaturi, quando gli atomi di idrogeno sono dalla stessa parte del doppio legame si parla di isomero **cis**, mentre se sono dalla parte opposta si parla di **trans**;
- acidi grassi ramificati (anche detti *branched*, **Bcfa**) i quali si distinguono in **Iso** se ramificati sul penultimo atomo di carbonio contando dal gruppo carbossilico e in **An-teiso** ramificati sul terzultimo carbonio.

### Nomenclatura

Dato l'elevato numero di caratteristiche delle molecole, esistono diversi sistemi di nomenclatura, che spesso entrano nel gergo comune senza essere ben compresi. Diventa quindi indispensabile un breve glossario per poter comprendere meglio la loro struttura.

Il primo è il nome comune, che non fornisce indicazioni tecniche per risalire alla struttura (ad esempio acido butirrico, linoleico, ecc.); poi esiste il nome ufficiale Iupac, riconosciuto e codificato a livello internazionale; la formula bruta, che riassume il numero di atomi di carbonio, idrogeno e ossigeno della molecola; infine alcune codificazioni semplificate che indicano il numero atomi carbonio, il numero di doppi legami e la loro posizione e isomeria nella catena (*tabella A*).

La nomenclatura semplificata scelta in questa pubblicazione indica il numero di atomi di carbonio totale: ad esempio C18; l'eventuale presenza di doppi legami e il loro numero (ad esempio nessuno: C18:0; due, C18:2); la posizione del doppio legame partendo dal gruppo funzionale carbossilico e la sua isomeria geometrica (ad esempio C18:3 cis9, cis12, cis15).

**TABELLA A - Sistemi di nomenclatura di alcuni acidi organici presenti nel latte**

Nome comune	Sistema semplificato	Posizione doppi legami	Nome Iupac	Formula	Tipologia
Ac. butirrico	C4:0	nessuno	Ac. n-butanoico	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	Saturo a catena lineare
Ac. palmitico	C16:0	nessuno	Ac. esadecanoico	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Saturo a catena lineare
Ac. oleico	C18:1 cis-9	9	Ac. cis-9-ottadecenoico	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Monoinsaturo, isomero cis
Ac. vaccenico	C18:1 trans-11	11	Ac. trans-11-ottadecenoico	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Monoinsaturo, isomero trans
Ac. linoleico	C18:2 n-6	9, 12 (Ω6)	Ac. allcis-9,12-ottadecadienoico	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Polinsaturi, isomero cis, cis
Ac. rumenico o CLA	C18:2 cis-9, trans-11	9, 11	Ac. (9Z,11E)-octadeca-9,11-dienoico	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Polinsaturo, isomero cis, trans, coniugato dell'acido linoleico
Ac. α-linolenico	C18:3 n-3	9, 12, 15 (Ω3)	Ac. ottadeca-9Z,12Z,15Z-trienoico	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	Polinsaturo, isomero cis, cis, cis

# L'INFORMATORE AGRARIO

[www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it)



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.