

Formaggi da latte di pecora. Aspetti nutrizionali

INTRODUZIONE

Le caratteristiche nutrizionali dei formaggi dipendono sia dalla composizione del latte impiegato, sia dalle attività microbiche che si sviluppano all'interno del formaggio a carico di tutti gli elementi nutritivi (carboidrati, lipidi e proteine), in conseguenza dell'aggiunta degli starter batterici e, nel caso dei formaggi a latte crudo, anche della flora microbica spontanea presente nella materia prima.

In riferimento alla composizione della materia prima, la tecnica di allevamento e il regime alimentare sono in grado di modificare profondamente il profilo lipidico del latte e la presenza di acidi grassi ad azione bioattiva, mentre è molto limitata l'influenza sul profilo proteico, minerale e glucidico, che dipendono prevalentemente da fattori genetici e fisiologici. Ne consegue che, tra i diversi tipi di formaggi ovini DOP che si possono trovare sul mercato, le eventuali differenze nutrizionali sono da ascrivere principalmente alla frazione lipidica (qualora le condizioni di allevamento e di alimentazione dei greggi differiscano significativamente tra gli areali di produzione) e alla tecnologia di trasformazione (ad esempio l'utilizzo o meno di latte crudo, la tipologia di starter batterici utilizzati e la lunghezza del periodo di stagionatura).

Relativamente alla lunghezza della stagionatura, le differenze nutrizionali maggiori sono dovute al grado di proteolisi e di lipolisi a opera degli enzimi batterici ed endogeni e alla eventuale presenza di residui di lattosio, in funzione della lunghezza della stagionatura.

* Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Agro-ambientali, Università di Pisa

** Dipartimento di Agraria, Università di Sassari

Nella presente rassegna, pertanto, sarà posta particolare attenzione alla frazione lipidica del latte ovino utilizzato per la produzione dei diversi tipi di formaggi DOP e alle eventuali differenze che si possono ritrovare nelle altre componenti nutrizionali dei formaggi, in conseguenza delle diverse tecnologie di trasformazione adottate.

LA FRAZIONE LIPIDICA DEI FORMAGGI OVINI DOP

I formaggi ovini DOP sono prodotti prevalentemente con latte intero e sottoposti a stagionatura che varia da un minimo di un mese fino anche a 12 mesi, di conseguenza il contenuto di grasso del prodotto finale è piuttosto variabile, anche se generalmente superiore al 30%. Data la grande variabilità della lunghezza del periodo di stagionatura e le differenze in termini di tecnica di trasformazione e di tipologia di starter batterici utilizzati, il grado di lipolisi osservato nei diversi formaggi DOP è altrettanto variabile, ma con valori inferiori a 1,0-1,3 g/kg di formaggio (Pirisi et al., 2011).

Il grasso del latte dei piccoli ruminanti contiene naturalmente diverse sostanze che hanno dimostrato di possedere proprietà benefiche per la salute umana. Tale aspetto va a controbilanciare le critiche spesso rivolte ai formaggi e latticini in virtù del loro contenuto di acidi grassi ad azione ipercolesterolemizzante. Il contenuto di sostanze bioattive del latte può essere opportunamente potenziato attraverso sistemi di alimentazione naturali e rispettosi del benessere degli animali. Nel caso dei formaggi ovini, numerose ricerche si sono concentrate sull'arricchimento del latte con acidi grassi (AG) di cui sono note specifiche proprietà bioattive; tra questi l'acido vaccenico (VA, C18:1 t11), l'acido linoleico coniugato (CLA, C18:2 c9t11) e l'acido α -linolenico (ALA, C18:3n-3).

Il CLA è un acido grasso con numerose funzioni biologiche, ma le più importanti sono quella anticancerogena (confermata per il momento solo su animali da laboratorio e su colture cellulari), antinfiammatoria e anticolesterolemica. Il CLA è un componente funzionale del latte dei ruminanti e, in tal senso, i formaggi sono considerati una delle fonti alimentari più importanti nella dieta dell'uomo. Il latte ovino, rispetto a quello bovino, contiene quantità 3-4 volte superiori di VA e di CLA (Nudda et al., 2005; Bailoni e Buccioni, 2014).

Il contenuto di VA e di CLA nel latte e nei formaggi ovini è strettamente correlato grazie al fatto che questi due acidi grassi sono coinvolti in meccanismi metabolici comuni sia a livello ruminale sia nella ghiandola mammaria.

	VA	CLA	ALA	RIFERIMENTO
Pecorino Romano	3.33	1.69	0.95	Nudda et al. (2005)
Pecorino Sardo	3.12	1.56	1.32	Nudda et al. (dnp)
Pecorino Sardo	2.66	1.36	1.04	Addis et al. 2013
Fiore Sardo	2.65	1.50	0.92	Nudda et al. (dnp)
Pecorino Toscano	3.31	1.73	0.95	Buccioni et al., 2010
Pecorino Toscano	3.40	1.43	0.7	Buccioni et al., 2012
Pecorino Toscano	2.60	1.32	0.92	Mele et al., 2010

Tab. 1 *Contenuto di acido vaccenico (VA), acido linoleico coniugato (CLA) e di acido alfa-linolenico (ALA) in alcune tipologie di formaggi ovini DOP*

Formaggi con elevati contenuti di CLA, pertanto sono caratterizzati anche da elevati contenuti di VA. Il ruolo biologico del VA, per molti anni, è stato considerato in maniera negativa, data l'appartenenza di questa sostanza alla categoria degli acidi grassi trans, di cui è noto il loro effetto ipercolesterolemizzante, superiore anche a quello proposto per gli acidi grassi saturi (Hornstra, 1999). Recenti studi hanno tuttavia evidenziato che il VA è in grado di svolgere un'azione sinergica con il CLA nel controllo del colesterolo ematico (Jacome-Sosa et al., 2010).

Il formaggio ovino contiene anche discrete quantità di ALA, mediamente doppie rispetto a quelle riscontrabili nei formaggi bovini. Questo acido grasso, oltre a svolgere il ruolo di precursore degli altri acidi grassi polinsaturi omega-3 a più lunga catena, ha un'azione bioattiva indipendente, riconosciuta anche dall'EFSA che ha fissato anche dei valori di dose giornaliera raccomandata (RDA, 2g/d), affinché possa espletarsi un'azione di controllo del colesterolo plasmatico (EFSA, 2009).

Affinché il contenuto di questi acidi grassi possa essere massimizzato nel latte e, a seguito della trasformazione casearia, anche nel formaggio, un ruolo centrale è svolto dall'alimentazione al pascolo e dall'ottimizzazione delle tecniche di pascolamento (Mele, 2009). Diversi studi hanno dimostrato, infatti, che l'erba verde rappresenta un'eccellente fonte alimentare di ALA per le pecore e che un regime alimentare basato sul pascolo è una delle migliori strategie per spostare il profilo degli acidi grassi del latte verso un maggior contenuto delle sostanze bioattive sopra riportate. È noto che l'allevamento della pecora nell'Italia centro-meridionale e insulare, dove si produce la quasi totalità dei formaggi DOP da latte ovino, è fortemente basato su sistemi semi-estensivi che utilizzano per almeno la metà del ciclo produttivo il pascolo come principale fonte di nutrimento per gli animali. Fortunatamente, come è stato dimostrato sia per il Pecorino Sardo sia per il Pecorino Toscano, il processo di caseificazione non sembra alterare il profilo degli acidi

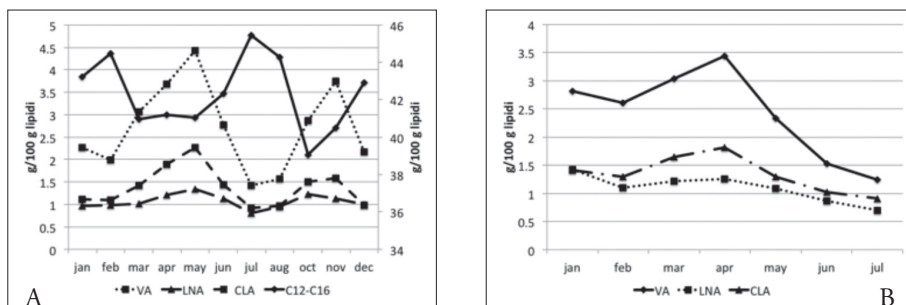


Fig. 1 Andamento stagionale del contenuto di acidi grassi saturi a media catena (C12-C16), acido vaccenico (VA), acido linoleico coniugato (CLA) e di acido alfa-linolenico (ALA) nel Pecorino Toscano (A) e nel Pecorino Sardo (B)

grassi del latte, pertanto i miglioramenti che si ottengono sul profilo lipidico del latte si ritrovano specularmente nei prodotti lattiero-caseari (Nudda et al., 2005; Buccioni et al., 2010).

Gli effetti positivi del pascolo sul contenuto di ALA, VA e CLA nel latte sono legati all'elevato contenuto di ALA nel foraggio verde, questo acido grasso è parzialmente bioidrogenato in VA nel ruminante e, quest'ultimo, a sua volta parzialmente convertito in CLA nei tessuti, compreso quello mammario, per azione dell'enzima stearoil-CoA desaturasi (Mele, 2009). Tutti gli interventi che massimizzano la disponibilità di pascolo durante l'anno e/o ne migliorano la composizione attraverso l'inserimento di specifiche essenze foraggere (Addis et al., 2005) possono portare a incrementi significativi del contenuto di acidi grassi bioattivi nel latte e nel formaggio (Nudda et al., 2003). In mancanza di interventi specifici la concentrazione di VA, CLA e ALA nel latte segue l'andamento stagionale (fig. 1) caratteristico della disponibilità quanti-qualitativa di pascolo con un picco nel periodo primaverile (Nudda et al., 2005; Mele e Banni, 2010).

Le caratteristiche pedoclimatiche dell'Italia centro-meridionale, tuttavia, non consentono di disporre per lunghi periodi del pascolo come risorsa alimentare e, pertanto, è necessario applicare strategie nutrizionali integrative, che garantiscano livelli costanti di arricchimento del latte durante l'intera stagione produttiva. In tal senso l'introduzione di fonti di grasso vegetale nella dieta dei piccoli ruminanti si è dimostrata una strategia efficace (Mele et al., 2011; Nudda et al., 2014).

Il grande interesse della ricerca per questi acidi grassi ad azione bioattiva ha recentemente trovato un'importante conferma nei risultati di studi clinici che hanno valutato l'effetto di pecorini arricchiti in VA, CLA e ALA sull'uomo. Ad esempio, in soggetti clinicamente sani, il consumo di

TIPO DI FORMAGGIO	COLESTEROLO	α -TOCOFEROLO	TRANS-RETINOLO	13-CIS-RETINOLO
Pecorino Romano	88.7	911.7	420.1	85.6
Pecorino sardo	78.1	807.1	376.2	77.5
Fiore sardo	98.0	1001.4	538.7	85.3
Canestrato pugliese	92.0	207.6	242.9	29.5
Pecorino Toscano	93.5	831.2	492.1	85.4
*il beta-carotene non è stato rilevato in nessun campione				

Tab. 2 *Colesterolo (mg/100g parte edibile), α -tocoferolo, trans-retinolo e 13-cis retinolo (μ g/100g parte edibile) nei formaggi ovini DOP italiani (da Manzi et al. 2007)*

200 g/settimana, per dieci settimane, di un pecorino con contenuti medio-alti di VA e RA (3,26 e 1,56 g/100 lipidi, rispettivamente), rispetto a un formaggio di controllo con concentrazioni di VA e RA inferiori (0,4 e 0,19 g/100 lipidi, rispettivamente), ha ridotto la concentrazione ematica di citochine pro-infiammatorie (Sofi et al., 2010). Il consumo di 90 g/d per tre settimane di pecorino naturalmente arricchito in VA, CLA e ALA (rispettivamente 6,3; 2,5 e 2,1 g/100 g di grasso) rispetto a un pecorino di controllo (rispettivamente 1,7, 0,8 e 0,6 g /100 g di grasso), ha ridotto la concentrazione ematica di colesterolo LDL del 7% in individui ipercolesterolemici e ha indotto una marcata riduzione della concentrazione ematica di un endocannabinoido chiamato anandamide, che si pensa implicato sia nella risposta infiammatoria sia, più in generale, nei fenomeni dislipidemici (Pintus et al., 2013).

Per quanto riguarda le componenti della frazione insaponificabile del grasso del formaggio, quella presente in maggiore quantità è sicuramente il colesterolo il cui contenuto in 100 g di formaggio oscilla tra 80 e 90 mg, a prescindere dalla tipologia di Pecorino e dal suo contenuto in grasso totale (tab. 2). Il contenuto di retinolo è particolarmente importante nei diversi tipi di Pecorino, in quanto oscilla tra circa 240 μ g/100g parte edibile (p.e.) a più di 500 μ g/100g p.e. Questo vuol dire che 100 g di pecorino possono coprire dal 50 al 100% del fabbisogno giornaliero di retinolo nei bambini e adolescenti e una quota molto importante anche dei fabbisogni per uomini e donne adulte (Società Italiana Nutrizione Umana, 2012). Da sottolineare che nel formaggio di pecora non si ritrovano carotenoidi in quanto la pecora trasforma molto efficientemente i carotenoidi assunti con la dieta in retinolo (Yang et al., 1992). Molto importanti sono anche gli apporti di vitamina E, che raggiungono anche contenuti di 1 mg/100 g di formaggio e mediamente valori più elevati di quelli riscontrabili in formaggi bovini come il Parmigiano Reggiano o il Grana Padano, grazie al largo ricorso al pascolo nei sistemi di allevamento della pecora da latte.

LA FRAZIONE PROTEICA DEI FORMAGGI OVINI DOP

Il contenuto di proteina dei formaggi pecorini rappresenta dal 25 al 30% del peso totale e comprende una quota di proteina degradata (costituita prevalentemente da aminoacidi liberi) che varia in funzione del trattamento termico cui è sottoposto il latte, del grado di stagionatura del formaggio e del potere proteolitico degli enzimi endogeni e dei batteri lattici coinvolti nel processo di trasformazione e maturazione. In media il valore di azoto solubile rispetto a quello totale nei pecorini DOP varia tra il 22 e il 30%, qualche punto percentuale in meno dei valori riscontrabili sui formaggi bovini a lunga stagionatura come il Parmigiano Reggiano (Gobetti et al., 2002). Il processo di degradazione proteica riveste un ruolo particolarmente importante dal punto di vista nutrizionale determinando sia un aumento della digeribilità della proteina per incremento degli aminoacidi liberi sia la liberazione di peptidi bioattivi (tab. 3), ovvero peptidi che hanno una potenziale azione benefica sulla salute dell'uomo. Durante l'idrolisi enzimatica (che avviene durante la digestione e/o nel corso della stagionatura) le proteine del latte possono rilasciare frammenti di peptidi con funzioni biologiche specifiche come attività anti-ipertensiva, antimicrobica, opioide, antiossidante, immunomodulante, e di legame degli elementi minerali (Park et al., 2007).

Nei formaggi ovini sono stati recentemente identificati peptidi bioattivi con proprietà immunologica, ACE-inibitoria, antibatterica, antiossidante, anticarcinogenica e oppioide (Pisanu et al., 2014). Peptidi ad attività antimicrobica sono stati identificati anche nei DOP Pecorino Romano e Canestrato Pugliese (Rizzello et al., 2005). L'attività proteolitica è originata sia da enzimi naturalmente presenti nel latte sia da enzimi apportati da batteri lattici o da fonti esogene, che, nel complesso contribuiscono alla generazione dei peptidi bioattivi (Smacchi e Gobetti, 2000).

Il tipo e la quantità di biopeptidi sono influenzati anche dal trattamento termico del latte prima della trasformazione casearia. Infatti, il maggior numero di peptidi con azione immunomodulante e ACE-inibitore si ritrova nei formaggi ottenuti da latte non pastorizzato (Pisanu et al., 2014). Notevole importanza riveste sul contenuto in biopeptidi anche il tempo di stagionatura dei formaggi, in quanto alcuni biopeptidi liberati dall'attività proteolitica durante la stagionatura potrebbero essere degradati in frammenti inattivi in seguito a proteolisi molto estesa.

Durante la stagionatura, inoltre, l'attività proteolitica più o meno intensa può dare origine a diverse quantità di aminoacidi liberi. Ad esempio, nel Canestrato Pugliese l'intensità della attività proteolitica, espressa dalla quantità

FORMAGGIO	PROTEINA	FRAMMENTO PEPTIDICO	PEPTIDE	AZIONE BIOLOGICA
Pecorino Romano	α S1-CN	f22-30	α S1-casochinina	ACE-inibitore
	α S1-CN	f10-21	Isracidina	antimicrobica
	α S1-CN	f24-31		antimicrobica
	β -CN	f155-163		antimicrobica
Canestrato Pugliese	β -CN	f183-188		antimicrobica
	β -CN	f183-188		antimicrobica

Tab. 3 Esempi di alcuni peptidi bioattivi identificati nei formaggi ovini DOP (da Rizzello et al., 2005)

	FENILAL	ISOL.	ISTIDIN	LEUC.	LISINA	MET.	TREON	TRIPT.	VALINA	AA TOT
P. sardo maturo ¹	2.73	2.26	0.58	4.28	3.63	1.48	0.69	0.11	3.18	33.56
P. sardo maturo* ¹	3.78	3.13	0.80	5.94	5.03	2.06	0.96	0.16	4.41	43.83
P. sardo dolce ²	0.12	0.06	0.02	0.32	0.16	0.10	0.01	0.01	0.32	1.95
Fiore Sardo ²	1.09	1.23	0.04	2.72	0.28	0.72	0.15	0.08	1.26	10.22
Fiore Sardo* ²	1.20	1.26	0.04	2.77	0.29	0.74	0.16	0.08	1.28	10.40
Canestrato P. ³	5.88	6.54	3.82	10.99	13.31	3.25	3.23	0.03	8.33	104.9
P. Sardo ⁴	2.60	2.42	1.51	2.60	2.76	1.57	0.66	-	1.69	31.00
* con aggiunta di starter autoctoni										
¹ Madrau et al., 2006										
² Mangia et al., 2013										
³ Corbo et al., 2001										
⁴ Coda et al., 2006										

Tab. 4 Contenuto in aminoacidi essenziali liberi nei formaggi Pecorino Sardo DOP e Fiore Sardo DOP a 210 giorni di stagionatura (mg/g di formaggio)

di aminoacidi liberi, è maggiore rispetto a quella riscontrata sia per il Fiore Sardo sia per il Pecorino Romano, a parità di stagionatura (rispettivamente 123,4; 53.4 e 87.0 mg di AA/kg di formaggio; Di Cagno et al. 2003). La α S1-CN è maggiormente idrolizzata rispetto alla β -CN sia nel Canestrato Pugliese sia nel Fiore Sardo (Albenzio et al., 2001; Di Cagno et al., 2003), mentre altri autori hanno riportato una idrolisi quasi completa della β -CN in Pecorino Romano a un anno di maturazione (Fox & Guinee, 1987). Il tempo di stagionatura, in effetti, ha un ruolo fondamentale sulla formazione di AA liberi, come evidenziato in tabella 4, dal confronto fra Pecorino Sardo maturo (210 giorni di stagionatura) e Pecorino Sardo dolce (40 gg di stagionatura). È evidente inoltre come la quantità di AA liberi essenziali, a 210 gg di maturazione, nel Pecorino Sardo sia influenzata positivamente dall'aggiunta di starter autoctoni (Madrau et al., 2006). Questo effetto non è stato riscontrato in uno studio successivo sul Fiore Sardo, probabilmente in funzione del fatto che per la produzione di quest'ultimo è previsto l'impiego di latte crudo che

	CAPRA	PECORA	VACCA
Calcio (mg/kg)	1260	1950	1200
Fosforo (mg/kg)	970	1240	920
Ca/P	1.3	1.3	1.3
Potassio (mg/kg)	1900	1360	1500
Sodio (mg/kg)	380	440	450
Cloro (mg/kg)	1600	1100	1100
Ferro (μ g/kg)	550	1000	460
Magnesio (μ g/kg)	130	200	110
Zinco (μ g/kg)	3400	6000	3800
Manganese (μ g/kg)	80	80	60
Iodio (μ g/kg)	80	104	70
Selenio (μ g/kg)	20	31	30

Tab. 5 *Contenuto di sali minerali del latte di pecora in confronto a quello di altre specie di ruminanti (adattata da Raynal-Ljutovac et al., 2008)*

è naturalmente ricco di microrganismi autoctoni (Mangia et al., 2008). L'attività pepsidasica, comunque, a parità di tipo di caglio utilizzato, è di norma più elevata nei formaggi prodotti a latte crudo rispetto a quelli ottenuti da latte pastorizzato e successivamente innestato con starter di batteri lattici (Albenzio et al., 2001).

LA FRAZIONE MINERALE DEI FORMAGGI OVINI DOP

La frazione minerale latte di pecora, rispetto a quella del latte di vacca e di capra, contiene quantità più elevate di calcio, di fosforo, di zinco e di ferro (tab. 5), pur mantenendo un rapporto calcio/fosforo praticamente identico a quello delle altre specie di ruminanti (Raynal-Ljutovac et al., 2008). Questo in virtù del più elevato contenuto di sostanza secca del latte di pecora.

Queste caratteristiche si trasferiscono solo in parte al formaggio Pecorino che, infatti, risulta avere contenuti in calcio e in fosforo simili ad altri formaggi di capra e di vacca. Anche in questo caso il grado di stagionatura dei formaggi è il fattore che, determinando il valore di sostanza secca totale, influisce maggiormente sul contenuto dei principali sali minerali (tab. 6).

Il contenuto di NaCl mostra un'elevata variabilità tra i diversi DOP ed è fortemente influenzata dalla modalità di salatura, generalmente maggiore con salatura in salamoia rispetto a quella a secco, e aumenta con il tempo di stagionatura, toccando i valori più elevati nel Pecorino Romano a 12 mesi di maturazione. Negli ultimi anni, a causa dell'incremento di patologie dell'apparato cardio-circolatorio, il contenuto di NaCl dei formaggi ha ricevuto una

FORMAGGIO	Ca	P	Ca/P	NaCl
Pecorino Romano	938.5	634.5	1.2	5.5
Pecorino sardo	940.4	714.8	1.1	2.0
Fiore sardo	865.0	697.2	1.0	4.1
Canestrato pugliese	841.5	688.2	1.0	2.6
Pecorino Toscano	860.5	658.9	1.1	1.8
Calcio e fosforo (mg/100g parte edibile) - da Manzi et al. (2007). NaCl (%) - media dei valori riportati da Pirisi et al. (2011)				

Tab. 6 *Contenuto minerale in formaggi ovinì DOP italiani*

grande attenzione da parte delle autorità sanitarie. Poiché l'NaCl aggiunto agli alimenti rappresenta circa il 75% dell'apporto di sodio della dieta dei paesi industrializzati, molte linee guida raccomandano di diminuire l'aggiunta di NaCl nella fase di trasformazione (Drake et al., 2011). Questo aspetto, pertanto, interessa anche la produzione di formaggi e, in particolare, di quei formaggi, come il Pecorino Romano, che storicamente utilizzano quantità più elevate di NaCl nella trasformazione. Uno studio recente ha dimostrato che una diminuzione del 15% del contenuto di NaCl del formaggio, opportunamente comunicato con un'adeguata etichettatura, consente di aumentare la volontà all'acquisto dei consumatori (Czarnacka-Szymani et al., 2015).

CONCLUSIONI

Dal punto di vista nutrizionale i formaggi DOP da latte di pecora garantiscono un apporto di acidi grassi ad azione bioattiva, di retinolo, di vitamina E, di calcio, di fosforo e di zinco comparabile o, in alcuni casi, superiore a quello dei formaggi ottenuti da altre specie di ruminanti. Questo fa sì che vi siano ampi spazi di miglioramento nella comunicazione del valore nutrizionale di questi formaggi e, di conseguenza, l'apertura di spazi di mercato fino a ora preclusi da una sostanziale mancanza di corretta informazione sul valore nutrizionale di questi alimenti.

Da segnalare che, a oggi, sono ancora molto rari gli studi clinici di intervento basati sull'utilizzo di formaggio, ma i pochi disponibili concordano sull'effetto positivo del formaggio ottenuto da latte di pecora sulla salute umana, soprattutto se si tratta di formaggio ottenuto da pecore allevate con regimi alimentari atti a ottenere arricchimenti naturali di alcuni acidi grassi ad azione bioattiva come CLA, VA e ALA.

La presenza di peptidi bioattivi, osservata in diverse tipologie di Pecorini,

è un altro aspetto che andrebbe ulteriormente approfondito, soprattutto in relazione ai potenziali effetti sulla salute umana.

Esistono tuttavia margini di miglioramento anche per la qualità nutrizionale dei Pecorini, in relazione al contenuto di NaCl, che in alcune tipologie di Pecorino potrebbe essere diminuito.

BIBLIOGRAFIA

- ADDIS M., CABIDDU A., PINNA G., DECANDIA M., PIREDDA G., PIRISI A. AND MOLLE G. (2005): *Milk and cheese fatty acid composition in sheepfed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9,trans-11*, «J. Dairy Sci.», pp. 3443-3454.
- ALBENZIO M., CORBO M.R., REHMAN S.U., FOX P.F., ANGELIS M., DE CORSETTI A., SEVI A., GOBBETTI M. (2001): *Microbiological and biochemical characteristics of Canestrato Pugliese cheese made from raw milk, pasteurized milk or by heating the curd in hot whey*, «Int. J. Food Microbiol.», 67, pp. 35-48.
- BAILONI L., BUCCIONI A. (2014): *Il latte e i prodotti lattiero-caseari: caratteristiche chimiche e nutrizionali*, in *Alimenti di origine animale e salute*, Ed. Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche di Brescia, pp. 91-117.
- BUCCIONI A., RAPACCINI S., ANTONGIOVANNI M., MINIERI S., CONTE G., MELE M. (2010): *Conjugated linoleic acid and C18:1 isomers content in milk fat of sheep and their transfer to Pecorino Toscano cheese*, «Int. Dairy J.», 20, pp. 190-194.
- BUCCIONI A., MINIERI S., CONTE G., BENVENUTI D., PEZZATI A., ANTONGIOVANNI M., RAPACCINI S., MELE M. (2012): *Changes in conjugated linoleic acid and C18:1 isomers profile during the ripening of Pecorino Toscano cheese produced with raw milk*, «Ital. J. Anim. Sci.», 11, pp. 426-430.
- CORBO M.R., ALBENZIO M., DE ANGELIS M., SEVI A., GOBBETTI M. (2001): *Microbiological and biochemical properties of canestrato pugliese hard cheese supplemented with bifidobacteria*, «J. Dairy Sci.», 84, pp. 551-561.
- CZARNACKA-SZYMANI J., JEZEWSKA-ZYCHOWICZ M. (2015): *Impact of nutritional information on consumers' acceptance of cheese with reduced sodium chloride content*, «International Dairy Journal», 40, pp. 47-53.
- DI CAGNO R., BANKS J., SHEEHAN L., FOX P.F., BRECHANY E.Y., CORSETTI A. ET AL. (2003): *Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewes' milk cheeses*, «Int. Dairy J.», 13, pp. 961-972.
- DRAKE S.L., LOPETCHARAT K. & DRAKE M.A. (2011): *Salty taste in dairy foods: can we reduce the salt*, «Journal of Dairy Science», 94, pp. 636-645.
- FOX P.F., GUINEE T. (1987): *Italian cheeses*, P.F. Fox (Ed.), *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*, vol. 2 Chapman & Hall, London, pp. 251-255.
- HORNSTRA G. (1999): *Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease*, «Fett/Lipid.», 101, pp. 456-466.
- JACOME-SOSA M.M., LU J., WANG Y. ET AL. (2010): *Increased hypolipidemic benefits of cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in combination with trans-11 vaccenic acid in a rodent model of the metabolic syndrome, the JCR: LA-cp rat*, «Nutr Metab (Lond)», 7, p. 60.
- MADRAU M.A., MANGIA N.P., MURGIA M.A., SANNA M.G., GARAU G., LECCIS L., CA-

- REDDA M., DEIANA P. (2006): *Employment of autochthonous microflora in Pecorino Sardo cheese manufacturing and evolution of physicochemical parameters during ripening*, «Int. Dairy J.», 16, pp. 876-885.
- MANGIA N.P., MURGIA M.A., GARAU G., SANNA M.G., DEIANA P. (2008): *Influence of selected lab cultures on the evolution of free amino acids, free fatty acids and Fiore Sardo cheese microflora during the ripening*, «Food Microbiol.», 25, pp. 366-377.
- MANZI P., MARCONI S., DI COSTANZO M.G., PIZZO FERRATO L. (2007): *Composizione di formaggi DOP italiani*, «La Rivista di Scienza dell'Alimentazione», anno 36, 9-22. http://www.fosan.it/system/files/u1/363_02_pizzoferrato_05.pdf
- MELE M. (2009): *Designing milk fat to improve healthfulness and functional properties of dairy products: from feeding strategies to a genetic approach*, «It. J. Anim. Sci.», 8, pp. 365-373.
- MELE M., BANNI S. (2010): *Lipid supplementation in small ruminant nutrition and dairy products quality: implications for human nutrition*. In *Energy and protein metabolism and nutrition*, EAAP Publication 127 (ed. GM, Crovetto), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 653-663.
- MELE M., CONTARINI G., CERCACI L., SERRA A., BUCCIONI A., POVOLO M., CONTE G., FUNARO A., BANNI S., LERCKER G. AND SECCHIARI P. (2011): *Enrichment of Pecorino cheese with conjugated linoleic acid by feeding dairy ewes with extruded linseed: Effect on fatty acid and triglycerides composition and on oxidative stability*, «Int. Dairy J.», 21, pp. 365-372.
- NUDDA A., MELE M., BATTACONE G., USAI M. G. AND MACCIOTTA N.P.P. (2003): *Comparison of conjugated linoleic acid (CLA) content in milk of ewes and goats with the same dietary regimen*, «It. J. Anim. Sci.», 2 Suppl. 1, pp. 515-517.
- NUDDA A., MCGUIRE M.A., BATTACONE G., PULINA G. (2005): *Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milkfat of sheep and its transfer to cheese and ricotta*, «J. Dairy Sci.», 88, pp. 1311-1319.
- NUDDA A., BATTACONE G., BOAVENTURA O.N., CANNAS A., FRANCESCONI A.H.D., ATZORI A.S., PULINA G. (2014): *Feeding strategies to design the fatty acid profile of sheep milk and cheese*, «Rev. Bras. Zootec.», 43, pp. 445-456.
- PARK Y.W., JUÀREZ M., RAMOS M., HAENLEIN G.F.W. (2007): *Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk*, «Small Rum. Res.», 68, pp. 88-113.
- PINTUS S., MURRU E., CARTA G., CORDEDDU L., BATETTA B., ACCOSSU S., PISTIS D., UDA S., GHIANI M.E., MELE M., SECCHIARI P., ALMERIGHI G., PINTUS P., BANNI S. (2013): *Sheep cheese naturally enriched in α -linolenic, conjugated linoleic and vaccenic acids improves the lipid profile and reduces anandamide in the plasma of hypercholesterolaemic subjects*, «Br. J. Nutr.», 109, pp. 1453-1462.
- PIRISI A., COMUNIAN R., URGEGHE P.P., SCINTU M.F. (2011): *Sheep's and goat's dairy products in Italy: Technological, chemical, microbiological, and sensory aspects*, «Small Rum. Res.», 101, pp. 102-112.
- PISANU S., PAGNOZZI D., PES M., PIRISI A., ROGGIO T., UZZAU S., ADDIS M.F. (2014): *Differences in the peptide profile of raw and pasteurised ovine milk cheese and implications for its bioactive potential*, «Int. Dairy J.», doi: 10.1016/j.idairyj.2014.10.007.
- RAYNAL-LJUTOVAC K., LAGRIFFOUL G., PACCARD P., GUILLET I., CHILLIARD Y. (2008): *Composition of goat and sheep milk products: An update*, «Small Rum. Res.», 79, pp. 57-72.
- RIZZELLO C.G., LOSITO I., GOBBETTI M., CARBONARA T., DE BARI M.D., ZAMBONIN P.G. (2005): *Antibacterial activities of peptides from the water-soluble extracts of Italian cheese varieties*, «J Dairy Sci.», 88, pp. 2348-2360.

- SOCIETÀ ITALIANA DI NUTRIZIONE UMANA (2012): *LARN, Livelli di Assunzione di Rifornimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana*, revisione 2012. http://www.sinu.it/documenti/20121016_LARN_bologna_sintesi_prefinale.pdf.
- SOFI F., BUCCIONI A., CESARI F., GORIA M., MINIERI S., MANNINI L., CASINI A., GENSI-
NI G. F., ABBATE R. AND ANTONGIOVANNI M. (2010): *Effects of a dairyproduct (pecorino cheese) naturally rich in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid on lipid, inflammatory and haemorheological variables: a dietary intervention study*, «Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.», 20, pp. 117-124.
- YANG A., LARSEN T.W., TUME R.K. (1992): *Carotenoid and retinol concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoid transport in sheep, goats and cattle*, «Aust. J. Agric. Res.», 43, pp. 1809-1817.