

## Formaggi da latte di pecora. Aspetti microbiologici, fisico-chimici e tecnologici

Le produzioni casearie ovine sono considerate generalmente di qualità, e ciò in conseguenza dei metodi tradizionali utilizzati nella trasformazione e della natura e dell'ambiente di produzione del latte ovino, universalmente riconosciuti come pressoché incontaminati. Le caratteristiche inconfondibili del latte sono legate in maniera indissolubile alla natura dei pascoli naturali e della macchia mediterranea che costituiscono la base principale per l'alimentazione della pecora. Il latte prodotto dalle aziende pastorali viene quasi interamente destinato alla caseificazione, che viene operata in parte dagli stessi allevatori presso i propri minicaseifici aziendali, o, come nel caso della Sardegna, in prevalenza presso i caseifici industriali privati o gestiti da cooperative.

Le metodologie di trasformazione del latte in formaggio rimangono ancora oggi ancorate alle più antiche tradizioni. I formaggi ovinii venivano prodotti tradizionalmente con latte crudo e ancora oggi, per alcuni formaggi DOP o per quelli prodotti a livello artigianale, viene utilizzato come tale, spesso senza aggiunta di colture starter. L'utilizzo di latte crudo permette di salvaguardare parte delle componenti aromatiche e microbiologiche apportate dall'ambiente di produzione e dagli animali fondamentalmente alimentati con le essenze pabulari presenti nei pascoli dell'areale di produzione. L'utilizzo tradizionale del caglio in pasta, pressoché generale nella produzione dei formaggi ovinii DOP italiani, proveniente da agnelli o capretti allevati nella zona di produzione, rafforza ulteriormente la componente aromatica e microbiologica apportata dall'ambiente di allevamento e di trasformazione. Questo tipo di caglio infatti differisce in modo significativo da quello liquido e in polvere di vitello, per il contenuto di enzimi lipolitici, assenti negli altri due tipi di caglio a causa del processo di produzione.

\* *Agris Sardegna, Reg. Bonassai (Olmedo)*

L'insieme di questi elementi legati all'ambiente naturale e al tradizionale metodo di produzione portano tali produzioni a essere definite come tipiche. Il concetto di tipico non risulta comunque chiaro e, inoltre, non è definito dal punto di vista legislativo. Possiamo dire che esso fa riferimento alle caratteristiche sensoriali del prodotto, all'origine geografica, alla materia prima e al processo di produzione, oltre che agli aspetti socio-culturali relativi all'area di produzione.

Nel caso invece delle produzioni ovine industriali, che fanno riferimento a bacini di raccolta del latte piuttosto ampi, si è reso necessario intervenire con sistemi di risanamento termico, i più utilizzati dei quali sono la termizzazione e la pastorizzazione. La prima ha come obiettivo la distruzione della microflora anticasearia (coliformi in particolare) e la riduzione della carica batterica del latte di partenza. Essa viene utilizzata principalmente per la produzione di formaggi che prevedono un periodo di stagionatura superiore ai due mesi. La pastorizzazione, invece, viene utilizzata di norma per la produzione di formaggi che prevedono meno di due mesi di stagionatura, con l'obiettivo di distruggere la microflora patogena per l'uomo o potenzialmente tale.

In Italia la produzione di gran parte dei formaggi ovini è regolata da marchi di protezione quali la Denominazione di Origine Protetta (DOP), che identifica un prodotto le cui fasi di produzione, trasformazione ed elaborazione devono essere effettuate in una specifica area geografica. I prodotti DOP devono attenersi a regole produttive più o meno rigide stabilite nel relativo disciplinare di produzione, mentre uno specifico organismo di controllo garantisce il rispetto di tali regole. Tra i formaggi ovi-caprini italiani solo uno, il Canestrato di Moliterno, vanta invece l'Indicazione Geografica Protetta (IGP), denominazione riconosciuta a quei prodotti per i quali una determinata qualità, la reputazione o un'altra caratteristica dipendono dall'origine geografica, e la cui produzione, trasformazione e/o elaborazione avvengono in un'area geografica determinata. Questi marchi di protezione sono stati istituiti dalla Comunità Europea attraverso i Regg. n. 509/2006 e 510/2006. Il campo d'applicazione di questi regolamenti è limitato a prodotti agricoli e alimentari per i quali esiste un legame fra le loro caratteristiche e la loro origine geografica. Lo scopo è quello di promuovere i prodotti di qualità per creare i presupposti che portino a una ricaduta di tipo economico, in particolare nelle zone svantaggiate, sia per l'incremento del reddito degli agricoltori, sia per l'effetto di mantenimento della popolazione rurale nelle campagne.

Negli ultimi anni, nel settore ovino vi è stato un notevole miglioramento delle condizioni di produzione della materia prima e dei prodotti derivati, in particolare per quanto riguarda gli aspetti igienico-sanitari. In molte realtà si

FORMAGGIO	2010	2011	2012	2013	± su 2012
Pecorino Romano	27.477	25.335	25.428	24.726	-2,76%
Pecorino Siciliano	25,8	24,9	26,3	24,4	-7,08%
Pecorino Toscano	3.092	3.044	3.068	2.669	-13,01%
Fiore Sardo	800	752	(e) 735	515	-29,93%
Pecorino Sardo	1.935	1.989	2.031	1.783	-12,21%
Canestrato Pugliese	28,0	25,3	(e) 25,0	25,0	0,00%
Pecorino di Filiano	3,5	6,5	8,5	-	-
TOTALE	33.361	31.177	31.322	29.742	-8,48%*

Tab. 1 *Produzioni dei principali formaggi ovisi italiani DOP (tonnellate)*

Fonte: *www.clal.it: (e) stima.*

sono introdotti inoltre sistemi di pagamento a qualità del latte ovino con laboratori interprofessionali che in maniera sistematica raccolgono e analizzano i campioni di latte.

Dal punto di vista delle quantità prodotte in Italia, su un totale di 110.000 tonnellate, circa il 30% è costituito da formaggi DOP, tra i quali il Pecorino Romano, il Pecorino Toscano e il Pecorino Sardo rappresentano la quota preponderante (tab. 1).

Le caratteristiche principali dei formaggi ovisi DOP e IGP italiani, sono riportate in tabella 2. Come si può notare, è rappresentato un ampio ventaglio di tipologie, dai formaggi a pasta molle fino a quelli a pasta dura, con caratteristiche molto diverse fra di loro.

Nel presente articolo sono riportate le principali caratteristiche tecnologiche, chimiche e microbiologiche dei formaggi ovisi DOP e IGP italiani.

#### CANESTRATO DI MOLITERNO

È un formaggio a pasta cruda e dura ottenuto con una miscela di latte di pecora e di capra in proporzioni variabili (70-90% e 30-10%, rispettivamente). Il latte viene trasformato a crudo o dopo una preventiva termizzazione, utilizzando occasionalmente una coltura starter naturale. Per la sua coagulazione viene utilizzato caglio in pasta di agnello o capretto. Il formaggio è salato a secco o in salamoia e la sua stagionatura viene effettuata in tipici magazzini (fondaci) localizzati nell'area comunale di Moliterno a circa 700 metri s.l.m. Il formaggio viene classificato come "primitivo" quando presenta una stagionatura inferiore ai 6 mesi; stagionato, fra i 6-12 mesi e extra dopo 1 anno di stagionatura.

In letteratura non sono presenti dati sulla microflora di questo formaggio, tuttavia, è noto che al latte in lavorazione viene solitamente aggiunta una coltura

starter autoctona, come stabilito nel disciplinare di produzione.

La composizione fisico-chimica del formaggio Canestrato di Moliterno a 180 giorni di stagionatura è riportata in tabella 3 (Rubino et al., 2009). I processi biochimici che avvengono durante la maturazione sono sia di tipo proteolitico che lipolitico. Il tipo di alimentazione degli animali influenza sia la composizione acidica della frazione grassa che la composizione della frazione volatile.

#### CANESTRATO PUGLIESE

È un formaggio a pasta semi-cotta e il suo nome deriva dalla forma tipica degli stampi usati per la sua formatura (canestri). Il latte viene trasformato a crudo o dopo trattamento termico e per la sua coagulazione viene utilizzato caglio in pasta di agnello. La salatura avviene a secco o per via umida e la sua stagionatura si protrae per 2-10 mesi. Al giorno d'oggi viene fabbricato prevalentemente con latte pastorizzato inoculato con colture starter la cui microflora dominante è costituita da batteri lattici termofili (Aquilanti et al., 2006).

Nel formaggio a 2 mesi di maturazione, sono presenti stafilococchi ed enterococchi (3-4 log UFC/g), mentre i lattobacilli mesofili eterofermentanti facoltativi (FHL) (5-7 log UFC/g). Quando aggiunti come starter, *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* raggiungono concentrazioni finali molto basse nel formaggio. Solitamente, sulla superficie sono presenti delle muffe intorno a 4,5 log UFC/g (Albenzio et al., 2001).

Il Canestrato Pugliese è stato ampiamente studiato dal punto di vista chimico (tab. 3) (Albenzio et al., 2001). L'attività dell'acqua (aw) raggiunge un valore di 0,87 a fine maturazione; il lattosio viene completamente degradato nel primo mese di maturazione, mentre il galattosio permane nel formaggio fino al secondo mese (Faccia et al., 2004). L'utilizzo di caglio in pasta di agnello comporta l'ottenimento di un formaggio caratterizzato da una elevata proteolisi primaria e una importante lipolisi. Il profilo degli acidi grassi liberi (circa 1300 mg/kg di formaggio) è caratterizzato principalmente da acido butirrico, caproico, caprico, palmitico, oleico e linoleico. Gli esteri, prodotti dall'attività esterasica dei NSLAB, predominano nella frazione aromatico-volatile (26% sul totale dei composti aromatici identificati) del Canestrato Pugliese (Di Cagno et al., 2003). L'utilizzo di latte crudo o pastorizzato comporta importanti differenze nella composizione della frazione dei composti aromatico-volatili del Canestrato Pugliese (Piombino et al., 2008).

## CASCIOTTA D'URBINO

È un formaggio a pasta molle e semi-cotta prodotto con una miscela di latte ovino e di vacca nelle proporzioni di 70-80% e 30-20%, rispettivamente. È prodotto con latte crudo o pastorizzato, che può essere inoculato o meno con una coltura starter naturale. La microflora dominante è costituita da batteri lattici mesofili, tra i quali *Lactococcus lactis* ed *Enterococcus sanguinicola* sono le specie maggiormente isolate (Di Cagno et al., 2007).

La coagulazione avviene utilizzando caglio di vitello (liquido o in polvere), la salatura avviene per via secca e umida e la stagionatura si conclude in 20-30 giorni.

La composizione fisico-chimica della Casciotta d'Urbino stagionata (3 mesi) è riportata in tabella 3. Il *pattern* elettroforetico (urea-PAGE) e l'analisi RP-HPLC della frazione dell'azoto solubile a pH 4,6 indicano una degradazione quasi completa della caseina  $\alpha_{s1}$  e una debole persistenza della caseina  $\beta$ . Il formaggio è caratterizzato da un basso contenuto di amminoacidi liberi (8,64  $\mu\text{g/g}$ ) e di composti aromatico-volatili, fra i quali predomina la classe chimica dei chetoni (Di Cagno et al., 2007).

## FIORE SARDO

Il Fiore Sardo è il classico formaggio della tradizione pastorale sarda, è stato il formaggio maggiormente prodotto in Sardegna fino al momento in cui la trasformazione del latte passò dai pastori ai primi industriali caseari, cui seguì l'incremento della produzione del formaggio Pecorino Romano.

La produzione del Fiore Sardo è prevalentemente realizzata nei mini caseifici collocati presso la stessa azienda ove vengono allevate le pecore dalle quali si ottiene il latte per la sua fabbricazione. Questo formaggio si ottiene coagulando il latte di pecora fresco e crudo, con caglio in pasta di agnello o capretto, che conferisce al formaggio il gusto tipicamente piccante e deciso. Il latte viene coagulato alla temperatura di circa 34°C e, dopo diversi passaggi, la massa caseosa viene lasciata depositare e riposare per qualche minuto sul fondo della caldaia. Raggiunta la giusta consistenza, la pasta così formata viene tagliata in porzioni più o meno grandi e trasferita a pezzi negli stampi dalla caratteristica forma tronco-conica. La salatura avviene per via umida e successivamente il formaggio può essere sottoposto all'affumicatura, che viene effettuata naturalmente utilizzando rami freschi di specie arbustive e arboree della flora mediterranea. Si procede quindi con la stagionatura, che deve protrarsi per almeno 105 giorni.

PRODOTTO	DENOMINAZIONE	LATTE <sup>1</sup>	LUOGO DI PRODUZIONE	TIPO CAGLIO <sup>2</sup>	TIPOLOGIA	TEMPO DI MATURAZIONE (GIORNI)	DIMENSIONI		PESO (KG)
							PIATTO (mm)	SCALZO (mm)	
Canestrato di Moliterno	IGP	O 70-90% C 10-30%	Basilicata	Pasta A, C.	Dura, cruda	60-180	150-250	100-150	2,1-5,5
Canestrato Pugliese	DOP	O	Puglia	Liquido A, V	Dura, cruda	60-300	250-340	100-140	7-14
Casciotta d'Urbino	DOP	O 70-80% V 20-30%	Umbria	Liquido, polvere V	Molle	20-30	120-160	50-70	0,8-1,2
Fiore Sardo	DOP	O	Sardegna	Pasta A, C	Dura, cruda	90-180	180-200	130-150	1,5-4,0
Formaggio di Fossa di Sogliano	DOP	O, V	E. Romagna, Marche	Liquido V	Semi-dura, cruda	60-240	120-200	60-100	0,6-2,0
Murazzano	DOP	O 100%, O 60% V 40%	Piemonte	Liquido V	Molle	4-10	100-150	30-40	0,3-0,4
Pecorino Crotonese	DOP	O	Calabria	Pasta C	Dura, semicotta	>60	200-300	150-200	0,5-10
Pecorino di Filiano	DOP	O	Basilicata	Pasta A, C	Dura, semicotta	180	150-300	80-180	2,5-5,0
Pecorino di Pisciotta	DOP	O, 25% C	Lazio	Pasta A, C	Dura, cruda	30-60 >90	120-250	70-120	0,7-2,5
Pecorino Romano	DOP	O	Sardegna, Lazio, Toscana (Prov. Grosseto)	Pasta A	Dura, semicotta	150-240	250-350	300-350	20-35
Pecorino Sardo	DOP	O	Sardegna	Liquido V	Molle	20-60	150-180	80-100	1,0-2,3
Pecorino Toscano	DOP	O	Toscana	Liquido V	Semi-dura, semicotta	60	150-220	100-130	1,7-4,0
Pecorino Siciliano	DOP	O	Sicilia	Liquido V	Molle	20	150-220	70-110	0,75-3,5
Piacentinu Ennese	DOP	O	Sicilia	Pasta A	Semi-dura, cruda	120	180-350	100-180	4-12
Robiola di Rocca-verano	DOP	O	Sicilia	Pasta A	Dura, cruda	>60	200-210	140-150	3,5-4,5
Vastedda Valle del Belice	DOP	C, O, V	Piemonte	Liquido V	Pasta fresca	3-30	100-130	25-40	0,25-0,40
		O	Sicilia	Pasta A	Pasta filata	Fresco	150-170	30-40	0,5-0,7

<sup>1</sup> O, latte ovino; C, latte caprino; V, latte vaccino

<sup>2</sup> A, caglio in pasta di agnello; C, caglio in pasta di capretto; V caglio di vitello.

Tab. 2 Caratteristiche principali dei formaggi ovini DOP e IGP italiani

La microflora naturalmente presente nel latte, proveniente dall'ambiente in cui vengono effettuate la mungitura e la trasformazione, gioca un ruolo importante nella fermentazione e nel processo di maturazione di questo formaggio. I lattococchi e gli FHL, sempre associati agli enterococchi, costituiscono i principali gruppi microbici che colonizzano questo formaggio (Mannu et al., 2000a). Occasionalmente, è stato isolato anche *Str. thermophilus* (Pisano et al., 2006). Le piccole innovazioni recentemente introdotte nella tradizionale tecnologia di trasformazione hanno permesso di incrementare la capacità produttiva, senza tuttavia alterare le caratteristiche microbiologiche tipiche di questo formaggio (Comunian et al., 2010b). Mannu et al. (2003), Cosentino et al. (2004) e Comunian et al. (2010a) hanno condotto degli studi sul problema dell'incidenza riguardo l'antibiotico resistenza e/o virulenza nella microflora che colonizza questo formaggio. I risultati si sono rivelati molto utili per la valutazione della sicurezza del prodotto per i consumatori. Infatti, tra gli enterococchi e i *Lactobacillus paracasei* isolati da Fiore Sardo è stata riscontrata una incidenza di tratti di potenziale patogenicità molto più bassa rispetto ad altri prodotti lattiero-caseari e carni prodotti in aree geografiche dove sono state utilizzate pratiche di allevamento degli animali più intensive di quelle applicate in Sardegna.

Il Fiore Sardo è stato caratterizzato sia dal punto di vista fisico-chimico che reologico (tab. 3) (Piredda et al., 1996; Pirisi et al., 2007). La composizione enzimatica del caglio in pasta di agnello, utilizzato per la sua produzione, influenza fortemente sia la maturazione proteolitica che lipolitica del formaggio (Addis et al., 2008). L'utilizzo di caglio in pasta, ottenuto da agnelli esclusivamente allattati e macellati a stomaco pieno, induce nel formaggio un rilascio maggiore di acidi grassi a corta catena, a causa della elevata attività lipolitica dovuta prevalentemente alla lipasi pregastrica (Addis et al., 2005a). Le preparazioni industriali di caglio in pasta inducono uno sviluppo maggiore di WSN (azoto solubile in acqua) a causa dell'azione proteolitica, meno specifica, della pepsina. La concentrazione di  $\alpha$ 1-CN residua non idrolizzata risulta essere maggiore nei formaggi prodotti con l'utilizzo di caglio in pasta di agnello di produzione artigianale (Pirisi et al., 2007). L'utilizzo di latte crudo comporta l'ottenimento di un formaggio caratterizzato da una maggiore concentrazione di acidi grassi liberi a corta (C4:0-C10:0) e media catena (C12:0-C16:0) (Pinna et al., 1999). Un contenuto medio di amminoacidi di 100,4 mg/kg è stato osservato nel formaggio a 10 mesi di maturazione (Di Cagno et al., 2003) e fra questi i più abbondanti sono risultati essere: leucina, valina, isoleucina e fenilalanina (Mangia et al., 2008).

## FORMAGGIO DI FOSSA DI SOGLIANO

Questo formaggio può essere prodotto con latte ovino o con una miscela dello stesso con latte vaccino. Il latte può essere trasformato a crudo ma è permessa anche la pastorizzazione. È un formaggio a pasta cruda semi-dura e la sua peculiarità è legata principalmente al metodo e alle condizioni di stagionatura che avviene nelle caratteristiche fosse. La fossa, una volta preparata adeguatamente, viene riempita accatastando i sacchi di formaggio fino all'imboccatura; dopo un periodo di assestamento, non superiore ai 10 giorni, la fossa può essere rimboccata con aggiunta di prodotto analogo, nello spazio che si è venuto a creare. Riempita la fossa, la bocca viene coperta con teli non colorati e idonei all'uso alimentare, e/o paglia, atti a evitare la traspirazione. La fossa viene quindi chiusa tramite l'apposizione di un coperchio di legno sigillato con gesso o malta di arenaria calcidrata. Da questo momento comincia la stagionatura ed è vietata l'apertura delle fosse durante l'intero periodo della stessa che si protrae da un minimo di 80 a un massimo di 100 giorni. La sfossatura deve avvenire secondo le modalità riportate nel disciplinare di produzione.

Dal punto di vista microbiologico, gli studi più recenti sono stati condotti sulla microflora della superficie di questo formaggio da Fontana et al. (2010) sia tramite DGGE che tramite identificazione di isolati cresciuti in diversi terreni di coltura. La DGGE ha evidenziato la presenza di *Psychrobacter sp.*, *Staphylococcus equorum*, *Micrococcus luteus*, *Str. thermophilus*, *Enterococcus faecium*. Le conte batteriche hanno mostrato che gli stafilococchi e i lattobacilli sono i gruppi microbici dominanti (rispettivamente 6,21 e 6,92 log UFC/g) nella microflora di questo formaggio. *Staph. equorum*, *Staphylococcus vitulinus*, *Staphylococcus arletae* e *Lactobacillus acidipiscis* sono le specie identificate tra gli isolati. Meno recenti sono, invece, gli studi sulla microflora colonizzante la pasta del formaggio (Gobbetti et al., 1999) che avevano evidenziato la dominanza di lattobacilli mesofili (*Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus curvatus*), enterococchi (*E. faecium*, *Enterococcus faecalis* e *Enterococcus durans*), stafilococchi e lattobacilli termofili (*L. delbrueckii* e *Lactobacillus fermentum*).

Le caratteristiche fisico-chimiche del Formaggio di Fossa di Sogliano (tab. 3) dipendono fondamentalmente dal tipo di latte utilizzato (vaccino e/o ovino). Il formaggio prodotto con latte vaccino è caratterizzato da un maggiore contenuto di grasso rispetto al formaggio da latte ovino probabilmente a causa delle maggiori dimensioni dei globuli di grasso del latte di vacca. In generale il formaggio di Fossa di Sogliano è caratterizzato da una proteolisi

accentuata, con una distribuzione dei peptidi che dipende dal tipo di latte utilizzato, e da una concentrazione molto alta di amminoacidi liberi in particolare acido glutammico, valina, leucina e lisina. Il processo di maturazione proteolitica è governato principalmente dalle proteinasi e dalle peptidasi dei batteri lattici, che sono i maggiori responsabili della produzione dei composti azotati che compongono la frazione solubile in TCA al 12%. Il formaggio di Fossa di Sogliano è caratterizzato da un contenuto moderato e variabile di acidi grassi liberi (fino a 1460 mg/kg di formaggio) e di vitamine liposolubili (Gobetti et al., 1999).

#### MURAZZANO

È un formaggio a pasta molle prodotto con latte di pecora o con una miscela dello stesso con latte di vacca (60% e 40%, rispettivamente). Il latte viene trasformato a crudo o pastorizzato, eventualmente addizionato con una coltura starter naturale. La coagulazione avviene usando caglio liquido di vitello e dopo la formatura, il formaggio ottenuto viene sottoposto alla salatura che viene operata a secco. Si procede quindi con la stagionatura che si protrae per 4-10 giorni.

In letteratura non sono presenti dati sulle caratteristiche microbiologiche di questo formaggio.

Poche informazioni sono riportate in letteratura riguardo alle caratteristiche fisico-chimiche del formaggio Murazzano (tab. 3) (Zeppa, 2004).

#### PECORINO CROTONESE

È un formaggio a pasta semi-dura o dura, semicotta, prodotto esclusivamente con latte intero di pecora e viene commercializzato nelle diverse varianti: fresco, semiduro e stagionato, anche da grattugia. Il caglio utilizzato è quello in pasta di capretto. È consentito l'uso di sieri innesti o lattoinnesti naturali provenienti o esistenti nella zona di produzione, mentre la salatura avviene utilizzando salgemma.

La peculiare tecnologia di fabbricazione di questo formaggio a latte crudo favorisce lo sviluppo di microrganismi autoctoni che conferiscono al Pecorino Crotonese caratteristiche uniche. Randazzo et al. (2010) hanno studiato la biodiversità della popolazione batterica in campioni di formaggio prodotti in diverse aziende artigianali. *Lc. lactis* e *Str. thermophilus*,

PRODOTTO	STAGIONATURA	pH	SOSTANZA SECCA % g/100g	PROTEINE % g/100g	GRASSO % g/100g	NaCl % g/100g	pH 4,6 NS % g/100g	BIBLIOGRAFIA
Canestrato di Moliterno	6 mesi	5,32	69,1	31,6	33,1	1,6	1,4	Rubino et al. (2009)
Canestrato Pugliese	65 giorni	5,2	62-63,5	26,5	30	2,2	0,4	Albenzio et al. (2009)
	5 mesi	5,9	60,5	26,5	30	2,8	0,9	Di Cagno et al. (2004)
	10 mesi	5,40	66,5	26,6	29,6	2,9	1,2	Di Cagno et al. (2003)
Casciotta d'Urbino	3 mesi	5,05	68,8	28,5	34,5	0,6	0,8	Di Cagno et al. (2007)
	3 mesi	67,9		26,2	32,1	3,4		Piredda et al. (1996)
	4 mesi	65,1		25,5	33,0	2,8	0,9	Pirisi et al. (2007)
Fiore Sardo	6 mesi	5,27	73,0	29,9	32,5	4,7		Pisano et al. (2006)
	6 mesi		72,4	28,4	34,3	3,7		Piredda et al. (1996)
	9 mesi	5,35	74,9	31,1	32,8	4,9		Pisano et al. (2006)
Formaggio di Fossa di Sogliano	6 mesi	5,29	66,6	26,9	33,8	2,7	1,4	Gobetti et al. (1999)
	4-10 giorni		40 - 60	34 - 42	20 - 37			Zeppa et al. (2004)
Pecorino Crotonese	60 giorni	5,12-5,14	67,0-72,0	28,8-29,2	30,9-33,7	4,7-6,4		Randazzo et al. (2010)
	120 giorni	5,05-5,24	68,1-75,5	28,8-30,9	32,3-34,8	5,7-7,3		Randazzo et al. (2010)
Pecorino di Filiano	4-6 mesi	5,61	63,5	26,4	29,2	2,3	0,9	Coda et al. (2006)
	6 mesi	5,47	69,5	29,8	34,6	2,6	1,2	Rubino et al. (2009)
Pecorino di Picinisco	24 ore		56,2-64,2	26,0-30,2	25,7-31,0			Tripaldi et al. (2005)
Pecorino Romano	8 mesi	5,4-5,6	68-70	26-28	28-33	3,2-4,5	0,68-1,09	Galistu et al. (1996)
	8 mesi	5,6 - 5,9	63,7-67,6	28,0-29,5	28-30	3,2-4,5	1,0	Fox et al. (2004)
	12 mesi	5,04	65,2	27,2	29,7	8,7	0,9	Di Cagno et al. (2003)
Pecorino Sardo	2 mesi	5,56	63,1	23,8	32,1	2,1	0,4	Vodret et al. (1996)
	3 mesi	5,6-5,8	68 - 71	24 - 26	35 -37	2,1-2,4	0,34-0,53	Lecda et al. (1996)
	7 mesi	5,7	72,1	27,4	32,4	1,8		Madrau et al. (2006)
Pecorino Siciliano	4 mesi	5,41	63,2	28,3	31,0	1,9	0,9	La Terra et al. (2009)
Pecorino Toscano	1 mese		58,7	22,0	30,3	1,6		Neviani et al. (1999)
	4 mesi		70,3	27,4	35,7	1,9		Neviani et al. (1999)
Piacentinu Ennese	2 mesi	5,30	67,5	26,8	35,6		0,33	Fallico et al. (2006)
	4 mesi	5,26	69,8	27,6	35,5		0,49	Fallico et al. (2006)
	6 mesi	5,32	72,0	28,8	37,2		0,43	Fallico et al. (2006)
	8 mesi	5,32	72,8	29,2	38,0		0,46	Fallico et al. (2006)
	10 mesi	5,37	73,3	29,7	37,2		0,53	Fallico et al. (2006)
	1 giorno		29,4	8,8	16,4	0,3		Giangolini et al. (2009)
Robiola di Roccaverano	4 giorni		44,0	12,2	17,6		0,3	Coisson et al. (2000)
	20 giorni	5,1	64,8	23,8				Bonetta et al. (2008)
Vastedda del Belice	24 ore		51,9	25,2	22,7	0,47		Mucchetti et al. (2008)

Tab. 3 Parametri fisico-chimici e macrocomposizione dei formaggi ovini DOP prodotti in Italia

batteri lattici starter (SLAB), sono le specie più frequentemente rinvenute nella cagliata e nei campioni di formaggio analizzati sino a 60 gg di stagionatura (8 log UFC/g), mentre dai 60 ai 120 gg prevalgono i non starter (NSLAB), soprattutto lattobacilli mesofili. Tra questi, figurano alcuni isolati della specie *Lactobacillus rhamnosus* con potenziali capacità probiotiche (Randazzo et al., 2013). Affiancando metodi di analisi classici e molecolari (DGGE), che prescindono dalla coltivazione, è stata rilevata la presenza di batteri delle specie *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus faecalis* e micrococchi. I lieviti, pur con un numero ristretto di specie, sono presenti, intorno a 5 log UFC/g, già a partire da 5 ore dopo l'immissione in salamoia, rimanendo costanti nel corso della stagionatura (Gardini et al., 2006). *Kluyveromyces lactis* e *Saccharomyces cerevisiae* sono stati isolati prevalentemente nelle prime fasi di produzione, mentre *Candida inconspicua*, *Candida intermedia*, *Pichia carsonii*, *Yarrowia lipolytica* e *Debaryomyces hansenii* dominano negli ultimi stadi di maturazione (Gardini et al., 2006; Randazzo et al., 2013).

In tabella 3 sono riportati i principali parametri fisico-chimici del Pecorino Crotonese a 60 e 120 giorni di stagionatura (Randazzo et al., 2010). Nella frazione aromatico-volatile sono stati identificati 57 composti tra cui gli esteri, gli alcoli e gli acidi sono i composti chimici più rappresentativi, mentre le aldeidi e gli idrocarburi sono presenti in concentrazione minore.

#### PECORINO DI FILIANO

Formaggio a pasta semi-cotta, dura, prodotto da latte crudo intero di pecora senza l'aggiunta di innesto, coagulato con caglio in pasta di agnello o capretto. La salatura avviene a secco o per via umida in salamoia mentre la stagionatura si compie in circa 6 mesi nelle tradizionali grotte di tufo o in locali sotterranei.

I batteri non starter (NSLAB) rappresentano la microflora dominante di questo formaggio. Si tratta in prevalenza di lattobacilli mesofili (>7 log UFC/g) appartenenti alle specie *Lactobacillus plantarum* e *Lb. paracasei* (Coda et al., 2006). Capece e Romano (2009) hanno studiato la parte di microflora costituita dai lieviti che colonizzano il Pecorino di Filiano artigianale durante la stagionatura. *D. hansenii* è stata la specie maggiormente isolata (96% degli isolati) durante la maturazione, mentre *K. lactis* and *Dekkera anomala* rappresentavano rispettivamente il 3 e l'1% degli isolati.

Il profilo dei macronutrienti e degli acidi grassi totali del formaggio Pecorino di Filiano è stato studiato da Rubino et al. (2009) (tab. 3). Pizzillo et al. (2000) hanno messo in evidenza come il formaggio stagionato in grotte naturali sia caratterizzato da una maturazione proteolitica e lipolitica più accentuata rispetto al formaggio stagionato in celle climatizzate. Le caratteristiche del profilo fisico-chimico, biochimico e aromatico-volatile del Pecorino di Filiano è stato riportato da Coda et al. (2006). La frazione degli amminoacidi (26,43mg/g di formaggio) è caratterizzata da un contenuto elevato di acido glutammico, con un *pattern* tipico dei formaggi semi-duri ed extra-duri. La frazione dei composti aromatico-volatili mostra livelli relativamente elevati di acidi grassi a corta catena, 2-metil chetoni e alcoli, questi ultimi rappresentati principalmente dal 1-butanolo e dall'etanolo.

#### PECORINO DI PICINISCO

È un formaggio ottenuto con latte crudo di pecora, è ammesso l'utilizzo di latte di capra nella misura massima del 25%, coagulato con caglio in pasta di capretto o di agnello proveniente da animali lattanti allevati nella zona di produzione. Appartiene alla categoria dei formaggi a pasta cruda ed è disponibile nelle tipologie "scamosciato" (stagionatura da 30 a 60 giorni) e "stagionato" (stagionatura oltre 90 giorni).

Al momento non è disponibile una caratterizzazione microbiologica e anche le informazioni sulla sua composizione chimica sono scarse. In tabella 3 sono riportati alcuni parametri di composizione del Pecorino di Picinisco prodotto utilizzando sia lo schema tecnologico tradizionale, che prevede la coagulazione in caldaia di rame, sia uno schema adattato al minicaseificio che prevede la coagulazione in vasca polivalente (Tripaldi et al., 2005). La percentuale di sostanza secca del formaggio a 24 ore dalla produzione è nettamente più elevata in quello derivante dalla lavorazione in caldaia (64,23 vs 56,16). Questo dato è probabilmente da attribuire a una temperatura di coagulazione più elevata di quella raggiunta nella polivalente del minicaseificio, che ha comportato un'asciugatura spinta del coagulo e di conseguenza un maggior contenuto di sostanza secca nel formaggio. Il contenuto di grasso (sulla sostanza secca) è più basso nel formaggio proveniente dal minicaseificio (45,76 vs 47,93); questo può essere dovuto all'utilizzo del tradizionale spino in legno non adeguato ai volumi di latte trasformati in caldaia.

## PECORINO ROMANO

Il Pecorino Romano è un formaggio a pasta dura e semicotta, anche se nel disciplinare di produzione è riportata la dicitura «cotta». Questo formaggio è prodotto unicamente con latte fresco di pecora intero. È un formaggio di tipo industriale, la sua produzione avviene infatti in caseifici attrezzati dove la meccanizzazione è sempre più spinta. Il latte viene raccolto in bacini talvolta molto estesi, con autocisterne refrigerate per essere trasferito nei caseifici. Al momento del conferimento in caseificio il latte viene di norma termizzato a una temperatura massima di 68°C per non più di 15". La lavorazione avviene in vasche polivalenti dove il latte arriva alla temperatura di coagulazione (38°C); a questo punto viene aggiunto un innesto naturale (scotta-innesto) che ha lo scopo di ristabilire la microflora lattica, andata praticamente persa con il trattamento di termizzazione e successivamente il caglio in pasta di agnello, opportunamente disciolto in acqua tiepida in modo da ottenere una soluzione.

Il latte coagula e, quando la cagliata ha raggiunto la consistenza ottimale, si opera la rottura della stessa fino a ottenere dei granuli delle dimensioni di un chicco di grano. Tenendo la massa in continua agitazione, si prosegue poi con il riscaldamento della stessa, fino a una temperatura massima di 45-48°C. Al termine di questa fase, la cagliata viene scaricata in una vasca drenante chiamata porzionatore ove, a seguito di una pressatura più o meno leggera, si ha la perdita di una parte importante di siero. Si forma in questo modo uno strato di cagliata di una certa consistenza che viene suddiviso in blocchi che, una volta immessi in appositi stampi, vengono trasferiti in locali caldi e umidi (stufatura), al fine di favorire l'acidificazione, l'assestamento della pasta e un ulteriore spurgo. Il giorno successivo si procede alla marchiatura del formaggio con apposite matrici fornite dal Consorzio di Tutela. Il marchio comprende la denominazione di origine del formaggio e il logo (la testa stilizzata di pecora), la provincia ove è stato prodotto, la sigla del caseificio e il mese e l'anno di produzione.

La durata della stagionatura è stabilita dal disciplinare di produzione in almeno cinque mesi per il formaggio da tavola e almeno otto mesi per il formaggio da grattugia.

*Str. thermophilus* e *Lb. delbrueckii* (intorno a 5-6 log UFC/ml) vengono aggiunti al latte con lo scotta-innesto e sono presenti durante l'intero periodo di maturazione insieme agli enterococchi (*E. durans* and *E. faecium*, circa 7 log UFC/g), ai lattobacilli mesofili (*Lb. plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus curvatus*, circa 8 log CFU/g) e *Lb. fermentum*. Le conte di ogni

gruppo microbico variano a seconda dello stabilimento di produzione e del periodo di stagionatura del formaggio (Di Cagno et al., 2003; Scintu et al., 2007). La microflora avventizia secondaria appartiene ai generi *Staphylococcus*, *Micrococcus* e *Debaryomyces*. Lieviti e Stafilococchi (circa 4 log UFC/g) sono rappresentati da specie non patogene, saprofitiche o utili per il conferimento di caratteristiche di tipicità al formaggio, come per es. *Staphylococcus xylosus* e *D. hansenii*. *Pseudomonas* spp. e enterobatteriacee sono presenti solo nei primissimi stadi di maturazione, mentre a stagionatura più avanzata l'alta concentrazione di sale inibisce il loro sviluppo.

Le caratteristiche fisico-chimiche del Pecorino Romano sono riportate in tabella 3 (Galistu et al., 1996; Fox et al., 2004). Il processo di maturazione proteolitica nel Pecorino Romano è abbastanza modesto (Addis et al., 2005b), risulta essere abbastanza importante nei primi due mesi di stagionatura rallentando successivamente a causa dell'elevato contenuto di sale e del basso valore di umidità che caratterizza il formaggio negli ultimi mesi di maturazione. Questo comportamento è dimostrato anche dallo scarso contenuto di amminoacidi liberi (circa 53 mg/kg di formaggio) osservato nel Pecorino Romano a 12 mesi di stagionatura (Di Cagno et al., 2003). L'utilizzo in caseificazione di caglio in pasta di agnello sia di produzione artigianale che industriale non induce alcuna differenza relativamente ai parametri di macrocomposizione o all'evoluzione degli indici di proteolisi (Addis et al., 2005b). Contrariamente, l'uso del caglio in pasta di agnello di produzione artigianale, ottenuto da agnelli lattanti e macellati subito dopo la suzione, comporta differenze qualitative e quantitative nella composizione degli acidi grassi liberi del formaggio (circa 84 mmol/kg di formaggio) a causa dell'azione lipolitica della lipasi pregastrica contenuta in questo tipo di caglio. I principali composti presenti nel distillato, in corrente di vapore, del formaggio Pecorino Romano di 10 mesi di stagionatura risultano essere: acidi (C4:0 e C6:0, circa il 15%) esteri (circa il 16 %) chetoni (circa il 23%), aldeidi (circa il 9%) e lattoni (circa il 18%) (Di Cagno et al., 2003).

#### PECORINO SARDO

È un formaggio prodotto in due varietà: “dolce” e “maturo”. Relativamente alla varietà «maturo», è uno dei formaggi tradizionali della Sardegna da cui infatti prende il nome. La sua storia è legata ad antiche tradizioni e le prime testimonianze storiche sulla sua produzione risalgono alla fine del 1700.

Il Pecorino Sardo “dolce” è un formaggio a pasta molle con un tempo di stagionatura inferiore a due mesi, mentre la tipologia “maturo”, la cui stagio-

natura si protrae per un tempo superiore a due mesi, è un formaggio a pasta semi-cotta, semi-dura o dura. Il Pecorino Sardo è prodotto esclusivamente con latte di pecore di razza sarda allevate al pascolo. La sua produzione è tipicamente industriale e avviene, come nel caso del Pecorino Romano, nei caseifici. Per la sua produzione il latte subisce un trattamento termico di bonifica, che varia in funzione della tipologia che si intende produrre: pastorizzazione a 72°C per 15” o termizzazione a 68°C per non più di 15”, per le varietà “dolce” e “maturo”, rispettivamente. La coagulazione è di tipo prevalentemente presamico e viene ottenuta aggiungendo al latte il caglio liquido di vitello. La microflora lattica, fortemente compromessa dal trattamento termico subito dal latte, viene ristabilita aggiungendo allo stesso una coltura lattica naturale, un latte-innesto per la varietà “dolce” o uno scotta-innesto per la varietà “maturo”. La salatura viene operata per via umida, immergendo il formaggio in salamoia per un tempo variabile in funzione della tipologia e del peso delle forme.

*Lc. lactis*, *Lb. delbrueckii*, *Lactobacillus helveticus*, *Lb. casei*, *Str. thermophilus* e *Enterococcus sp.* sono le specie di batteri lattici maggiormente isolate sia dal Pecorino Sardo artigianale che da quello industriale (Mannu et al., 2000b; 2002; Madrau et al., 2006).

Studi condotti sulla diversità genetica, a livello di ceppo, di lattococchi ed enterococchi, isolati da Pecorino Sardo artigianale, durante l'intero periodo di maturazione (24 h, 1 e 2 mesi), hanno mostrato un elevato livello di eterogeneità intraspecifica (Mannu et al., 1999; Mannu e Paba, 2002).

I principali parametri fisico-chimici sono riportati in tabella 3 (Ledda et al., 1996; Madrau et al., 2006). L'aumento degli indici di proteolisi WSN (azoto solubile in acqua) e NPN (azoto non proteico) durante la stagionatura è maggiore di quanto riscontrato in altre tipologie di formaggio ovino, con un contenuto di WSN/TN di circa il 32,4% nel formaggio a 7 mesi di stagionatura. Il livello di amminoacidi totali passa da 880 a 2420 mg/100g (di sostanza secca) rispettivamente nel formaggio Pecorino Sardo a 40 e 210 giorni di stagionatura. Gli acidi grassi liberi più rappresentativi sono l'acido oleico (26 % degli acidi grassi liberi totali), il palmitico (19,5 % degli acidi grassi liberi totali), il miristico (10,9 % degli acidi grassi liberi totali) la cui concentrazione aumenta durante l'intero periodo di stagionatura. Gli acidi linoleico (33,2%) e linolenico (21,9%) sono stati evidenziati invece soltanto a fine stagionatura.

Il profilo dei composti aromatico-volatili del Pecorino Sardo varia in funzione del periodo di stagionatura, infatti la concentrazione di alcuni analiti diminuisce mentre di altri aumenta con la maturazione (Larrayoz et al., 2001). Il rapporto isotopico ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) delle caseine e di alcuni amminoacidi è indi-

pendente dal periodo di stagionatura del formaggio e può essere utilizzato per identificare l'origine geografica del Pecorino Sardo (Manca et al., 2001).

#### PECORINO SICILIANO

È un formaggio a pasta cruda, prodotto con latte crudo intero di pecora coagulato con caglio in pasta di agnello. Il periodo di produzione è compreso tra i mesi di ottobre e giugno. La salatura viene effettuata a secco. La crosta reca impressi i segni del canestro nel quale è stata formata (canestrata), viene cappata con olio o morchia d'olio. Il periodo di stagionatura è di almeno 4 mesi e la stessa avviene in locali ad areazione naturale.

La microflora naturale del Pecorino Siciliano tradizionale è caratterizzata da un elevato livello di biodiversità, durante l'intero periodo di stagionatura. I lattobacilli mesofili sono rappresentati da *Lb. paracasei*, *Lb. plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Lb. rhamnosus* e *Lb. curvatus*. Tra i cocchi sono stati identificati i generi *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* e *Streptococcus*, e le specie *E. faecium* ed *E. faecalis* (Randazzo et al., 2006; Vernile et al., 2008). Fra gli isolati della maggior parte delle specie rinvenute sono stati individuati diversi ceppi (Vernile et al., 2008). Randazzo et al. (2007, 2008) hanno valutato, tramite GC-MS, la capacità di alcuni ceppi selvaggi di produrre composti volatili dal ruolo chiave. In particolare, alcuni ceppi del genere *Lactobacillus*, appartenenti alle specie *casei*, *rhamnosus* e *plantarum*, sono risultati in grado di produrre 3-metil butan(ale)(olo), composto associato con l'aroma di fruttato.

La Terra et al. (2009) hanno riportato l'evoluzione, durante la stagionatura, di alcuni parametri chimici su un elevato numero di campioni di Pecorino Siciliano provenienti dall'intera zona di produzione. I risultati mostrati in tabella 3 sono stati ottenuti mediante l'applicazione di tecniche analitiche sia tradizionali che innovative (NIR). Un certo numero di ammine biogene (etanolamina, istamina, serotonina e tiramina) sono risultate essere rappresentative del grado di stagionatura del formaggio (Clasadonte et al., 1995). I principali amminoacidi determinati nel Pecorino Siciliano sono: acido glutammico, leucina, fenilalanina, lisina e valina.

#### PECORINO TOSCANO

È un formaggio a pasta cruda prodotto da latte di pecora intero in due varietà: "pasta tenera" e "pasta semi-dura". Il latte viene termizzato o pastorizzato,

inoculato con una coltura starter naturale. La coagulazione avviene mediante utilizzo di caglio di vitello (liquido o in polvere). La salatura avviene di norma per via umida mentre la stagionatura si protrae per 20-60 giorni per il tipo a “pasta tenera” e per non meno di 4 mesi per il tipo a “pasta semi-dura”.

La microflora del Pecorino Toscano, a pasta tenera o a pasta semidura, è caratterizzata da un elevato livello di biodiversità, sia a livello di specie che di ceppo (Bizzarro et al., 2000). I batteri lattici sono rappresentati principalmente da cocchi mesofili (rispettivamente circa 8-9 log UFC/g e 6-7 log UFC/g nei due tipi di formaggio) e da lattobacilli mesofili, come *Lb. curvatus*, *Lb. paracasei subsp. paracasei* e *Lb. plantarum* (circa 5-6 log UFC/g). Gli enterococchi sono presenti con cariche basse (circa 3 log UFC/g), in entrambi i tipi di formaggio.

La presenza di streptococchi e pediococchi è stata rilevata raramente e solo nel formaggio a pasta tenera. Occasionalmente, anche lieviti e muffe possono colonizzare il formaggio (Neviani et al., 1998; Pedonese et al., 2009).

La caratterizzazione chimica del formaggio Pecorino Toscano è stata riportata da Neviani et al. (1999) (tab. 3). Formaggi a diversi periodi di stagionatura (20 e 120 giorni) sono caratterizzati da un diverso contenuto di sostanza secca ma risultano esser molto simili nel contenuto di grasso e di NaCl riferito alla sostanza secca. Rampilli et al. (1997) ha riportato un incremento, durante la stagionatura, del contenuto di peptidi solubili a pH 4,6 e in particolare della frazione idrofilica. Il contenuto medio di amminoacidi liberi è risultato essere di 1,83 e 5,99 g/100g (riferito alla proteina) rispettivamente nel formaggio fresco e stagionato. Il contenuto di alcuni composti volatili, tra cui: tetraidrofurano, dimetilsolfuro, 2-butanone, acido acetico, esanale, eptanale e 1-butanolo, consente di discriminare il formaggio fresco da quello stagionato.

#### PIACENTINU ENNESE

È un formaggio a pasta compatta pressata ottenuto con latte ovino intero, crudo. La caratteristica peculiare del Piacentinu Ennese consiste nell’aggiunta di zafferano (*Crocus sativus*) al latte durante il processo di caseificazione, il che conferisce al formaggio quel caratteristico colore giallo omogeneo più o meno intenso. Il caglio utilizzato è quello in pasta di agnello o capretto: proveniente da agnelli e capretti allevati nella zona di produzione. Anche lo zafferano deve essere prodotto nella zona di produzione. Nella pasta del formaggio può essere incorporato pepe nero (*Piper nigrum*) in grani

interi. La salatura avviene a secco e la stagionatura minima è di giorni 60 dalla data di produzione.

Allo stato attuale non sono disponibili in letteratura informazioni circa la sua microflora.

In tabella 3 è riportata la composizione chimico-fisica del Piacentinu Ennese prodotto utilizzando sia il metodo tradizionale sia utilizzando alcune innovazioni tecnologiche (pastorizzazione del latte, starter, caglio commerciale, polivalente) (Fallico et al., 2006). Nel formaggio a 10 mesi di stagionatura, i valori dell'azoto solubile a pH 4,6 e in acido tricloroacetico al 12% (11,40 e 8,10%, rispettivamente) indicano una proteolisi poco marcata. Il *pattern* elettroforetico (urea-PAGE) mostra una maggiore degradazione delle caseine  $\alpha$  rispetto alle caseine  $\beta$ . I formaggi non-tradizionali sono risultati caratterizzati da una proteolisi più accentuata rispetto a quelli tradizionali, con valori maggiori di amminoacidi liberi e peptidi idrofili. Il Piacentinu Ennese prodotto con la metodologia tradizionale è caratterizzato da una maggiore concentrazione di composti aromatico-volatili (acidi, esteri composti solforati, terpeni) rispetto al formaggio non tradizionale (Horne et al., 2005).

#### ROBIOLA DI ROCCAVERANO

Non è un vero e proprio formaggio ovino, ma piuttosto un formaggio ottenuto da una miscela di latti diversi (capra, pecora e vacca). È unico formaggio a coagulazione prevalentemente lattica fra i formaggi DOP italiani. Il latte viene inoculato con una coltura lattica naturale e addizionato con caglio di vitello. La coagulazione avviene alla temperatura di 18-24 °C e si completa in 8-36 ore. Dopo 48 ore il formaggio viene salato a secco e stagionato per almeno 10 giorni.

L'applicazione di tecniche sia coltura-dipendenti che coltura-indipendenti ha permesso di evidenziare differenze significative tra le produzioni artigianali e quelle industriali della Robiola di Roccaverano (Bonetta et al., 2008a, 2008b). La presenza di *Salmonella* spp., *Listeria* spp., o *Staphylococcus aureus* non è mai stata riscontrata in nessuno dei campioni analizzati. Le conte batteriche medie del formaggio fresco sono risultate significativamente più basse per il formaggio industriale rispetto a quello artigianale, mentre non sono state riscontrate differenze nelle conte delle muffe. I lattococchi generalmente sono stati contati a livelli più alti (da 6,40 a 9,64, e da 7,99 a 10,78 log UFC/g, rispettivamente nei formaggi a 0 e 20 giorni di maturazione) rispetto ai lattobacilli (da 6,42 a 9,00, e da 6,59 a 9,41). In base ai risultati

della DGGE, *Lactococcus* e *Streptococcus* sono i generi di batteri lattici più rappresentati. Alcune specie (come *Lactococcus garvieae*, *Streptococcus parauberis* e *Streptococcus macedonicus*) sono state trovate solo nei prodotti artigianali, mentre i lattobacilli non sono stati rilevati in nessun campione. La presenza di lieviti appartenenti al genere *Geotricum* e alla specie *K. lactis* è stata riscontrata in tutti i campioni artigianali e industriali, mentre le specie *Saccharomyces exiguus*, *Saccharomyces spp.*, *Candida silvae*, *Y. lipolytica* e *Candida catenulata* sono state ritrovate solo nei formaggi artigianali e *Penicillium spp.* solamente in quelli industriali.

Le caratteristiche fisico-chimiche della Robiola di Roccaverano sono riportate in tabella 3. Recentemente è stata condotta un'indagine sulla composizione chimica del formaggio sia di produzione artigianale che industriale (Bonetta et al., 2008b), i risultati hanno messo in evidenza che solo una piccola parte della produzione risulta essere conforme al disciplinare di produzione della DOP relativamente al valore minimo di proteina e delle ceneri (34% e 3%, rispettivamente sulla sostanza secca). La stagione di produzione ha un effetto significativo sul pH, sull'umidità, sul contenuto di proteine nel formaggio di produzione artigianale, mentre nessun effetto è stato rilevato nella produzione industriale. Il profilo degli acidi grassi rivela una prevalenza di acidi grassi saturi, in particolare di acido palmitico (29% sul totale degli acidi grassi) rispetto agli acidi grassi insaturi (acido oleico 21% sul totale degli acidi grassi). Il processo di maturazione ha una debole influenza sul profilo degli acidi grassi.

#### VASTEDDA VALLE DEL BELICE

È l'unico formaggio di pecora a pasta filata fra i formaggi ovin DOP italiani. Il nome Vastedda deriva dalla forma che il formaggio acquisisce dopo la filatura, quando viene messa a rassodare in piatti fondi di ceramica, "vastedde". Ha una forma tipica di una focaccia con facce lievemente convesse. L'operazione della filatura avviene in maniera artigianale e richiede una abilità particolare vista la poca attitudine del latte di pecora a essere trasformato in formaggi a pasta filata. Questo formaggio è consumato fresco.

La microflora lattica autoctona della Vastedda della valle del Belice è stata oggetto di studio da parte di diversi autori, alcuni dei quali hanno comparato formaggi di produzione invernale ed estiva (Gaglio et al., 2014; Reale et al., 2007). Le conte, prevalentemente riferibili a batteri termofili di forma cocca, possono arrivare sino a 9 log CFU/g. *Listeria monocytogenes* e *Salmonella spp.*, patogeni usati come *markers* di sicurezza del cibo, ricercati in campioni

di formaggio prodotti in 7 caseifici diversi, sono risultati assenti in 25 g di ciascun campione, come prescritto dal Regolamento EC 2073/2005 (Mucchetti et al., 2008). Tra gli isolati, sono state identificate più di 20 specie di batteri lattici, ascrivibili a 6 generi (*Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* and *Pediococcus*). La particolare tecnologia di trasformazione, non prevedendo l'utilizzo di starter, comporta una acidificazione lenta della cagliata, che avviene a basse temperature, in 24-48 h, esponendo il formaggio a contaminazioni da parte di microflora indesiderata potenzialmente dannosa per la tecnologia e per il consumatore. La presenza, tra gli isolati dalla microflora naturale, di ceppi in grado di produrre, in queste stesse condizioni, batteriocine utili a contrastare la microflora potenzialmente patogena è garanzia di un prodotto sicuro e di buona qualità.

La composizione fisico-chimica della Vastedda del Belice è riportata in tabella 3. Nel formaggio a 24 ore dalla produzione il rapporto grasso/proteina varia da 0,48 to 1,18. L'artigianalità del processo di produzione è la causa principale di questa variabilità che dipende comunque, anche se in misura minore, dall'utilizzo di percentuali variabili di latte vaccino durante la produzione (Mucchetti et al., 2008).

#### RIASSUNTO

In Italia, la maggior parte del latte ovino è destinato alla trasformazione in formaggio. Il suo utilizzo si localizza principalmente in Sardegna, Toscana, Lazio e Sicilia. La sua trasformazione viene operata generalmente a livello industriale, anche se quantitativi significativi di latte sono trasformati a livello di minicaseifici aziendali dagli stessi allevatori.

La produzione di molti formaggi ovin italiani è regolata da marchi di protezione quali la Denominazione di Origine Protetta (DOP), che identifica un prodotto le cui fasi di produzione, trasformazione ed elaborazione devono essere effettuate in una specifica area geografica. I prodotti DOP devono attenersi a regole produttive più o meno rigide stabilite nel relativo disciplinare di produzione, mentre uno specifico organismo di controllo garantisce il rispetto di tali regole.

Le denominazioni costituiscono un elemento fondamentale per la salvaguardia della biodiversità, es. territorio, animali, microflora, pratiche e sistemi di produzione.

I formaggi ovin italiani risultano fortemente caratterizzati dalla tipicità del latte di pecora e dalle sue caratteristiche microbiologiche, essi possiedono caratteristiche peculiari in rapporto ai prodotti ottenuti con latte di vacca. Inoltre, in molti casi, viene utilizzato per la loro produzione caglio in pasta, ottenuto dall'abomaso degli agnelli o capretti lattanti. L'utilizzo di questo tipo di caglio influenza fortemente le caratteristiche chimiche e sensoriali di questi formaggi.

In questo articolo saranno discussi gli aspetti tecnologici, microbiologici e fisico-chimici dei formaggi ovin italiani.

## ABSTRACT

In Italy, the main use for sheep milk is for cheese making. Its exploitation as such is more important in Sardinia, Tuscany, Lazio, and Sicily. The transformation of sheep milk into cheese is carried out mainly at industrial levels, although a significant amount of this milk is processed in small dairies by the breeders themselves.

The manufacture of many Italian sheep milk cheeses is regulated by a Protected Designation of Origin (PDO) which identifies the designation of a product of which the production, processing and preparation has to take place in a specific geographical area and has to be characterized by a recognised and approved assessment.

These designations constitute an element for the protection of the biodiversity, i.e. territory, animals, microbes, practices, and production systems. Microbiological features and diversity of sheep milk compared to the cow's milk give peculiar attributes to the cheeses. In several cases, rennet paste, produced from the abomasa of the suckling lambs or kids is used, strongly influencing chemical and sensory characteristics of the cheeses. In this review the technological, microbiological, and physico-chemical aspects of the PDO and PGI Italian sheep dairy products are reported.

## BIBLIOGRAFIA

- ADDIS M., PIREDDA G., PES M., DI SALVO R., SCINTU M.F., PIRISI A. (2005b): *Effect of the use of three different lamb paste rennets on lipolysis of the PDO Pecorino Romano Cheese*, «Int. Dairy J.», 15, pp. 563-569.
- ADDIS M., PIREDDA G., PIRISI A. (2008): *The use of lamb rennet paste in traditional sheep milk cheese production*, «Small Rumin. Res.», 79, pp. 2-10.
- ADDIS M., PIRISI A., DI SALVO R., PODDA F., PIREDDA G. (2005a): *The influence of the enzymatic composition of lamb rennet paste on some properties of experimentally produced PDO Fiore Sardo cheese*, «Int. Dairy J.», 15, pp. 1271-1278.
- 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.
- AQUILANTI L., DELL'AQUILA L., ZANNINI E., ZOCCHETTI A., CLEMENTI F. (2006): *Resident lactic acid bacteria in raw milk Canestrato Pugliese cheese*, «Lett. Appl. Microbiol.», 43, pp. 161-167.
- BONETTA S., BONETTA S., CARRARO E., RANTSIOU K., COCOLIN L. (2008a): *Microbiological characterisation of Robiola di Roccaverano cheese using PCR-DGGE*, «Food Microbiol.», 25, pp. 786-792.
- BONETTA S., COISSON J.D., BARILE D., BONETTA S., TRAVAGLIA F., PIANA G., CARRARO E., ARLORIO M. (2008b): *Microbiological and chemical characterization of a typical Italian cheese: Robiola di Roccaverano*, «J. Agric. Food Chem.», 56, pp. 7223-7230.
- CAPECE A., ROMANO P. (2009): *Pecorino di Filiano cheese as a selective habitat for the yeast species. Debaryomyces hansenii*, «Int. J. Food Microbiol.», 132, pp. 180-184.
- CLASADONTE M.T., ZERBO A., CUCCIA T. (1995): *Variation of biogenic amines in Pecorino Siciliano cheese in relation to the ripening process*, «Ind. Alimentaria», 34, pp. 599-603.

- CODA R., BRECHANY E., DE ANGELIS M., DE CANDIA S., DI CAGNO R., GOBBETTI M. (2006): *Comparison of the compositional, microbiological biochemical, and volatile profile characteristics of nine Italian Ewes' milk cheeses*, «J. Dairy Sci.», 89, pp. 4126-4143.
- COISSON J.D., ARLORIO M., MARTELLI A. (2000): *Chemical characterization of Robiola di Roccaverano DOP cheese*, «Sci. Tecn. Latt-Cas.», 51, pp. 38-49.
- COMUNIAN R., DAGA E., DUPRÉ I., PABA A., DEVIRGILIUS C., PICCIONI V., PEROZZI G., ZONENSCHAIN D., REBECCHI A., MORELLI L., DE LORENTIIS A., GIRAFFA G. (2010a): *Susceptibility to tetracycline and erythromycin of Lactobacillus paracasei strains isolated from traditional Italian fermented foods*, «Int. J. Food Microbiol.», 138, pp. 151-156.
- COMUNIAN R., PABA A., DAGA E., DUPRÉ I., SCINTU M.F. (2010b): *Traditional and innovative production methods of Fiore Sardo cheese: a comparison of microflora with a PCR-culture technique*, «Int. J. Dairy Technol.», 63, pp. 224-233.
- COSENTINO S., PISANO M.B., CORDA A., FADDA M.E., PIRAS C. (2004): *Genotypic and technological characterization of enterococci isolated from artisanal Fiore Sardo cheese*, «J. Dairy Res.», 71, pp. 444-450.
- DI CAGNO R., BANKS J., SHEENAN L., FOX P.F., BRECHANY E.Y., CORSETTI A., GOBBETTI M. (2003): *Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewe's milk cheeses*, «Int. Dairy J.», 13, pp. 961-972.
- DI CAGNO R., BUCHIN S., DE CANDIA S., DE ANGELIS M., FOX P.F., GOBBETTI M. (2007): *Characterization of Italian Cheeses ripened under nonconventional conditions*, «J. Dairy Sci.», 90, pp. 2689-2704.
- DI CAGNO R., UPADHYAY V.K., MCSWEENEY P.L.H., CORBO M.R., FACCIA M., GOBBETTI M. (2004): *Microbiological, compositional and biochemical characterisation of PDO Canestrato Pugliese cheese*, «Ital. J. Food Sci.», 16, pp. 45-58.
- FACCIA M., GAMBACORTA G., LAMACCHIA C., DI LUCCIA A. (2004): *Evolution of sugars and organic acids in Canestrato Pugliese cheese*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 55, pp. 53-62.
- FALLICO V., TUMINELLO L., PEDILIGGIERI C., HORNE J., CARPINO S., LICITRA G. (2006): *Proteolysis and Microstructure of Piacentinu Ennese Cheese Made Using Different Farm Technologies*, «J. Dairy Sci.», 89, pp. 37-48.
- FONTANA C., CAPPÀ F., REBECCHI A., COCCONCELLI P.S. (2010): *Surface microbiota analysis of Taleggio, Gorgonzola, Casera, Scimudin and Formaggio di Fossa Italian cheeses*, «Int. J. Food Microbiol.», 138, pp. 205-211.
- FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H., COGAN T.M., GUINEE T.P. (2004): *Italian cheeses*, in FOX P.F. (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 2, Third ed. Chapman & Hall, London, pp. 282-283.
- GAGLIO R., FRANCESCA N., DI GERLANDO R., CRUCIATA M., GUARCELLO R., PORTOLANO B., MOSCHETTI G., SETTANNI L. (2014): *Identification, typing and investigation of the dairy characteristics of lactic acid bacteria isolated from "Vastedda della valle del Belice" cheeses*, «Dairy Science and Technology», 94, pp. 157-180.
- GALISTU G., PIREDDA G., PIRISI A., SCINTU M.F., LEDDA A. (1996): *Pecorino Romano hard cooked ewe's milk cheese*, International Symposium EAAP-CIHEAM-FAO, 29 Septembre-2 Octobre, Badajoz Spain.
- GARDINI F., TOFALO R., BELLETTI N., IUCCI L., SUZZI G., TORRIANI S., GUERZONI M.E., LANCIOTTI R. (2006): *Characterization of yeasts involved in the ripening of Pecorino Crotonese cheese*, «Food Microbiology», 23, pp. 641-648.

- GOBBETTI M., FOLKERTSMA B., FOX P.F., CORSETTI A., SMACCHI E., DE ANGELIS M., ROSSI J., KILCAWLEY K., CORTINI M. (1999): *Microbiology and biochemistry of Fossa (pit) cheese*, «International Dairy Journal», Vol. 9 (11), pp. 763-773.
- GOBBETTI M., FOLKERTSMA B., FOX P.F., CORSETTI A., SMACCHI E., DE ANGELIS M., ROSSI J., KILCAWLEY K., CORTINI M. (1999): *Microbiology and biochemistry of Fossa (pit) cheese*, «Int. Dairy J.», 9, pp. 763-773.
- HORNE J., CARPINO S., TUMINELLO L., RAPISARDA T., CORALLO L., LICITRA G. (2005): *Differences in volatiles, and chemical, microbial and sensory characteristics between artisanal and industrial Piacentino Emese cheeses*, «International Dairy Journal», 15, pp. 605-617.
- LA TERRA F., MANENTI M., SCHADT I., RIOVANTO R., CARPINO S. (2009): *Quality and aging determination of Pecorino Siciliano PDO using innovative techniques*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 60, pp. 287-297.
- LEDDA A., SCINTU M.F., PIRISI A., PIREDDA G. (1996): *Pecorino Sardo semi-cooked ewe's milk cheese*, International Symposium EAAP-CIHEAM-FAO, 29 Settembre-2 October, Badajoz Spain.
- MADRAU M.A., MANGIA N.P., MURGIA M.A., SANNA M.G., GARAU G., LECCIS L., CARRERDA 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.
- MANCA G., CAMIN F., COLORU G.C., DEL CARO A., DEPENTORI D., FRANCO M.A., VERSINI G. (2001): *Characterization of the geographical origin of Pecorino Sardo cheese by casein stable isotope  $^{13}C/^{12}C$  and  $^{15}N/^{14}N$  ratios and free amino acid ratios*, «J. Agric. Food Chem.», 49, pp. 1404-1409.
- MANCA G., FRANCO A.M., DEL CARO A., COLORU G.C. (1999): *The role of the free amino acids in characterising "Pecorino Romano" cheese*, «J. Commodity Sci.», 38, pp. 167-179.
- 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.», 2, pp. 366-377.
- MANNU L., COMUNIAN R., SCINTU M.F. (2000a): *Mesophilic lactobacilli in Fiore Sardo cheese: PCR-identification and evolution during cheese ripening*, «Int. Dairy J.», 10, pp. 383-389.
- MANNU L., PABA A. (2002): *Genetic diversity of lactococci and enterococci isolated from home-made Pecorino Sardo ewes' milk cheese*, «J. Appl. Microbiol.», 92, pp. 55-62.
- MANNU L., PABA A., DAGA E., COMUNIAN R., ZANETTI S., DUPRÈ I., SECHI L.A. (2003): *Comparison of the incidence of virulence determinants and antibiotic resistance between Enterococcus faecium strains of dairy, animal and clinical origin*, «Int. J. Food Microbiol.», 88, pp. 291-304.
- MANNU L., PABA A., PES M., FLORIS R., SCINTU M.F., MORELLI L. (1999): *Strain typing among enterococci isolated from home-made Pecorino Sardo cheese*, «FEMS Microbiol. Lett.», 170, pp. 25-30.
- MANNU L., PABA A., PES M., SCINTU M.F. (2000b): *Genotypic and phenotypic heterogeneity among lactococci isolated from traditional Pecorino Sardo cheese*, «J. Appl. Microbiol.», 89, pp. 191-197.
- MANNU L., RIU G., COMUNIAN R., FOZZI C.M., SCINTU M.F. (2002): *A preliminary study of lactic acid bacteria in whey starter culture and industrial Pecorino Sardo ewe's milk cheese: PCR-identification and evolution during ripening*, «Int. Dairy J.», 12, pp. 17-26.
- MUCCHETTI G., BONVINI B., REMAGNI M.C., GHIGLIETTI R., LOCCI F., BARZAGHI S., FRANCOLINO S., PERRONE A., RUBILONI A., CAMPO P., GATTI M., CARMINATI D.

- (2008): *Influence of cheese-making technology on composition and microbiological characteristics of Vastedda cheese*, «Food Control», 19, pp. 119-125.
- NEVIANI E., BIZZARRO R., RIGHINI A., TOPPINO P.M., MUCCHETTI G. (1999): *Il formaggio Pecorino Toscano*, «Quaderno ARSIA», 7/99.
- PINNA G., PIRISI A., PIREDDA G., ADDIS M., DI SALVO R. (1999): *Effect of milk thermization on Fiore Sardo D.O.P. cheese 2. The progress of lipolysis during ripening*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 50, pp. 366-377.
- PIOMBINO P., PESSINA R., GENOVESE A., LISANTI M.T., MOIO L. (2008): *Sensory profiling, volatiles and odor-active compounds of Canestrato Pugliese PDO cheese made from raw and pasteurized ewes' milk*, «Ital. J. Food Sci.», 20, pp. 225-237.
- PIREDDA G., PIRISI A., SCINTU M.F., ADDIS M., LEDDA A., CHIANESE L. (1996): *Fiore Sardo hard uncooked ewe's milk cheese*, International Symposium EAAP-CIHEAM-FAO, 29 Settembre-2 October, Badajoz Spain.
- PIRISI A., PINNA G., ADDIS M., PIREDDA G., MAURIELLO R., PASCALE S., DE CAIRA S., MAMONE G., FERRANTI P., ADDEO F., CHIANESE L. (2007): *Relationship between enzymatic composition of lamb rennet paste and proteolytic, lipolytic pattern and texture of PDO Fiore Sardo ovine cheese*, «Int. Dairy J.», 17, pp. 143-156.
- PIRISI A., PINNA G., PAPOFF C.M. (1999): *Effect of milk thermization on Fiore Sardo DOP cheese 1. Physico-chemical characteristics*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 50, pp. 353-366.
- PIZZILLO M., CLAPS S., MARANO G., MORONE G., CALANDRELLI M. (2000): *Effect of different ripening rooms on chemical-physical characteristics of "Pecorino di Filiano" cheese*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 51, pp. 257-272.
- RAMPILLI M., TOPPINO P.M., RAJA V., DAGHETTA A. (1997): *Cheese ripening: evaluation of the peptide fraction soluble at pH 4.6 by reversed-phase HPLC*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 48, pp. 33-42.
- RANDAZZO C.L., PITINO I. E CAGGIA C. (2013): *Pecorino Crotonese cheese: a source of microbial biodiversity with potential probiotic features*, in *Handbook of cheese in health: Production, nutrition and medical sciences*, a cura di Victor R. Preedy, Ronald Ross Watson, Vinood B. Patel, Wageningen Academic Publishers.
- RANDAZZO C.L., LUCA S., DE TODARO A., RESTUCCIA C., LANZA C.M., SPAGNA G., CAGGIA C. (2007): *Preliminary characterization of wild lactic acid bacteria and their abilities to produce flavour compounds in ripened model cheese system*, «J. Appl. Microbiol.», 103, pp. 427-435.
- RANDAZZO C.L., PITINO I., LUCA S., DE SCIFO G.O., CAGGIA C. (2008): *Effect of wild strains used as starter cultures and adjunct cultures on the volatile compounds of the Pecorino Siciliano cheese*, «Int. J. Food Microbiol.», 122, pp. 269-278.
- RANDAZZO C.L., VAUGHAN E.E., CAGGIA C. (2006): *Artisanal and experimental Pecorino Siciliano cheese: microbial dynamics during manufacture assessed by culturing and PCR-DGGE analyses*, «Int. J. Food Microbiol.», 109, pp. 1-8.
- RANDAZZO C.L., PITINO I., RIBBERA A., CAGGIA C. (2010): *Pecorino Crotonese cheese: Study of bacterial population and flavour compounds*, «Food Microbiology», 27, pp. 363-374.
- REALE S., VITALE F., SCATASSA M.L., CARACAPPA S., CURRÒ V., TODARO M. (2007): *Molecular characterization of dominant bacterial population in "Vastedda della Valle del Belice" cheese: preliminary investigation*, «Italian Journal Animal Science», 6 (1), pp. 595-597.
- RUBINO R., PIZZILLO M., MORONE G., SCHETTINO M.V., DI NAPOLI M.A., CLAPS S. (2009): *Stabilità delle produzioni casearie ovine lucane e strumenti per una diagnosi veloce*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 60, pp. 149-153.

- SCINTU M.F., MANNU L., MULARGIA A.F., COMUNIAN R., DAGA E., PABA A., GALISTU G. (2007): *Microbiological characteristics of ewe's milk and Pecorino Romano PDO Cheese. The Challenge to Sheep and Goats Milk Sectors*, S.I. IDF 0801/Part 4, pp. 357-359.
- TRIPALDI C., CAPORRO P., PANDOZY G., PERRELLA P. (2005): *Introduzione di un minicaseificio in un'azienda ovicaprina*, collana dei Servizi di Sviluppo Agricolo, Arsial Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio.
- VERNILE A., BERESFORD T.P., SPANO G., MASSA S., FOX P.F. (2007): *Chemical studies of Pecorino Siciliano cheese throughout ripening*, «Milchwissenschaft», 62, pp. 280-284.
- VERNILE A., GIAMMANCO G., SPANO G., BERESFORD T.P., FOX P.F., MASSA S. (2008): *Genotypic characterization of lactic acid bacteria isolated from traditional Pecorino Siciliano cheese*, «Dairy Sci. Technol.», 88, pp. 619-629.
- VODRET A., CAMPUS R.L., DEIANA P., CATZEDDU P., SOLETTA M., CICU I. (1996): *Pecorino Sardo*, in LEMBO P. (Ed.), *I prodotti caseari del mezzogiorno*, Vol. II, *Caratterizzazione analitica e compositiva*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rome, IT, pp. 475-482.
- ZEPPA G. (2004): *Murazzano*, available from: <http://dairyscience.info/cheeses-of-the-piedmont-region-of-italy/73-murazzano.html> (accessed: 08.10.14).

