

Ottavio Salvadori del Prato

# Latte e formaggi caprini

*Tecniche delle produzioni casearie*



1ª edizione: settembre 2004  
1ª ristampa della 1ª edizione: febbraio 2013  
2ª ristampa della 1ª edizione: aprile 2015



© Copyright 2015 by «Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media s.r.l.  
Via Eritrea, 21 - 20157 Milano  
Redazione: Piazza G.Galilei, 6 - 40123 Bologna

4991

Proprietà letteraria riservata - printed in Italy

*La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norma di legge.*

Realizzazione grafica: Emmegi Group, via F. Confalonieri, 36 - 20124 Milano  
Impianti e stampa: Rotolito Lombarda, via Sondrio, 3 - 20096 Seggiano di Pioltello (MI)  
Finito di stampare nell'aprile 2015  
ISBN 978-88-506-4991-4

# Prefazione

Il nostro Paese sta attraversando un momento di transizione per la sua economia e per quella agro-alimentare in particolare. In questo panorama l'unico comparto che sembra svilupparsi, anche sull'onda della serrata propaganda dei *mass-media*, è quello dei prodotti alimentari "tradizionali". Questi prodotti, legati alle secolari tradizioni della nostra plurimillenaria cultura, rappresentano quanto di meglio e di più valido la storia sociale ed economica della nostra civiltà rurale ci abbia consegnato per quanto riguarda la nostra alimentazione. I prodotti "tradizionali" per di più, essendo ancorati alle zone di origine e persino alle aziende di produzione, intese come realtà nelle quali è stato possibile produttivamente, socialmente e culturalmente il loro sviluppo, svolgono poi un importante ruolo sociale concorrendo a mantenere vive e stabili localmente, non solo le tradizioni, ma soprattutto le aziende agricole e la popolazione rurale che sono, soprattutto nelle zone marginali e montane, l'unico baluardo contro il dissesto totale del paesaggio e dell'ambiente. Nel nostro Paese, il cui paesaggio rurale è essenzialmente agricolo, se si vuole salvaguardare l'ambiente bisogna necessariamente salvare l'agricoltura.

Tra i nostri prodotti tradizionali di maggior successo spiccano i formaggi. L'Italia è il Paese europeo che ha ottenuto il maggior numero di riconoscimenti DOP a livello internazionale, ben 36, per i suoi formaggi. Anche se questo è certamente un ricco patrimonio, la sua spendibilità resta purtroppo delimitata dai molti vincoli che la stessa Europa ci pone. L'Italia, attanagliata dalle quote latte, che non meritiamo e che, comunque, non sappiamo gestire, vede ristretta la sua possibilità di espansione produttiva per molti dei suoi più validi formaggi di latte vaccino. Rivalutare e promuovere le produzioni di latte, come quelle caprine, ovine e bufaline, che sono fuori quota e che, pur nella loro antichità, per-

mettono di fabbricare prodotti tradizionali, ma estremamente moderni agli occhi dei consumatori, diventa quindi molto importante. In quest'ottica un miglioramento quali-quantitativo delle produzioni alimentari derivanti da questi latticini, che concorra ad accrescere l'allevamento di questi animali, spesso posto in zone montane o collinari o comunque svantaggiate e marginali, può aiutare molto la nostra economia agro-pastorale e montana, con indubbi riflessi positivi anche sull'ambiente.

Tra i latticini citati, quello ovino, sia per la sua grande e antica storia nazionale, sia per le dimensioni degli allevamenti e della produzione, sia infine per i formaggi che produce, da tempo affermati e conosciuti in tutto il mondo (si pensi anche solo al nostro Pecorino Romano) sta già, sia pure tra alcune difficoltà, trovando una sua importante rivalutazione a tutti i livelli.

Non così il latte caprino e i suoi prodotti che, pur apprezzati e ricercati dai consumatori, rivestono nel panorama produttivo italiano ancora un ruolo abbastanza marginale. Le ragioni sono molte e troppo lungo sarebbe andare a ricercarle tutte, ma tra queste, oltre ad una mancanza di cultura generale per quanto riguarda le capre, il loro allevamento ed i loro prodotti, vi è sicuramente, almeno a livello dei nuovi potenziali allevatori, una carenza di informazione sulla tecnologia del latte e dei formaggi caprini, che invece, nella vicina Francia, che vanta anch'essa antiche tradizioni casearie caprine, è molto diffusa e che ha permesso negli ultimi tempi di rinnovare e rilanciare allevamento e produzione che, anche lì, sembravano in calo.

Molti agricoltori sarebbero pronti ad affrontare, o accrescere, nelle loro aziende, l'allevamento delle capre per la produzione di latte e formaggi caprini, ma sono frenati dalla mancanza di informazioni semplici, chiare e utilizzabili praticamente su come fare i formaggi e come e a chi venderli.

Insieme all'Editore, che ha promosso questa mia iniziativa, penso quindi che un libretto come questo, nato per rivolgersi ai nuovi e vecchi allevatori di capre, dando ad essi chiare e precise nozioni sul latte di capra e sulla sua trasformazione in formaggi, possa quindi essere utile. Il libro, oltre che inquadrare l'argomento latte di capra in modo da dare agli allevatori e trasformatori nozioni esatte sulla loro materia prima, vuole infatti essere una guida tecnico-pratica alla trasformazione aziendale del latte in formaggi caprini, scegliendo tra questi, non solo quelli più comuni e legati alla tradizione casearia caprina italiana, ma anche quelli di tipo francese, a pasta morbida e spalmabile, che sono quelli oggi più ricercati dai consumatori, presentando la materia in modo pratico, trami-

---

te tabelle, grafici e fotografie che, con l'immediatezza tipica dell'immagine, illustrano meglio di qualsiasi descrizione anche le tecnologie più complesse.

Augurandomi quindi, insieme all'Editore, di avere fatto cosa utile agli allevatori di capre ed i trasformatori del loro prezioso latte, o comunque a chiunque voglia cimentarsi e/o apprendere i modi di fabbricazione dei deliziosi formaggi caprini, attendo fiducioso il loro commento.

*L'Autore*



# Ringraziamenti

L'Autore desidera ringraziare pubblicamente da queste pagine tutte le persone e le ditte il cui aiuto ha permesso l'illustrazione di questo libro e in modo particolare il **Sig. Fausto Crippa** per lo splendido materiale fotografico e le preziose notizie tecniche e il **Centro Miglioramento Latte di Brescia** e per esso la **Dr.ssa Ornella Togni** che hanno fornito parte del materiale fotografico e molte informazioni tecnologiche.



# Indice

<b>Prefazione</b>	III
<b>Ringraziamenti</b>	VII
<b>Introduzione</b>	XIII
<b>1. Il latte</b>	1
1.1 La composizione e gli indici del latte	2
1.2 L'acidità	6
1.3 I componenti principali del latte	9
1.4 I costituenti minori del latte	17
1.5 La qualità del latte per la trasformazione casearia	22
<b>2. Il latte caprino</b>	29
<b>3. Il caglio e i coagulanti del latte</b>	35
3.1 Il caglio	36
3.2 La scelta del caglio e dei coagulanti	39
3.3 I prodotti sul mercato	41
3.3.1 Il caglio in pasta e le lipasi	44
3.4 Le dosi di impiego	49
3.5 La titolazione del caglio e dei coagulanti	51
<b>4. I fermenti lattici nel caseificio caprino</b>	53
4.1 Batteri, lieviti e muffe	53
4.2 I batteri lattici	60
4.3 I fermenti lattici "starter" e il loro impiego	62
4.4 I batteri lattici autoctoni naturali	64
4.5 Gli starters del commercio	66

4.5.1	Starter semidiretti	67
4.5.2	Starter diretti	68
4.6	Starter e tecnologia	69
4.7	L'impiego degli starter lattici nel caseificio caprino	71
<b>5.</b>	<b>La coagulazione e lo spurgo della cagliata</b>	<b>73</b>
5.1	La coagulazione del latte	73
5.1.1	La coagulazione acida	73
5.1.2	La coagulazione presamica	77
5.2	La sineresi e lo spurgo del coagulo	82
5.2.1	Lo spurgo della cagliata acida	87
<b>6.</b>	<b>La lavorazione del latte e della cagliata</b>	<b>89</b>
6.1	Preparazione e trattamenti del latte	89
6.2	L'aggiunta degli ingredienti di lavorazione	94
6.3	Il taglio e la lavorazione della cagliata	95
6.4	La cottura della cagliata	95
6.5	Estrazione e formatura della cagliata	98
6.5.1	L'estrazione delle cagliate lattiche	99
6.5.2	L'impastatura delle cagliate lattiche	101
<b>7.</b>	<b>La salatura dei formaggi</b>	<b>103</b>
7.1	La salatura a secco	107
7.2	La salatura in salamoia	108
7.3	La salatura per impasto	111
<b>8.</b>	<b>La maturazione e la stagionatura dei formaggi</b>	<b>113</b>
8.1	La temperatura e l'umidità	116
8.2	L'ambiente e la circolazione d'aria	116
8.3	Le cure in stagionatura	121
<b>9.</b>	<b>La tecnologia dei formaggi caprini</b>	<b>123</b>
9.1	I formaggi caprini italiani	129
9.2	La tecnologia generale dei formaggi caprini lattici freschi e spalmabili	129
9.2.1	Tecnologie tradizionali di caprini lattici italiani	142
9.2.2	La tecnologia dei caprini lattici francesi	146
9.3	La tecnologia generale dei formaggi caprini presamici	154
9.3.1	Tecnologie dei caprini presamici tradizionali italiani	159
9.4	La ricotta di capra	174

---

<b>10. Problematiche e difetti dei formaggi caprini</b>	183
10.1 Problemi e difetti di fabbricazione, struttura e organolettici	183
10.2 Le muffe e i parassiti	188
<b>11. I locali e le attrezzature del caseificio caprino</b>	195
11.1 I locali del caseificio caprino	196
11.2 Le attrezzature del caseificio caprino	199
<b>12. I controlli analitici e l'igiene nel caseificio caprino</b>	205
12.1 Le analisi minime del latte	205
12.2 La misura del pH e dell'acidità	210
12.3 La pulizia e l'igiene del caseificio caprino	218
<b>13. Il confezionamento e l'etichettatura dei formaggi caprini</b>	227
13.1 Il confezionamento	227
13.2 L'etichettatura	231
<b>14. Il latte e i formaggi caprini nell'alimentazione</b>	239
<b>Bibliografia</b>	249

---



# Introduzione

Nel panorama produttivo del settore lattiero-caseario italiano, i formaggi di origine caprina rappresentano una realtà molto significativa e soprattutto degna di sviluppo. Mentre l'allevamento caprino e le sue produzioni sono predominanti in Asia e Africa (Tab. 1), tra i Paesi europei, nell'ambito comunitario, solo pochi producono latte caprino ai fini della caseificazione: la Grecia, l'Italia e la Francia. L'Italia, con poco più di 1.300.000 capi non detiene una quota preponderante di questi animali, ma in termini di produzione latte trasformabile di ca. 128.000 tonnellate/anno secondo gli ultimi dati Assolatte che si riferiscono al 2002, si pone al secondo posto nella CEE dopo la Francia, che con meno animali produce però più latte (ca. 480.000 tonn./anno nel 2000, secondo dati CNIEL). In termini di produzione formaggera la Francia primeggia nel campo dei formaggi molli di capra (ca. 60.000 tonnellate/anno nel 2000 sempre secondo dati CNIEL, pari a quasi il 3% della produzione casearia francese) tra i quali alcuni rappresentano delle vere specialità conosciute e apprezzate a livello internazionale che alimentano un fiorente mercato.

In Italia, nonostante oltre il 75% del latte caprino venga trasformato in formaggio ed il mercato per questo tipo di formaggio sia molto aperto e recettivo, la nostra produzione stenta. Sempre secondo dati Assolatte riferentisi all'anno 2002, la produzione totale di formaggi caprini in Italia raggiunge appena le 6.500 tonnellate/anno, ma si tratta certamente di un dato sottostimato, perché i formaggi caprini nazionali, prodotti e consumati soprattutto a livello locale, sfuggono alle rilevazioni statistiche. Secondo dati di stima, non disponendo di dati certi, si può ritenere infatti che da noi la produzione totale di formaggi caprini sfiori le 10-20.000 tonnellate/anno di formaggi di latte di capra puro e le 3-5.000 tonnellate/anno di formaggi caprini misti, ancora consumati a livello locale

**Tabella 1** - Consistenza caprini nel Mondo e in Europa nel 2000 (dati FAO - Assonapa, rielaborati).

	<b>N° Capi Allevati</b>	<b>%</b>
<b>Mondo</b>	711.286.000	100,0
di cui		
Asia	436.366.000	61,4
Africa	219.869.000	30,9
America Nord e Sud	29.464.000	4,1
Oceania	10.200.000	1,4
Europa	15.387.000	2,2
di cui		
<b>Unione Europea</b>	9.878.000	100,0
di cui		
Grecia	5.878.000	60,4
Italia	1.347.000	13,8
Francia	1.111.000	11,4
Portogallo	785.000	8,1
Spagna	227.000	2,3
<b>Altri Paesi UE</b>	380.000	4,0

e poco conosciuti, sebbene apprezzati dal grande consumo urbano e capaci di spuntare alla vendita prezzi molto interessanti. I formaggi di latte caprino presentano infatti delle caratteristiche di sapore ed aroma del tutto peculiari, che li rendono, pur nella loro tradizionalità, delle specialità moderne particolarmente apprezzate. Le specialità fresche in particolare, per la mancanza di crosta, il gusto fresco e acidulo, la pasta morbida e spalmabile che li rende adatti anche a preparazioni culinarie, sono particolarmente ricercate dai consumatori.

La popolazione caprina italiana, sparsa nelle varie regioni, è costituita da moltissime razze diverse, solo il 35% circa delle quali è a sua volta costituito da razze ufficialmente riconosciute, provviste di "libro genealogico" e sottoposte a controlli (Tab. 2). Le produzioni unitarie di latte, almeno per le razze controllate, concentrate in un ciclo di lattazione annuale di ca. 200 giorni nei casi migliori, o più breve, sono abbastanza basse, specie se confrontate con le stesse produzioni realizzate dalle me-

**Tabella 2** - Consistenza e produzioni medie delle principali razze caprine allevate in Italia sottoposte a controlli (dati Assonapa, rielaborati).

Razza	Consistenza n°	Latte kg/anno	Grasso %	Proteine %
Camosciata	40.000	462	3,22	2,97
Saanen	40.000	519	3,06	2,91
Orobica	4.000	288	2,70	2,61
Garganica	50.000	230	4,30	3,80
Girgentana	1.000	440	3,78	4,36
Jonica	18.000	333	4,00	3,60
Maltese	40.000	303	4,10	4,30
Sarda	250.000	196	5,00	4,50

desime razze in altri Paesi. Per esempio le razze “Camosciata” e “Saanen”, che da noi producono mediamente ca. 460 e 520 kg/anno di latte rispettivamente, in Francia, grazie ad una migliore selezione, alimentazione e cura, ne producono mediamente ca. 760 e 700 kg/anno rispettivamente.

Dai dati tabellari riportati emergono le notevoli differenze compositive dei lattii prodotti dalle diverse razze: si passa da percentuali di grasso e proteine molto basse (Orobica) ad altre particolarmente ricche (Sarda). Chiaro quindi che, anche in funzione della razza e del suo tipo di latte, la caseificazione ed i tipi di prodotto che si possono ottenere (per non parlare delle rese) non potranno essere gli stessi e/o le tecniche di lavorazione dovranno essere adattate. Alcuni lattii caprini si possono prestare per produzioni di formaggi consistenti, adatti ad una breve stagionatura, altri chiaramente sono più indicati per produzioni fresche.

La nostra produzione casearia caprina è concentrata prevalentemente nel centro-meridione e nelle isole maggiori, ma anche sull’arco alpino, cioè in zone altrimenti svantaggiate, ed è rappresentata prevalentemente da formaggi di tipo tradizionale che però conservano una loro indubbia validità e, soprattutto, possono essere modernizzati.

L’importanza di questo settore è comunque in crescita e si può considerare determinante in una vasta ottica economico-sociale e settoriale in quanto tale settore fornisce produzioni uniche e non eccedentarie a livello comunitario, e quindi non sottoposte a quote o vincoli di sorta. Si tratta dunque di un comparto produttivo valido e da valorizzare: i prodotti non sono in concorrenza con altre produzioni europee e mondiali,

**Tabella 3** - Aziende lattifere italiane, ovine e vaccine, per livello zonale e per numero di capi aziendali (Fonte elaborazione dati ISTAT).

	Montagna n°	Collina n°	Pianura n°	N° Capi × Azienda		
				< 10	10-20	> 20
Az. Latt. Vaccine	74.068	74.141	58.159	500.014	1.210.754	930.987
Az. Latt. Ovine	63.038	90.069	10.053	642.553	1.423.476	6.672.954

sono unici e possono generare un grande mercato, con innegabili vantaggi, non solo economici, ma sociali, considerando l'ubicazione prevalentemente montana e meridionale della produzione che, per di più, si svolge normalmente in zone nelle quali agricolture o allevamenti alternativi risultano poco praticabili.

Più della metà degli allevamenti da latte italiani, specie gli allevamenti ovi-caprini, ma anche molti allevamenti vaccini, ha una produzione media giornaliera inferiore ai 10 ql di latte, e la maggior parte di questi allevamenti è ubicata in aziende poste in aree montane o collinari, lontane dai maggiori centri di acquisto e trasformazione del latte. Non si dispone di dati precisi relativi alle aziende di allevamento caprino, ma quelli disponibili per gli allevamenti ovini e vaccini, sono illuminanti (Tab. 3).

Queste aziende "minori", poste in zone svantaggiate, nelle quali il problema del mantenimento del territorio e della presenza umana è prioritario, sono naturalmente vocate alla produzione di latte anche caprino che, qui, assume sovente delle caratteristiche qualitative più elevate che in zone pianeggianti di maggiore produzione. Dagli allevamenti di queste zone è possibile ricavare, anche per le ricche tradizioni casearie caprine che spesso le caratterizzano, pregiati prodotti di trasformazione la cui diffusione, aiutata dalle correnti turistiche nazionali e straniere che sempre più prediligono le nostre zone agricole montane, non dovrebbe incontrare difficoltà.

Una soluzione brillante consiste quindi, ove possibile, nella produzione locale di formaggi e latticini, in azienda, per la vendita diretta al consumatore (o via agriturismo, o attraverso spacci aziendali, o tramite la piccola distribuzione locale dei prodotti caratteristici e tipici) mediante produzioni attuate in "minicaseifici" aziendali dedicati alle produzioni caprine. Questo anche tenendo presente le possibilità di aiuto che le aziende possono ricevere tramite strumenti di finanziamento europei e le

varie leggi nazionali e regionali di finanziamento per le comunità montane, le produzioni casearie “tradizionali”, ecc., di cui queste piccole entità di allevamento e produzione casearia caprina possono fruire.

L’idea è senz’altro valida, tuttavia le tecniche di trasformazione del latte di capra in Italia sono ancora quasi esclusivamente di impostazione artigianale, con scarsa conoscenza della materia prima, delle tecnologie, delle attrezzature e dell’igiene necessarie ad una produzione tradizionale, ma moderna, di questi formaggi.

Di qui la necessità di preparare un rapido manualetto, destinato soprattutto agli operatori pratici, che dia loro le conoscenze di base sulla materia prima, il latte di capra, sulle nuove procedure che è possibile utilizzare per trasformare il latte secondo la tradizione, ma per nuove vie più moderne e attuali, sul modo di adeguare la produzione alle norme in difesa del consumatore e, infine, sul modo per garantire alle loro produzioni casearie quella costanza delle migliori qualità organolettiche che oggi il consumatore pretende.

Anche se la qualità del latte e dei suoi prodotti caseari, siano essi caprini o altro, parte ovviamente dalla scelta, selezione, allevamento e alimentazione degli animali, per i limiti che ci siamo imposti in quest’opera, non vogliamo occuparci di questo, suggerendo agli interessati di rivolgersi eventualmente ad altri testi sull’allevamento dei caprini, ma ci limiteremo, ricevendo idealmente il latte di capra sulla porta del caseificio aziendale, ad occuparci di esso e della sua trasformazione in tutte le fasi successive, fino al suo confezionamento per la vendita.

Questo libretto è quindi soprattutto dedicato ai produttori/caseificatori aziendali di latte di capra che svolgano la loro attività in azienda, in quelli che oggi vengono chiamati “minicaseifici aziendali” (dei quali si è già parlato e per l’organizzazione dei quali, che è valida anche per la trasformazione del latte di capra, si rimanda quindi al volumetto su questo argomento già pubblicato dallo scrivente e citato in bibliografia) per aiutarli nella loro diuturna fatica con alcuni semplici suggerimenti che, ci si augura, possano servire a migliorare un poco la loro già valida produzione.



# 1. Il latte

Per trasformare una materia, qualunque essa sia, in un manufatto, bisogna conoscerla: lo scultore del legno, deve conoscere molto bene la fibra e la durezza del suo legno, se vuole trasformare un tronco d'albero in una statua. Anche per fabbricare un formaggio, che è un manufatto dell'uomo, la prima cosa è quindi quella di conoscere la sua materia prima: il latte. Molti allevatori, usi a mungere ogni giorno il latte dei loro animali del quale sono convinti di conoscere ogni segreto, forse sorrideranno a questa affermazione, ma non dovrebbero perché il latte, inteso non solo come liquido o merce, ma come materia prima casearia, racchiude in se molti segreti che occorre conoscere. Vediamo perciò, semplicemente e con grande umiltà, di tentare di conoscere le caratteristiche compositive e di comportamento del latte come materia prima del caseificio.

Che cos'è il latte? Il latte è il prodotto della secrezione delle ghiandole mammarie delle femmine degli animali mammiferi ed è una delle poche sostanze al mondo (insieme al miele) che si è evoluta nel tempo per fungere espressamente da alimento, rappresentando l'unico ed il più idoneo alimento per il lattante. Il latte quindi, sostanza meravigliosa e complessa, non nasce per fungere da materia prima al caseificio, ma per alimentare il lattante. Questo punto, che spesso si dimentica in caseificio, è bene invece sia tenuto presente, perché il latte, al contrario di altre materie prime industriali, presenta delle grandi variabilità che sono conseguenti alla sua destinazione primaria e che, di conseguenza, possono portare a sue caratteristiche non sempre ottimali per il caseificio! Innanzi tutto esiste una definizione legale di latte, in base alla quale per "latte" e basta si intende il latte vaccino. Quello proveniente da altri mammiferi deve portare l'indicazione dell'animale di provenienza (latte "caprino"; "ovino"; "bufalino", ecc.) e così pure i derivati del latte

(formaggio caprino, pecorino, ecc.). Sulle etichette dei derivati ottenuti con latti di specie diverse, il nome della specie deve essere indicato in ordine di prevalenza della quantità di ciascuno impiegata, per esempio: “latte di capra e vacca”, se il latte vaccino è in quantità inferiore, o “latte di vacca e capra”, se il contrario.

## 1.1. La composizione e gli indici del latte

Il latte varia nei suoi indici e nella sua composizione, in funzione delle specie da cui deriva (Tab. 1.1).

Il latte è un liquido molto complesso che può essere caratterizzato dalla sua: eterogeneità fisica (in quanto composto da più fasi); eterogeneità chimica (in quanto composto da molte sostanze diverse); variabilità di composizione (in funzione della specie, dell'animale, del periodo di lattazione, dell'alimentazione, ecc.); complessità, (elevato grado di organizzazione, elaborazione e interazione tra i componenti); instabilità, sia delle fasi che dei componenti; equilibrio dei vari componenti.

I componenti del latte si trovano nella soluzione e rispetto al solvente acqua (che ne è comunque il componente principale) in

- *fase di emulsione*: esempio il grasso del latte;
- *fase di soluzione*: i sali minerali, il lattosio e alcune proteine;
- *fase di sospensione cosiddetta colloidale*: esempio la caseina.

Una soluzione è una condizione nella quale la sostanza è completamente sciolta nell'acqua e diviene invisibile rimanendo stabile (es. lo zucchero o il sale sciolti nell'acqua) una emulsione è una condizione nella quale le particelle di una sostanza restano sospese nell'acqua, senza sciogliersi né interagire con l'acqua, ma rimanendo sospese e potendosi separare e/o aggregarsi tra loro (es. l'olio nell'acqua che può essere emulsionato in goccioline anche finissime, ma se non è stabilizzato, si riaggrega e separa) una sospensione colloidale è una condizione intermedia nella quale, a causa della piccolezza delle particelle coinvolte, non vi è soluzione, ma neppure separazione perché le particelle interagiscono più o meno con l'acqua.

Nel latte le fasi disperse sono in parte solide, in parte liquide. Ad esempio nel latte le proteine sono presenti in parte in soluzione vera e propria (sieroproteine) e in parte in dispersione colloidale (caseine). Nel latte le fasi sono in equilibrio, sia chimico che fisico, ma instabili e tendono a separarsi. Il concetto di instabilità delle fasi è importante dal punto di vi-

**Tabella 1.1** - Composizione e proprietà comparate del latte di specie diverse di interesse caseario.

	<b>Vacca</b>	<b>Pecora</b>	<b>Capra</b>
Acqua %	87,5	81,3	86,9
Grasso %	3,6-4,5	4,5-7,5	3,7-4,3
Proteine %	2,8-3,3	4,6-6,0	3,1-4,5
Caseina %	2,6-3,0	4,5	2,7
Albumine %	0,7-0,8	1,5	1,2
pH	6,6-6,7	6,5-6,8	6,6-6,7
Ac.tà titol. °SH/50	3,3-3,5	4,0-4,5	3,1-3,4
Densità (15 °C)	1,028-1,035	1,034-1,040	1,028-1,034
Viscosità (Cp)	2,0	3,0	2,1
Punto crioscopico (– °C)	0,52-0,55	0,54-0,57	0,52-0,54
Lattosio %	4,9	4,1	4,3
Calcio (mg/100 g)	120	180	110
Fosforo (mg/100 g)	65	80	90
Ceneri %	0,90	1,10	0,90
Coag.ne dopo 100 °C	–	+	–
Coag.ne dopo H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	–	+	–
Azione caglio	+++	+++++	+
Beta-carotene	+	–	–
Diametro glob. grasso (micron)	1-10	0,5-1,0	0,5-1,0
Resistenza congelamento	–	++	+

sta tecnologico, perché la fabbricazione, per esempio di un formaggio, è basata appunto sulla rottura di equilibrio delle fasi.

L'equilibrio chimico delle fasi può essere parzialmente mantenuto anche variando le condizioni del mezzo. Ad es. nel latte il calcio in soluzione è presente sia come ione sia come sale solubile non ionizzato, mentre in dispersione colloidale è legato alla caseina. Se una parte del calcio solubile viene in qualche modo asportata, un'altra parte del calcio colloidale si sposta dalla caseina alla fase solubile per ripristinare l'equilibrio iniziale. L'equilibrio fisico, una volta rotto, non può invece più essere totalmente ricostruito.

Le caratteristiche fisico-chimiche del latte si misurano attraverso indici. Gli indici del latte si possono dividere in tre grandi gruppi a secondo del tipo di componenti del latte che li influenzano:

- indici che dipendono dall'insieme delle sostanze presenti nel latte: densità, viscosità, acidità, ecc.
- indici che dipendono solo dalle sostanze in soluzione: punto crioscopico, punto di ebollizione, ecc.
- indici che dipendono dagli ioni presenti: pH, conducibilità elettrica, ecc.

La densità del latte è determinata dal plasma latteo (Acqua e R.S.M = Residuo Secco Magro) che ha una densità media di 1,035-1,037, e dal grasso che ha una densità di ca. 0,930, la densità risultante è di 1,028-033, secondo la composizione e la ricchezza di grasso del latte. Il latte di capra ha una densità media di 1,028-1,034. simile a quella del latte vaccino, mentre il latte di pecora è più denso: 1,034-1,040.

La densità del latte si misura in pratica per via aerometrica, utilizzando i lattodensimetri sulla scala graduata dei quali non vengono riportati i pesi specifici, ma soltanto le ultime due cifre decimali significative di questi (ad esempio per un latte di densità 1,031, si leggeranno solo le ultime due cifre, e cioè 31) che prendono il nome di "gradi densimetrici" o "D". La densità del latte dipende dalla ricchezza o povertà di tutti i componenti in soluzione e dispersione, ed è quindi un indice della ricchezza compositiva del latte: in genere, più è elevata, più il latte è ricco e più formaggio darà. Conoscendo la densità del latte ed il suo contenuto percentuale in grasso, applicando la formula di Fleischmann, è possibile determinare il Residuo Secco Totale (RS o RST) e/o il Residuo Secco Magro (RSM) del latte.

**Formula di Fleischmann:**  $RS (a 15\text{ }^{\circ}\text{C}) = 1,2 G + 2,665 (D - 1)$  (in volume)

Questa formula può risultare molto utile nel piccolo caseificio, dove si conoscono pochi dati, per determinare il quantitativo di solidi del latte da trasformare e le conseguenti rese.

Il punto di congelamento o punto crioscopico è indice importante ed ufficiale che serve per riconoscere un eventuale annacquamento. Esso dipende dal numero di molecole in soluzione vera. Il punto di congelamento del latte oscilla per il latte vaccino da - 0,520 °C (limite legale europeo - Direttiva 92/46) a - 0,550 °C, mentre per il latte caprino varia generalmente da 0,520 a 0,540 °C. Le mastiti innalzano il punto di congelamento, il latte mastitico, quindi, può sembrare latte annacquato. Poiché le sostanze che influenzano l'indice crioscopico del latte sono tra le più

**Tabella 1.2** - Prospetto interpretativo dell'influenza sui valori caratteristici del latte di pratiche illegali.

Genere di frode	Influenza			
	sulla densità o peso specifico	sul % di grasso	sul % di residuo secco	sul % di residuo secco magro
Annacquamento	diminuzione	diminuzione	diminuzione	diminuzione
Scrematura	aumento	forte diminuzione	diminuzione	quasi nessuna
Annacqu. + Screm.ra	aumento o diminuzione o nessuna	fortissima	forte	diminuzione

costanti, questo indice è impiegato internazionalmente per il riconoscimento ufficiale dell'eventuale annacquamento del latte determinando anche, con una approssimazione minima dell'1-2%, la percentuale di acqua aggiunta.

L'indice crioscopico però ha dei limiti di attendibilità dovuti sia a variabilità di composizione in funzione dell'alimentazione (alcuni alimenti degli animali lattiferi innalzano il punto crioscopico) sia ancora per effetti patologici della mammella (mastiti) o di operazioni tecnologiche applicate al latte (raffreddamento e/o riscaldamento). L'annacquamento con aggiunta di NaCl, non fa variare il punto crioscopico, però il latte diventa salato. L'acidificazione, trasformando il lattosio in acido lattico (una molecola di lattosio produce 4 molecole di acido lattico) comporta un aumento della concentrazione osmotica ed una variazione dell'indice crioscopico che, quindi, nel latte acidificato non ha valore. Le mastiti abbassano sensibilmente il contenuto di lattosio e di citrati nel latte e fanno aumentare debolmente i cloruri, diminuendo, alla fine, il numero di moli in soluzione e innalzando il punto di congelamento, il latte mastitico, quindi, può sembrare latte annacquato (Tab. 1.2).

Punto di Congelamento del Latte di Capra: tra - 0,520 °C e - 0,540 °C

$$\text{Crioscopia} = 1,85 \frac{P}{M}$$

dove:

P = peso delle sostanze contenute in g/l;

M = peso molecolare sostanze

$$\text{Annacquamento Latte} \times \text{Crioscopia: Acqua \%} = \frac{100 (\Delta - \Delta_1)}{\Delta}$$

dove:

$\Delta$  = punto crioscopico normale del latte

$\Delta_1$  = punto crioscopico determinato del campione

## 1.2. L'acidità

Un discorso più articolato merita la trattazione dell'acidità e del pH del latte per la sua fondamentale importanza tecnologica.

Secondo la definizione classica, gli acidi sono sostanze che, in soluzione acquosa, si dissociano in un radicale anionico e in un catione di idrogeno o protone ( $H^+$ ) positivo. Secondo la stessa definizione, le basi sono le sostanze che, in soluzione acquosa, si dissociano in un radicale cationico (normalmente metallico) e in un ossidrilione ( $OH^-$ ) negativo. Dalla definizione classica di acido e base deriva che possiamo definire come acidità del latte la quantità globale degli idrogenioni dissociati ( $H^+$ ) in esso contenuti, che si misura con il *pH*, (simbolo che significa "potenziale idrogenometrico" *il quale rappresenta pertanto l'acidità vera del latte*). Il pH indica il valore esponenziale (cologaritmico) della concentrazione di idrogenioni in una soluzione e definisce l'acidità (o basicità di una soluzione) secondo questa scala (Fig. 1.1):

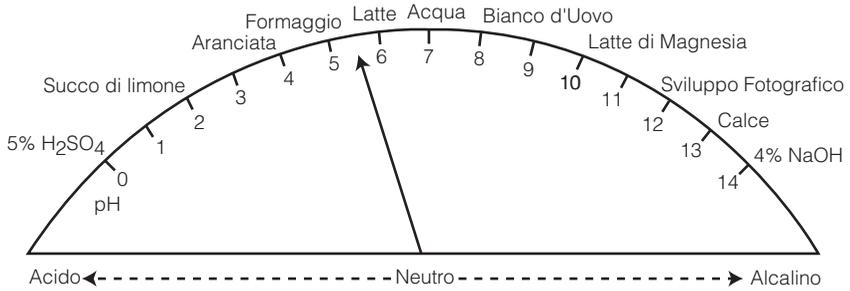
pH = 7 = neutralità (pH dell'acqua distillata)

pH > 7 = basicità

pH < 7 = acidità

Nel latte fresco l'equilibrio ionico fra i suoi elettroliti si stabilisce assai vicino alla neutralità: nel latte vaccino si ha una leggera prevalenza di protoni presenti a cui corrisponde un pH di 6,7; nel latte di pecora fresco la concentrazione idrogenionica è un po' maggiore e il pH scende a 6,4-6,6, mentre nel latte di capra, la concentrazione idrogenionica è simile a quella del latte vaccino ed il pH oscilla tra 6,5 e 6,7.

Il latte presenta un pH prossimo alla neutralità ed è, come il sangue, una soluzione tamponata: cioè per piccole aggiunte di acidi o basi il pH non varia. Questo perché vi sono funzioni acide o basiche libere che neutralizzano eventuali basi o acidi aggiunti. Tali sostanze sono principalmente le proteine del latte che presentano, in quanto composti anfoteri, gruppi ionici con cariche positive o negative a seconda del pH



**Fig. 1.1** - Relazione dei valori di pH e l'acidità o alcalinità di alcuni composti e prodotti comuni (da O. Salvadori del Prato *I micinocaseifici aziendali*, Edagricole, Bologna).

del mezzo. Pertanto si possono considerare *anormali quei latti che presentano anche piccoli scostamenti di pH dal valore normale ( $< 6,5 > 6,7$ )* che corrispondono però a grosse modifiche della concentrazione idrogenionica relativa.

Vi è anche una relazione di proporzionalità inversa tra il pH e la quantità di proteine presenti. Quando un animale è affetto da mastite, si ha nel latte un aumento delle proteine solubili mentre diminuiscono le caseine: il contenuto totale di proteine scende ed il pH del latte aumenta (pH latte mastitico da 6,9 a 7,0) il latte colostrale ricco di proteine presenta invece un pH più basso, pari a 6,5-6,4. Per misurare l'acidità del latte si usano, i potenziometri (volgarmente detti "pHmetri"). La misura potenziometrica del pH con uno strumento a elettrodi è fortemente influenzata dalla temperatura. È perciò importante che il pH venga misurato a temperatura costante e con strumenti di misura tarati per la temperatura di misura. Si calcola che, per i prodotti lattiero-caseari, una differenza di 10 °C nella temperatura di misurazione porti ad una differenza di 0,10 unità di pH, cioè, per lo stesso prodotto, il pH risulterà, ad esempio, 5,5 a 10 °C, ma 5,7 a 30 °C. Occorre poi ricordare che la scala di misurazione del pH è una scala cologaritmica, alla quale, quindi, a variazioni di pH molto piccole, corrispondono, nella realtà variazioni di acidità molto grandi. Il casaro deve quindi ricordare che, affidandosi alla misura di pH, questa deve dare indicazioni precise e attendibili e che le stesse indicazioni non possono sopportare tolleranze, che corrispondono nella realtà a condizioni acide molto diverse.

*Per acidità del latte si intende però anche il risultato di una titolazione: es-*

sa è rappresentata dai ml di una soluzione alcalina a titolo noto, necessari per portare il pH di una certa quantità di latte al pH di viraggio di un opportuno indicatore. Nel caso del latte si usa solamente la fenolftaleina che vira al rosa verso pH 8,4.

La misura dell'acidità del latte per titolazione è un metodo alquanto approssimato, che misurando la quantità totale di funzioni acide, dissociate e non dissociate, presenti nel latte, dà delle indicazioni che non corrispondono alla vera acidità del latte che è quella misurata dal pH. Il suo valore è perciò solo comparativo e convenzionale, ma nondimeno utilissimo per la facilità d'impiego in tecnologia. Nel metodo per titolazione, che è una misura colorimetrica, nel latte si usa come unico indicatore la fenolftaleina. L'acidità del latte si esprime in gradi SH (Soxhlet-Henkel) che corrispondono ai ml di una soluzione N/4 (quarti-normale) di NaOH necessari per far virare al rosa 100 ml di latte, addizionati di 1 ml di una soluzione alcoolica al 2% di fenolftaleina. I gradi SH si esprimono normalmente come "mezzi gradi" ( $^{\circ}\text{SH}/50$ ) che si riferiscono alla titolazione di un campione di latte (o siero) di soli 50 ml.

L'acidità di titolazione del latte fresco di capra è soggetta a sensibili variazioni: normalmente assume valori compresi tra 3,0 e 3,2  $^{\circ}\text{SH}/50$  nei latti poveri (latti primaverili o al cambio di alimentazione) fino a 3,4-3,5 nei latti ricchi di caseina. In ogni caso, valori vicini a 3,0  $^{\circ}\text{SH}/50$  o superiori a 3,5  $^{\circ}\text{SH}/50$  denotano latti di difficile lavorazione.

Nella pratica tecnologica, qualora possibile e conveniente, è sempre meglio, più esatto ed affidabile, ricorrere alla misura dell'acidità tramite misurazione del pH. Anche la misura titrimetrica, spesso più semplice, economica e di facile applicazione, può fornire dati attendibili e utili per lo sviluppo del processo tecnologico. Importante è ricorrere sempre a misure esatte, corrette, anche per la temperatura, e costanti. Se si sceglie un metodo per impostare e seguire la tecnologia, è opportuno affidarsi per i controlli sempre allo stesso metodo. Così, per esempio, se il momento di travaso della cagliata dagli stampi si deve giudicare in base al pH della stessa, è bene ricorrere (tarando il pHmetro di frequente per precisione e temperatura) sempre a questa misura, se invece si sceglie la misura dell'acidità titolabile del siero che sgronda dalla cagliata, questa può essere validamente usata: in nessun caso si dovrà affidarsi a misure miste di pH e acidità titolabili, che non sono comparabili, per lo stesso valore di controllo.

I metodi pratici di analisi dell'acidità del latte per via pH metrica e per titolazione verranno descritti nel capitolo 12 relativo alle analisi.

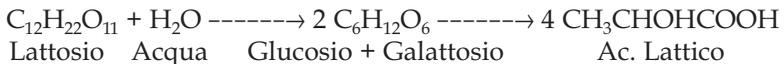
### 1.3. I componenti principali del latte

Il latte contiene come maggior componente percentuale delle sue sostanze solide, uno zucchero, denominato "lattosio".

Il lattosio, oltre alla sua importanza nutrizionale, è molto rilevante dal punto di vista tecnologico perché è la fonte energetica principale delle fermentazioni, positive o negative, operate dai microrganismi agenti sul latte e sui suoi derivati. Le fermentazioni che il lattosio può subire sono svariate, le principali, di interesse tecnologico nella trasformazione del latte, sono:

- fermentazione lattica ----- omofermentativa produce ac. lattico
- fermentazione alcoolica -----eterofermentativa produce ac. lattico + alcool
- fermentazione propionica ----- eterofermentativa produce ac. propionico + gas
- fermentazione butirrica ----- eterofermentativa produce ac. butirrico + gas
- fermentazione diacetilattica ----- eterofermentativa produce ac. lattico + altre sost.ze

La fermentazione lattica, che è quella spontanea di acidificazione del latte operata dai fermenti lattici è tipicamente omofermentativa e porta alla formazione di acido lattico e piccolissime quantità di altri composti (CO<sub>2</sub>, acetaldeide, ed altri composti odorosi, che impartiscono al latte fermentato il suo odore caratteristico, essendo l'acido lattico praticamente inodore) secondo la reazione:



La resa pratica in termini percentuali, di questa fermentazione, è la seguente:



La fermentazione lattica è fondamentale per tutti i processi di caseificazione del latte, senza la quale è praticamente impossibile produrre formaggio.

Gli altri processi fermentativi del lattosio, sono tipicamente eterofermentativi, e cioè, accanto ad uno o più prodotti principali, portano alla formazione di numerosi prodotti secondari, spesso in proporzioni notevoli. La resa pratica di questo tipo di fermentazioni, può essere schematizzata nel modo seguente:

Zucchero (Lattosio) -----> Ac. Lattico + CO<sub>2</sub> + Ac. Acetico + Alcool + Glicerina, ecc.  
 100%                                      50%    2%                                      48%

La *fermentazione alcoolica* tipica di molti microrganismi inquinanti del latte (coliformi, lieviti, ecc.) è un processo eterofermentativo fortemente gassogeno (produce grandi quantità di anidride carbonica) normalmente negativo nella tecnologia casearia, dove è spesso causa di gonfiore precoce dei formaggi. I microrganismi responsabili di questa fermentazione (coliformi) sono in genere sensibili al processo di pastorizzazione.

La *fermentazione propionica*, tipica dei batteri propionici è una eterofermentazione che determina le occhiature tipiche dei formaggi Emmental e Gruyère, ma può risultare dannosa se si sviluppa in altri formaggi. I Propionbatteri sono batteri termoresistenti e non vengono distrutti dalla pastorizzazione, sono però molto sensibili al sale.

La *fermentazione butirrica* è una eterofermentazione sempre grave e dannosa in tecnologia casearia; operata da Clostridi sporigeni, è la principale causa del gonfiore tardivo dei formaggi duri. Le spore dei Clostridi, resistenti anche alla pastorizzazione, sono di solito associate all'alimentazione con insilati degli animali lattiferi, ma possono derivare anche dal pascolo a terra. Per combattere il gonfiore tardivo è impiegato (dove permesso) il Lisozima. Alcune *eterofermentazioni*, dette *aromatiche* portano alla formazione di composti odorosi, come il "diacetile", responsabile dell'aroma del burro, e l'"aldeide acetica" responsabile dell'aroma dello Yogurt. I fermenti lattici che operano queste fermentazioni (*Streptococcus diacetylactis*; *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *citrovorum* e *paracitrovorum*) vengono detti comunemente fermenti da burro.

Il latte contiene tra i suoi componenti principali in *grasso*, che è costituito da miscele di acidi grassi esterificati con un alcool: la glicerina. Gli *acidi grassi* sono caratterizzati da una catena di atomi di carbonio, legati tra loro con idrogeno e vengono nella pratica identificati dal numero di atomi di carbonio che compone la catena:

C2 = Acido acetico = CH<sub>3</sub>COOH;

C3 = Acido propionico = CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH;

C4 = Acido butirrico = CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH; ecc.

Alcuni acidi grassi a lunga catena di carbonio sono dotati di doppi legami (C18 - Ac. Oleico). Gli acidi a catena corta: C2 - C3 - C4 sono volatili e solubili e, fino a C12 (ac. Laurico) hanno gusto ed aroma marcato, gli altri fino a C18 (Oleico) sono insipidi. I grassi sono sostanze instabili e vanno facilmente soggetti a processi di idrolisi (saponificazione o idroli-

**Tabella 1.3** - Acidi grassi nel latte di varie specie in % del totale acidi grassi.

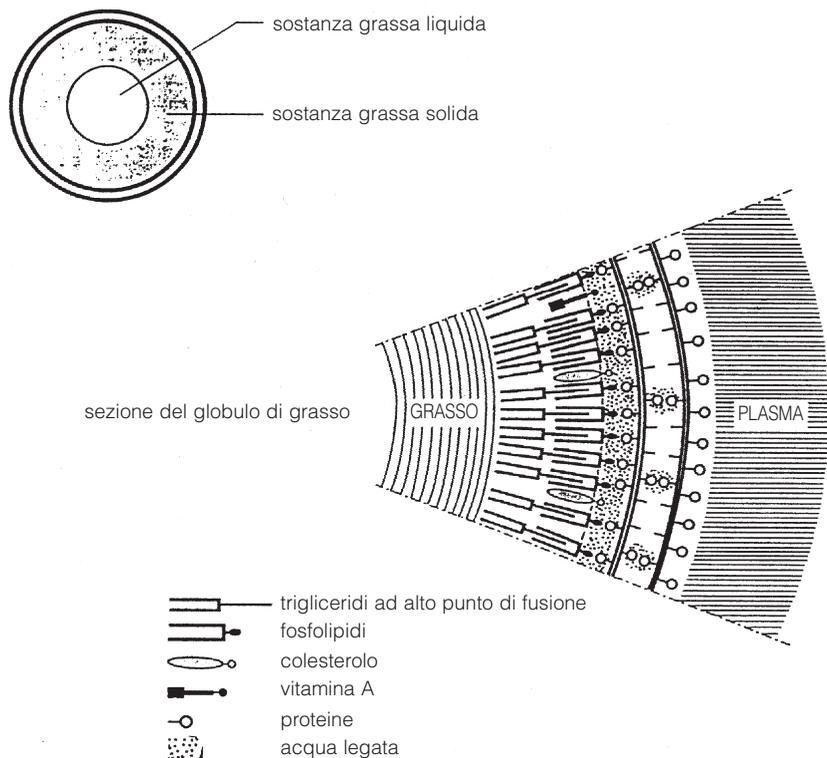
Acidi Grassi	C4	C6	C8	C10	C12	C14	C16	C18	C18:1	C18:2
Vacca	1,4	2,2	1,8	3,6	4,0	13,0	30,2	13,7	27,1	3,0
Pecora	1,1	2,7	3,3	7,6	5,5	14,1	28,1	11,8	22,7	3,1
Capra	0,7	2,4	3,2	8,7	4,7	10,7	28,5	13,0	25,2	2,9

si alcalina) e di ossidazione (irrancidimento) con comparsa nei prodotti di odori e sapori sgradevoli e/o di sostanze nocive. *L'idrolisi dei grassi*, detta anche *lipolisi*, è però in molti casi portatrice di sapori e odori caratteristici e ricercati. Il grasso dei latti di capra e pecora, è più facilmente soggetto a fenomeni lipolitici del grasso di latte vaccino, e questa è una delle cause del maggiore e più caratteristico sapore (e della più rapida maturazione) dei formaggi ovi-caprini.

Il grasso del latte è il componente di questo più variabile in dipendenza dello stadio di lattazione, dell'alimentazione, della razza, e delle caratteristiche lattifere individuali e ambientali. Nel caprino, la quantità può variare dal 3,6 al 4,3% con ampie oscillazioni individuali e stagionali, e nel latte ovino infine può raggiungere punte dell'8% (latte di pecora di alcune razze).

Il grasso del latte è essenzialmente costituito da trigliceridi propriamente detti (ca. 98%), solidi alla temperatura ambiente, da fosfolipidi (ca. 1%); e da circa l'1% di sostanze insaponificabili, tra le quali prevale il colesterolo. La composizione in acidi grassi del latte (Tab. 1.3) che a sua volta può influenzare maturazione e sapore dei formaggi, può essere parzialmente influenzata dall'alimentazione.

I carotenoidi, precursori della vitamina A, sono i coloranti naturali del latte e dei latticini e sono associati al grasso. I latti caprini e pecorini non contengono carotenoidi, ma vitamina A, che non è colorata e sono perciò, come i loro prodotti, più bianchi. I carotenoidi derivano dagli alimenti degli animali e sono più abbondanti in estate (alimentazione a erbe verdi) che in inverno e nell'alimentazione al pascolo. La loro presenza determina la colorazione gialla più o meno accentuata del burro. Il grasso del latte presenta una variabilità spiccata delle sue proprietà fisiche che dimostra trattarsi di una miscela di sostanze: il suo punto di fusione e di solidificazione infatti non è fisso, ma varia: punto di fusione 29-34 °C; punto di solidificazione 24-19 °C. Il grasso nel latte si presenta come emulsione sotto forma di globuli con un diametro medio di ca. 3



**Fig. 1.2** - Globuli di grasso, schema semplificato (da O. Salvadori del Prato *I micicaseifici aziendali*, Edagricole, Bologna).

$\mu\text{m}$  nel latte vaccino, mentre molto più piccoli, da 0,5 a 1  $\mu\text{m}$  di diametro sono nel latte ovi-caprino (Fig. 1.2).

La piccolezza dei *globuli di grasso* nel latte caprino ha alcune conseguenze tecnologiche:

- il grasso del latte caprino non può essere separato dal latte per affioramento e/o centrifugazione;
- i globuli di grasso restano più difficilmente inglobati nel reticolo caseinico e sfuggono più facilmente nel siero di caseificazione (che è più bianco e più grasso);
- l'elevato numero dei globuli e la loro conseguente maggiore superficie attiva li rendono più pronti all'attacco lipolitico, con rapidi e facili

irrancidimenti (è questa la ragione per la quale nei formaggi caprini il sapore si sviluppa più rapidamente che nei formaggi vaccini).

I globuli di grasso sono racchiusi in una *membrana* che ne assicura stabilità e protezione. Tutte le *azioni che provocano totale o parziale distruzione della membrana, provocano una destabilizzazione del grasso*. Nel latte i trattamenti meccanici violenti (pompe e centrifugazione, omogeneizzazione o sbattimenti violenti o schiuma persistente) compromettono la funzionalità della membrana, portando ad una separazione del grasso: nel latte sottoposto ad agitazione prolungata a temperature medie, si forma una destabilizzazione parziale con liberazione di grasso (che è facilmente visibile come massa oleosa giallognola in caldaia, che va persa in caseificazione) e facile irrancidimento dello stesso per attacco da enzimi lipolitici naturali del latte o batterici (specie nel caso di lattii refrigerati per lungo tempo, carichi di batteri psicofili).

Nella maggior parte dei casi il grasso non prende parte attiva nelle prime fasi della caseificazione (non entra a far parte del reticolo del coagulo caseinico, ma resta solo imprigionato in esso) ma la sua presenza e la sua distribuzione condizionano tutti i parametri di caseificazione e la struttura del formaggio. Nella fase di stagionatura dei formaggi il grasso prende parte, più o meno attiva, al processo di maturazione e, in alcuni casi, tale partecipazione è essenziale e caratterizzante. In ogni caso il grasso è un componente fondamentale dei caratteri organolettici dei formaggi che, a parità di condizioni, più sono grassi più sono rotondi in bocca e saporiti.

*Il più importante componente del latte ai fini caseari* è costituito dalle *proteine* che in caseificazione vanno a costituire il reticolo caseinico che è la base solida del formaggio: più un latte è ricco di proteine e maggiore sarà la quantità di formaggio che può dare.

Le proteine del latte si dividono in "*caseina*" (da *caseus*, latino = formaggio) e "*sieroproteine*" e sostanze azotate non proteiche dette anche "NPN". La caseina (o meglio le caseine perché costituita da gruppi diversi di caseine, chiamate  $\alpha$ ,  $\beta$ , e  $\kappa$ ) costituisce, sia in peso che per importanza, la principale proteina del latte. Le proteine sono sostanze azotate e il loro contenuto si misura nel latte calcolando, con il metodo Kjeldhal, il contenuto di azoto, per cui le proteine sono anche dette "sostanze azotate". Nel latte e nei prodotti lattiero caseari il titolo medio di azoto riscontrato è pari a 15,65%, ed il coefficiente Kjeldhal corrispondente ufficialmente adottato per il calcolo analitico del contenuto proteico è quindi pari a 6,38. Nel latte, le proteine possiedono una

struttura definita. Essa può però venire modificata sotto l'azione di diversi agenti, chimici (acidi, alcali, urea, detergenti) o fisici, particolarmente il calore. Sottoponendo le proteine ad elevate temperature (superiori a 70-90 °C secondo le proteine e le condizioni di pH ambientali) queste si "denaturano". L'esempio classico di denaturazione visiva delle proteine è quello dell'albume dell'uovo durante la cottura. Le proteine del latte vengono facilmente denaturate dal calore e diventano più o meno insolubili. Gli enzimi, che sono proteine, una volta denaturati perdono la loro attività. La denaturazione delle proteine è un fenomeno irreversibile. Si definisce *punto isoelettrico* di una proteina quel valore di pH (acidità vera) al quale la proteina si denatura e precipita ad una certa temperatura. Il punto isoelettrico della caseina è a pH 4,6 a 20 °C (ma è a pH 5,2 a 40°); le sieroproteine invece non floccolano al loro punto isoelettrico a pH  $\pm$  6,0 però, per riscaldamento, anch'esse precipitano meglio al loro punto isoelettrico che a pH lontani da esso. Nella produzione di Ricotta, che è costituita da sieroproteine coagulate, infatti si acidifica il siero riscaldato.

L'idrolisi enzimatica delle proteine viene catalizzata dagli enzimi proteolitici (es. proteasi del latte, o proteasi digerenti come la chimosina, la tripsina dello stomaco, la pepsina, ecc.). Una fase essenziale della preparazione dei formaggi è la proteolisi enzimatica iniziale della caseina nel corso della coagulazione e, successivamente, in fase di stagionatura. L'idrolisi enzimatica delle proteine del latte porta in maturazione a modifiche della pasta e produzione di composti sapido-aromatici e, quando molto spinta (es. nei formaggi stagionati) alla liberazione di amminoacidi. Nel latte vaccino le sostanze azotate presenti, la cui distribuzione è riportata in tabella 1.4, assommano al 3-3,4%; 3,1-

**Tabella 1.4** - Distribuzione media delle frazioni azotate nel latte di vacca, capra e pecora.

In % di	Vacca		Capra		Pecora	
	prot.na grezza N $\times$ 6,38	prot.na vera N-NPN $\times$ 6,38	prot.na grezza N $\times$ 6,38	prot.na vera N-NPN $\times$ 6,38	prot.na grezza N $\times$ 6,38	prot.na vera N-NPN $\times$ 6,38
Caseina	77,8	82,0	75,6	82,7	78,5	82,4
Sieroproteine	17,0	18,0	15,7	17,3	16,8	17,6
NPN *	5,2	–	8,7	–	4,7	–

\* Nel latte di capra la percentuale di azoto non proteico (NPN) è più elevata rispetto al latte vaccino.

4,5% nel latte di capra; 4,5-6,0% nel latte ovino, e sono: proteine vere (caseina e sieroproteine - ca. 95%) e sostanza azotate non proteiche (N-PN - ca. 5%).

La caseina del latte non è costituita da una singola proteina, ma da gruppi simili di proteine identificabili e distinti e denominate:  $\alpha$  caseina,  $\beta$  caseina,  $k$  caseina, a loro volta suddivisibili in altri sottogruppi, come  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ , ecc. Nel latte vaccino e caprino le frazioni caseiniche predette sono presenti nell'ordine seguente:

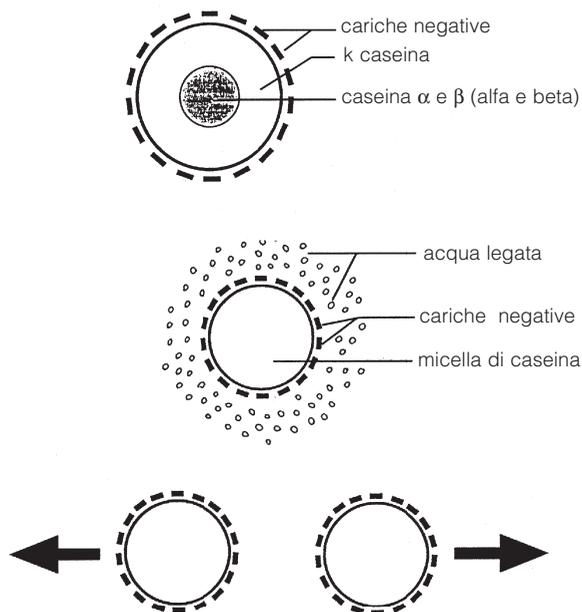
Caseine		Vacca	Capra
$\alpha_{s1}$	=	38%	5%
$\alpha_{s2}$	=	12%	19%
$\beta$	=	35%	55%
$k$	=	11%	20%
$\gamma$	=	4%	1%

Le diverse caseine sono separabili per elettroforesi. Nei latti di specie diverse la caseina  $\alpha$  presenta velocità elettroforetiche caratteristiche e questa proprietà permette di differenziarli. Questo metodo, che è sensibilissimo, permette di scoprire, nel latte e nei latticini, l'uso fraudolento di latti di specie diverse (aggiunti e miscelati anche a meno dell'1%) evidenziato dal tracciato elettroforetico, nel quale compaiono diverse bande per la caseina  $\alpha$ .

La caseina costituisce il 74-78% del totale proteico del latte vaccino, meno, ca. il 65% nel latte di capra.

Le caseine sono costituite da aggregati etero-proteici fosforilati presenti nel latte allo stato micellare colloidale che può essere separato per acidificazione e coagulazione enzimatica. La caseina isoelettrica ottenuta per acidificazione nelle coagulazioni acide, viene detta demineralizzata perché perde il calcio e fosforo che la accompagnano nel latte. La cagliata enzimatica è costituita invece da fosfocaseinato di calcio. La  $k$  caseina, alla quale si attribuisce il compito di stabilizzare le micelle di caseina presenti nel latte, è una fosfo-glicoproteina in cui un legame della catena polipetidica è particolarmente sensibile all'azione della chimosina: *la sua rottura dà inizio alla coagulazione presamica del latte*. Le caseine non sono presenti nel latte allo stato di molecole libere, ma allo stato di aggregati molecolari. La caseina micellare del latte si trova in dispersione colloidale sotto forma di micelle con diametro medio variante da 30 a 300 m $\mu$  (Fig. 1.3).

Le micelle di caseina derivano dalla aggregazione dei monomeri caseinici, uniti da ponti chimici, a formare delle submicelle, senza formazio-



Le micelle di caseina cariche negativamente si respingono

**Fig. 1.3** - Micella di caseina, schema semplificato (da O. Salvadori del Prato, *Minicaseifici aziendali*, Edagricole, Bologna).

ne di una struttura stabile. La stabilità delle strutture viene raggiunta con l'intervento del calcio e dei fosfati che sono importantissimi anche nella formazione del coagulo della cagliata.

*Il calcio e il fosforo colloidali e inorganici*, che sono tra i più importanti elementi minerali del latte, sono in equilibrio nel latte con le forme dei due elementi in soluzione nel siero. Tale equilibrio è influenzato dal pH e dalla temperatura ed è instabile: variando le condizioni del mezzo può portare alla disgregazione delle micelle caseiniche. Per mantenere le micelle caseiniche in dispersione, sono necessari sia un pH appropriato del latte, sia k caseina intatta all'esterno della micella, sia infine un buon equilibrio dei sali di calcio e fosforo del latte. Quando una soltanto delle tre condizioni viene a mancare, lo stato di idratazione non è più sufficiente e le micelle interagiscono flocculando o coagulando. La coagulazione enzimatica del latte toglie alla k caseina i suoi poteri stabilizzanti sulla caseina; l'acidificazione al punto isoelettrico demineralizza le micelle facendo passare in soluzione Ca e P inorganici e le micelle caseiniche si disgregano in particelle elementari che, perso lo stato di idrata-

zione, interagiscono nuovamente determinando la coagulazione acida del latte.

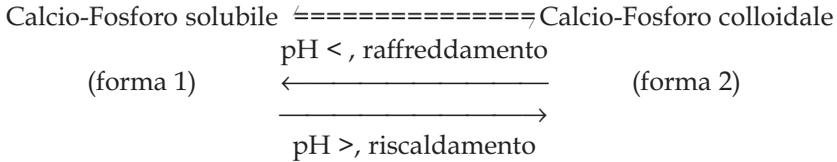
Le *sieroproteine* formano una frazione complessa che rappresenta il 17% circa delle sostanze azotate del latte di vacca, molto di più nel latte di capra (ca. 25%) e di pecora (ca. 20%) e vengono anche denominate “proteine solubili”. Le sieroproteine sono altamente nutritive per l'uomo. Le sieroproteine non sono degli aggregati proteici, come le caseine, ma sono presenti nel latte come monomeri o polimeri in soluzione che precipitano per riscaldamento intenso o per salatura, ma non per azione enzimatica. Le siero proteine non partecipano al fenomeno della coagulazione presamica e vengono normalmente perse con il siero. Un riscaldamento anche parziale del latte (pastorizzazione) pur presentando degli ostacoli alla coagulazione del latte permette però un recupero parziale nel formaggio di parte delle siero proteine, altrimenti perse, con aumento di resa, anche perché le sieroproteine imprigionate nel reticolo caseinico della cagliata trattengono molta acqua. Le *sostanze azotate non proteiche* (dette anche NPN) del latte nei ruminanti non rappresentano che una debole parte del totale azotato: in media dal 5% del totale azotato nel latte vaccino al 7%, sempre del totale azotato, nel latte caprino. Nel latte mastitico il livello di siero proteine e NPN tende ad aumentare. Un latte anormalmente ricco di NPN è poco adatto alla caseificazione.

## 1.4. I costituenti minori del latte

*Il latte contiene circa l'1% di sali minerali* tra i quali prevalgono potassio, calcio, fosforo e acido citrico. I sali minerali sono presenti nel latte in due forme fondamentali: in soluzione vera, e in sospensione colloidale, e cioè legata agli elementi strutturali del latte in forma dispersa o colloidale (grassi e proteine). Le due forme sono in equilibrio mobile nel senso che se si verifica una diminuzione dei sali solubili, una parte dei sali colloidal tende a passare in soluzione e viceversa. Questa distinzione riguarda soprattutto i sali e gli elementi che prendono parte alla costituzione delle micelle caseiniche (calcio e fosforo). Gli elementi maggiori, calcio e fosforo, sono presenti in varie forme, e precisamente nel latte di capra:

- calcio (Ca) - ca. 1,10 g/l di cui ca. 40% in forma solubile + ca. 60% in forma colloidale legato alla caseina
- fosforo (P) - ca. 0,90 g/l di cui ca. 60% in forma solubile + ca. 40% in forma colloidale legato alla caseina

Queste forme di calcio e fosforo sono in equilibrio tra loro:



L'equilibrio si sposta verso destra aumentando la temperatura del latte e inversamente verso sinistra riducendo il pH (acidificazione) e/o raffreddando il latte.

Il riscaldamento tende a far diminuire la forma (1) a vantaggio della forma (2), fino ad arrivare ad una precipitazione di fosfato di calcio se il trattamento è severo. Il riscaldamento moderato di un latte normale, a temperatura di pastorizzazione, spostando l'equilibrio a vantaggio della forma (2), aumenta la stabilità delle proteine: il latte riscaldato coagula meno bene con il caglio. Il riscaldamento quindi danneggia l'attitudine alla caseificazione del latte, mentre un raffreddamento ha lo stesso effetto, ma per parziale demineralizzazione della caseina (per diminuzione di Ca e P colloidalmente a vantaggio della fase solubile) con conseguente minore aggregazione e minor consistenza del coagulo. L'acidità in aumento provoca il progressivo passaggio in soluzione (completo a pH 5,2) di calcio e fosforo (forma 1).

*Un latte refrigerato a lungo è quindi, a parità di altre condizioni, poco adatto alla caseificazione, così come un latte riscaldato a lungo o, peggio di tutto, un latte fortemente acidificato.*

Le alterazioni nell'equilibrio dei sali di calcio e fosforo sono in parte recuperabili. Un latte raffreddato, riscaldato prima della coagulazione riacquista una reattività normale verso il caglio. L'aggiunta di sali solubili di calcio (cloruro di calcio) ripristina in parte le caratteristiche presamiche di un latte riscaldato, ma il recupero delle alterazioni di equilibrio è sempre parziale, e quando il disequilibrio raggiunge posizioni critiche (es. riscaldamento eccessivo o raffreddamento per tempi troppo lunghi) non è più possibile. Il mantenimento o l'alterazione degli equilibri salini del latte, particolarmente dell'equilibrio delle forme di calcio e fosforo, riveste una importanza fondamentale nella condotta delle operazioni tecnologiche che precedono la caseificazione del latte e nella caseificazione stessa. Alla realizzazione dei diversi equilibri salini è affidata, in parte, la realizzazione di un tipo di cagliata più o meno demineralizzata, e quindi più o meno consistente e capace di trattenere acqua e grasso.

**Tabella 1.5** - Oligoelementi del latte.

	mg/kg (p.p.m.)
Ferro	0,6-2,4
Rame	0,2-0,4
Iodio	0,01-0,3
Selenio	0,1-0,2
Bromo	0,15
Fluoro	0,15
Arsenico	0,04-0,1
Zinco	3-6
Piombo	0,05-1
Cadmio	0,002-0,003
Mercurio	0,001
Alluminio	1
Cromo	0,03
Molibdeno	0,07
Manganese	0,01-0,03

Altri minerali sono stati individuati nel latte in tracce o comunque in quantità minime misurabili in milligrammi o microgrammi/litro, questi vengono definiti “*microelementi*” o “*oligoelementi*” (Tab. 1.5). Tra essi figurano l’alluminio, lo zinco, il silicio, l’arsenico, il cobalto, il rame, il manganese, il molibdeno, il boro, il bromo, lo iodio. Molti di questi minerali sono associati alle molecole vitaminiche (molibdeno, cobalto, ecc.) altri possono dipendere anche dai materiali con i quali il latte è entrato in contatto (ferro e rame).

Le *vitamine* sono piccole molecole di struttura varia, anche molto complessa, che hanno un rapporto stretto con gli enzimi esercitando, per la maggior parte, il ruolo di coenzimi. Le vitamine sono sostanze indispensabili al normale funzionamento dei processi vitali. La loro carenza nell’alimentazione provoca disturbi gravi ed eventualmente la morte.

Si suole distinguere le vitamine in due gruppi distinti in funzione della solubilità:

- vitamine liposolubili (es. vitamine A, D, E, K, F);
- vitamine idrosolubili (es. vitamine del gruppo B, PP, C, H, acido pantotenico, colina, inosite).

Un'altra distinzione, utile tecnologicamente, viene fatta in funzione della resistenza al calore in:

- vitamine termolabili (es. vitamine D, C, K, ac. pantotenico);
- vitamine termostabili (es. vitamine A, E, F, gruppo B, PP, H).

Il latte contiene quasi tutte le vitamine appartenenti a gruppi predetti (Tab. 1.6). Le vitamine liposolubili sono associate al grasso del latte, le vitamine idrosolubili sono normalmente associate alla matrice acquosa. Il latte è abbastanza ricco di vitamine da doversi ritenere uno dei migliori alimenti vitaminici, anche se non completo. Di norma il contenuto vitaminico del colostro è superiore a quello del latte.

Il latte contiene anche un gran numero di *enzimi* attivi. L'importanza degli enzimi del latte deriva dal fatto che:

- alcuni di essi sono fattori di degradazione delle sostanze del latte ed hanno importanza tecnologica (es. plasmina);
- la loro stabilità al calore permette il controllo della somministrazione di calore al latte (es. fosfatasi alcalina);
- possono dare una indicazione delle qualità igieniche del latte dipendendo la quantità di alcuni di essi dalla carica batterica e leucocitaria del latte (es. lattoperossidasi);
- alcuni enzimi sono dotati di attività battericida (es. lisozima).

Tra i principali enzimi del latte ricordiamo:

- la fosfatasi alcalina la cui presenza o assenza nel latte è indice dei trattamenti termici subiti dal latte (pastorizzazione, sterilizzazione, ecc.);
- la perossidasi, più resistente al calore della fosfatasi, se è distrutta il latte è stato pastorizzato due volte o trattato a temperature elevate (> 85 °C);
- le lipasi, attive nell'idrolisi enzimatica dei grassi del latte;
- il lisozima;
- le proteasi e le plasmine, attive nel processo di maturazione dei formaggi;
- la xantino-ossidasi.

Tra i componenti figurati del latte, particolare importanza, oltre naturalmente ai batteri, rivestono i componenti citologici, costituiti da cellule e-

**Tabella 1.6** - Composizione vitaminica del latte.

Vitamina	µg/l	Funzione
A	100-900	Antinfettiva
D	0,1-2	Antirachitica
E	200-2000	Antisterilità
K	tracce-170	Antiemorragica
B1	200-800	Antinevrotica
B2	800-2600	Stimolante
B6	170-1900	Metabolica
B12	2-7	Antianemica
PP	300-2000	Antipellagrosa
H	10-70	Accrescimento
C	5000-30000	Antiscorbutica
Ac. folico	10-100	Ematopoietico
Ac. pantotenico	2600-4900	Metabolico

piteliali e da leucociti di varia origine, detti anche *cellule somatiche*. Queste derivano dal corpo della femmina che ha prodotto il latte, possono avere origine diversa e presentano svariate forme. Esse provengono prevalentemente dal sangue e dalla linfa (leucociti, linfociti) e in misura minore dallo sfaldamento epiteliale della ghiandola mammaria e dei dotti galattofori. Il numero di cellule somatiche presenti nel latte può subire fortissime variazioni: da poche decine di migliaia fino a milioni per ml di latte nel caso di mammelle ammalate di mastite.

Il tasso di cellule somatiche nel latte riveste un duplice ruolo: è indice di funzionalità mammaria (con significato diagnostico per le turbe di secrezione della mammella, avendo i leucociti un ruolo di difesa naturale della mammella contro le infezioni batteriche) ed è anche indice di qualità tecnologica del latte, poiché le cellule somatiche sono capaci di degradare profondamente le proteine del latte essendo caratterizzate dalla presenza di una proteasi alcalina, identificabile nella "plasmina" del siero di sangue. Un latte con 1 milione di cellule somatiche per ml presenta un potere proteolitico più elevato di un fattore 4:1, rispetto ad un latte con sole 100.000 cellule. Inoltre i leucociti si autolisano rapidamente liberando altri enzimi proteolitici e sono accompagnati da essudati ematici ugualmente attivi.

Il tasso di cellule somatiche del latte deve quindi essere, per il latte da caseificare, il più basso possibile. Secondo la direttiva CEE 92/46 ed il DPR 54/97 che la recepisce in Italia, il limite legale di cellule somatiche per i diversi lattici di impiego caseario è il seguente:

- latte vaccino per caseificio                      cellule somatiche < 400.000 × ml
- latte bufalino per caseificio                      cellule somatiche < 500.000 × ml
- latte caprino e ovino per caseificio              cellule somatiche < 500.000 × ml

## 1.5. La qualità del latte per la trasformazione casearia

La qualità del latte destinato al caseificio può essere definita come la sua attitudine a dare un buon formaggio, in condizioni di lavorazione normali, con un rendimento soddisfacente. Dal punto di vista tecnologico un latte di buona qualità casearia deve possedere:

- un contenuto elevato in residuo secco magro, grasso e proteine;
- caratteristiche fisico-chimiche, pH, proporzione Ca (calcio)/N (azoto), favorevoli;
- bassa carica microbica, segnatamente anticasearia, e assenza di germi patogeni;
- assenza di antibiotici.

La qualità del latte, secondo questa definizione, dipende da un certo numero di variabili, tra le quali

- lo stato di salute degli animali lattiferi (mastiti);
- la composizione chimica (particolarmente la ricchezza in caseina);
- la carica in cellule somatiche;
- la carica microbica totale e la natura della microflora presente;
- l'attitudine allo sviluppo dei fermenti lattici (capacità fermentativa);
- il comportamento del latte in rapporto al caglio.

Il latte migliore per la trasformazione casearia è quello pulito, munto igienicamente e, se necessario, refrigerato in modo corretto, secondo i dettami di legge che richiedono (regole fondamentali previste dal DPR 54/97 per la mungitura igienica del latte e obblighi per la refrigerazione) che:

- prima e durante la mungitura gli addetti dovranno lavarsi e disinfettarsi mani e braccia e indossare vesti pulite;
- immediatamente prima e durante la mungitura non deve essere effettuato alcun lavoro che influisca sfavorevolmente sul latte;

- controllo dei primi getti del latte ed esclusione della consegna del latte che presenta anomalie fisiche;
- i filtri utilizzati per la filtrazione del latte (\*) vanno puliti regolarmente e sostituiti all'occorrenza;
- i materiali di contatto con il latte devono essere lisci e facili da pulire e disinfettare, resistenti alla corrosione e tali da non influire sulla qualità del latte;
- il latte dopo la mungitura deve essere trasferito e conservato in apposito locale;
- pulizia di capezzoli e mammelle e parti adiacenti prima della mungitura;
- i secchi, se contenuti in stalla, vanno coperti;
- gli animali con mammelle malate vanno munti per ultimi o a mano, o con macchina separata, escludendo il loro latte dalla consegna;
- i trattamenti del capezzolo per immersione o vaporizzazione vanno effettuati al termine della mungitura e con prodotti autorizzati;
- gli utensili e gli impianti vanno puliti e lavati dopo ogni mungitura.

Per la refrigerazione del latte:

Condizioni	Obblighi
Raccolta del latte entro 2 ore	refrigerazione non obbligatoria
Raccolta giornaliera (entro 24 ore)	refrigerazione a $T^{\circ} < 8^{\circ} \text{C}$
Raccolta a intervalli $>$ di 24 ore	refrigerazione a $T^{\circ} < 6^{\circ} \text{C}$
Fabbricazione di prodotti che richiedano, per motivi tecnici, una materia prima non refrigerata e/o refrigerata a temperature superiori	deroghe alle temperature di refrigerazione concedibili dall'Autorità veterinaria

Il latte "*mastitico*", proveniente da animali con mammelle affette da mastite ha una composizione proteica e salina alterata: la percentuale di caseina è ridotta, il tasso di proteine solubili e particolarmente di sieralbumine e immunoglobuline è elevato, il livello di sodio aumenta mentre il calcio diminuisce in presenza di un pH alterato (pH 6,9-7,2) e infine l'attività proteolitica è fino a 10 volte superiore a quella del latte normale. In queste condizioni la formazione del coagulo diviene lenta, po-

(\*) DPR 54/97 - All.to A - Cap.lo III - B - n. 3 - ... - "È vietato l'uso di tessuti filtranti..."

co consistente, mentre lo spurgo è compromesso. Quando il livello di N-PN nel latte supera la soglia normale si incontrano gravi problemi in caseificazione. Questo dato ha riflessi sul tempo di presa della cagliata e sulla resa (cagliata molle, siero lattiginoso) e pregiudica la resistenza delle fibre del reticolo caseinico e quindi la riuscita qualitativa dei formaggi.

Il latte migliore per la trasformazione casearia risulta quindi quello che dispone di un elevato contenuto proteico, bilanciato in un buon rapporto grasso/proteine (il che vuol dire poi non troppo grasso!) povero di N-PN e con un pH normale.

La presenza ed il numero di *cellule somatiche* nel latte, influenzato dalla sanità della mammella, sono un indice severo della qualità tecnologica del latte. La pastorizzazione è inutile e il latte presenterà una notevole diminuzione della velocità di rassodamento della cagliata con lenta sineresi e spurgo incompleto. Un elevato contenuto in cellule leucocitarie del latte (> 500.000/ml) correlandolo all'attività proteasica, ha effetti gravemente negativi sulla caseificazione (odori sgradevoli, diminuzione della velocità di rassodamento e sineresi della cagliata, minore coesione della pasta e maggiore umidità del formaggio). Tendono a comparire difetti di fragilità e di sfoglia nei formaggi a coagulazione acido-presamica, e nella fabbricazione di formaggi molli prevalgono i formaggi che "bagnano", cioè continuano a spurgare anche dopo la salatura.

Il *numero totale di germi* (CBT) nel latte, e in parte anche la loro natura, sono influenzati dall'igiene della mungitura, dalle condizioni di conservazione del latte alla stalla e durante il trasporto e, infine, dalla dieta alimentare delle vacche. Il latte ottenuto e munto asetticamente da un animale sano contiene meno di 5.000 germi per ml, costituiti prevalentemente da micrococchi. L'aumento della carica batterica riscontrabile è da imputarsi quasi esclusivamente alle condizioni igienico-sanitarie della mungitura e della conservazione (Tab. 1.7).

Nelle condizioni normali di raccolta del latte, la flora acidificante lattica si sviluppa molto meno rapidamente della flora contaminante (coliformi e psicrotrofi). Mediamente il 60% del numero totale di batteri nel latte refrigerato è costituito da batteri non acido-produttori, il 20% da psicrofili ed il rimanente, secondo le condizioni igieniche di partenza, da fermenti lattici e/o coliformi, che aumentano dopo un periodo più o meno lungo di conservazione. Latti con elevata carica microbica sono quindi, in genere, latti dotati di batteri inadatti alla caseificazione che, solo in parte possono trovare rimedio nella pastorizzazione e, specialmente quando si debbano produrre formaggi da latte crudo e/o a bre-

**Tabella 1.7** - Come aumentano i batteri nel latte: relazione tra l'igiene e la temperatura di conservazione e la contaminazione batterica e il suo sviluppo nel latte appena munto.

Temperatura °C	Batteri per ml di latte		
	0 ore	24 ore	48 ore
	Animali e stalla puliti e utensili sterili		
4	4.295	4.138	4.566
15	4.295	1.587.388	33.011.111
	Animali e stalle sporche mungitura a mano		
4	136.533	281.646	538.775
15	136.533	24.673.571	639.884.615

ve stagionatura (< 60 gg) possono al limite diventare pericolosi (per la possibile presenza massiccia di batteri patogeni oltre che anticaseari). Particolarmente importanti per la tecnologia casearia risultano i batteri cosiddetti *psicrotrofi* (= che crescono al freddo), o *psicrofil* (= amanti del freddo) cioè capaci di svilupparsi alle temperature di refrigerazione del latte. Questi microrganismi, composti prevalentemente da batteri Gram-, dei generi *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Achromobacter* ed *Enterobacter*, sono capaci di raddoppiare il loro numero in 4-8 ore a 6-8 °C. Sebbene i microrganismi psicrofilii siano distrutti dalla pastorizzazione, i loro enzimi, in particolare proteasi e lipasi, non vengono distrutti dal calore e possono rimanere attivi. Le lipasi batteriche sono più termoresistenti di quelle presenti naturalmente nel latte ed esplicano la loro azione a lungo termine (gusto rancido nei formaggi). Le proteasi prodotte dagli psicrofilii attaccano la caseina rendendo il coagulo molle e difficile lo spurgo. Il latte refrigerato, oltre alle influenze negative dello sviluppo dei batteri psicrofilii, subisce, entro le prime 24 ore, delle modificazioni nell'equilibrio dei sali minerali (aumento del calcio colloidale a scapito del calcio solubile) con un aumento del potere tampone e del pH, che hanno implicazioni sulla caseificazione dando coaguli lenti e fiacchi.

I casari sanno, per esperienza, che non tutti i latti, anche al di là delle variazioni stagionali e/o di razza di provenienza, hanno un comportamento simile in caseificazione: alcuni sono più pronti all'azione del caglio dando coaguli sostenuti che spurgano facilmente, altri sono più lenti, pigri e tendono a dare cagliate umide, che difficilmente si evolveran-

no in formaggi di qualità. Queste differenze di comportamento, quando tutte le altre variabili tecnologiche rientrano nella normalità, sono legate a differenze nelle caratteristiche originali del latte.

Le varianti di natura esogena, alimentari e ambientali, sono sempre molto influenti. La transazione tra l'alimentazione invernale e il pascolo, portano a volte a drastici cambiamenti nell'acidità del latte (latte ipoacido) e nella composizione e attitudine del latte alla coagulazione. La natura stessa degli alimenti può provocare un'alterazione delle proporzioni tra le caseine. Il periodo di lattazione, poi, con le sue grandi variazioni compositive, determina latti con attitudini assai diverse alla coagulazione.

I residui di antibiotici che possono essere presenti nel latte per effetto dei trattamenti chemioterapici praticati agli animali, sono sempre deleteri per la caseificazione in quanto impediscono lo sviluppo dei batteri lattici. Se i fermenti lattici non possono moltiplicarsi a velocità sufficiente nel latte e nella cagliata, ogni lavorazione casearia diventa impossibile. Le quantità di residui antibiotici capaci di provocare inibizione della crescita lattica sono molto basse. Dosi di penicillina anche inferiori a 0,001 Unità Internazionali per litro (al di sotto della soglia di sensibilità media dei tests disponibili) possono considerarsi inibitorie. Il latte anche solo con tracce di antibiotici è totalmente inadatto alla trasformazione casearia: nella fabbricazione di formaggi molli, dosi anche minime di antibiotici impediscono una regolare acidificazione, nella produzione di formaggi duri, la scarsa acidificazione favorisce l'insorgenza durante l'invecchiamento di difetti gravi (gonfiori, marciumi della pasta, ecc.) derivanti da sviluppo di batteri anticaseari non sufficientemente contrastati dallo sviluppo dei fermenti lattici.

In conclusione, latti dotati di elevata carica microbica, specialmente psicrofila, al momento della caseificazione, risultano meno adatti, anche se risanati attraverso la pastorizzazione, per la trasformazione casearia. È impossibile dare indicazioni sulla carica microbica totale accettabile o inaccettabile, dipendendo questa dalla tecnologia di trasformazione (da latte crudo o pastorizzato) dal tipo di formaggio che si vuole produrre (a lunga o breve stagionatura, a pasta cotta o cruda, ecc.) e soprattutto, dal tipo di microflora prevalente nel latte al momento della caseificazione (psicrofila, lattica, coliforme, ecc.). In linea di massima si può dire che un buon latte deve, al momento del ricevimento in caseificio, rispettare i limiti legali (direttiva CEE 92/46 e DPR 54/97) (Tab. 1.8) per quanto riguarda la carica microbica totale e inquinante (compresi i batteri potenzialmente patogeni, come Stafilococchi, Salmonelle, ecc.) e che latti che

**Tabella 1.8 - Caratteristiche del latte crudo proveniente dalle stalle destinato alla produzione di latte alimentare e di derivati del latte e formaggi in base al DPR n. 54 del 14.1.1997 di Recepimento e Attuazione della Direttiva CEE 92/46 (pubblicato sul Supplemento della GU n. 59 del 12 marzo 1997).**

<b>Latte di pecora o capra</b>		
<p>Deve provenire da aziende registrate ed animali sani, controllati e dichiarati ufficialmente indenni o indenni da Brucellosi (e), non contenere residui chimici o farmacologici in misura superiore ai limiti stabiliti dalla Direttiva CEE 2377/90 e presentare le seguenti caratteristiche minime microbiologiche:</p>		
	<b>fino al 30.11.99</b>	<b>dall'1.12.99</b>
per la fabb. di formaggi da latte past.to (d, e) CBT a 30 °C (per ml)	< 3.000.000 (a)	< 1.500.000 (a)
per la fabbricazione di formaggi da "latte crudo" CBT a 30 °C (per ml)	< 1.000.000 (a)	< 500.000 (a)
<p>(a) = media geometrica calcolata su un periodo di due mesi con almeno due prelievi al mese.            (b) = media geometrica calcolata su un periodo di tre mesi con almeno un prelievo al mese (o diverso metodo di calcolo stabilito dalla Comunità Europea).            (c) dove <math>n</math> = numero di unità di campionatura di cui si compone il campione;  <math>m</math> = limite entro il quale il risultato è soddisfacente: risultato buono se tutti i campioni <math>&lt; m</math>.  <math>M</math> = limite al di sopra del quale il risultato è insoddisfacente: ris.to cattivo se 1 camp.ne <math>&gt; M</math>.  <math>c</math> = numero di unità di campionatura nelle quali è ammessa la presenza di germi entro il limite <math>M</math>: se <math>M</math> è superato anche in una sola unità di campionatura il risultato è insoddisfacente.            (d) = Pastorizzazione = tratt. termico a Temp. <math>&gt; 71,7\text{ °C} \times 15''</math> o comb.ni equiv.ti, fosfatasi -, perossidasi +.            (e) = per formaggi con stagionatura <math>&lt;</math> di 60 giorni.</p>		
<p><b>N.B.</b> Nella versione originale europea della 92/46 sono prescritti per i lattii bufalini e ovi-caprini destinati alla fabbricazione di prodotti da latte crudo gli stessi limiti per <i>Staphylococcus aureus</i> previsti per il latte vaccino, limiti che non sono stati recepiti dal DPR n. 54/1997.</p>		

al momento della caseificazione, dopo stoccaggio al freddo più o meno prolungato, hanno una molto elevata carica batterica, sono da considerare inadatti alla caseificazione.

In particolare, *un buon latte caprino al momento della caseificazione:*

- non deve contenere alcuna impurità visibile (paglie, mosche, insetti, terra, ecc.);
- non deve presentare gusti o odori anormali (rancido, di cartone, di stalla, di aglio, pepato, ecc.);
- deve avere una acidità vicina o solo lievemente superiore a quella normale al momento della mungitura (3,15-3,30 °SH/50 o un pH di 6,6-6,7);
- non deve contenere nessuna sostanza estranea inibitoria dei fermenti lattici (residui di detergenti, antibiotici);
- deve provenire da animali sani e non affetti da mastite;
- se conservato deve essere stato refrigerato in fretta e conservato al freddo (a temperature < a 8 °C) per non più di 48 ore;
- deve insomma essere fresco, normale, povero di carica microbica, non mastitico e pulito.



**Clicca QUI per ACQUISTARE  
il libro ONLINE**

**Clicca QUI per scoprire tutti i  
LIBRI del catalogo EDAGRICOLE**

**Clicca QUI per avere maggiori  
INFORMAZIONI**