

## Nuove conoscenze scientifiche e sviluppo tecnologico nella tipicità dei formaggi italiani

Lettura tenuta il 30 ottobre 2008

Come il latte è il primo alimento di ogni mammifero, così il formaggio e gli altri prodotti della coagulazione del latte sono certamente i primi alimenti prodotti dagli uomini già in tempi preistorici in quanto la pastorizia, con ogni probabilità, è stata la prima attività economica organizzata di popolazioni spesso ancora nomadi.

I formaggi nacquero dalla coagulazione spontanea del latte quando non veniva immediatamente consumato e gli uomini, osservando il fenomeno, impararono a ripeterlo nelle condizioni e con accorgimenti sempre meglio definiti per ottenere il coagulo più idoneo ad acquisire le desiderate caratteristiche sensoriali e di conservabilità.

Certamente non era sfuggito ai nostri progenitori il fatto che dalla stessa materia prima si potevano ottenere prodotti molto diversi tra loro, con caratteristiche sensoriali che ancor oggi distinguono migliaia di formaggi, ognuno con peculiarità proprie, prodotti in ogni angolo della Terra da latte di vacca, di pecora, di capra, di bufala e di altri animali lattiferi idonei all'allevamento, fino a poter ripetere in ogni caso le trasformazioni del latte disponibile in un processo che, nel suo insieme, riunisce le fasi delle operazioni con cui si fa un formaggio.

Usiamo il verbo “fare” e non “fabbricare” un formaggio, perché, come vedremo, si tratta di un prodotto già impostato nella struttura chimica e nella organizzazione in particelle di alcuni componenti del latte, in particolare quelli che entreranno nel prodotto finito determinandone le caratteristiche anche sensoriali.

Pertanto a questo punto è necessario richiamare, sia pur brevemente, alcune conoscenze del “sistema latte” e delle evoluzioni e trasformazioni dei

\* *Presidente del Comitato Italiano della Federazione Internazionale di Lattieria (FIL-IDF), Milano*

suoi componenti nei processi biochimici che portano a ottenere il formaggio desiderato.

Ricordiamo, innanzitutto, che il latte è un sistema eterogeneo ove, in una soluzione acquosa di zuccheri e sali, sono dispersi in sospensioni colloidali abbastanza stabili i componenti proteici e, come emulsione, i lipidi.

Sia le caseine ( che costituiscono il 77% circa dei componenti proteici) che i lipidi, già all'origine, cioè all'uscita dalla mammella, sono organizzati in particelle con la proprietà di interagire tra loro, con la partecipazione di altri componenti, per formare gli aggregati strutturali di alcuni derivati del latte come, appunto, i formaggi.

Queste particelle sono visibili con l'osservazione microscopica: al microscopio ottico i globuli di grasso (che hanno un diametro tra i 3 e i 10  $\mu\text{m}$ ) e al microscopio elettronico le micelle e submicelle caseiniche con diametro tra i 10 e i 300 nm, nella cui struttura proteica è insita la possibilità di formare gli aggregati che daranno luogo alla cagliata.

Tra le proprietà dei globuli di grasso (Mulder e Walstra, 1974) è importante quella di formare aggregati durante la sosta del latte nelle bacinelle per la scrematura. Una rapida formazione degli aggregati è indispensabile per ottenere una efficace debatterizzazione aspecifica del latte che sarà caseificato; processo ancora utilizzato a questo fine nella produzione di formaggi a "Pasta dura da latte crudo", quali il Parmigiano Reggiano e il Grana Padano (Bottazzi et al., 1972), per i quali non è permesso alcun trattamento termico sia di termizzazione che di pastorizzazione del latte. A interpretazione del fenomeno, ricordiamo che gli aggregati dei globuli che salgono in superficie trascinano con sé i microrganismi, trasferendoli nella crema di affioramento, cioè la panna.

Invece, le proprietà chimiche delle caseine di aggregarsi in strutture sempre più complesse sino a creare il reticolo del coagulo, sono alla base del processo di caseificazione. Infatti, come vedremo, sono appunto le proprietà chimiche delle singole caseine a permettere questa aggregazione che giustificano il concetto che ogni formaggio si "fa" grazie alla particolare organizzazione micellare, ma in condizioni ambientali che ne determinano la diversità e la irrepetibilità in altri contesti.

Nel concetto di ambiente rientrano certamente i fattori biologici, come i microrganismi che, influenzando sulle variazioni di acidità durante i processi fermentativi che si sviluppano nel latte, incidono anche sulle proprietà dei coaguli e sulla sineresi (cessione del siero dalla cagliata dopo la coagulazione), nonché nella maturazione del formaggio durante la stagionatura per l'importanza che acquistano in questa fase gli enzimi di origine microbica.

Per millenni gli uomini hanno utilizzato e/o combattuto i microbi senza conoscerli e senza essere in grado di individuarne i ruoli nelle trasformazioni alimentari almeno fino alla metà del XIX secolo (Manachini e Isolani, 1999 e 2000) quando Pasteur presentò alcune fondamentali memorie (Pasteur, 1858) in cui descrisse le cause di alterazioni nei sistemi biologici, tra i quali gli alimenti, indicando anche come intervenire in alcuni casi (ad esempio nel 1864 indicò i parametri del trattamento termico per il risanamento microbico del latte, che da lui prese il nome: la pastorizzazione).

Nel settore lattiero caseario la prima utilizzazione tecnologica dei fermenti lattici fu messa a punto presso la Scuola Casearia di Reggio Emilia (Spallanzani, 1895); si tratta della pratica del siero innesto nella linea di caseificazione del formaggio di Grana (Parmigiano Reggiano e Grana Padano) per ridurre i difetti del gonfiore.

Oggi l'impiego degli innesti, sia naturali (siero innesto e latte innesto) che sotto forma di microrganismi appositamente selezionati per ogni formaggio, è praticamente generalizzato anche se, per alcuni formaggi di montagna, l'impiego di queste culture non è previsto nel disciplinare o non ancora adottato nella pratica.

Tornando ora alle particelle proteiche è bene ricordare che una conoscenza completa delle loro caratteristiche chimiche è stata raggiunta solo dopo il 1970, quando ricercatori in Istituti di tutti i continenti operarono in collaborazione tra loro avvalendosi delle tecniche analitiche allora disponibili quali l'elettroforesi, l'uso di "sequenziatori" per la determinazione delle sequenze amminoacidiche delle caseine, le diverse tecniche di microscopia elettronica. In particolare si definì la composizione delle caseine  $\alpha_1$  e  $\beta$  (Ribadeu Dumas et al., 1973),  $\kappa$  (Mercier et al., 1973) e  $\alpha_2$  (Brignon et al., 1977), che risultarono tutte molecole a struttura lineare aperta con scarsa presenza di tratti con strutture secondarie e terziarie, a eccezione della caseina  $\kappa$  (Raap et al., 1983). Si poté inoltre verificare che le caseine  $\alpha_1$ ,  $\beta$  e  $\kappa$  hanno carattere amfifilico, cioè con zone idrofile e idrofobe sulla catena amminoacidica. L'idrofilia è dovuta alla presenza di prevalenti cariche negative, dovute agli amminoacidi fosforilati (soprattutto alla serina) in grado di orientare e organizzare nel loro intorno le molecole di acqua; nelle caseine  $\alpha_1$  e  $\beta$ , infatti, le serine fosforilate sono concentrate nelle zone idrofile, definite peptidi acidi.

La zona idrofila della caseina  $\kappa$ , che è molto idratata, deve questo suo carattere non tanto all'unico amminoacido fosforilato di composizione, ma alla presenza di una catena di carboidrati con grande affinità per l'acqua. Questa zona idrofila prende il nome di caseinoglicomacropeptide.

Le caseine si associano in micelle e submicelle con legami idrofobici (con-

retto che indica la formazione di una associazione quando tra molecole diverse vengono a contatto zone idrofobe, stabilizzata poi dalla presenza nell'intorno dalle zone idratate delle stesse molecole) o elettrostatici; in particolare la caseina  $\alpha_2$ , che ha cariche positive e negative distribuite omogeneamente sulla catena amminoacidica, entra nelle aggregazioni caseiniche solo con legami elettrostatici.

A loro volta le submicelle si associano in micelle mediante la formazione di legami elettrostatici dovuti al calcio che si combina con i gruppi fosforici della fosfoserina delle caseine  $\alpha_1$  e  $\beta$  di micelle diverse. L'aggregazione termina quando la superficie esterna degli aggregati submicellari è fortemente idratata per azione del caseinoglicomacropeptide della caseina  $\kappa$ . Questa struttura è evidenziata in alcuni modelli di micella come, ad esempio, quello di Walstra et al. (1984).

Questi modelli spiegano anche come le micelle caseiniche siano stabili e non si aggregino ulteriormente tra loro se non quando si siano verificati fenomeni che annullano l'azione stabilizzante della caseina  $\kappa$ , come l'allontanamento per lisi enzimatica del caseinoglicomacropeptide (azione dei cagli e dei coagulanti del latte) o la disidratazione dello stesso peptide al punto isoelettrico (pH 4.6) a conseguenza dell'acidificazione del latte per fenomeni fermentativi o aggiunte di acidi.

A questo punto va sottolineato che nel processo di coagulazione enzimatica adottato nella produzione di quasi tutti i formaggi si usano enzimi esogeni definiti cagli (enzimi di origine animale) o coagulanti (enzimi con azione analoga, ma con diversa origine) i quali, oltre a provocare la coagulazione del latte possono influire durante la stagionatura sulla caratteristiche sensoriali dei formaggi stessi.

I cagli, estratti dall'abomaso di animali lattanti in cui l'enzima coagulante è la chimasi, sono quelli normalmente prescritti nei disciplinari dei formaggi tipici mentre, nelle produzioni industriali, si è diffuso l'uso, in un primo tempo, di cagli animali di minor costo (come quelli estratti dagli stomaci di bovini adulti in cui prevale l'enzima pepsina o le pepsine purificate di suino, pollo, ecc.); successivamente hanno avuto un certo successo i coagulanti estratti dal substrato di coltura di alcuni funghi (*M. miehi*, *M. pusillus* e *E. parassitica*) con buoni risultati per i formaggi che richiedono una brevissima stagionatura (formaggi freschi e molli), mentre i risultati non sono buoni per i formaggi a stagionatura prolungata per la scarsa specificità della lisi esercitata da questi enzimi durante la maturazione, che influisce negativamente sulle caratteristiche sensoriali, ad esempio a causa della formazione di peptidi amari.

Più recentemente si è affermato, soprattutto nei paesi extraeuropei, l'uso

di chimasi ottenute per fermentazione da microrganismi prelievate da operazioni di ingegneria genetica (Teuber, 1990). Anche se queste chimasi possono sostituire con buoni risultati i cagli di vitello, come noi stessi abbiamo sperimentato (Corradini et al., 1991), il loro impiego è vietato nei disciplinari dei formaggi tipici.

Per quanto riguarda poi la caratterizzazione oggettiva dei formaggi, soprattutto di quelli che, come quelli tipici, devono possedere nel contesto produttivo la caratteristica della unicità, che, come premesso, è un attributo essenziale per le produzioni a denominazione di origine protetta, si è volta l'attenzione ai profili, determinati nei formaggi a fine stagionatura, degli amminoacidi liberi e dei componenti del gusto e dell'aroma.

D'altra parte la proteolisi, assieme al contenuto in acqua e grasso, riveste un ruolo primario nel determinare la struttura della pasta di un formaggio maturo e contribuisce al gusto e all'aroma per l'accumulo di alcuni peptidi, di diversi amminoacidi (come ad esempio l'acido glutammico) e di alcuni prodotti della loro degradazione ad acidi organici (quali l'acido gammaamminoglutammico), ammine e ammoniaca (Choisy et al., 1984). Il quadro qualitativo e quantitativo in amminoacidi liberi, pertanto, è espressione di molteplici e complessi processi biochimici che determinano, a carico della caseina, la proteolisi caratteristica di un dato formaggio (Resmini et al., 1988).

Più recentemente si sono poi sviluppati i metodi analitici che permettono l'espressione dei profili aromatici di vari formaggi come caratterizzazione degli stessi (Mc Sweeney e Sousa, 2000; Martilley e Casey, 2004).

La conoscenza, sempre più approfondita della materia prima latte e dei processi biochimici di trasformazione, permette ora di impostare una linea di produzione di un nuovo formaggio e di questo vi sono già esempi come l'immissione sul mercato dell'Erdammaer, avvenuta circa 20 anni fa, che altro non è che l'imitazione olandese dell'Emmental. D'altra parte i formaggi italiani sembrerebbero oggi più diffusi in tutti i continenti se ci limitassimo a contare le coccarde tricolori sui banchi della grande distribuzione, soprattutto nei paesi extraeuropei; purtroppo non si tratta che di tentativi di imitazione dei nostri formaggi, di cui usurpano il nome, che non è difeso se non dalla legislazione europea accettata solo nei paesi della Comunità. La Comunità Europea infatti tutela oggi i prodotti con denominazione di origine controllata (DOP), indicazione geografica protetta (IGP) e attestato di tipicità (AS). Sono queste le categorie in cui un prodotto deve essere inserito previa dimostrazione dell'irrepetibilità fuori dall'abituale contesto produttivo, che esplica per i diversi riconoscimenti una specifica azione: o come ambiente, o come tecnologia di produzione originale e applicata in una certa zona o come ap-

plicazione di una tecnologia codificata e originale (come quella messa a punto per la italiana mozzarella di vacca).

L'attuale normativa europea trova la sua origine nella Convenzione di Stresa del 1951, organizzata sotto l'egida, come "autorità consultiva", della Federazione Internazionale di Latteria (FIL-IDF). La Convenzione di Stresa fu sottoscritta da numerose nazioni europee produttrici di formaggio, ma fu rispettata solo da Italia, Francia e Svizzera. L'importanza della Convenzione di Stresa va comunque riconosciuta in quanto fu la prima volta che in sede internazionale furono fissati i principi basilari per le norme dei formaggi tipici, che comprendono anche la creazione e i compiti dei Consorzi di Tutela. L'avvio, con il riconoscimento europeo della "denominazione o indicazione geografica" protette, risale per i formaggi italiani ai decreti del 1955, che riguardarono Parmigiano Reggiano, Grana Padano, Gorgonzola, Pecorino Romano, Pecorino Siciliano, Fontina e Fromadzo della Valle d'Aosta.

A dimostrazione di quali innovazioni nel rispetto del disciplinare, che è l'insieme delle regole da rispettare nella produzione di un formaggio tipico, sono state possibili e quali no nel caso di alcuni formaggi tipici, ci serviamo di alcuni esempi.

Il primo formaggio che prendiamo in considerazione è il Parmigiano Reggiano per il quale le innovazioni permesse da un rigido regolamento consortile sono poche e riguardano anche il ciclo produttivo del latte; ad esempio nell'alimentazione delle vacche è proibito l'uso di insilati per evitare il pericolo di inquinamento da clostridi, responsabili del difetto di gonfiore. A questo scopo, infatti, non è sufficiente la debatterizzazione aspecifica che avviene durante l'affioramento della panna per la scrematura del latte di una munta (per il Parmigiano Reggiano si usa il latte di miscela di due munte: il latte della sera viene scremato e addizionato con quello del mattino nella caldaia all'inizio della lavorazione); l'applicazione della scrematura per affioramento non rende necessario il ricorso a trattamenti termici per l'abbattimento di parte della flora microbica e di conseguenza non viene danneggiata la reattività delle micelle caseiniche nel processo di coagulazione; infatti un trattamento termico causerebbe la formazione di complessi  $\beta$ lattoglobulina/ $\kappa$ caseina, che ostacolano l'azione del caglio. Invece il raggiungimento di una sufficiente carica microbica per garantire il regolare sviluppo fermentativo propedeutico alla coagulazione, è garantito dall'impiego di un siero innesto ricco di fermenti lattici omofermentanti e non soggetto, per la diversità dei ceppi, all'infezione facica.

Nella produzione del Parmigiano Reggiano, nella cui tecnologia l'ultima variazione sostanziale è stata l'introduzione dell'innesto naturale (siero in-

nesto) alla fine dell'Ottocento, si continuano a usare caldaie in rame, perché questo metallo permette una trasmissione del calore idonea a rispettare i tempi corretti in ogni operazione di caldaia, cosa più difficile con i moderni caseificatori in acciaio, ora adottati per molti formaggi. La meccanizzazione delle operazioni di caseificio è così limitata ad alcune operazioni quale il perfezionamento della rottura della cagliata iniziata sempre manualmente, e in qualche raro caso, l'estrazione della stessa.

Invece, i magazzini di stagionatura sono ormai ambienti a temperatura e umidità condizionate, fatto che ha permesso di rivedere il disciplinare che non prevede più di coprire il periodo di stagionatura con “due estati”, essendo ora possibile limitare la stagionatura a 18 mesi. Parimenti tutte le operazioni di pulizia e movimentazione delle forme sono state automatizzate.

D'altra parte il Parmigiano Reggiano ha conservato nei secoli la sua tradizionalità come dimostrano le sue immutate caratteristiche sensoriali e d'uso. Ricordiamo che Boccaccio nel *Decamerone* (Giornata VIII, novella 3; 1347-1348) scrive che nella contrada di Bengodi, tra altre meraviglie «... e eravi una montagna tutta di formaggio parmigiano grattugiato, sopra la quale stavano genti che niuna altra cosa facevano che far maccheroni e ravioli e cuocogli in brodo di capponi, e poi gli gittavan quindi giù, e chi più ne pigliava più se n'aveva»; anche oggi il principale impiego gastronomico di questo formaggio non è diverso.

Invece nella tecnologia dei formaggi a pasta filata (i DOP: Provolone Valpadana, Caciocavallo Silano, Ragusano e Mozzarella di Bufala) l'introduzione della meccanizzazione è stata molto più radicale. Le “paste filate” sono formaggi nei quali la struttura della pasta non è ottenuta da una rottura della cagliata più o meno fine prima della cottura, ma bensì da trattamenti fisici dopo che il reticolo caseoso ha subito una significativa decalcificazione. Questa operazione prevede una sosta prolungata della cagliata ammassata dopo una rottura grossolana su una tavola e irrorata con siero riscaldato a 75°C o lasciata immersa nello stesso siero. Questa sosta si prolunga per alcune ore fino a quando, a seguito della fermentazione lattica, il pH scende a 5.0; a questo punto parte dei legami tra gli ioni calcio che uniscono le micelle caseiniche fra loro sono rotti e il reticolo caseoso, non più compatto, è suddiviso in filamenti grossolani che possono essere “filati” in acqua a 70-90°C. Questa operazione della filatura, è così chiamata per analogia con la filatura della lana nella quale i fili della stessa sono attorcigliati fra loro in un lungo filamento che può essere intrecciato; nel caso delle paste filate i filamenti di cagliata subiscono un analogo attorcigliamento in un lungo filamento elastico che può edere plasmato in modo da ottenere una serie di strati sovrapposti riconoscibili anche nella struttura del

formaggio stagionato. Raggiunta la dimensione voluta, un'ulteriore strato di cagliata copre l'intera forma, con una operazione detta "chiusura", durante la quale si espellono le bolle d'aria, eventualmente rimaste tra uno strato e l'altro, per aspirazione, che, quando l'operazione era fatta a mano, prevedeva che fosse il casaro ad aspirare a bocca l'ultima bolla (il bacio).

Oggi tutte le operazioni di maturazione, impastamento, filatura e formatura sono fatte con apposite macchine sia per produrre le mozzarelle che i formaggi di diverse forme e formati, di peso variabile fra i 2 e i 100 chilogrammi.

Le paste filate, pur essendo oggi prodotte in un processo molto meccanizzato, devono comunque rispettare una condizione fondamentale valida per tutti i formaggi: la cagliata del latte si forma con le caratteristiche strutturali idonee per le successive operazioni solo se la sospensione colloidale della caseina passa dallo stato di *sol* a quello di *gel* in una caldaia o vasca in cui il latte è perfettamente fermo; solo in questa condizione e quando sia raggiunta la desiderata consistenza, indice di un reticolo con idonee caratteristiche reologiche per le successive operazioni di sineresi, si procede alla rottura del coagulo nelle dimensioni desiderate.

I caseificatori usati in molte industrie casearie, soprattutto per produrre formaggi molli o, comunque, a breve stagionatura sono fatti in modo da rispettare l'immobilità della zona di coagulazione. Si tratta di grandi vasche in cui si possono spostare compartimenti stagni che permettono di eseguire in successione le aggiunte di innesto e di caglio con i necessari rimescolamenti, la formazione a fermo della cagliata, la rottura della stessa prima del travaso in appositi cestelli con le dimensioni idonee per ogni tipo di formaggio.

D'altra parte la conservazione delle tradizionali caratteristiche sensoriali e d'uso dei prodotti tipici, a volte, può ostacolare la razionalizzazione delle operazioni tecnologiche introdotta per un migliore risultato economico, soprattutto quando si abbiano profonde mutazioni nelle abitudini di vita e nei rapporti sociali delle comunità ove i formaggi sono prodotti.

Questi fenomeni sono particolarmente evidenti nei formaggi di nicchia, come le produzioni di montagna che cercano, nella denominazione geografica protetta, una difesa contro le imitazioni e di conseguenza una miglior remunerazione. Purtroppo i costi richiesti per gestire una DOP possono a volte rivelarsi eccessivi e cercare di limitarli, ampliando le zone e i periodi di produzione fuori dalle aree e dalle stagioni tradizionali, può creare difficoltà alla stessa gestione dei Consorzi di Tutela, costretti a rivedere con nuove regole le norme del disciplinare con la probabile conseguenza di una progressiva perdita delle caratteristiche sensoriali originali.



Significativi in questo senso sono i casi del Castelmagno e del Bitto.

Il Castelmagno, prodotto fin dall'anno 1000 nei pascoli dei comuni di Castelmagno e di Cella di Macra, è dal 1996 DOP con un comprensorio che comprende anche i comuni di Pradleves e Monteranno Grana, sempre in provincia di Cuneo. In altre parole non si produce Castelmagno solo negli alpeggi di montagna, ma anche in Bassa Valle in stabilimenti industriali con la conseguenza che il prodotto tende a perdere alcune delle sue peculiari caratteristiche sensoriali tra le quali la caratteristica erborinatura, che, nelle forme a fine stagionatura, era rappresentata da venature blu nella pasta e influiva sul gusto caratteristico.

Dopo una minaccia di secessione dei produttori di Castelmagno con le caratteristiche originali, per salvare il Consorzio di Tutela si è giunti a un accomodamento con il riconoscimento di due tipi di formaggio, Castelmagno di Alpeggio e Castelmagno di Montagna, e con l'obbligo per tutte le produzioni della conservazione della massa caseosa sotto il siero delle lavorazioni precedenti prima di procedere alla pressatura.

Il Castelmagno d'Alpeggio è prodotto solo nei mesi estivi con animali alimentati al pascolo alpino sopra i 1000 metri, mentre il Castelmagno di Montagna, pur rispettando i limiti posti dal regolamento per gli integratori alimentari, può essere prodotto da animali allevati non solo al pascolo, purché sopra i 500 metri. Il Castelmagno di Alpeggio deve essere prodotto con il latte di due mungiture (sera e mattina), l'altro quando il latte è sufficiente e proveniente da una, due, tre o quattro mungiture; comunque è escluso l'uso di fermenti lattici anche autoctoni.

Anche il Bitto, formaggio tradizionale di latte di vacca e di capra, che veniva prodotto solo negli Alpeggi della Valgerola e della Valle di Albaredo, nei quali erano predisposti i *calec* di origine celtica con cui si delimitano i luoghi ove avviene la caseificazione; si tratta di ripari costituiti di muri fatti con le pietre e alti circa 1 metro. Nella stagione in cui questi Alpeggi, posti a 1500-2000 metri di quota, venivano *caricati* con vacche di razza Bruna Alpina e capre di razza Orobica (ora in via di estinzione) vicino alle zone di pascolo si portavano anche gli attrezzi necessari per caseificare e un tendone che, fissato su pali, copriva il *calec* utilizzato in quel momento. Questo sistema, in cui il caseificio segue gli spostamenti del pascolo, permette di lavorare latte appena munto con una carica microbica bassissima per il limitato inquinamento post-mungitura, non sbattuto nel trasporto e ancora abbastanza caldo per la coagulazione. Il formaggio, una volta pronto, si trasferisce nella casera ove giornalmente subisce un rivoltamento, fino a quando, terminato il periodo dell'Alpeggio, passa nelle cantine di stagionatura a valle, ove viene rivoltato 2

o 3 volte alla settimana per i lunghi anni (anche 10) in cui si prolunga la maturazione. Il Bitto è un formaggio con un gusto particolare dovuto alle erbe del pascolo e alla significativa percentuale di latte di capra nella miscela.

È evidente che non è stato possibile estendere questo schema produttivo a tutta la produzione quando, nel 1966, si è avuta la concessione della DOP per un comprensorio esteso a tutta la provincia di Sondrio: anche se le vacche devono essere allevate al pascolo, l'alimentazione può ora comprendere trinciati, insilati e integratori; non si usa regolarmente il latte di capra nella miscela ed è ammesso l'uso di fermenti selezionati. Le caratteristiche sensoriali del formaggio sono gradevoli, ma certamente diverse da quelle del Bitto della tradizione. Questo fatto ha portato alla costituzione di una associazione di produttori che unisce quelli ancora in grado di "fare" il Bitto in Alpeggio, con l'intenzione di marchiare il loro prodotto con la scritta "Bitto delle Valli del Bitto". Nell'ambito del Consorzio di Tutela la *querelle* non è ancora conclusa per la difficoltà di giungere a un accordo condiviso.

Purtroppo questi esempi indicano le effettive difficoltà che si incontrano nella conservazione del carattere di unicità di un prodotto tipico, anche se è inevitabile una graduale lenta variazione delle caratteristiche sensoriali non apprezzabile se non nel succedersi delle generazioni; ad esempio l' "occhio di pernice" nella pasta del formaggio Parmigiano Reggiano è scomparso negli anni seguenti l'ultimo conflitto mondiale e, così pure, è ora molto raro l' "occhio di dolcezza", dovuto all'impiego di minori quantità di sieroinnesto. Comunque è necessario che le inevitabili variazioni a memoria d'uomo delle caratteristiche di tipicità non incidano sulla richiesta in un mercato globalizzato, che tende a omogeneizzare su parametri igienico-nutrizionali le richieste del consumatore. Questo può spiegare le difficoltà che incontrano i prodotti tipici nel mercato di oggi o la scarsa retribuzione che ne mina la stessa produzione e le caratteristiche tradizionali.

#### RIASSUNTO

I formaggi, noti già nella preistoria, furono tra i primi alimenti prodotti da pastori nomadi con lo scopo di conservare e utilizzare nel migliore dei modi cagliate formatesi per coagulazione spontanea del latte.

Dalla stessa materia prima latte, in funzione delle particolari condizioni in cui è avvenuta la gelificazione delle caseine e dei modi utilizzati per la conservazione e la manipolazione delle cagliate, si sono prodotti i vari tipi di formaggio da popolazioni che, fino alla metà del XIX secolo non conoscevano nulla dei processi chimici, fisici e biologici della coagulazione del latte e della maturazione della cagliata. Infatti, le più importanti acquisizioni nella conoscenza di questi processi si sono avuti: per il ruolo dei microrganismi solo

nella seconda metà del XIX secolo, mentre per i processi della formazione della struttura caseinica della cagliata bisogna attendere la metà del XX secolo.

Oggi, nella produzione dei formaggi sono stati adottati miglioramenti tecnologici, come l'impiego della meccanizzazione e dell'automazione, che però, per conservare le peculiari caratteristiche sensoriali, devono essere opportunamente limitati, come illustrato con alcuni esempi.

#### ABSTRACT

*New scientific knowledge and technological advances for Italian typical cheeses.* The cheeses have to be considered prehistoric foods yielded by nomad shepherds for the best preservation of the curds obtained by spontaneous milk coagulations. From the same kind of milk, according to particular coagulations of the caseins gelation and of the preservation and to particular manufacture treatments of curd are born all the present cheeses, manufactured by people which, until the half of XIX century, had no knowledge of the chemical, physical and biological processes of the milk coagulation and the curd ripening to achieve all the different cheeses.

The most important progress in such knowledge were achieved, respectively, at the end of XIX century for the employment of micro-organisms in cheese making and the half of XIX century for the formation of casein structures in the curds.

Actually often in cheese making are adopted technological advances as the mechanisation and automation, which must be limited for the preservation of the peculiar sensorial characteristics of typical cheeses, as here it is discussed for few cheeses.

#### BIBLIOGRAFIA

- BOTTAZZI V., DELLAGLIO F., SARRA P.G. (1972): *Affioramento del grasso ed agglutinazione dei microrganismi. Parte 4°: Contributo alla conoscenza del sistema che provoca l'agglutinazione del grasso e dei batteri*, «Scienza e Tecnica Lattiero-casearia», xxiii, pp. 287-304.
- BRIGNON G., RIBADEU DUMAS B., GROSCLAUDE F. (1977): *Complete aminoacidsequence of bovine  $\alpha_2$ -casein*, «FEBS Letters», lxxvi, pp. 247-262.
- CHOISY C., DESMAZEUD M.J., GRIPON J.C., LAMBERET G., LENOIR J.T. (1984): *La biochimie de l'affinage*, in *Le Fromage*, a cura di A. Eck, Lavoisier, Paris, pp. 86-153.
- CORRADINI C., PANARI G., MORA R., GUIDETTI L., PIACENZA L., PASSERA L. (1991): *Caseificazione a formaggio Grana con chimasi prodotte da Escherichia coli K12*, «Scienza e Tecnica Lattiero-casearia», xlii, pp. 227-238.
- KALAB H., PHIPPS-TODD B.E., ALLAN-WOJTAR P. (1982): *Milk gel structure. XIII Rotary schadoging of casein micelles for electron microscopy*, «Michwissenschaft», xxxvii, pp. 503-518.
- MANACHINI P.L., ISOLANI B. (1999): *Alimenti, microbi e ... vulcani*, in *Le cucine della memoria. La Restaurazione 1815-1848*, Forum, Udine, pp. 37-60.

- MANICHINI P.L., ISOLANI B. (2000): *Pasteur e le fermentazioni... spiritose*, in *Le cucine della memoria. Sviluppo tecnologico e tradizioni alimentari all'alba del XX secolo*, Forum, Udine, pp. 35-62.
- MARTILLY L., CASEY M.G. (2004): *Flavors of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains*, «Int. J. Food Microbiology», xc, pp. 139-159.
- Mc SWEENEY P.L. H., SOUSA M.J. (2000): *Biochemical pathways for the production of flavours compounds in cheeses during ripening. A review*, «Lait», LXXX, pp. 293-324.
- MERCIER J.C., RIBADEU DUMAS B., GROSCLAUDE F. (1973): *Aminoacid composition and sequence of bovine  $\kappa$ -casein*, «Netherland Milk Dairy J.», xxvii, pp. 313-322.
- MULDER H., WALSTRA G.P. (1974): *The milkfat globule*, Pudoc, Vageningen.
- PASTEUR L. (1858 a): *Sur la fermentation appelée lactique*, «Mémoires de la Société des Sciences de l'Agriculture et des Arts de Lille», sean 3.08.1857, II ser., vol. v, pp. 13-27.
- PASTEUR L. (1858 b): *Mémoire sur la fermentation alcoolique*, «C.R.de l'Acad. des Sciences», sean 21.12.1857, vol. xiv, pp. 1032-1036.
- RAAP J., KERLING K.E.T., VREMAN H.J., VISSER S. (1983): *Peptide substrate for chymosin (rennin): for confirmational studies on  $\kappa$ -casein and some  $\kappa$ -casein related oligopeptides by circular dichroism and secondary structure prediction*, «Arc. Biochemistry Biohysic», 227, pp. 117-123.
- RESMINI P., PELLEGRINO L., HOGENBOOM J., BERTUCCIOLI M. (1988): *Gli amminoacidi liberi nel formaggio Parmigiano Reggiano stagionato*, in *Ricerca triennale sulla composizione e su alcune peculiari caratteristiche del Formaggio Parmigiano Reggiano*, ed. Consorzio del formaggio Parmigiano Reggiano, Reggio Emilia, pp. 41-57.
- RIBADEU DUMAS B., MECIER J.C., GROSCLAUDE F. (1973): *Aminoacids composition and sequence of bovine  $\alpha_1$  and  $\beta$  caseins*, «Netherland Milk Dairy J.», xxvii, pp. 304-312.
- SPALLANZANI P. (1895): *L'inoculazione nella fabbricazione del grana*, «Stazioni sperimentali agrarie italiane», pp. 43-52.
- TEUBER M. (1990): *Production of calf chymosin by microorganisms and its use in cheesemaking*, «FIL-IDF Bull.», 251, pp. 3-14.
- WALSTRA G.P., JENNES R., BADINGS H.T. (1984): *Dairy Chemistry and Physics*, Willey, New York.