

ANTONIO BORTOLI*, MICHELA CENTELEGHE**

Surgelazione dei prodotti lattiero-caseari**

Lettura tenuta il 25 novembre 2009, Padova - Sezione Nord Est

PREMESSE

Tracciare la storia della refrigerazione dei prodotti lattiero caseari non è facile essenzialmente perché non ha avuto e non ha grande applicazione.

Due i motivi fondamentali:

1. costi eccessivi di trattamento rispetto al valore della materia prima (in assoluto e non solo nel contingente momento);
2. difficoltà con questa pratica, in molti casi, di mantenere le caratteristiche organolettiche e chimico fisiche del prodotto trattato.

Per stendere queste note ci siamo avvalsi:

- della nostra esperienza diretta;
- di quella dei nostri competitori nel mercato;
- dei fornitori di impianti;
- e abbiamo attinto alla letteratura esistente, in vero assai deficitaria, e spesso anche di scarsa importanza.

Abbiamo cercato di esporre in forma discorsiva al fine di non tediare eccessivamente chi non ha conoscenze specifiche della materia, già di per sé poco intrigante; senza tralasciare alcune evidenze scientifiche o conoscenze tecnologiche che meglio consentono di capire.

* *Direttore Generale Lattebusche*

** *Responsabile Gestione Qualità Lattebusche*

** *I paragrafi Premesse, Introduzione, La surgelazione e le Conclusioni sono stati curati dal dott. Bortoli; gli altri paragrafi sono stati curati dalla dott.ssa Centeleghe.*

INTRODUZIONE

I prodotti freschi sono soggetti a processi di deterioramento rapido che ne impediscono la conservazione. Conservare il cibo per la propria alimentazione è un'esigenza sentita possiamo dire da sempre e nel tempo è mutato, a seconda degli alimenti e delle tecniche disponibili, il modo per farlo (cottura, salatura, affumicatura, sott'olio o sott'aceto, pastorizzazione/sterilizzazione, concentrazione, essiccamento, congelazione).

In tempi più recenti gli stili di vita sono in continua evoluzione e sempre meno tempo viene dedicato alle attività domestiche.

Organizzare al meglio il tempo dedicato al lavoro, allo studio, alla famiglia e al relax è diventato indispensabile.

Inoltre, all'interno della famiglia, si profilano nuovi bisogni e, per quanto riguarda l'alimentazione, anche quando non si parla di single, emergono necessità individuali che richiedono soluzioni individuali.

LA SURGELAZIONE

La surgelazione è sempre più utilizzata per quelle produzioni alimentari che per delicatezza e instabilità necessitano di preservare al meglio la struttura, i valori nutrizionali e organolettici.

Il pesce surgelato direttamente nelle navi di pesca è migliore in termini di freschezza rispetto al medesimo pesce di pescheria. Si può dire lo stesso per la verdura raccolta al livello ottimale di maturazione e lavorata appena raccolta garantisce il massimo dei livelli di nutrienti, in particolare vitamine.

Il nostro excursus sull'utilizzo delle tecnologie del freddo nel settore lattiero-caseario terrà quindi conto come premesso di ciò che effettivamente viene effettuato e di ciò che la letteratura disponibile fornisce per studi e applicazioni mirate svolte.

Vedremo che tutte le applicazioni nascono ovviamente da necessità reali e per le quali le tecniche utilizzate tengono sempre conto del tipo di prodotto che si va a trattare, della qualità desiderata del prodotto finito e dei costi d'esercizio connessi alle tecniche applicabili e applicate.

Si tratta quindi di definire costi/benefici: nel caso dei prodotti ovi caprini (il latte non viene prodotto tutto l'anno), nonostante la tecnica del congelamento, oltre ai costi, presenti delle controindicazioni in termini di qualità del prodotto finito, viene attuata da alcuni caseifici che trovano nella continuità di produzione dei vantaggi commerciali.

Un altro metodo applicato nel settore, ovi-caprino e bufalino, per distribuire nei 12 mesi la produzione è il congelamento delle cagliate prodotte nei mesi di maggior produzione.

Questo trattamento è considerato l'alternativa migliore per regolare il mercato di prodotti caseari soggetti a stagionalità di produzione come i prodotti ovi-caprino e bufalino e diversi caseifici lo adottano

Anche il burro trova nel congelamento l'unico metodo efficace per una lunga conservazione.

Il congelamento è realmente, l'unico metodo efficace per conservare a lungo il burro.

Il burro è un prodotto solido, costituito per oltre l'80% da grasso, con un contenuto d'acqua minimo e nel quale l'acqua stessa è distribuita in forma di microgoccioline finemente distribuite nella matrice grassa. Per questo il burro, esattamente all'opposto del latte, è un prodotto stabile considerando il basso contenuto d'acqua ma che necessita oltre che di buone norme igieniche per prevenire lo sviluppo di muffe superficiali, anche un controllo rispetto al processo di ossidazione del grasso che ne causerebbe il rapido irrancidimento.

Lo stoccaggio congelato del burro è di enorme importanza commerciale ed è utilizzato in maniera estensiva per lo stoccaggio del burro "di ammasso" (strumento con il quale la Comunità Europea cerca di governare le eccedenze nei periodi di sovrapproduzione, reimmettendole nel mercato in periodi di carenza).

Il comparto lattiero caseario è estremamente vario per le tipologie di prodotti che offre al mercato:

- si va dal latte (prodotto fresco e facilmente deteriorabile);
- ai formaggi dalle più varie tipologie, per i quali l'aspetto distintivo che ci interessa è il contenuto di acqua: da formaggi molli e freschissimi dall'elevato contenuto in acqua come per esempio mozzarella, stracchino, a formaggi nei quali il contenuto d'acqua è bassissimo come il grana padano o il parmigiano. Tra questi due estremi, la varietà di formaggi è enorme, per tipologia, ingredienti utilizzati (es. tipo di latte) o per le più disparate tecniche di produzione.

CENNI STORICI

Uno dei primi metodi utilizzati per raffreddare i prodotti fu la neve. Risaliamo addirittura alla Bibbia dove Isacco offrì ad Abramo latte di capra misto a neve dicendogli «Mangia e bevi: il sole è ardente e così puoi rinfrescarti».

Piccoli edifici adibiti a ghiacciaie, le “neviere”, si riempivano d’inverno con ghiaccio frantumato o neve pressata alternata a strati di paglia e ricoperta di foglie secche o anche di stracci di lana

Quando la neve non c’era l’uomo riusciva a procurarsi il ghiaccio. Riscaldava l’acqua e poi la poneva in sotterranei assai freddi, dove gelava.

Le prime macchine frigorifere risalgono alla metà dell’800 ed è dal 1870 che la congelazione è stata introdotta come metodo di conservazione commerciale e a quegli anni risalgono i primi trasferimenti via mare di carne dai paesi del Sud America e dall’Australia all’Europa.

Nel 1928 negli Stati Uniti nasce il primo sistema industriale di congelazione per contatto, che permetteva di ridurre enormemente i tempi di raffreddamento e, dopo il successo riscontrato negli Stati Uniti, i surgelati si sono diffusi anche in Europa, sfruttando la diffusione capillare dell’energia elettrica, approdando in Italia alla fine degli anni ’50. Da quegli anni gli sviluppi tecnologici sono stati enormi, con l’introduzione dei congelatori continui, poi gli impianti a letto fluido e poi i congelatori criogenici ad azoto, anidride carbonica per finire ai giorni nostri con la tecnica dell’IQF (Individually Quick Frozen) che permette di surgelare individualmente tutte le singole parti di un prodotto, mantenendole separate anche una volta poste nella stessa confezione, dalla quale si potrà scongelare rapidamente solo la quantità desiderata.

C’È FREDDO E FREDDO

Per quanto riguarda la conservazione alimentare, si parla di *refrigerazione* quando gli alimenti vengono conservati solamente per qualche giorno o settimana a una temperatura compresa tra 0°C e 10°C. Si rallentano così i processi di decomposizione ma non li si bloccano. La refrigerazione permette quindi di conservare i prodotti solo per periodi di tempo limitati.

La *congelazione*, invece, è il sistema di conservazione con il freddo sotto zero di tipo domestico o industriale applicato a grosse pezzature.

Si raggiungono in tempi lunghi temperature tra i -7 e i -18 °C e si conservano a temperature comprese tra i -10 e -30°C, l’acqua contenuta negli alimenti si trasforma in grossi cristalli, con la conseguenza di creare danni alla struttura biologica degli alimenti e perdite, al momento della scongelazione, di valori nutritivi e organolettici, in particolare per gli alimenti con struttura cellulare meno resistente (es. verdure o pesce). Il metodo è comunque efficace per allungare la conservazione dei cibi anche per molto tempo.

Con la congelazione tuttavia non si ha l'inattivazione del 100% degli enzimi presenti (tra l'altro molto più aggressivi in quanto liberati nel mezzo a causa della rottura delle pareti cellulari) nell'alimento, se non a temperature bassissime, con conseguente deterioramento nel tempo della qualità originaria del prodotto.

La *surgelazione* è invece una congelazione ultra rapida.

Il prodotto raggiunge molto rapidamente la temperatura di -18°C , questo determina la formazione di microcristalli in forma intracellulare che non danneggiano la struttura biologica dell'alimento (non vengono rotte le membrane cellulari con la conseguente fuoriuscita dei fluidi cellulari ed enzimi cellulari come avviene nel congelamento). Il mantenimento della temperatura al di sotto di -18°C rallenta fortemente le reazioni chimiche ed enzimatiche e lo sviluppo microbico diventa pressoché nullo. Le valenze organolettiche e nutrizionali rimangono inalterate rispetto al prodotto originale.

È importante sottolineare come solo la surgelazione sia regolamentata a livello normativo da leggi prima nazionali e oggi da direttive comunitarie (Dir. CE 110/92); non lo è invece il prodotto congelato.

Tutto ciò essenzialmente proprio per tutelare un prodotto maggiormente delicato e per il quale le aspettative sono di qualità superiore.

Questi gli obblighi di legge del prodotto surgelato e che dicevamo non sono obbligo per il prodotto congelato:

- le materie prime devono essere di alta qualità, in buone condizioni igieniche e presentarsi in stato di necessaria freschezza (per garantire al consumatore la certezza dell'origine e della qualità del surgelato);
- l'alimento deve essere surgelato rapidamente, in un tempo non più lungo di 4 ore e portato a una temperatura inferiore ai -18°C (per mantenere intatte nel prodotto surgelato tutte le caratteristiche originali);
- l'alimento surgelato deve essere mantenuto costantemente a una temperatura pari o inferiore ai -18°C (per mantenere inalterate nel tempo le caratteristiche organolettiche);
- l'alimento surgelato deve essere venduto in confezioni originali chiuse dal fabbricante o dal confezionatore, che devono indicare il termine "surgelato" (per garantire al consumatore che il prodotto non subisca manipolazioni).

Inoltre, va detto che ai prodotti surgelati non è consentito aggiungere conservanti (l'uso dei conservanti trova la principale motivazione nella necessità di rendere più sicuri gli alimenti eliminando l'influenza di fattori biologici che possono determinarne un deterioramento come fattori chimici, es. en-

zimi responsabili delle ossidazioni, fattori fisici come temperatura e luce, o biologici, come i microrganismi).

I surgelati invece utilizzando unicamente il freddo inteso per la conservazione, non hanno necessità di aggiungere conservanti. La normativa consente solo la presenza dei conservanti qualora già presenti nel prodotto prima della sua surgelazione oppure, nel caso di ortaggi e crostacei, l'uso di conservanti che hanno lo scopo di preservare il prodotto prima del processo di surgelazione, ma che non abbiano effetto alcuno per la conservazione del prodotto surgelato.

Come detto tutto ciò ha un riscontro pratico e risponde a delle esigenze commerciali ben precise che hanno un senso per i prodotti facilmente deteriorabili o per i quali è richiesto il mantenimento al meglio delle caratteristiche organolettiche e nutrizionali o le sue proprietà funzionali.

Viceversa, prodotti di per sé stabili, in quanto dotati di un'attività dell'acqua bassa, tale da impedire uno sviluppo batterico importante, possono utilizzare delle tecnologie di conservazione meno raffinate e per questo con costi di esercizio molto inferiori, sia per gli impianti e le tecnologie necessarie, sia per le particolari norme a garanzia del prodotto che devono essere garantite, sopra esposte.

Il nostro escursus sull'utilizzo delle tecnologie del freddo nel settore lattiero-caseario tiene conto di ciò che effettivamente viene effettuato e di ciò che la letteratura disponibile fornisce per studi e applicazioni mirate svolte.

Vedremo che tutte le applicazioni nascono ovviamente da necessità reali e per le quali le tecniche utilizzate tengono sempre conto del tipo di prodotto che si va a trattare, della qualità desiderata del prodotto finito e dei costi d'esercizio connessi alle tecniche applicabili e applicate.

Prima di cominciare a parlare di latte e formaggio è utile spiegare con un minimo di dettaglio cosa realmente accade nel corso del processo di congelamento dei prodotti alimentari.

Sappiamo che l'acqua, a pressione atmosferica, congela a 0°C, trasformandosi dallo stato liquido allo stato solido sotto forma di cristalli. Se nell'acqua sono presenti sostanze disciolte, la temperatura di congelamento (o punto crioscopico) della soluzione si abbassa, sempre più, quanto più la soluzione è concentrata.

Quando la temperatura di un prodotto viene abbassata rapidamente, il punto crioscopico può venire oltrepassato, anche di parecchi gradi, prima che il congelamento abbia inizio. In questa fase, detta di sottoraffreddamento, l'acqua si mantiene allo stato liquido e pertanto il sistema non è in equilibrio termodinamico. Questo equilibrio viene rapidamente ripristinato non appena cominciano a formarsi i primi nuclei di cristallizzazione e grazie alla liberazione di calore latente, il sistema si riporta alla temperatura crioscopica e tutto l'alimento prosegue il suo processo di congelamento.

Questa fase di sottoraffreddamento è fondamentale da un punto di vista tecnologico in quanto i cristalli che si formano nell'alimento, dipendono dal numero di nuclei di cristallizzazione attivati nella fase di sottoraffreddamento. Quanto più intenso, ovvero veloce, è il raffreddamento, tanto più numerosi saranno i nuclei di cristallizzazione e piccoli saranno poi i cristalli che, nel caso del congelamento rapido, si distribuiranno in maniera meno invasiva nel citoplasma cellulare. Nel caso invece di congelamento lento, i pochi nuclei di cristallizzazione iniziali porteranno alla formazione di grandi cristalli di ghiaccio che invaderanno prevalentemente lo spazio extra cellulare e, a causa delle grandi dimensioni del cristallo, porteranno alla rottura della parete delle cellule contigue con conseguente fuoriuscita dei liquidi, enzimi deteriorativi compresi, nel corso dello scongelamento del prodotto.

Ma non è tutto qui, infatti tornando alla fase di cristallizzazione, via via che il congelamento continua, sia esso lento o veloce, si assiste a una graduale separazione dell'acqua allo stato puro sotto forma di ghiaccio e i soluti in essa disciolti si concentrano progressivamente nella fase liquida restante. Al termine del congelamento, la separazione dell'acqua si arresta e una frazione d'acqua nella quale la concentrazione di solidi arriva a raggiungere i valori del 66-75%, rimane liquida in forma sottoraffreddata. Questa matrice assume le sembianze di un brodo "primordiale" super concentrato nel quale possono ancora avvenire reazioni chimiche come l'ossidazione dei grassi, o fenomeni osmotici che determinano modificazioni nel gusto oltre che separazioni di fase indesiderate es. tra grassi e liquidi.

Un prodotto in corso di congelamento si può quindi considerare come un sistema a tre componenti variabili: solidi in soluzione altamente concentrata, solidi insolubili, ghiaccio, tutti componenti presenti in proporzioni diverse a seconda della temperatura.

Tutto questo spiega solo minimamente quanto complesso sia il processo di congelamento degli alimenti e quanto variabili siano le reazioni a esso correlate. Queste variabili dipendono, oltre che dalla tecnica di raffreddamento applicata, anche e molto dalla natura del prodotto raffreddato, dai suoi componenti, dalla concentrazione relativa e dalla stabilità degli stessi.

Entriamo quindi nel dettaglio dei prodotti lattiero-caseari.

LATTE LIQUIDO E CONCENTRATO

Il latte vaccino, sia liquido che concentrato, ha assoluta necessità di uno stoccaggio refrigerato per mantenere una vita commerciale superiore ai 7-10 gg,

ma difficilmente viene conservato con le tecniche di surgelazione o congelamento.

Il delicato equilibrio che caratterizza il prodotto latte è ciò che ci consente il suo utilizzo a fini caseari (grazie alla destabilizzazione della fase proteica otteniamo il formaggio) ma è anche ciò che limita l'applicazione di alcune tecnologie alimentari.

Il drastico abbassamento di temperatura che si ha nel processo di congelamento, causa proprio una destabilizzazione dei componenti del latte.

La fase grassa subisce una rottura dell'emulsione e una conseguente separazione della matrice grassa dalla fase acquosa, per la fase proteica avviene una denaturazione delle proteine e un conseguente effetto sia dal punto di vista caseario, modificando drasticamente il potere coagulante delle proteine stesse, sia causando difettosità nel gusto ai formaggi ottenuti da latte decongelato (per es. è documentato come in alcune tipologie di formaggio – per es. il feta greco – si rilevano importanti difetti organolettici qualora sia stato prodotto con latte decongelato). C'è poi la cristallizzazione del lattosio che ne altera la qualità organolettica nel prodotto decongelato.

Va specificato tuttavia che la denaturazione della fase proteica avviene nel corso dello stoccaggio a temperature di congelamento, non immediatamente, ma dopo un certo tempo.

Potremmo dire che il latte, per il suo alto contenuto d'acqua e per la sua elevata deteriorabilità e instabilità dei componenti, troverebbe nella surgelazione la tecnica migliore di conservazione.

Il latte dovrebbe essere surgelato in scaglie molto fini per ridurre al minimo il tempo di raffreddamento e attuare quel blocco tecnologico che, come sopra detto, consentirebbe di evitare la rottura di fase dei componenti.

In realtà questa pratica non viene attuata, essenzialmente per gli alti costi che comporta (si pensi solo ai volumi richiesti per lo stoccaggio).

Va detto inoltre che una tecnica prende piede quando riesce a soddisfare in maniera economicamente sostenibile dei bisogni reali.

Il latte vaccino è un prodotto disponibile su larga scala e a costi talmente bassi da non giustificare applicazioni tecnologiche costose quali la surgelazione.

Da un punto di vista tecnologico esistono pratiche che possono aiutare per controllare i cambiamenti deteriorativi che avvengono nel latte congelato.

Buona norma è sempre pastorizzare il prodotto per limitare le alterazioni di natura microbiologica.

Per ridurre l'incidenza di alterazioni di natura enzimatica come la lipolisi e per limitare la separazione del grasso, il latte dovrebbe essere omogeneizzato prima del congelamento, ma ciò ha effetti sul potere coagulante.

Altro processo deteriorativo che coinvolge i grassi del latte è l'ossidazione. Questo processo deteriorativo è catalizzato da rame e altri metalli pesanti e perciò deve essere tassativamente evitata la contaminazione del prodotto con questi metalli.

L'aggiunta di acido ascorbico o altri antiossidanti (se legalmente permessi) è utile per prevenire l'ossidazione.

Qualora il latte prima del congelamento venga concentrato, si ha l'incorporazione di fosforo e calcio nelle micelle caseiniche, e ciò causa importanti alterazioni alla sua struttura determinando quindi la formazione di precipitati caseinici e/o fenomeni di flocculazione.

La cristallizzazione può essere prevenuta dalla parziale idrolisi del lattosio.

La stabilizzazione delle proteine può essere ottenuta dall'aggiunta di un agente chelante come polifosfati o citrati (se legalmente permessi).

PRODUZIONI OVINE-CAPRINE-BUFALINE

Esistono tuttavia delle applicazioni industriali del congelamento del latte ma solo a fini caseari (non per produzione di latte alimentare) e in particolare nelle produzioni di formaggi o prodotti fermentati ovini, caprini e bufalini. È noto come queste produzioni siano soggette a una forte fluttuazione stagionale (abbondante nel periodo primaverile-estivo e assente nei mesi invernali per gli ovo-caprini, abbondante nel periodo autunno-invernale e scarso nel periodo estivo per la bufala). Tutto ciò fa sì che ci sia un surplus di formaggi sul mercato in alcuni mesi, magari non quelli che corrispondono alla maggior richiesta come nel caso della mozzarella di bufala (naturalmente abbondante nei mesi autunnali e scarsa nei mesi estivi), con inevitabili ripercussioni negative sui prezzi di mercato.

Per ovviare a tutto questo, vengono attuati vari processi di conservazione del latte, non sempre però, con buoni risultati.

Ad esempio: il congelamento, con il quale si verifica il collassamento dei globuli di grasso e le proteine possono modificare drasticamente, in più e in meno, il tempo di coagulazione, con effetti sulla resa del formaggio. Congelamento latte ovino a -15 a -25°C per più di sei mesi. Pochi effetti sulla concentrazione in solidi totali del latte, proteine, caseine, ecc.

Un'altra tecnica prevede che il latte prima di essere congelato venga concentrato attraverso l'ultrafiltrazione. L'ultrafiltrazione, utilizzando membrane semipermeabili, può produrre un concentrato dal 25 al 40% dei solidi tota-

li di latte. Il concentrato viene rapidamente congelato in particolari freezer. Dopo lo stoccaggio, il latte ultrafiltrato viene scongelato, spesso mescolato con latte fresco, innestato con i fermenti lattici, aggiunto del caglio e la cagliata ottenuta viene quindi drenata e formata.

Opportunamente processato, il latte concentrato può essere stoccato a -20°C per più di 10 mesi.

Il latte non concentrato può essere stoccato a -20°C per 3-4 mesi o se stoccato per la successiva caseificazione, più di 10 mesi.

Un altro metodo applicato nel settore ovi-caprino e bufalino, per distribuire nei 12 mesi la produzione, è il congelamento delle cagliate prodotte nei mesi di maggior produzione.

Dopo lo scongelamento la cagliata viene direttamente mescolata con cagliata fresca e poi modellata.

Nel caso dei formaggi di capra, la cagliata asciutta (40 % in solidi totali) viene congelata in pani da 25 kg. Dopo lo stoccaggio a -20°C per più di 6 mesi, la cagliata viene scongelata a $18-20^{\circ}\text{C}$ per 24-36 ore al buio. I formaggi vengono quindi plasmati in formatori a coclea, salati e stagionati.

In entrambi i prodotti, latte o cagliate, la principale reazione di deterioramento durante lo stoccaggio è data dall'ossidazione del grasso, che è maggiormente spiccata nella cagliata piuttosto che nel latte ultrafiltrato.

IL BURRO

La qualità ottenuta di un burro congelato dipende dal tipo di burro (prodotto da panna dolce o panna matura, salato o non salato), dal pH della fase acquosa, dal contenuto in rame, dalla distribuzione di acqua nel burro, dal contenuto di sale e dalla temperatura di stoccaggio.

Durante lo stoccaggio freddo, il burro si deteriora principalmente per ossidazione.

Dato che i metalli pesanti catalizzano l'ossidazione dei grassi del burro, ogni minima contaminazione con tali metalli deve essere evitata.

Livelli di 50 micron di rame e 200-500 microgrammi di ferro per kg di burro non devono essere accettati.

L'H₂O presente in goccioline nel burro non deve avere più di 6 micron di diametro. Goccioline di diametro maggiore promuovono lo sviluppo microbiologico quando il burro scongelato viene rilavorato e modellato nelle confezioni per il consumo.

Il burro per lo stoccaggio congelato viene solitamente confezionato in pacchetti di 25kg confezionato in lamine di alluminio o carta pergamena vegetale, per evitare la perdita di umidità.

Lo stoccaggio congelato del burro in piccole confezioni è possibile ma possono riscontrarsi problemi per cambiamenti nel colore di superficie del burro, a causa delle perdite di umidità durante lo stoccaggio e con la condensazione dell'umidità in fase di scongelamento.

Questa condensazione può inoltre determinare la crescita di muffe.

La qualità dichiarata in etichetta per il burro decongelato destinato al consumatore finale, deve quindi tener conto che la classe qualitativa del burro può cambiare nel corso dello stoccaggio

FORMAGGI E CAGLIATA

Il processo di congelamento è generalmente evitato per conservare il formaggio a causa della tendenza ad alterare alcune caratteristiche chimiche e strutturali in seguito alla formazione di cristalli di ghiaccio all'interno della struttura della pasta.

In letteratura si trovano studi che trattano del congelamento precedente alla stagionatura del formaggio e studi che considerano il congelamento a stagionatura avvenuta.

In ogni caso, ricordiamo che il processo di congelamento nel suo complesso, include il congelamento, lo stoccaggio a temperature inferiori a -20°C e lo scongelamento.

I cambiamenti che avvengono durante il congelamento possono portare, anche nel formaggio a una destabilizzazione di grasso e proteine.

CONGELAMENTO PRE-STAGIONATURA

Quando il formaggio viene congelato prima della sua stagionatura, il processo può influenzare alcune delle importanti trasformazioni che avvengono durante la maturazione.

Nel corso della stagionatura, avvengono una serie di trasformazioni microbiologiche, biochimiche, fisico-chimiche, che determinano modifiche alle caratteristiche sensoriali (gusto-aroma) e di struttura del formaggio.

In particolare nel corso della maturazione si hanno 3 principali processi chimici: la proteolisi delle caseine, la glicolisi che interessa il lattosio, la

lipolisi dei grassi e 2 importanti fenomeni fisici, la perdita di umidità per evaporazione, nel caso dei formaggi non confezionati e la diffusione del sale all'interno della forma.

La degradazione proteica è il maggior processo biochimico che avviene nel corso della stagionatura della maggior parte dei formaggi.

Molti lavori hanno investigato riguardo alla proteolisi dopo il congelamento, e si hanno risultati contrastanti.

Pertanto, gli effetti del congelamento sulla proteolisi del formaggio, congelato prima della stagionatura, dipendono essenzialmente dal tipo di formaggio.

Alcuni esempi: formaggi ovini congelati per 6 mesi prima della stagionatura non hanno mostrato differenze significative nel contenuto in amminoacidi e azoto rispetto ai campioni di controllo; mentre, nel caso di un formaggio argentino (Port Salut Argentino), formaggio vaccino semi cotto a breve stagionatura, è stato evidenziato come il processo di congelamento prima della stagionatura modifichi la proteolisi durante il processo di maturazione.

Riscontrando:

5. maggior Idrolisi dell'alfa S1-caseina (dovuto alla modifica della struttura quaternario della proteina che causa maggior sensibilità agli attacchi della chimosina);
6. incremento Idrolisi dei peptidi solubili;
7. sviluppo precoce di amminoacidi liberi (dovuto all'aumento dei livelli di enzimi rilasciati da microrganismi danneggiati dal processo di congelamento).

Il processo di congelamento pertanto influenza il livello delle reazioni chimiche che avvengono nella maturazione ma non la sequenza delle differenti fasi nel processo di proteolisi.

Le alterazioni strutturali alla caseina dovute al congelamento comportano modifiche allo stato colloidale e alla distribuzione dell'acqua legata e non, con modifica alla struttura del formaggio (a seconda del prodotto: sbriciolamento, > friabilità della pasta; struttura liscia... nel prodotto scongelato).

CONGELAMENTO POST STAGIONATURA

Se poi il congelamento viene applicato alla fine del processo di produzione o stagionatura, per la conservazione prolungata dei formaggi, da un punto di vista bibliografico, si riscontrano situazioni contrastanti tra loro.

Gli studi maggiormente significativi effettuati si sono soffermati su aspetti relativi ai profili sensoriali, alle caratteristiche funzionali o chimiche di Gorgonzola, Provolone, mozzarella e Cheddar. Alcuni hanno concluso che lo stoccaggio congelato è adeguato per formaggi cremosi, ad alto contenuto di grasso tipo Camembert non stagionato, ma non per il Gauda o il Cheddar.

Di seguito sono riportati brevemente gli effetti su alcuni tipi di formaggi:

- formaggio semistagionato spagnolo prodotto con latte ovino = può essere stagionato a -20°C per circa 6 mesi;
- formaggi freschi a coagulo acido tipo caprino = pasta da spalmabile a friabile;
- ricotta/mascarpone= da cremoso a rugoso e con separazione di fase;
- mozzarella = la qualità non viene alterata;
- altri studi = modifiche alla struttura e comparsa di sapori sgradevoli (amaro e irrancidimento).

Uno studio condotto su un formaggio spagnolo a base di latte ovino (L. Tejada et al., 1999), ha messo in evidenza gli effetti legati al tipo di congelamento (lento o veloce) sul risultato di alterazione sensoriale al prodotto finito. La durezza, la cremosità e l'occhiatura del formaggio si sono modificati dopo 3 mesi di stoccaggio congelato. La pasta indurita è divenuta meno cremosa e il numero e la dimensione degli occhi si sono drasticamente ridotti. Comunque questi attributi non si modificano in maniera significativa durante un periodo di stoccaggio più prolungato. Inoltre l'odore, l'intensità dell'aroma, l'acidità e l'aspetto granuloso si sono modificati in conseguenza allo stoccaggio congelato. Questi attributi però è stato riscontrato che non si modificano prima dei 9 mesi di stoccaggio. Solo dopo, l'acidità, l'intensità dei profumi e gli aromi si riducono e aumenta notevolmente la granulosità della pasta. La sapidità non viene influenzata dal congelamento e nemmeno dallo stoccaggio a bassissime temperature. Per quanto riguarda la velocità del congelamento, si è visto che questa influenza solamente la granulosità della pasta, che era leggermente maggiore nel formaggio congelato in maniera lenta.

Questo studio ha concluso che dal punto di vista sensoriale, il congelamento è un metodo adatto per regolare il mercato dei formaggi ovinici. Questi formaggi possono essere stoccati a -20°C per gli ultimi 3-4 mesi assicurando una disponibilità al mercato per tutto l'arco dell'anno. In questo settore vengono praticate velocità di congelamento lento poiché i piccoli difetti in qualità sono compensati sotto l'aspetto economico, in quanto il congelamento rapido, come già detto, è molto più costoso.

MOZZARELLA

Nel processo di produzione della mozzarella le proteine assumono l'aspetto di fibre continue, interconnesse e dalla parete liscia, separate da canali che contengono globuli fusi di grasso, siero, batteri, e altri composti solubili.

Nel corso del tempo i canali aperti si chiudono a causa dell'assorbimento di siero libero da parte delle proteine, si gonfiano e includono i globuli di grasso.

Nelle prime settimane dalla produzione si modifica in modo sostanziale la microstruttura. Progressivamente perde la propria "fibra" all'aumentare dei livelli di lipolisi e proteolisi.

Lo stoccaggio congelato di mozzarella, subito dopo la sua produzione, è di particolare interesse commerciale come mezzo per arrestare le modificazioni chimico fisiche che avvengono nel formaggio durante la maturazione e per estendere la sua *shelf life*.

Per quanto riguarda l'effetto del congelamento sulle caratteristiche della mozzarella si è visto che questo induce alcuni effetti deteriorativi alla consistenza, alle caratteristiche reologiche e funzionali e alla proteolisi. Le modificazioni alla consistenza (texture) durante il congelamento possono in parte ridurre la qualità finale del prodotto.

Per la mozzarella, oltre all'aspetto organolettico, le aspettative del consumatore, che quindi determinano la qualità percepita del prodotto, interessano anche una serie di caratteristiche funzionali che sono legate all'utilizzo della mozzarella come ingrediente che possono essere modificate dal congelamento, dallo stoccaggio congelato e dal successivo scongelamento.

Queste caratteristiche funzionali includono: la capacità di essere frantumato, l'elasticità, l'estensibilità, la capacità di fondere, la formazione di olio libero, la proprietà di imbrunire del formaggio fuso.

Il congelamento riduce la caratteristica di allungamento/distensione della pasta (*stretchiness*), aumenta la durezza del prodotto (Diefes et al., 1993), diminuisce la capacità di fondere (Oberg et al., 1992), e causa minor liberazione di olio libero (Bertola et al., 1996), aspetto quest'ultimo apprezzato.

Anche in questo caso, come già detto in più occasioni, è sempre preferibile un congelamento rapido piuttosto che un congelamento lento per preservare al meglio le caratteristiche qualitative del prodotto.

Inoltre è stato evidenziato come anche la modalità di scongelamento possa modificare l'effetto del congelamento sulla matrice proteica della mozzarella.

Ecco che, gli effetti del congelamento e dello stoccaggio congelato sulla matrice proteica della mozzarella, possono essere controllati in certa misura

attraverso una giusta combinazione di modalità di congelamento (più veloce possibile ed effettuato non prima di 2gg dalla produzione, per consentire la stabilizzazione dell'acqua libera all'interno della microstruttura della pasta), stoccaggio (tendenzialmente non superiore ai 30gg) e modalità di scongelamento (lento e a 4°C piuttosto che in ambienti a 20°C).

PRODOTTI FERMENTATI

Prodotti caseari fermentati sono solitamente non adatti allo stoccaggio congelato poiché il congelamento distrugge la caratteristica forma gelificata delle proteine e ciò porta a una spinta sineresi, ovvero alla separazione del siero. Esistono tuttavia, dei prodotti stoccati per più di 3 mesi a -20°C con l'accorgimento di utilizzare prodotti con contenuto di sostanza secca aumentato attraverso l'aggiunta di sostanze addensanti.

Yogurt blended, aromatizzati, sono divenuti particolarmente popolari in alcuni paesi e vengono consumati come gelati.

GELATO

Il gelato non sarebbe propriamente un prodotto congelato in quanto, a ben vedere, non è un prodotto solido, nel quale la maggior parte dell'acqua presente si trova in forma solida sotto forma di piccole goccioline di ghiaccio. Da un punto di vista fisico chimico il gelato è un prodotto trifase. La sua struttura è costituita infatti principalmente da una fase liquida continua, in cui sono disciolti zuccheri, sali e altre sostanze solubili quali gli stabilizzanti e gli emulsionanti che hanno il preciso scopo di mantenere in dispersione i grassi presenti nella matrice e consentire quella stabilità al prodotto che, abbiamo visto, mancherebbe naturalmente alla materia prima lattiera sottoposta a processo di congelamento, e solo in proporzione minore troviamo una fase solida costituita dai cristalli di ghiaccio, dal grasso solidificato e da altre componenti solide insolubili.

Infine esiste una fase gassosa, costituita dall'aria finemente distribuita nel prodotto sotto forma di microbollicine grazie al processo dell'overrun.

Certo senza la fase di congelamento il gelato non sarebbe realizzabile e non potrebbe in alcun modo mantenere le proprie caratteristiche qualitative senza essere gestito dal punto di vista logistico e distributivo alla pari dei prodotti surgelati, ovvero con una attentissimo rispetto della catena del freddo a min. -18°C.

Per questo il gelato, viene considerato e gestito alla pari di un prodotto congelato.

Lattebusche produce gelato partendo da latte fresco di giornata > 50% della miscela

Viene vinta l'instabilità del latte grazie all'aggiunta di ingredienti funzionali e a precise fasi processo:

- *stabilizzanti* (farina di semi di carrube, farina di semi di guar, carbossimetilcellulosa). Legano l'acqua creando una sospensione colloidale stabile;
- *emulsionanti* (monogliceridi degli acidi grassi). Disperdono il grasso e ne prevengono la separazione;
- *zuccheri* appropriati (glucosio levo e destro giro). Prevengono la cristallizzazione degli zuccheri e il loro collassamento.

Le fasi di produzione del gelato sono le seguenti.

Miscelazione: ha il compito di consentire la completa solubilizzazione di tutti i solidi solubili in acqua e la completa dispersione di quelli insolubili (ad esempio, panna + latte + addensante + zucchero), oltre che di uniformarne la distribuzione su tutta la massa. Questa operazione è eseguita in agitazione alla temperatura di 40 °C. La temperatura relativamente elevata si rende necessaria per fondere i grassi e per disciogliere perfettamente gli additivi funzionali, emulsionanti e stabilizzanti; senza tale valore di temperatura, si comprometterebbe la riuscita delle operazioni successive.

Omogeneizzazione: serve per portare la dimensione dei globuli di grasso fino a valori attorno ai 2 µm e di disperderli uniformemente nella massa, assieme agli altri componenti insolubili, sotto forma di una emulsione fine e solubile. La pressione di omogeneizzazione usata può variare tra 50-200 atm, a seconda della natura dei solidi insolubili presenti.

Pastorizzazione: trattamento termico effettuato per abbattere la carica batterica patogena.

Maturazione: La maturazione si ottiene facendo sostare la miscela a una temperatura tra 3-5 °C per tempi variabili dalle 5 alle 24 ore, a seconda della complessità della ricetta. Serve per uniformare la composizione della miscela dal punto di vista chimico-fisico, in modo tale che ne consegua una omogeneità perfetta nell'aspetto sensoriale. Si lascia a riposo la miscela per un tempo sufficiente a far interagire gli stabilizzanti con i solidi insolubili e gli emulsionanti con le sostanze grasse (che per le temperature di esercizio solidificano), fino a formare un sistema colloidale stabile. Durante questo periodo si ottiene anche la uniforme distribuzione dei componenti aromatizzanti su tutta la massa della miscela.

Congelamento: è l'operazione che genera fisicamente il gelato. Consiste nel portare la temperatura della miscela da 5 ai -5 °C ottenendo quindi la solidificazione. In questa fase si formano tanti cristalli a piccolo calibro. Questo passaggio non può a rigore essere definito un passaggio di stato da liquido a solido perché il gelato di fatto non è un solido puro, ma contiene anche una frazione liquida, formata dalla soluzione acquosa di zuccheri e sali, che oltretutto è quella più abbondante al punto tale da essere la fase continua. La consistenza acquistata dalla miscela a seguito di quest'operazione è di tipo cremoso anche per via dell'overrun. Questo consiste nell'incorporamento dell'aria, che avviene in un cilindro a superficie raschiata sotto pressione e dove la miscela entra a 4 °C ed esce a circa -6 °C a bagno di Freon a -30 °C.

Durante l'operazione, che può durare anche 20 minuti in agitazione, si ha l'abbassamento della temperatura fino a raggiungere la consistenza voluta e il contemporaneo inglobamento ed emulsione di bollicine di aria.

L'entità dell'overrun differenzia essenzialmente il prodotto artigianale dal prodotto industriale. Nel primo, il livello d'aria presente nel prodotto finito è massimo pari al 60% mentre nel prodotto industriale si va da min. 70 a max 110%. Il gelato industriale, dovendo conservarsi per tempi molto più lunghi, può andare incontro a fenomeni di indurimento durante la permanenza nei congelatori, anche a causa di possibili variazioni di temperatura. Quindi un maggiore overrun, rende meno consistente il gelato e minimizza l'indurimento a la creazione di difettosità strutturali a causa della presenza di cristalli di acqua, diventati percettibili per un incremento delle loro dimensioni a causa di anche lievi scongelamenti e ricongelamenti.

Questa differenza di overrun è perciò voluta ed è da imputare all'adozione di diversi parametri in fase di congelamento.

Formatura: all'uscita del congelatore, il gelato può venire aromatizzato o immediatamente confezionato in "tagli" o sfuso e quindi venire formato in barrette oppure in gelati con stecco, mediante estrusione, oppure può essere colato in recipienti di deposito (coppette o vaschette formato famiglia) o negli stampi.

Nel caso dei gelati in forme individuali segue poi un'operazione di confezionamento, generalmente con incarti di accoppiata carta/polietilene.

Indurimento: è l'operazione che conferisce al gelato la stabilità nel tempo. Essa consiste nel far transitare il gelato dentro dei tunnel di aria fredda ventilata, che può raggiungere temperature di -2 / -35 °C a seconda delle caratteristiche delle ricette. Dopo l'indurimento, il gelato è anche manipolabile senza subire danneggiamenti meccanici.

Inscatolamento: operazione che serve per introdurre in cartoni i gelati, già contenuti nelle loro confezioni primarie. In questa fase il gelato deve mantenere la temperatura di -20°C .

Stoccaggio e distribuzione: il gelato appena uscito dalla linea di produzione è una struttura non perfettamente stabile e quindi, prima della distribuzione, si mantiene in cella frigorifera a $-20/-25^{\circ}\text{C}$ per almeno 12 ore. Stoccaggio e distribuzione devono essere un sistema completamente integrato con la vendita, al fine di garantire la continuità della catena del freddo per evitare che il prodotto possa perdere le sue caratteristiche organolettiche e igieniche.

SORBETTO LATTEBUSCHE

Il Sorbetto è un prodotto costituito per oltre il 70% da componenti del latte fresco. Il freddo in questo caso non è un ingrediente ma un conservante.

Generalmente consumato tal quale appena scongelato alla temperatura ottimale di $4-6^{\circ}\text{C}$ ma anche con aggiunta di alcolici (Gin, Vodka, Grappa ecc.).

Ho volutamente inserito sia il gelato sia il sorbetto perché a differenza di prodotti simili sul mercato il nostro, vista la quantità di latte fresco, entra a pieno titolo nel settore lattiero caseario.

Questa esperienza che abbiamo iniziato all'atto dell'incorporazione di Co-diense nello stabilimento di Chioggia è stata molto importante per la nostra azienda:

- ci ha permesso di ampliare e impreziosire la gamma dei nostri prodotti;
- di aumentare considerevolmente il fatturato (oltre 5 milioni di € in più);
- introdurre nel nostro paese un'esperienza che era prevalentemente americana: la centrale del latte che produce anche gelato artigianale e/o industriale ma con latte fresco.

Metodologia più complessa e costosa, ma che consente una qualità assolutamente superiore: tant'è che negli ultimi tempi viene adottata da altre imprese.

Normalmente parlando di gelato si fa riferimento all'industria dolciaria di cui rappresenta il 18% del valore con una penetrazione nelle famiglie italiane di circa il 90%. Numeri pesanti per il gelato industriale: 243.000 tonnellate all'anno, 1.941 miliardi di € di fatturato.

INGREDIENTI CASEARI CONGELATI

Fermenti lattici

Vantaggio rispetto alle forme liofilizzate:

- attività fermentativa senza latenze = minori tempi di lavorazione;
- processo di congelamento condotto immettendo il brodo colturale di fermenti lattici in gocce all'interno di azoto liquido.

La biomassa assume pertanto la forma di palline congelate, congelate in forma asettica.

Attenzione mirata all'igiene di produzione.

FORMAGGI DESTINATI A RILAVORAZIONE

Formaggi duri destinati alla fabbricazione di formaggi fusi: Possono essere stoccati, dopo congelamento, per diversi mesi a -20°C . Dopo scongelamento vengono macinati e mescolati con formaggi non congelati prima della trasformazione.

Formaggi filati non di particolare pregio organolettico (filoni e pizza cheese)

Cagliate: Prodotte in paesi dove i costi di materia prima e manodopera sono bassi, vengono congelate in blocchi da 25 kg e portate in Italia per essere riutilizzate per fusione o filatura.

Scarse caratteristiche qualitative ma fiorente commercio.

CONCLUSIONI

Se la "catena del freddo", nel lungo iter di vita del surgelato, è osservata scrupolosamente, la surgelazione è il miglior sistema di conservazione, in grado di offrire al consumatore un prodotto paragonabile al fresco.

Senza necessità di aggiungere conservanti.

Come detto tutto ciò ha un riscontro pratico e risponde a delle esigenze commerciali ben precise che hanno un senso per i prodotti facilmente deteriorabili o per i quali è richiesto il mantenimento al meglio delle caratteristiche organolettiche e nutrizionali o le sue proprietà funzionali.

Il latte vaccino è un prodotto disponibile su larga scala e a costi talmente bassi da non giustificare applicazioni tecnologiche costose quali la surgelazione.

Viceversa, prodotti di per sé stabili, in quanto dotati di un'attività dell'acqua bassa, tale da impedire uno sviluppo batterico importante, possono utilizzare delle tecnologie di conservazione meno raffinate e per questo con costi di esercizio molto inferiori, sia per gli impianti e le tecnologie necessarie, sia per le particolari norme a garanzia del prodotto che devono essere garantite.

Per conservare il formaggio il processo di congelamento è generalmente evitato a causa della tendenza ad alterare alcune caratteristiche chimiche e strutturali in seguito alla formazione di cristalli di ghiaccio all'interno della struttura della pasta.

I cambiamenti che avvengono durante il congelamento possono portare, anche nel formaggio a una destabilizzazione di grasso e proteine.

In Italia non esiste un mercato di formaggi surgelati tal quali, come invece esiste in Francia, dove sappiamo esserci innumerevoli produzioni di nicchia a base di latte crudo, prodotti quindi estremamente delicati per la sicurezza al consumo e per i quali la tecnica del freddo diventa un utile strumento di conservazione per aumentare la durabilità dei prodotti e la sicurezza al consumo.

Il congelamento viene considerato un buon sistema per preservare il colore e il valore nutrizionale del formaggio e può essere utile in quei casi in cui la consistenza non sia di particolare importanza per la caratterizzazione del formaggio.

Tuttavia è da più studi confermato che lo stoccaggio congelato non è adatto per formaggi caprini di piccola pezzatura, in quanto porta a una notevole friabilità della pasta, così come accade nel caso della ricotta o del mascarpone congelato, che una volta scongelato perde totalmente la sua caratteristica cremosità e assume una consistenza dura e con la tendenza a "spaccare".

Tutti questi risultati mettono in evidenza come non si possa dire in assoluto che il congelamento e il successivo stoccaggio congelato non sia una pratica adatta al formaggio ma che dipende, essenzialmente, da numerosi fattori, in poche parole, dal tipo di formaggio e dal metodo di congelamento attuato.

Da quanto emerso ogni formaggio fa storia a se stante, pertanto solo con la sperimentazione è possibile definire con quali parametri (temperatura, periodo di stoccaggio, modalità di scongelamento) sia attuabile volendo minimizzare le inevitabili modifiche al prodotto scongelato rispetto al fresco.

Nella Gamma Lattebusche solo alcuni prodotti sono adatti al congelamento: Mozzarella, Formaggi freschissimi, Schiz, Gelato e Sorbetto e Schiz impanato.

Altra cosa se trattiamo di formaggi destinati a rilavorazioni, per i quali gli aspetti da preservare sono essenzialmente di tipo funzionale e legati alle necessità d'uso.

Ad esempio formaggi duri, come il Cheddar e l'Emmental (ma non solo...), destinati alla fabbricazione di formaggi fusi, possono essere stoccati, dopo congelamento, per diversi mesi a -20°C . Il formaggio scongelato viene quindi macinato e mescolato con formaggi non congelati prima della trasformazione.

Questa pratica è abbondantemente attuata anche per le lavorazioni di formaggi filati non di particolare pregio organolettico, come le mozzarelle in filone o cubettate destinate alla ristorazione.

Le cagliate, prodotte magari in paesi nei quali i costi della materia prima latte e della manodopera sono bassi, vengono solitamente congelate in blocchi da 25 Kg, trasportate anche in Italia e riutilizzate per fusione o filatura, consentendo l'ottenimento di prodotti da prezzo ma dalle scarse caratteristiche qualitative, se confrontate con i prodotti freschi. Esiste tuttavia un fiorente commercio di questi prodotti. Per esempio il mercato di mozzarella congelata destinata ai mercati asiatici, in particolare verso il Giappone, paese che negli ultimi anni dimostra di apprezzare molto il prodotto italiano. Va evidenziato inoltre che il consumatore asiatico probabilmente sta cominciando ora a conoscere i prodotti della nostra tradizione e quindi siamo in una fase di adattamento per cui il prodotto, magari non sovrapponibile per qualità al fresco, viene accettato e anche apprezzato. Lo dimostrano i volumi di prodotto trasferito verso quei mercati.

L'industria alimentare italiana si è quindi spinta a soddisfare queste richieste fornendo il prodotto via mare dato che il trasporto aereo porterebbe a costi improponibili e quindi trovando nella tecnica del congelamento un utile strumento per soddisfare queste richieste.

Cagliate, prodotti di bassa qualità o come strumento di regolazione del mercato: questi gli utilizzi maggiori di una tecnologia che poco si attaglia alle caratteristiche del latte e dei suoi derivati.

RIASSUNTO

Il presente studio consiste in un excursus sull'utilizzo delle tecnologie del freddo nel settore lattiero caseario che tiene conto di ciò che effettivamente viene effettuato e di ciò che la letteratura disponibile fornisce per studi ed applicazioni mirate svolte.

Tali applicazioni nascono da necessità reali e per le quali le tecniche utilizzate tengono sempre conto del tipo di prodotto che si va a trattare, della qualità desiderata del prodotto finito e dei costi d'esercizio connessi alle tecniche applicabili ed applicate.

Ecco che l'uso di tecnologie ad alta efficienza di risultato sul prodotto finito come la surgelazione trova un riscontro pratico e risponde ad esigenze commerciali ben pre-

cise che hanno un senso per prodotti facilmente deteriorabili o per i quali è richiesto il mantenimento al meglio delle caratteristiche organolettiche e nutrizionali o le proprietà funzionali richieste dall'industria alimentare di trasformazione.

Viceversa, prodotti di per sé stabili, in quanto dotati di un'attività dell'acqua bassa, tale da impedire uno sviluppo batterico importante (come il burro), o nicchie di prodotti caratterizzate da stagionalità e per le quali non si giustificano ingenti costi di processo (come le produzioni ovi-caprine e bufaline), possono utilizzare delle tecnologie di conservazione meno raffinate e per questo con costi di esercizio molto inferiori, sia per gli impianti e le tecnologie necessarie, sia per le particolari norme a garanzia del prodotto che devono essere garantite. Vengono presi in considerazione latte, burro, cagliate destinate a rilavorazione, formaggi per consumo diretto, gelato e prodotti caseari destinati all'industria alimentare di trasformazione o alla ristorazione come pure ingredienti caseari.

ABSTRACT

Dairy Product Freezing. This study pertains to the use of refrigeration and freezing techniques in the dairy industry. It reports procedures currently being used and also supplies information from available literature for study and specific application.

The procedures have been developed due to a true need, hence the techniques used take into consideration the type of product being treated, the desired quality of the finished product and costs connected to applicable and applied techniques.

In this context, high-efficiency technology, such as freezing, applied to finished products, finds a practical solution responding to specific commercial demands. This is particularly true regarding perishable products or products whose organoleptic and nutritional characteristics or functional properties demanded by the food industry, must maintain an optimum standard.

The contrary is true regarding stable products (such as butter), since they have low water activity resulting in inhibiting the growth of significant bacteria, or delicacies characterized by aging which therefore do not justify expensive processing costs (such as sheep, goat or buffalo by-products). These products can be treated with simpler preservation techniques which are therefore much less costly respecting the equipment and technology required and also the specific norms of product guarantee. Milk, butter, curd ready for processing, ready to eat cheeses, ice-cream and dairy products used in the food-processing industry, are all considered in this study.