

**CONSERVAZIONE
CON LE BASSE
TEMPERATURE**

PROCESSI DI CONSERVAZIONE

BASSE TEMPERATURE

+ Azione microbiostatica

+ Azione microbica

Dipende da:

- tipo di microrganismo
- fase di crescita
- rapporto tempo - temperatura
- natura dell'alimento

REFRIGERAZIONE

-neve/ghiaccio

-frigorifero

Normalmente da $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, in alcuni casi da $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$ (frutta, pesce)

Tabella 13.1. Tempi di conservazione mediante refrigerazione di alcuni alimenti

<i>Alimento</i>	<i>t</i> °C	<i>Cons. industriale</i>	<i>Cons. casalinga</i>
Carne bovina	-1 +1 °C	35-50 gg.	3-7 gg.
Pesce fresco	-3 0 °C	1-15 gg.	1-3 gg.
Pollame	0 +4 °C	2-7 gg.	1-3 gg.
Uova	-1 +4 °C	fino a 6 mesi	15 gg.
Formaggi freschi	4 8 °C	5-20 gg.	3-8 gg.
Frutta fresca	0 4 °C	1-6 settimane	2-4 gg.
Agrumi	0 8 °C	1-4 mesi	1 settimana
Mele o pere	0 8 °C	oltre 3 mesi	1 settimana
Ortaggi non acquosi	0 4 °C	oltre 3 mesi	1 settimana

La conservazione è migliore e più prolungata se l'alimento è nella confezione originale (cons. casalinga) e avvolto con pellicola impermeabile ai gas e all'umidità.

I prodotti refrigerati si suddividono in due categorie:

- + quelli refrigerati durante il trasporto e l'immagazzinaggio, ma venduti a temperatura ambiente (Frutta, verdura)
- + quelli distribuiti, conservati, venduti a temperatura di frigorifero.

– **alimenti** (essenzialmente quelli previsti dall'art. 51 D.P.R. 327/80 e successive modifiche e aggiornamenti):

carni, pollame, conigli	-- 1 °C min	+ 4 °C max
frattaglie e selvaggina	-- 1 °C	+ 3 °C
latte in cisterna crudo o pastorizzato(*)	0 °C	+ 4 °C
prodotti lattiero-caseari	0 °C	+ 4 °C
burro	+ 1 °C	+ 6 °C
prodotti della pesca freschi (da trasportarsi sotto ghiaccio)	0 °C	+ 4 °C

– **vivande:**

precucinati a base di carne e pesce
affettati e salumi freschi
snack, tramezzini, sandwich
prodotti di gastronomia
insalate
creme, budini, pasticceria fresca

le t° variano da - 1 a + 8 °C

* + 8 °C se latte crudo dai centri di raccolta allo stabilimento per il trattamento termico.

REFRIGERAZIONE IN ATMOSTERA CONTROLLATA

Se al trattamento refrigerante si accompagna una modifica qualitativa dell'atmosfera che circonda l'alimento, il tempo di conservazione si prolunga notevolmente e i caratteri organolettici vengono preservati meglio.

Tabella 13.2. Composizione dell'aria atmosferica secca

Azoto	78 %
Ossigeno	21 %
Argo	0,94%
Anidride carbonica	0,03%
Idrogeno	0,01%
Neon, Elio, Krypton, Xenon	tracce

1 litro = g 1,2935

ATMOSFERA CONTROLLATA

Quando la composizione dell'atmosfera impiegata viene mantenuta costante durante tutto il periodo di conservazione.

Ad esempio nelle celle frigorifere a tenuta stagna, in cui le derrate alimentari vengono immagazzinate (mele, pere, agrumi).

Nelle celle si realizza una atmosfera tipo:

$$N_2 = 92-95\% \quad CO_2 = 2-4\% \quad O_2 = 3-4\%$$

La temperatura è di circa 4°C. Il tempo di conservazione è di 7-8 mesi e oltre. I valori dei gas vengono mantenuti costanti attraverso sistemi automatici di controllo (analizzatori, assorbitori e generatori di gas). L'ermeticità dell'ambiente è tale da garantire un ingresso di O₂ inferiore ai fabbisogni respiratori del prodotto.



ATMOSFERA MODIFICATA

Si parla di atmosfera modificata quando la miscela originaria di gas cambia a contatto con l'alimento a causa soprattutto del suo metabolismo.

I contenitori che racchiudono i prodotti sono destinati soprattutto al consumo diretto. Tale tecnica è realizzabile per la creazione e utilizzo di nuovi materiali da imballaggio impermeabili ai gas ed al vapore acqueo.

Le miscele più utilizzate sono:



Quasi sempre subiscono variazioni in seguito alla permeabilità del contenitore e ai fenomeni di assorbimento e/o emissione di gas da parte dell'alimento.



EFFETTI CHIMICI E BIOCHIMICI DEI GAS

CO₂: inibisce la crescita di muffe e batteri ed è particolarmente efficace contro i gram-. Un tasso troppo elevato tuttavia può provocare inconvenienti: alterazione del colore rosso delle carni abbassamento del pH con conseguente inacidimento e disidratazione dei tessuti per indebolimento dei legami acqua-proteine (actina e miosina se raggiungono il punto isoelettrico non trattengono più acqua).

N₂: chimicamente inerte, inibisce l'irrancidimento ossidativo ed enzimatico dei lipidi, previene lo sviluppo di muffe e lieviti, flora aerobia e insetti. Non porta ad abbassamento di pH.

O₂: inibisce la crescita di microrganismi anaerobi, ossigena i pigmenti della carne, ma provoca molti deterioramenti.

La buona riuscita del processo dipende dalla corretta percentuale di gas e dalla scelta del materiale per la confezione.

Tabella 13.4. Relazione tra composizione dell'atmosfera e sviluppo di muffe

<i>Atmosfera</i>	<i>Giorni per formazione di muffe</i>
Aria (21% O ₂ 78% N ₂ 0,3% CO ₂)	3
CO ₂ 99% N ₂ 1%	100
CO ₂ 99% O ₂ 0,2%	100
CO ₂ 100%	100
N ₂ 99% O ₂ 1%	5
N ₂ 99,9% O ₂ 0,1%	100

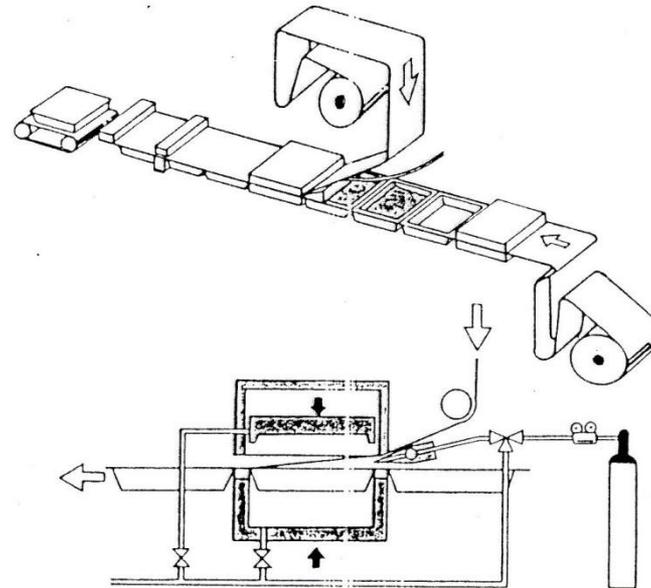


Figura 13.2. Impianto di confezionamento in atmosfera controllata.

MODIFICA DI ATMOSTERA SENZA AGGIUNTA DEI GAS



L'atmosfera all'interno di un contenitore può essere modificata anche riducendo la pressione totale della normale atmosfera.

Si può ad esempio ridurre di 1/10 la normale pressione (da 760 mmHg a 76 mmHg) ottenendo una proporzionale riduzione di tutti i componenti dell'atmosfera

Quando le pressioni vengono ridotte a valori inferiori a 20 mmHg si parla di confezionamento **sottovuoto**, mentre si definisce confezionamento **ipobarico** con valori di pressione superiori a 20 mmHg.

In combinazione con queste tecniche possono venire utilizzati assorbitori di ossigeno, un'applicazione dell'active packaging, anche sottoforma di etichette. Le aree di maggior applicazione sono gli affettati, la pizza, la pasta fresca e precotta.

CONSERVAZIONE IN “CRYOVAC”

Questo sistema prevede la refrigerazione del prodotto racchiuso sottovuoto in una pellicola trasparente e impermeabile.

Azione del freddo + assenza di ossigeno

Si applica a: carni fresche, salumi affettati, prosciutto cotto, cotechini, wüstel, nonché prodotti di origine vegetale.

Il materiale avvolgente, **CLORURO DI POLIVINILIDENE** ($\text{CH}_2=\text{CCl}_2$), è in forma di buste di diametro molto grande; i sacchetti vengono sigillati sottovuoto e immersi per pochi secondi a 90°C : la pellicola, termoretraibile, finisce per aderire perfettamente al prodotto.

Il trattamento con il calore oltre a ridurre la carica microbica, può a volte diventare una vera e propria cottura. Le tecniche usate sono: cook-in strip-off (prodotti con calo cottura, cotti in una confezione non termoretraibile e poi riconfezionati dopo cottura; cook-in ship-in (prodotti senza calo cottura, cotti e venduta nella busta originale).



CONGELAMENTO

Un prodotto si definisce congelato se la temperatura alla quale viene portato provoca la cristallizzazione dell'acqua e solidificazione dell'alimento.

L'acqua è presente negli alimenti sottoforma di acqua libera (congela tra $-0,5/-4$ C) e acqua legata a proteine, zuccheri, amido, cellulosa, (punto di congelamento molto più basso).

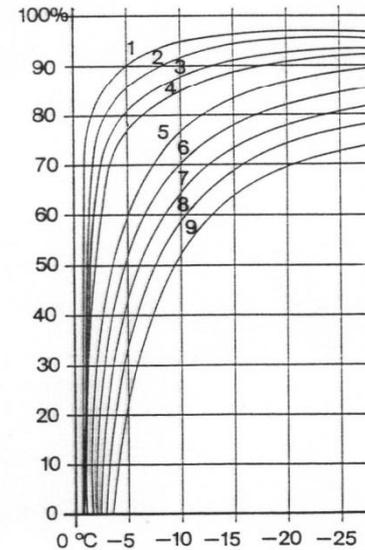
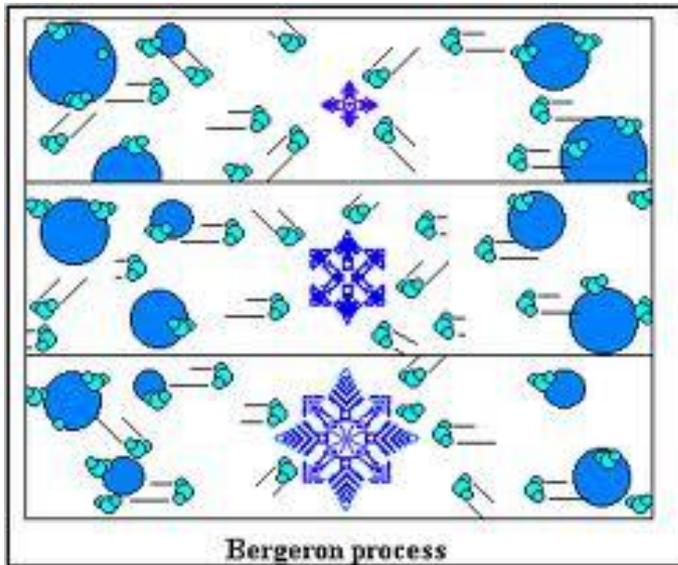
Durante il raffreddamento l'acqua si concentra sempre più e abbassa il suo punto di gelo fino a oltre -40 C: questa parte rimane allo stato liquido consentendo lo sviluppo delle reazioni di degradazione (per quanto molto rallentate).

Alimento congelato: 80-90% di acqua trasformata in ghiaccio e la temperatura è compresa fra -10 e -25 C.

Processo di congelazione

Nucleazione o cristallizzazione: si formano i cristalli di ghiaccio oltrepassato il punto crioscopico (compreso fra 0 e -7 °C) con una minima separazione dell'acqua allo stato solido.

Accrescimento: i cristalli formati diventano sempre più grandi, fino alla totale solidificazione dell'alimento.



1. uova, lattuga;
2. latte, pesce ipotonico;
3. carne, pomodori;
4. cipolle, piselli;
5. fagioli, carote;
6. mele, pere, prugne, patate, pesce isototonico;
7. arance, limoni, uva;
8. ciliege;
9. banane.

Figura 13.3. Percentuale di acqua congelata negli alimenti alle varie temperature. Dal grafico si può osservare che il congelamento di un alimento non è mai totale anche a temperature molto basse. Ad esempio, nella carne (3) a -5 °C troviamo l'80% di acqua congelata, ma anche a -25 °C resta il 7-8% di acqua inorganizzata.

Fasi di congelamento

Congelamento lento: temperature non molto basse, mai inferiori a -20 C e la velocità di penetrazione è ridotta. Si ha così scarsa nucleazione e forte accrescimento.

Si formano pochi cristalli di grandi dimensioni che danneggiano i tessuti: il fenomeno inizia a carico dei liquidi extracellulari, il liquido intracellulare passa all'esterno per osmosi accrescendo i cristalli che distruggono la parete delle cellule danneggiando l'alimento (allo scongelamento perde liquidi e si presenta stopposo e di sapore sgradevole).



Fasi di congelamento

Congelamento rapido: temperature fra -30 e -50 C o più. Prevale la fase di nucleazione a scapito dell'accrescimento, con formazione di molti cristalli di piccole dimensioni che non danneggiano le cellule (allo scongelamento conserva la propria tessitura e i propri liquidi intracellulari ed il proprio valore nutritivo).

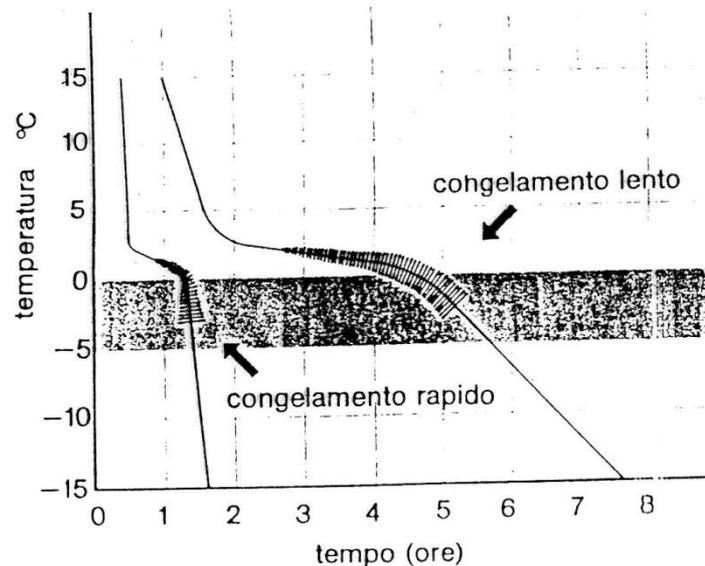
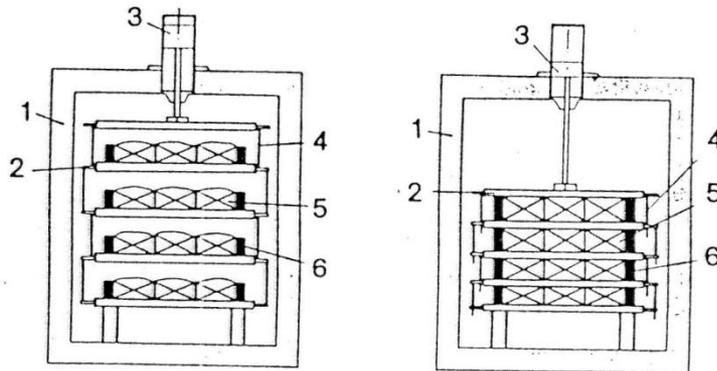


Figura 13.4. Il grafico rappresenta l'abbassamento della temperatura rispetto al tempo nel congelamento rapido ed in quello lento. La fascia tra 0 e -5 °C è quella di massima cristallizzazione, in cui solidifica la maggior parte dell'acqua. Nel congelamento rapido questa fascia viene velocemente superata.

SISTEMI DI CONGELAMENTO RAPIDO O ULTRARAPIDO

Congelamento per contatto con piastre: il prodotto, già confezionato, viene pressato tra due piastre mantenute a -40 , -50 C. Adatto per prodotti di forma regolare (cubetti di spinaci).



- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. cassone esterno; | 4. guide delle piastre; |
| 2. piastre cave; | 5. pacchetti da congelare; |
| 3. cilindro compressore; | 6. distanziatori |

Figura 13.5. Schema di un congelatore a piastre orizzontali

SISTEMI DI CONGELAMENTO RAPIDO O ULTRARAPIDO

Congelamento ad aria forzata: gli alimenti sfusi, senza confezione, vengono sottoposti a un getto di aria a -40 , -50 C dentro gallerie o tunnel (prodotti di varia forma e volume).



SISTEMI DI CONGELAMENTO RAPIDO O ULTRARAPIDO

Congelamento a letto fluido o flo-freezer: nei quali il prodotto si muove, all'interno dell'apparecchio, senza ausilio di organi di trasporto, ma tenuto in sospensione da un getto di aria che circola attraverso la griglia, dal basso verso l'alto.

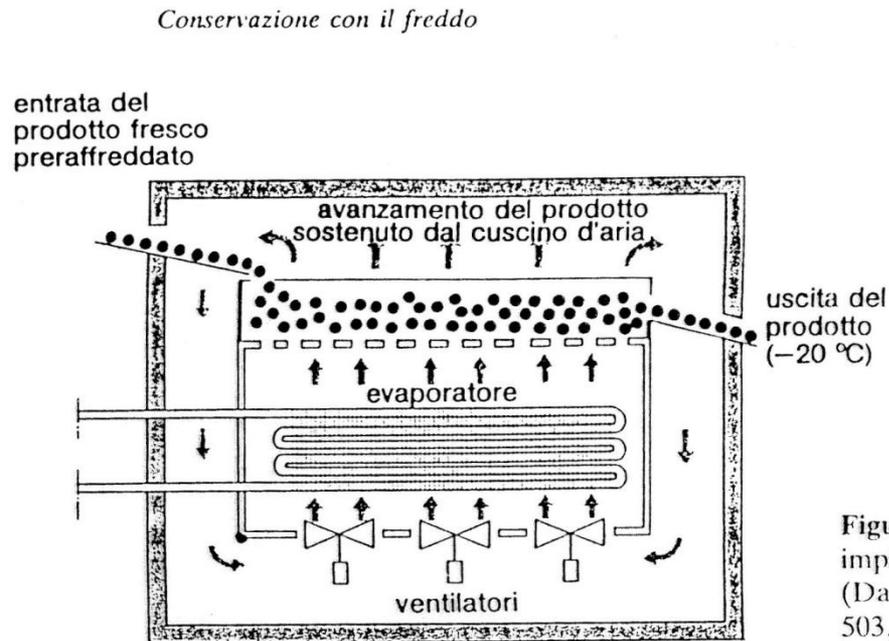


Figura 13.8. Schema di un impianto a flofreezer.
(Da Industrie alimentari, n. 503, giugno 1984)

SISTEMI DI CONGELAMENTO RAPIDO O ULTRARAPIDO

Congelamento ad immersione in liquidi incongelabili: il prodotto, sigillato in confezioni impermeabili, viene immerso in salamoia o soluzioni di glicoli o alcoli (prodotti di forma irregolare, es. pollame).

Congelamento con utilizzazione diretta dell'agente criogeno: l'alimento viene cosparso di N_2 liquido (-196 C) o immerso in una neve di CO_2 (-78 C) (atossici passano allo stato gassoso, sottraendo calore all'alimento).

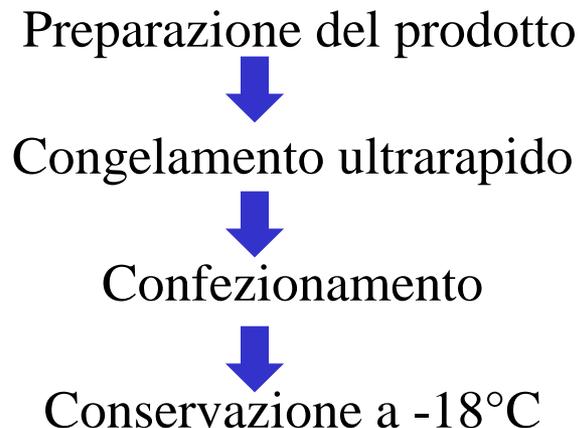


SURGELATI

Secondo la normativa Europea, recepita in Italia con il DL 110/92, per “alimenti surgelati” si intendono i prodotti alimentari:

- 1) Sottoposti ad un processo speciale di congelamento detto surgelazione, che permette di superare rapidamente la zona di massima cristallizzazione e di mantenere la temperatura del prodotto ininterrottamente a valori $\leq -18^{\circ}\text{C}$;
- 2) commercializzati come tali.

Fasi della surgelazione:



SCONGELAMENTO DI SURGELATI E CONGELATI

SCONGELAMENTO DI SURGELATI E CONGELATI

Lo scongelamento rappresenta un'operazione delicata con la quale si deve consentire all'acqua di rientrare a far parte dei sistemi colloidali e delle soluzioni. La riattivazione del prodotto deve essere compiuta in modo da evitare perdite di liquidi interstiziali. In ambito industriale, le derrate vengono scongelate in celle o tunnel riscaldati elettricamente o per mezzo di aria umida compressa; le temperature variano da +2 a +10 °C a seconda del tipo di prodotto. Attualmente, risultano molto utilizzati i sistemi a microonde.

In ambito domestico, lo scongelamento può avvenire in diversi modi: sosta a temperatura ambiente o più prolungatamente in frigo, uso di forni a microonde ecc. È sconsigliato l'impiego di acqua calda e l'esposizione dei prodotti privi di involucro a un getto di acqua fredda. Salvo diverse istruzioni sulle confezioni (obbligatorie per i surgelati), ci si orienta secondo il tipo di prodotto:

- scongelamento completo: pesce intero o in filetti, carne, articoli da forno, frutta e verdura da consumarsi cruda, piatti precucinati;
- scongelamento a metà: ortaggi e frutta da cuocere;
- da cucinare senza scongelare: alcuni ortaggi, prodotti a base di carne o pesce impastati e pronti per friggere.

SCONGELAMENTO DI SURGELATI E CONGELATI

Quando il prodotto viene scongelato, deve essere utilizzato e mai ricongelato perché si otterrebbe una cristallizzazione di tipo lento con macrocristalli e deterioramento del prodotto stesso.

La qualità del surgelato dipende, oltre che dalla genuinità del prodotto di partenza, dal rigoroso mantenimento della catena del freddo.

Intelligent packaging: l'etichetta viene inserita nella fase di packaging e, quando è avvenuto uno scongelamento, manifesta un colore rosso nella zona attiva del centro.



SCHEDA COMPARATIVA

	CONGELATO		SURGELATO
1.	Congelamento ultrarapido, rapido, lento	1.	Congelamento rapido e ultrarapido
2.	Nessun limite di tempo per il congelamento	2.	Congelamento in massimo 4 ore
3.	Temperatura interna $\leq -18^{\circ}\text{C}$, conservazione e trasporto $\leq -10^{\circ}\text{C}$ ($\leq -18^{\circ}\text{C}$ solo per il pesce)	3.	Temperatura sempre $\leq -18^{\circ}\text{C}$
4.	Anche per prodotti sfusi da vendere al taglio	4.	Solo in confezioni originali da aprire al momento del consumo
5.	Prodotti destinati al consumo diretto, ma soprattutto alle industrie di trasformazione	5.	Alimenti destinati al consumo diretto

VALORE NUTRITIVO DI ALIMENTI CONGELATI E SURGELATI

L'abbassamento della temperatura è uno dei trattamenti che meno altera le caratteristiche chimiche degli alimenti, incidendo solo marginalmente sui caratteri fisici e organolettici. E' necessario però considerare alcune norme:

- I prodotti, soprattutto ortaggi e frutta, dopo la raccolta, devono essere immediatamente congelati;
- la scottatura, qualora sia indispensabile, deve avvenire in tempi brevi, possibilmente con vapore o microonde;
- il congelamento deve procedere rapidamente;
- la temperatura di conservazione deve essere costantemente inferiore o uguale a -18°C . Gli sbalzi di temperatura compromettono la qualità del prodotto.

VALORE NUTRITIVO DI ALIMENTI CONGELATI E SURGELATI

- ✚ **Le proteine** subiscono la denaturazione, che non comporta però variazioni del valore nutritivo. Con la denaturazione inoltre si scoprono i legami peptidici, che diventano più facilmente attaccabili e perciò più digeribili;
- ✚ **I grassi** possono facilmente andare incontro a idrolisi o ossidazione, se è a carico di acidi grassi essenziali c'è diminuzione del valore nutritivo;
- ✚ **I glucidi** non presentano variazioni di valore nutritivo;
- ✚ **Sali minerali e vitamine idrosolubili** vengono in parte persi durante la scottatura. Se la temperatura di conservazione è inferiore a -18°C non si riscontrano ulteriori diminuzioni del contenuto vitaminico; se è superiore a -9°C si possono perdere le vitamine facilmente ossidabili.