centroappunti.it
CORSO LUIGI EINAUDI, 55/B - TORINO

Appunti universitari
Tesi di laurea
Cartoleria e cancelleria
Stampa file e fotocopie
Print on demand
Rilegature

NUMERO: **2534A** ANNO: 2022

A P P U N T I

STUDENTE: Liaci Giulia

MATERIA: Processi per l'industria alimentare - Prof. Russo, Prof. Geobaldo

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.
Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTI E NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 3 di 100

ALTERAZIONE DEGLI ALIMENTI

Le **cause del deterioramento** delle sostanze alimentari sono molteplici.
Il deterioramento dei cibi costituisce un problema che l'uomo, da sempre, ha cercato di risolvere. Le prime industrie di conservazione nacquero in Europa nell'Ottocento. Il fenomeno di urbanizzazione ha spinto queste industrie ad evolversi.

Il trasferimento su scala industriale dei metodi tradizionali e innovativi richiedeva la conoscenza scientifica delle cause dell'alterazione degli alimenti.
Pasteur riconobbe nei microrganismi i principali responsabili del deterioramento degli alimenti. Fece l'esperimento degli alambicchi: in un primo alambicco si inseriva del liquido, il quale veniva portato ad ebollizione. Pasteur ripeté la prova per alambicco chiuso e per alambicco aperto. Nel caso del matraccio chiuso non si osservava lo sviluppo di muffe o microrganismi. Questo accadeva perché nel matraccio aperto il liquido veniva contaminato dai microrganismi trasportati dall'aria. Questo esperimento prova che la generazione spontanea dei microrganismi non è un'ipotesi esatta.
Nel Novecento si scoprì che l'attività microbica era mediata da enzimi (proteine con funzione di catalizzatore delle reazioni metaboliche).
Anche reazioni puramente chimiche (non mediate da enzimi) e gli agenti fisici contribuiscono al processo di deterioramento delle sostanze alimentari.

Le cause del deterioramento delle sostanze alimentari possono essere:

- Fisico – chimiche
  Son dovute alla presenza di ossigeno o radiazioni o calore. Oppure possono essere provocate dalla variazione del contenuto di acqua.
- Biologiche (le più importanti)
  Sono dovute ai microrganismi presenti nell'alimento, che lo contaminano e agli enzimi presenti nell'alimento stesso.

CAUSE CHIMICO – FISICHE

<u>OSSIGENO</u>
Può provocare:

- Irrancidimento delle sostanze grasse (ossidativo, chetonico oppure idrolitico)
- Inattivazione delle vitamine
  Le vitamine si ossidano in presenza di ossigeno → cambia la loro forma chimica e la loro funzionalità.
- Perdite di aromi
  Come per le vitamine, l'ossidazione porta alla perdita di aromi. Può essere voluta.
- Imbrunimento di verdure tagliate e succhi vegetali
  Ad esempio: si aggiunge acido citrico all'alimento perché questo reagisce con l'ossigeno.

Son sufficienti quantità molto piccole di ossigeno per provocare alterazioni nell'alimento. L'alimento non diventa problematico dal punto di vista della salute umana, ma ne deteriorano le proprietà che lo rendono appetibile.

<u>RADIAZIONI</u>
La luce o i raggi UV possono provocare irrancidimento oppure inattivazione delle vitamine
La luce e l'ossigeno provocano alterazioni organolettiche (sapore e colore).
I raggi IR provocano un aumento della T, la quale provoca danni agli alimento termolabili.

<u>CALORE</u>
Se non utilizzato come tecnologia di conservazione → il calore dev'essere evitato quando provoca disidratazione e cambiamento delle qualità. Il calore accelera le reazioni biochimiche.

<u>VARIAZIONE DEL CONTENUTO DI ACQUA</u>
Si può avere perdita d'acqua o assorbimento d'acqua.
La disidratazione provoca avvizzimento nei vegetali e può provocare la "scottatura" nel processo di surgelamento.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 3 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 5 di 100

Alterazioni nella composizione chimica
- Idrolisi delle proteine (putrefazione)
- Idrolisi dei grassi (irrancidimento)
- Idrolisi degli zuccheri (fermentazione)
- Ossidazione degli alcoli

⇨ Variazioni organolettiche e di aspetto

Se queste reazioni sono controllate → possono portare ad un miglioramento delle proprietà organolettiche.

2) compromissione della salubrità dell'alimento.
L'alimento diventa veicolo di malattie infettive attraverso la trasmissione di organismi patogeni.
I microrganismi che contaminano l'alimento possono anche portare alla tossinfezione (morte).

Compromissione della salubrità
- Trasmissione di organismi patogeni (Alimento veicolo di malattie infettive)
- Produzione di tossine (Tossinfezioni)

Le tossine sono sostanze o metaboliti prodotti dal microrganismo suddivise in:

- esotossine, ovvero proteine solubili e termolabili (inattivate a 60-80°C) altamente tossiche.
  (Ad esempio tossina del botulino).
- endotossine, ovvero lipopolisaccaridi termostabili poco tossiche.
- micotossine, che sono presenti quando si ha invasione delle muffe.

I prioni patogeni sono dei frammenti proteine che attaccano altre proteine a loro simili alterandole. Nei mammiferi uccidono le cellule cerebrali, si provoca la BSE (encefalopatia spongiforme bovina).

Tutti i microrganismi sono potenziali responsabili delle alterazioni alimentari. I microrganismi si possono distinguere in:

- VIRUS
  I virus sono entità biologiche parassite, la cui natura di organismo vivente o struttura subcellulare è discussa.
  All'esterno delle cellule ospiti sono costituiti da un virione, formato da una capsula proteica (detta capside) contenente acido nucleico. I virus degli Eucarioti possono possedere anche una membrana che avvolge il capside.
  I virioni non possiedono metabolismo: vengono quindi trasportati passivamente finché non trovano una cellula da infettare.

- BATTERI
  Organismi procarioti unicellulari di dimensioni di solito dell'ordine di pochi micrometri.
  Fra loro si distinguono per forma in:
  - Bacilli: a bastoncino
  - Cocchi: a sfera.
  Se si dispongono a coppia si chiamano diplococchi, a catena si chiamano streptococchi, a grappolo si chiamano stafilococchi.
  - Spirilli: a spirale;
  - Vibrioni: a virgola;
  - Spirochete: con più curve.
  Hanno una parete cellulare ma non un nucleo ben definito.
  Si suddividono in Gram+ e Gram- a seconda del diverso comportamento assunto alla colorazione di Gram. Questo fenomeno è legato alla differente struttura e composizione della parete cellulare.
  Alcuni batteri (Bacillus e Clostridium) producono spore che sono forme cellulari quiescenti altamente resistenti a condizioni ambientali estreme e pronte a germinare se trasferite in ambiente favorevole.

  La riproduzione avviene per scissione binaria trasversale.
  Lo sviluppo di una coltura batterica avviene secondo una tipica curva di accrescimento:

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 5 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 7 di 100

	temperature di accrescimento		
	minime °C	ottimali °C	massime °C
microrganismi *psicrofili*	−5/+5	15/20	30/35
microrganismi *mesofili*	10/25	25/40	35/50
microrganismi *termofili*	25/45	45/60	70/90

I batteri patogeni sono in generale mesofili. I batteri saprofiti (organismi che si nutrono di materia organica morta o in decomposizione) si ritrovano in tutte e tre le classi.
Le muffe crescono in un ampio intervallo di T ma hanno come fascia ottimale i 20-30°C.
I lieviti crescono tra 0 e 50°C anche se l'intervallo ottimale è 30-37°C.
In generale si può dire che finché l'acqua permane allo stato liquido, la vita è possibile.
I limiti rilevati fino a oggi sulla Terra sono -48°C e 105°C.
Riferendosi agli alimenti, -5°C può essere ritenuta la T minima di accrescimento microbico acqua trasformata in ghiaccio).

- UMIDITÀ E PRESSIONE OSMOTICA
  La maggior parte dei microrganismi non si sviluppa in sostanze essiccate o che contengano oltre il 65% di soluti. Questo perché all'aumentare dei soluti aumenta la pressione osmotica e i batteri tollerano solo pressioni osmotiche basse.

- pH
  Quasi tutti i batteri hanno un accrescimento ottimale a pH vicini alla neutralità.
  Le muffe crescono in un intervallo di pH 2-9, con valori ottimali attorno a 6.§
  I lieviti si riproducono bene a pH bassi (3-4).

- Ossigeno
  Rispetto all'ossigeno atmosferico, i microrganismi si suddividono in:
  - aerobi obbligati
  - anaerobi obbligati
  - aerobi facoltativi.
  Nei batteri tutte le categorie sono presenti, le muffe sono per lo più aerobie, la maggioranza dei lieviti è aerobia facoltativa.

- RADIAZIONI
  raggi UV, X, α, β, γ e i neutroni sono tutti letali per i microrganismi.
  L'azione microbicida varia secondo il tipo di radiazione, mentre la velocità degli effetti distruttivi dipende dal tipo di microrganismo e dall'intensità della radiazione.

- SOSTANZE CHIMICHE
  Molti composti chimici hanno azione microbicida e microbiostatica:
  - acidi: l'azione inibitrice degli acidi inorganici è dovuta all'abbassamento del pH, quella degli acidi organici alla natura chimica dell'anione;
  - basi: l'effetto inibente è dovuto all'eccesso di ioni OH- e al potere dissolvente nei confronti delle proteine cellulari;
  - metalli pesanti: agiscono legando i gruppi –SH degli enzimi cellulari;
  - antibiotici: possono uccidere i microrganismi a concentrazioni minime (0.01-0.1 ppm) rispetto alle altre sostanze (1-100 ppm) perché possiedono meccanismi di azione peculiari (penicillina interferisce con la sintesi della parete cellulare).

<u>Fonti di contaminazione da cui possono provenire i microrganismi</u>
Fonti endogene, se già presenti nell'alimento → microflora endogena.
Fonti superficiali → microflora superficiale.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 7 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 9 di 100

METODI DI CONSERVAZIONE

Per "alimento conservato" si intende qualsiasi prodotto sottoposto a processi che ne preservano le caratteristiche nutritive e sensoriali, mettendolo al riparo, per un periodo più o meno lungo, da ogni alterazione che ne comprometta la salubrità.
I prodotti conservati si distinguono in:

- conserve: prodotti confezionati in contenitori ermetici che si mantengono a lungo a T ambiente o a basse T (sterilizzati, congelati, liofilizzati, essiccati, concentrati e/o addizionati con sostanze chimiche;
- semiconserve: prodotti stabilizzati per un tempo limitato attraverso trattamenti meno drastici (pastorizzati, refrigerati, conservati in atmosfera controllata o modificata);
- prodotti trasformati: prodotti che, attraverso vari trattamenti (fermentati, prosciugati, stagionati), hanno subito profonde modifiche della struttura originale e dei caratteri organolettici.

Il concetto di alimento conservato può essere esteso anche a molti prodotti abitualmente considerati freschi (carne, pesce, frutta e vegetali, latte, ecc.).

Classificazione dei metodi di conservazione in base al principio chimico, fisico o biologico applicato:

- Metodi fisici tradizionali
  Refrigerazione o congelamento → basse T.
  Pastorizzazione o sterilizzazione → alte T.
  Concentrazione, essiccamento o liofilizzazione → disidratazione.
  Radiazioni ionizzanti o microonde.
  Confezionamento sottovuoto, ipobarico o iperbarico → variazione della pressione totale.
  CAS,MAP,MAS → variazione della pressione parziale.

- Metodi fisici innovativi o emergenti
  Attraverso alte pressioni, ultrsuoni o campi magnetici. Oppure utilizzando correnti alternate (elettricità) o impulsi luminosi.

- Metodi chimici
  Salagione, conservazione sottolio, sottoaceto o con zucchero o alcol → attraverso conservanti naturali.
  Uso di antiossidanti o antimicrobici (conservanti di sintesi).

- Metodi fisico-chimici
  Affumicamento e active packaging.

- Metodi biologici
  Fermentazioni o utilizzo di enzimi (come nell'active packaging.

Classificazione dei metodi di conservazione in base alle cause dell'alterazione degli alimenti:

- Metodi contro i microrganismi:
  - microbiostatici
  (pastorizzazione, refrigerazione, essiccamento, concentrazione, aggiunta di sale o zucchero, atmosfera modificata);
  - microbicidi
  (sterilizzazione, congelamento, radio-sterilizzazione, additivi antimicrobici, i metodi innovativi o emergenti).

- Metodi rivolti a bloccare le attività enzimatiche:
  tutte le tecniche rivolte contro i microrganismi inibiscono anche l'attività enzimatica. Gli enzimi si denaturano alle alte T. Le basse T e la disidratazione producono un arresto provvisorio.

- Metodi rivolti a impedire le alterazioni di origine chimico-fisica:
  - i contenitori e il confezionamento rivestono un ruolo fondamentale (sottovuoto, atmosfera modificata, materiali

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 9 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 11 di 100

polisaccaride che contiene la sostanza antimicrobica. In caso di contaminazione i microorganismi secernono degli enzimi che idrolizzano la confezione (confezione mangiata dai microrganismi). La degradazione del film plastico rilascia la sostanza antimicrobica.
Si ha un controllo nel tempo più efficace.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 11 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 13 di 100

I valori di D differiscono per le differenti specie microbiche ed i valori più elevati di D indicano una maggiore resistenza al calore.

Considerazioni che derivano dalla curva logaritmica di morte:

- Più alto è il numero iniziale di microrganismi → maggiore è il tempo per raggiungere un certo valore di N.
- Teoricamente è possibile distruggere tutte le cellule solo con un trattamento termico con t infinito.
- Il concetto di sterilità commerciale richiede il compromesso di riduzione dei microrganismi ad una quantità prefissata.

Correlando i valori di D a differenti T, si può costruire la curva del tempo di morte termica (TDT):

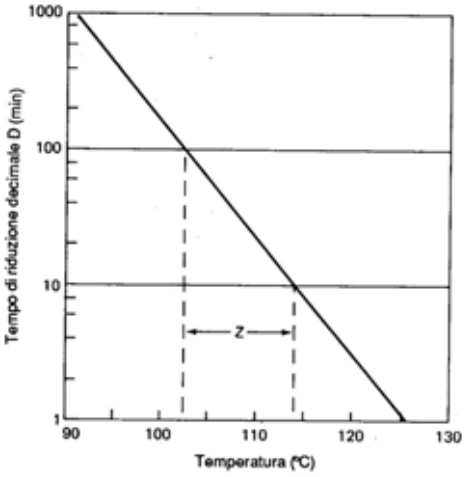


Fig. 29 - Curva del tempo di morte termica

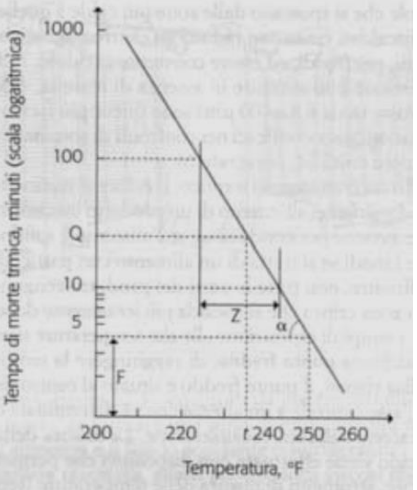


Figura 12.1
Tempo di morte termica (TDT) in minuti (scala logaritmica), in funzione della temperatura. Le temperature sono in gradi Fahrenheit. 250 °F = 121,1 °C. Si evidenzia bene il fattore Z e il fattore F. Z corrisponde a circa 10 °C (18 °F). L'inclinazione della retta può essere più o meno marcata a seconda della maggiore o minore resistenza dei microrganismi.

Disegnando questa curva si può definire il parametro Z, ovvero i gradi necessari per diminuire il TDT di un fattore 10. Il tempo di riscaldamento ad una data T, necessario per raggiungere un certo grado di sterilizzazione, è il valore di F in genere riferito a 121°C (250°F).Conoscendo TDT, Z e F, si può stabilire per ogni tipo di microrganismo la durata e l'intensità del trattamento utile alla sua distruzione.
Tenendo presente che uno stesso aumento di T accelera molto di più la velocità di distruzione dei microrganismi che non quella delle reazioni chimiche che danneggiano i costituenti nutrizionali (10:2), allora si spiega la tendenza della moderna industria conserviera a realizzare trattamenti sempre più brevi a T maggiori.

TRASMISSIONE CALORE
Affinché il trattamento con il calore sia efficace, vanno tenuti presenti altri fattori quali:

- la conducibilità termica degli alimenti (in genere bassa) e del loro eventuale contenitore (alta, specie se di metallo).
- la velocità di penetrazione del calore dipende dalla natura fisica del prodotto e dal suo punto freddo, così come dal tipo, forma e dimensione del contenitore.

Il calore può essere trasmesso con tre diverse modalità:

- Conduzione: il trasferimento di calore avviene per contatto tra superfici solide o all'interno di un solido, passando dal più caldo al più freddo (movimenti oscillatori delle molecole che si trasmettono).
- Convezione: trasferimento di calore all'interno di un fluido per effetto dei moti delle molecole che si spostano dalle zone più calde a quelle più fredde.
- Irraggiamento: radiazioni elettromagnetiche emesse da corpi caldi possono essere assorbite e convertite in calore da corpi freddi (anche attraverso il vuoto). Radiazioni IR sono quelle più facilmente assorbite. Le microonde per sostanze contenenti acqua.

In un trattamento termico, il calore si trasmette sovente con più modalità, di cui una predominante. Non tutte le parti del prodotto vengono riscaldate contemporaneamente, la zona critica che si riscalda più lentamente si definisce "punto freddo". Nei solidi è situato al centro del contenitore, nei liquidi si trova sull'asse centrale.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 13 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 15 di 100

PASTORIZZAZIONE

Si definisce come il trattamento termico atto a distruggere le forme patogene, e la maggior parte di quelle vegetative, dei microrganismi presenti nell'alimento e a disattivare gli enzimi.
Il procedimento deriva il suo nome dal biologo francese Louis Pasteur, che effettuò la prima prova di pastorizzazione assieme a Claude Bernard il 20 aprile 1862 osservando che il vino sottoposto a 60°C per alcuni minuti poteva essere conservato a lungo. Le T raggiunte durante la pastorizzazione non sono sufficienti a devitalizzare microrganismi termofili e spore. Per questo motivo la pastorizzazione è abbinata ad altri sistemi di conservazione quali la refrigerazione, sostanze chimiche aggiunte, confezionamento sottovuoto o in atmosfera modificata. La durata del trattamento varia a seconda della natura dell'alimento e del suo grado di contaminazione. Si possono effettuare trattamenti veloci a T alte (<100°C) o più lunghi a T più basse. In genere la pastorizzazione è seguita da un rapido raffreddamento del prodotto.

Tipi di pastorizzazione:
- bassa
  T basse, 60-65 °C e dura 30 min.
- alta
  T alte 75-85 °C e dura 2 o 3 minuti.
- rapida o HTST
  T alte 75-85 °C e dura 15-20 secondi.

Il grado di trattamento termico dipende dal D del microrganismo/enzima più resistente (Es. la pastorizzazione del latte è basata su un D60 e una riduzione di 12 ordini di grandezza nel numero di C. burnetii). Siccome anche aromi, colore e vitamine hanno valori di D, le condizioni di pastorizzazione possono essere ottimizzate in funzione della qualità nutrizionale o organolettica.
Ad esempio, nel trattamento del latte il processo a T più bassa per un tempo maggiore causa una perdita maggiore di vitamine rispetto al processo HTST.

Obiettivi della pastorizzazione:
La diversità di condizioni del trattamento termico e la conservabilità dipendono molto dal pH dell'alimento.
Negli alimenti poco acidi (pH>4.5) lo scopo principale dell'operazione è la distruzione dei batteri patogeni.
Negli alimenti più acidi (pH<4.5) lo scopo principale dell'operazione è la distruzione dei microrganismi che provocano le alterazioni o l'inattivazione degli enzimi.

Tabella 35 - Obiettivi della pastorizzazione in diversi alimenti

Alimenti	Obiettivo principale	Obiettivo secondario	Condizioni operative minime
pH < 4,5 Succhi di frutta	Inattivazione degli enzimi (pectinesterasi e poligalatturonasi)	Distruzione dei microrganismi (lieviti, muffe)	65°C per 30 min 77°C per 1 min 88°C per 15 sec
Birra	Distruzione dei microrganismi (lieviti, lattobacilli) e lieviti residui (*Saccharomyces*)	—	65°-68°C per 20 min (in bottiglia) 72°-75°C per 1-4 min a 900-1000 KPa
pH > 4,5 Latte	Distruzione dei patogeni: *Brucella abortus*, *Mycobacterium tuberculosis*	Distruzione di microrganismi inquinanti ed enzimi	63° per 30 min 71,5°C per 15 sec
Uova	Distruzione dei patogeni *Salmonella seftenberg*	Distruzione di microrganismi inquinanti	64,4°C per 2,5 min 60°C per 3,5 min
Gelati	Distruzione dei patogeni	Distruzione di microrganismi inquinanti	65°C per 30 min 71°C per 10 min 80°C per 15 sec

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 15 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 17 di 100

2. pretrattamento
   Prima di venire inscatolati, gli alimenti subiscono un pretrattamento termico che può essere una precottura, scottatura o una concentrazione (troppo acquosi):
   - la precottura viene compiuta per quegli alimenti per i quali la sola sterilizzazione non sarebbe sufficiente a cuocerli (carne e legumi).
   - la scottatura o blanching si effettua sui vegetali allo scopo di:
   ridurre la contaminazione microbica e inattivare gli enzimi (imbrunimenti);
   intenerire i tessuti e facilitare il riempimento delle scatole;
   allontanare l'aria contenuta nell'alimento;
   smorzare odori e sapori troppo forti e fissare il colore.

3. confezionamento
   All'interno del contenitore si deve creare una depressione o vuoto parziale. A tal fine si colmano automaticamente i recipienti a freddo, si riscaldano, non completamente chiusi, a 60-75°C per 10-15 min. Quindi i recipienti passano in una macchina aggraffatrice che li sigilla. Si crea così una depressione che oscilla tra 450 e 600 mmHg.

4. trattamento termico
   Tale trattamento rappresenta la fase cruciale del processo di appertizzazione con le condizioni di sterilizzazione che in generale dipendono dalle seguenti condizioni:
   - per alimenti con pH<4.5 (pelati, passato, concentrato e frutta) la T oscilla tra 90 e 100°C e il tempo varia a seconda del tipo di impianto e delle dimensioni delle scatole.
   - per alimenti con pH>4.5 (ortaggi, carne, pesce, ecc) si impiegano T dai 100 ai 120°C per tempi variabili (per carne e pesce oltre un'ora).
   Gli impianti di sterilizzazione possono essere:
   DISCONTINUI, richiedenti operazioni di carico e scarico manuali o automatiche:
   - bagni aperti: grandi recipienti (piccole industrie) in cui gli inscatolati vengono riscaldati completamente immersi;
   - autoclavi: camere a doppia parete orizzontali o verticali riempibili con vapore saturo e con dispositivi che permettono la rotazione delle scatole.

   CONTINUI(la più diffusa nelle industrie alimentari):
   autoclavi a doppio portello con i recipienti da sterilizzare trasportati da dispositivi automatici. Regolando la velocità e la lunghezza del percorso si può agire sul tempo di permanenza. Conclusa questa fase le scatole sono raffreddate meglio all'interno per evitare deformazioni (sbalzo P).

   Bombaggio (fondo non convesso) può essere provocato da:
   - cause biologiche (clostridi producono gas), cattiva sterilizzazione o chiusura non ermetica.
   - cause chimico-fisiche (acidi che reagendo col metallo producono idrogeno o presenza di aria al momento della chiusura.

5. stoccaggio
   Le scatole, fredde, passano al reparto etichettatura e imballaggio. Per alcune conserve (pesce sottolio) è necessario un periodo di maturazione prima del consumo (olio e sale devono penetrare e distribuirsi uniformemente nei tessuti). Gli alimenti così conservati si mantengono a lungo: da un minimo di due ad un massimo di cinque anni.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 17 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 19 di 100

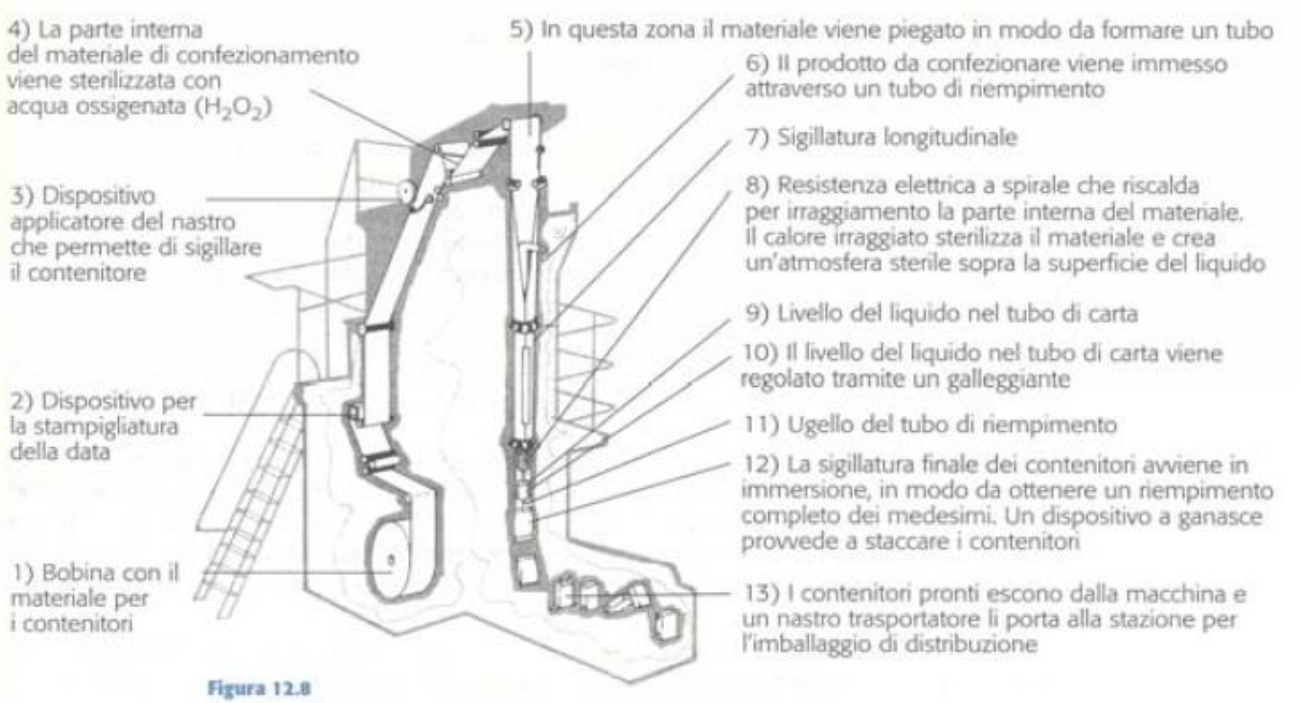


Figura 12.8

Schema di confezionamento asettico con il sistema della bobina (Tetrapak).
(Da Regione Lombardia, *Gli alimenti conservati*)

SCHEDA 12.1 **SCHEDA COMPARATIVA**

Appertizzazione	Tecnologia asettica
Riempimento e chiusura dei contenitori in ambiente non sterile.	Sterilizzazione dell'alimento e del contenitore separatamente.
Sterilizzazione termica del recipiente con l'alimento.	Riempimento e chiusura in ambiente sterile.
Riscaldamento lento (100-120 °C): lunghi tempi di trasmissione del calore attraverso il contenitore e l'alimento.	Riscaldamento molto rapido (140-150 °C)
Consumo energetico notevole.	Minore consumo energetico.
Perdite notevoli di vitamine, aa essenziali, variazione dei caratteri organolettici (sapore di cotto); imbrunimento chimico.	Perdite di principi nutritivi ridotte al minimo, caratteri organolettici simili al prodotto fresco.
Contenitori robusti e pesanti, di capacità limitata.	Contenitori leggeri, flessibili, economici, praticamente senza limiti di capacità.
Elevati costi di trasporto e distribuzione.	Costi di trasporto e distribuzione più contenuti.
Tecnica che non pone problemi particolari di progettazione e conduzione degli impianti.	Tecnica delicata che richiede impianti accuratamente progettati e realizzati, perfetta manutenzione e personale tecnico specializzato.
Possibilità di trattamento di alimenti liquidi, con particelle solide, pastosi e solidi.	Difficoltà di trattamento di alimenti pastosi e solidi.
Lunga durata di conservazione a temperatura ambiente (uno o più anni).	Durata di conservazione più limitata (3 o più mesi).

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 19 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 21 di 100

LEZIONE 3 – CONSERVAZIONE CON IL FREDDO

Azione delle basse temperature su microrganismi ed enzimi

Enzimi:
Le basse T rallentano la velocità delle reazioni degradative (enzimatiche e chimiche). Il freddo decrementa, fino ad arrestare, l'attività enzimatica ma non disattiva gli enzimi che riacquistano le loro proprietà catalitiche.

Microrganismi:

- azione microbiostatica: il metabolismo rallenta a causa dell'inibizione enzimatica. A -18°C lo sviluppo microbico può essere considerato nullo.
- azione microbicida: durante gli stadi iniziali del processo di congelamento muoiono un certo numero di microbi. Le tossine microbiche restano inalterate. L'azione microbicida è dovuta ad alterazione irreversibile delle proteine citoplasmatiche e a lesioni meccaniche da parte dei cristalli di ghiaccio.

Con il congelamento si ha anche la disidratazione (acqua che diventa ghiaccio).
Per conservare efficacemente con il freddo, le T devono essere mantenute sotto la t.m.a. (temperatura minima di accrescimento) dei singoli microrganismi.
Per i patogeni, le t.m.a. sono sempre al di sopra di 0°C. Batteri, lieviti o muffe psicrofili possono svilupparsi anche a -10°C.

Il freddo, dunque, ha un effetto prevalentemente microbiostatico, non ha azione risanante né tantomeno sterilizzante; di conseguenza, gli alimenti da conservare col freddo dovranno presentarsi ineccepibili dal punto di vista igienico.

I prodotti conservati con le basse temperature si suddividono in:

- refrigerati
- congelati (surgelati).

REFRIGERAZIONE
La prima applicazione del freddo alla conservazione degli alimenti sono stati la neve e il ghiaccio. Ma le applicazioni su larga scala del freddo come metodo di conservazione alimentare si sono avute solo dopo l'invenzione delle macchine frigorifere.
I frigoriferi a compressione (1875) sono essenzialmente costituiti da un compressore che liquefa un gas (NH_3, CO_2, SO_2, CH_3Cl e nuovi fluidi frigorigeni) che si fa poi espandere nella zona in cui deve sottrarre calore.
Le T di refrigerazione variano da -3°C a +8°C e comunque nei prodotti refrigerati l'acqua deve rimanere allo stato liquido. La scelta delle T dipende dal tipo di alimento e dal tempo di conservazione richiesto.

Il DLgs 155/97 prevede che gli alimenti che devono essere conservati o serviti a bassa T debbano essere raffreddati il più rapidamente possibile al termine dell'ultimo trattamento termico o fase di preparazione.
I batteri, infatti, proliferano vertiginosamente tra i 70 e 3°C. Quindi si usano degli abbattitori di T che possono essere discontinui (armadio) o continui (tunnel) tramite ventilazione forzata o getti di acqua fredda.

Durante la refrigerazione, specie per i prodotti privi di involucro protettivo (frutta, verdura, carne, pesce), occorre mantenere nell'ambiente un'adeguata ventilazione e umidità relativa (UR o RH=Relative Humidity).
Valori troppo bassi di UR provocano eccessiva evaporazione , mentre valori troppo alti favoriscono lo sviluppo di muffe. In genere deve variare dall'80 al 95% a seconda del prodotto.
La conservazione di frutta e verdura refrigerata può essere prolungata con gli ozonizzatori all'interno delle celle frigorifere. La presenza di ozono mantiene la qualità ottimale dei prodotti e un ambiente libero da patogeni.
O_3 agisce rallentando la maturazione dei frutti, tramite la rottura delle molecole di etilene (ozonolisi – si forma ossido di etilene), ed esercitando un effetto microbiostatico e microbicida su muffe e batteri.
Il meccanismo d'azione dell'etilene è ancora poco indagato. Si presume che l'etilene agisca su specifici recettori durante la maturazione attivando la produzione di enzimi che ammorbidiscono le pareti cellulari.

Classificazioni prodotti refrigerati
I prodotti refrigerati si suddividono in due categorie:

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 21 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 23 di 100

inibizione dei microrganismi aerobi e rallentamento delle reazioni di ossidazione. Gli effetti indesiderati (effetto degassante) con perdita di umidità e aromi volatili si limita con l'ermeticità dell'involucro e con il minimo spazio di testa.

La buona riuscita del processo dipende dalla corretta percentuale dei gas e dal materiale usato per la confezione (laminati plastici mono o pluristratificati). L'immissione del gas nel pacchetto deve avvenire contemporaneamente all'inserimento del prodotto. I gas di imballaggio sono normati come additivi alimentari (DM 209/96).
I materiali della confezione devono essere compatibili con i gas impiegati e sull'involucro deve figurare l'indicazione "prodotto confezionato in atmosfera protettiva/modificata).

Effetti chimici e biochimici dei gas da imballaggio:

Tabella 13.4 Effetti chimici e biochimici dei gas di imballaggio

PRINCIPALI EFFETTI DELLA CO_2 A CONTATTO CON GLI ALIMENTI
inibisce la respirazione dei vegetali
acidifica i liquidi tissutali
può denaturare alcune proteine
inibisce gli ormoni vegetali della crescita
inibisce l'idrolisi delle pectine (evitando la fluidificazione)
rallenta la maturazione dei vegetali
riduce i danni da freddo dei tessuti vegetali
PRINCIPALI EFFETTI DELL' O_2 A CONTATTO CON GLI ALIMENTI
ossigena la mioglobina (pigmento rosso della carne fresca) migliorando il colore
attiva le ossidazioni enzimatiche e chimiche
attiva la degradazione del β-carotene
è il substrato della respirazione di cellule vegetali e microbiche
PRINCIPALI EFFETTI DELL' N_2 A CONTATTO CON GLI ALIMENTI
inibisce alcune proteasi (enzimi che frammentano le proteine)
inibisce alcune lipasi (enzimi che causano l'irrancidimento)
inibisce alcune decarbossilasi (enzimi respiratori)
preserva la nitrosomioglobina (pigmento rosa delle conserve di carne)
PRINCIPALI EFFETTI DELL'ARGON A CONTATTO CON GLI ALIMENTI
è più solubile dell'azoto
si ipotizza una sua competizione con l'ossigeno a livello chimico ed enzimatico, in quanto ha solubilità e dimensione molecolare simile

CONSERVAZIONE IN CRYOVAC
Questo sistema prevede un trattamento termico di un prodotto sottovuoto e poi refrigerato. Il materiale delle buste è cloruro di polivinilidene (CH2=CCl2). I sacchetti vengono sigillati sotto vuoto, poi si immerge per pochi secondi in acqua a 90°C. La pellicola termoretraibile aderisce perfettamente all'alimento. Il trattamento termico riduce la carica microbica e può diventare una vera e propria cottura (mortadelle, cotechini, zamponi, stinchi). La cottura sottovuoto è un sistema innovativo di cottura utilizzato soprattutto nella ristorazione collettiva.
Condizione indispensabile per la buona riuscita di queste tecniche è la scrupolosa osservanza di norme igieniche rigorose nelle fasi di preparazione e confezionamento.

CONGELAMENTO
Il congelamento consiste nel sottoporre l'alimento a T bassissime con conseguente cristallizzazione dell'acqua e solidificazione del prodotto. Il punto crioscopico (punto di gelo) di un alimento è sempre inferiore a quello dell'acqua pura (0°C) in seguito all'abbassamento crioscopico dovuto alla presenza di soluti.
Nei sistemi biologici l'acqua si trova sotto due forme:

- acqua libera, che è normalmente allo stato liquido e che congela a T dipendenti dalla quantità di soluti disciolti

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 23 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 25 di 100

- sottoraffreddamento (per evitare aumenti di T nel trasferimento ai locali di stoccaggio).

Per ottenere il congelamento si usano apparecchiature diverse che si basano su differenti principi di trasmissione del freddo e a seconda del tipo di alimento.

I principali sistemi di congelazione rapida e ultrarapida sono:

1) congelamento per contatto a piastre
   è il primo metodo sviluppato. Il prodotto, già confezionato, viene posto tra due piastre di metallo cave nel cui interno circola un fluido a -40, -50°C. Le piastre vengono pressate sul prodotto (efficace trasmissione del freddo) ed è adatto per prodotti di forma regolare (pacchetti), con ampia superficie di appoggio e spessore ridotto.

2) congelamento ad aria forzata
   adatto per prodotti di varie forme e volumi. Tempi molto brevi per gli IQF (ortofrutticoli, molluschi, crostacei) che vengono investiti da un getto d'aria (-50°C) a circolazione forzata. Si ha un nastro trasportatore o dei carrelli mobili, dentro gallerie o tunnel, in acciaio inox con percorso lineare o spiroidale (fino a 400 m).
   Un sistema molto diffuso è quello a letto fluido o flo-freezer. Il prodotto viene tenuto in sospensione da un getto d'aria che circola attraverso una griglia, dal basso verso l'alto. I prodotti da congelare devono essere non confezionati e di piccole dimensioni (IQF). Con questo sistema si congelano, in tempi brevissimi, piselli, fagiolini, carote a cubetti, patate a bastoncini, frutti a bacche, con minima disidratazione del prodotto ed elevata capacità di produzione.

3) congelamento per immersione in liquidi incongelabili
   metodo che risulta particolarmente adatto per prodotti di forma irregolare, che prima del trattamento vengono sigillati in confezioni impermeabili. I liquidi incongelabili sono in genere salamoie o soluzioni a base di glicoli o alcoli. Si tratta di un sistema rapido, ma non ultrarapido.

4) congelamento con utilizzo diretto dell'agente criogeno
   una delle tecniche più attuali. Si effettua per immersione o aspersione. I frigorigeni più usati sono N_2(-196°C) e CO_2 (sublima a -80°C) liquidi in quanto non corrosivi, non tossici e di basso costo. Si ha il vantaggio di un congelamento rapidissimo e in assenza di O_2. Si possono avere impianti discontinui (celle o armadi) o impianti continui (tunnel). In questo caso il processo risulta molto rapido (10-20 min) e di semplice esecuzione. Un metodo attuale per prodotti IQF è quello che utilizza il tunnel rotativo (rotary freezer): il prodotto viene inserito in un tamburo rotante in cui viene immesso azoto liquido nebulizzato. All'interno del tamburo si raggiungono -80°C. Ha il vantaggio di poter aggiungere ingredienti o miscelare più prodotti direttamente nell'impianto durante il processo.

SURGELAZIONE

Secondo la normativa europea per "alimenti surgelati" si intendono i prodotti alimentari:

- sottoposti a un processo speciale di congelamento, detto surgelazione, che permette di superare rapidamente la zona di massima cristallizzazione e di mantenere la T del prodotto ininterrottamente a $\leq$ -18°C
- commercializzati come tali.

Le differenze nei confronti della congelazione riguardano:

- la velocità di congelamento (rapida o ultrarapida per i congelati, solo ultrarapida per i surgelati)
- la temperatura dell'alimento (-10°C per i congelati, minore o uguale a -18°C per i surgelati)
- il confezionamento (il prodotto congelato può non mantenere la confezione originaria ed essere venduto al taglio; quello surgelato deve mantenere la confezione originaria fino alla vendita).

Le principali fasi della surgelazione sono:

- Preparazione del prodotto
  I surgelati vengono lavati, sbucciati, ridotti in piccoli pezzi, eventualmente precucinati. Gli ortaggi vengono sottoposti ad una brevissima scottatura (inattivazione enzimi). È consentito l'uso di additivi, escluso i conservanti.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 25 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 27 di 100

LEZIONE 4 – CONSERVAZIONE PER DISIDRATAZIONE

Azione della disidratazione su microrganismi ed enzimi

L'eliminazione, anche parziale, dell'umidità, crea un ambiente ostile allo sviluppo microbico e alle attività enzimatiche e costituisce, quindi, un mezzo per la conservazione dei prodotti alimentari. Solo l'acqua libera (effettivamente disponibile) è utilizzabile dai microrganismi. La disponibilità di acqua nel mezzo viene espressa attraverso il parametro a_w (attività dell'acqua – activity water): $a_w = P^0/P$. Dove P^0 = tensione di vapore della soluzione (alimenti); P = tensione di vapore dell'acqua pura.
P^0 diminuisce all'aumentare della concentrazione dei soluti, così come a_w.
L'abbassamento di a_w in un alimento si può ottenere per allontanamento dell'acqua o per aggiunta di soluti.
La disidratazione delle cellule microbiche comporta un'azione microbiostatica e in parte microbicida a seconda del tipo di microrganismo e di quanto è spinto l'essiccamento.
Per ogni tipo di microrganismo esiste un valore minimo di a_w oltre il quale l'accrescimento e la riproduzione cessano.

In base ai valori di a_w, gli alimenti possono essere classificati in:

- High Moisture Foods (HMF) o elementi a elevata umidità (aw =1-0.9)
- Intermediate Moisture Foods (IMF) o elementi a umidità intermedia (aw =0.9-0.6)
- Low Moisture Foods (LMF) o elementi a bassa umidità (aw =0.6-0).

Negli alimenti LMF, i microrganismi sono completamente inibiti dai bassi valori di aw e i prodotti risultano stabili.
Negli IMF e HMF, l'attività dell'acqua ne influenza la durata e non è sufficiente la sola disidratazione a conservare il prodotto. Prodotti IMF (insaccati, confetture, biscotti, ecc) hanno comunque tempi lunghi di conservabilità in quanto si tende a ridurre aw aggiungendo ingredienti o additivi con proprietà leganti (saccarosio, NaCl, glicerolo, sorbitolo, gelatina, ecc) e spesso si rende indispensabile anche l'aggiunta di antimicrobici e antiossidanti.
La durata degli IMF dipende anche dal confezionamento: l'imballaggio deve ridurre gli scambi gassosi con l'esterno in modo che l'alimento non assorba acqua.

Concentrazione degli alimenti liquidi

Le finalità della concentrazione possono essere quella appena vista, per favorire la conservazione dell'alimento, o per ridurre il volume e il peso dei prodotti alimentari, rendendo il trasporto e lo stoccaggio più agevoli ed economici.
La concentrazione di un prodotto alimentare si può ottenere con diverse tecnologie, basate su principi fisici differenti. Ogni processo è idoneo per un certo tipo di alimento.

Le principali tecniche di concentrazione sono:

- concentrazione per evaporazione
- crioconcentrazione
- concentrazione tramite processi a membrana

CONCENTRAZIONE PER EVAPORAZIONE

è il sistema più tradizionale e più diffuso a livello industriale, molto usato anche a livello domestico o per cibi stagionati, formaggi, insaccati. Si può fornire calore (anche esposizione al sole) o lasciar evaporare in ambiente ventilato.
L'evaporazione è più o meno rapida a seconda:

- della tensione di vapore presente nell'ambiente (umidità relativa)
- della pressione atmosferica
- della temperatura

L'evaporazione rallenta all'aumentare di P e umidità relativa, mentre accelera viceversa e all'aumentare di T.
I processi classici di evaporazione possono essere:

- diretti:
  calore trasmesso attraverso la superficie libera del liquido, per irradiazione, come nei metodi naturali (sole).
  Industrialmente, in alcuni processi sottovuoto il riscaldamento viene effettuato a mezzo di resistenze elettriche.
- indiretti:
  sono i più diffusi, calore trasmesso attraverso scambiatori di calore.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 27 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 29 di 100

denominata “osmosi diretta”. Immersione dei prodotti in soluzioni ipertoniche (sciroppi zuccherini o NaCl nel caso degli ortaggi), la membrana separatrice è quella delle cellule. In realtà è più che una semplice concentrazione. Acqua e altre sostanze escono mentre lo zucchero penetra modificandone aroma, sapore, consistenza e conservabilità. L’osmosi diretta si applica soprattutto come trattamento preliminare prima dell’essiccamento, liofilizzazione o surgelazione della frutta. Poiche l’osmosi diretta a T ambiente richiede tempi troppo lunghi, sono stati proposti trattamenti ad alta T (65-85°C) per tempi brevi (1-20 min), così da combinare l’azione disidratante con la pastorizzazione.

Osmosi inversa

Si applica una P > pressione osmotica dalla parte della soluzione più concentrata (alimento) con conseguente inversione del flusso del solvente che fuoriesce dalla soluzione. Si utilizzano membrane omogenee permeabili solo all’acqua (perdite trascurabili microelementi). Si impiegano P tra 30 e 60 bar. Tecnica sviluppata per la potabilizzazione di acque salmastre ora è estesa alla concentrazione degli alimentari (vantaggio della T ambiente).
Le principali applicazioni consistono in:

- concentrazione di estratti di tè e caffè prima della liofilizzazione
- concentrazione del latte e dei succhi di frutta
- concentrazione del pomodoro per salse destinate al consumo diretto o alle industrie per la produzione di doppio o triplo concentrato
- concentrazione del mosto d’uva (dopo un eventuale pretrattamento dello stesso con Ultra Filtrazione)

Microfiltrazione

Impianti semplici, filtro (membrana), pompe di alimentazione, dispositivi controllo P e T.
La microfiltrazione permette di separare le sospensioni, batteri, colloidi e macrocristalli. Membrane porose simmetriche tubolari (flusso tangenziale per evitare formazione di depositi sulla superficie).

Ultrafiltrazione

Nel filtrato rimangono disciolti i soluti a basso peso molecolare (Sali, zuccheri, ecc). Le membrane utilizzate sono di tipo asimmetrico e anche in questo caso il flusso è tangenziale.
Le applicazioni dell’UF sono molteplici:

- trattamento del latte per produzione di yogurt, creme e dessert
- trattamento del latte prima della caseificazione (per standardizzare il prodotto)
- trattamento del siero di latte per recupero delle proteine ed eliminazione del problema degli scarichi inquinanti
- estrazione delle proteine dal latte di soia, dall’uovo intero e dall’albume, dal sangue
- purificazione di enzimi, vitamine e ormoni
- chiarificazione di succhi di frutta, mosti, vini, birra, aceto

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 29 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 31 di 100

tutti i pezzi difettosi. La pelatura (tuberi) si effettua meccanicamente o a vapore. La scottatura ha lo scopo di bloccare le reazioni enzimatiche. Per evitare annerimenti si utilizza SO2 o solfiti. Il taglio deve agevolare l'essiccazione (fiocchi, farine, fette, strisce o cubi di 0.5-1 cm). Durante l'essiccazione il prodotto non oltrepassa i 70°C (T aria 100-150°C, 10-30 m/s). Per alcune verdure sensibili si pratica l'essiccazione sottovuoto (erbe aromatiche, cipolle, aglio, porri, cavoli).
Per il confezionamento si devono usare contenitori impermeabili alla luce, all'aria, all'umidità.

L'essiccazione si può effettuare attraverso:

- **metodi naturali**
  Impiegati fin dall'antichità, consistono nell'esposizione al sole e aria (settimane o mesi) fino al totale prosciugamento del prodotto. La disidratazione può venire integrata con l'affumicamento del prodotto, a scopo sterilizzante e aromatizzante, oppure con la solfitazione. I metodi naturali, ormai del tutto abbandonati dalle moderne industrie, presentano gravi inconvenienti:
  - impossibilità di proteggere il prodotto da inquinamenti dovuti a microrganismi, insetti, pulviscolo
  - sensibile modifica dei caratteri organolettici e del valore nutritivo a causa della prolungata esposizione all'aria (imbrunimento, irrancidimenti, ecc)
  - condizioni di trattamento non standardizzabili né ben controllabili, oltre a un dispendioso impiego di mano d'opera per rigirare e controllare ogni tanto i prodotti.

- **metodi artificiali, come:**
  Essiccamento con aria calda
  In questo metodo, che risulta il più diffuso, l'aria calda deve trasmettere il calore e asportare l'acqua. Più alta T maggiore la quantità di vapore assorbibile fino alla saturazione. In realtà un essiccamento troppo rapido indurirebbe gli strati superficiali (barriera). Dapprima le T sono alte, poi vengono abbassate a 30-40°C. Meglio aumentare la velocità di circolazione dell'aria. Di seguito sono descritti gli essiccatori ad aria più diffusi:
  - essiccatori ad armadio:
  discontinuo, camere adiabatiche di varie dimensioni con supporti e ripiani per il materiale da essiccare. L'aria circola spinta da un ventilatore ed è scaldata da scambiatori di calore.

  - essiccatori a tunnel:
  sistemi continui largamente utilizzati per l'essiccazione delle verdure. Il prodotto, posto su nastri scorrevoli o carrelli mobili, attraversa un tunnel (10-15 m) in equi o controcorrente con il flusso d'aria ortogonale.

  - essiccatori a letto fluido:
  il materiale viene essiccato sospeso nella corrente d'aria che circola dal basso verso l'alto rispetto al prodotto stesso e lo investe in maniera uniforme su tutta la superficie. Possono essere continui o discontinui e il funzionamento è completamente automatico. Poiché il prodotto è in contatto esclusivamente con aria calda e non con superfici, non raggiunge alte T e mantiene inalterate le caratteristiche organolettiche.

  - essiccatori a spruzzo o spray drying:
  è il sistema più utilizzato per l'essiccazione dei prodotti fluidi (opera in continuo). Il fluido (latte, caffè, tè, succhi di frutta o pomodoro) viene pompato dal serbatoio e condotto al atomizzatore, quindi è nebulizzato all'interno di una camera in cui circola aria filtrata e riscaldata. Le gocce di liquido, durante la caduta verso il basso, si prosciugano e si raccolgono, come polvere, nel fondo dell'apparecchio, per venire poi trasportate all'esterno dal flusso stesso dell'aria. Le camere, di dimensioni variabili, possono arrivare a 30 m di altezza. I vantaggi di questo sistema risiedono nella brevità del trattamento.

  Essiccamento con radiazioni
  Tale sistema ha applicazioni più limitate. Negli essiccatori a IR il materiale scorre su un nastro passando sotto la sorgente di radiazioni. Alcuni hanno una sorgente a microonde. Gli impianti possono funzionare a pressione atmosferica oppure sottovuoto.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 31 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 33 di 100

SCHEDA 14.2 SCHEDA COMPARATIVA

Prodotti essiccati	Prodotti liofilizzati
Disidratazione per evaporazione.	Disidratazione per sublimazione previo congelamento.
Umidità residua fino al 15%.	Umidità residua inferiore al 5%.
Aspetto fibroso e grinzoso, forma originaria modificata.	Aspetto finemente spugnoso, stessa forma originaria, prodotto fragile.
Caratteri organolettici, dopo la reidratazione, talora alterati.	Caratteri organolettici, dopo la reidratazione, simili ai naturali.
Possibile depauperamento in componenti termolabili a causa delle alte temperature.	Nessun cambiamento nella composizione chimica e nelle proprietà biologiche.
Tendenza delle sostanze solubili a migrare in superficie durante l'evaporazione, con formazione di croste e reidratazione più lenta.	Nessuna migrazione, nessuna crosta, facilissima reidratazione.
Contenitori non obbligatoriamente ermetici.	Necessità di confezioni ermetiche.
Impianti di produzione più semplici e costi più contenuti.	Impianti di produzione più sofisticati e costi più elevati.

Valore nutritivo degli alimenti disidratati:

Le tecniche classiche di essiccamento comportano modifiche dei nutrienti e dei caratteri organolettici:

- proteine: denaturazione, reazione di Maillard, sapore di bruciato.
- lipidi: se il trattamento è avvenuto ad alte T, possono subire l'irrancidimento ossidativo, evitabile con l'aggiunta di antiossidanti.
- glucidi: caramellizzazione e reazione di Maillard, più evidente nella frutta.
- vitamine: dipende dalle operazioni preliminari e dalle condizioni operative (T e t)
- proprietà organolettiche: alterazioni a carico di caroteni, antocianine e clorofilla (perdita colore). Con la diminuzione del contenuto idrico si ha perdita dei costituenti volatili e dell'aroma.

Le tecniche a basse T (osmosi, crioconcentrazione) minori perdite e alterazioni.

La liofilizzazione comporta le minori alterazioni e perdite:

- proteine: pressoché immodificato
- lipidi: sostanziale mantenimento
- vitamine: si mantengono in misura notevole. Vit. C sino al 90-100%
- glucidi: sostanzialmente invariati
- caratteri organolettici: si mantengono buoni. Il liofilizzato ritiene una maggior quantità di sostanze aromatiche rispetto all'essiccato, probabilmente per un fenomeno di adsorbimento delle molecole odorose sulla struttura finemente spugnosa.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 33 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 35 di 100

FUNZIONAMENTO

Le radiazioni ionizzanti hanno E sufficiente ad allontanare elettroni dagli atomi con formazione di ioni e radicali liberi. Gli elettroni liberati provocano a loro volta ionizzazioni secondarie. Gli effetti dannosi si esplicano su tre fasi (fisica, chimica, biologica). Nella fase fisica si ha la formazione dei radicali liberi e ioni. Nella fase chimica i radicali liberi, che sono estremamente reattivi, modificano le molecole biologiche (fase biologica). Quando una molecola d'acqua viene irradiata possiamo avere eccitazione (H2O*) o ionizzazione ($H2O^{++}$ e^-): si hanno poi tutta una serie di reazioni a catena con formazione di radicali $H^\bullet$ e $OH^\bullet$ che strappano idrogeni alle molecole organiche.

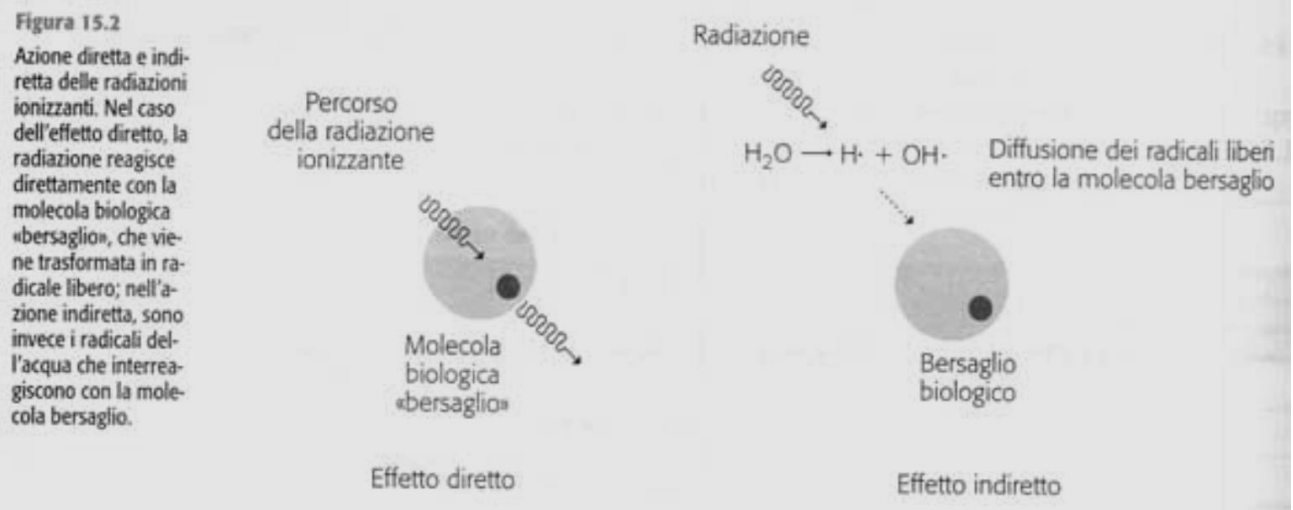


Figura 15.2 Azione diretta e indiretta delle radiazioni ionizzanti. Nel caso dell'effetto diretto, la radiazione reagisce direttamente con la molecola biologica «bersaglio», che viene trasformata in radicale libero; nell'azione indiretta, sono invece i radicali dell'acqua che interreagiscono con la molecola bersaglio.

La radiosensibilità cellulare dipende da fattori interni (relativi al tipo di cellula microbica e alla fase di accrescimento in cui si trova) e esterni. Tra i fattori esterni meritano un cenno:

- ossigeno: la più conosciuta tra le sostanze radiosensibilizzanti
- disidratazione: protegge i microrganismi dalla ionizzazione
- T: se basse si rallentano le reazioni radicaliche.

Le possibilità di utilizzo delle radiazioni ionizzanti sono molteplici; in teoria, tutti i prodotti alimentari possono essere trattati con finalità e dosi diversificate.

<u>Valore nutritivo degli alimenti irradiati</u>

Anche in questo caso si parla di azione diretta o indiretta. La prima si verifica negli alimenti allo stato secco o congelato e sui lipidi (idrofobi). La seconda è prevalente negli alimenti acquosi e sulle molecole idrofile (proteine, carboidrati).

- Proteine: alterazioni in presenza di acqua con denaturazione. Comunque le alterazioni non alterano in modo rilevante il valore biologico delle proteine.
- Glucidi: in condizioni di idratazione subiscono processi ossidativi e idrolitici.
- Lipidi: rottura della catena idrocarburica degli acidi grassi con formazione di catene più corte e ramificazioni.
- Vitamine: l'azione delle radiazioni dipende fortemente dal tipo di vitamina.
- Caratteri organolettici: possono verificarsi variazioni di colore, odore, sapore e consistenza.

In conclusione si può affermare che la biodisponibilità dei macronutrienti (grassi, proteine, zuccheri) non venga significativamente diminuita a condizione che l'irradiazione non superi le dosi di 10 kGy.
I minerali non sono influenzati dalle radiazioni, le vitamine subiscono flessioni minime se l'irradiazione (e così pure la successiva conservazione) è effettuata in assenza di ossigeno e a basse T.

Dal punto di vista nutrizionale, i cibi irradiati, quindi, equivalgono a quelli sottoposti a processi tradizionali di conservazione.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 35 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 37 di 100

è dovuta alla distruzione della membrana cellulare (buon solvente dei lipidi) e alla disidratazione delle cellule. Usato solo per la preparazione di particolari conserve di frutta, l'etanolo è l'unico tra gli alcoli a poter essere impiegato in quanto tutti gli altri sono tossici.

OLIO
L'olio, sia di oliva che di semi, viene impiegato come liquido di copertura di numerosi prodotti animali e vegetali. Non svolge azione diretta ma isola l'alimento dall'aria. È quindi inefficace contro gli anaerobi (Clostridium Botulinum). Questo metodo, quindi, utilizzato soprattutto per la conservazione di ortaggi e pesci, viene sempre abbinato ad altri trattamenti, come la pastorizzazione, la sterilizzazione o l'azione del sale e dell'aceto.

ACETO
L'aceto è usato per conservare gli ortaggi e alcuni tipi di pesce. L'azione conservativa è dovuta sia all'abbassamento del pH (2.8-3.3), sia alla tossicità dell'anione. L'aggiunta può essere fatta a freddo o a caldo (75-80°C), a prodotti che abbiano subito la scottatura o la salagione. Può venire addizionato con erbe aromatiche o con zuccheri (agrodolce).

NaCl → SALAGIONE
L'uso della salagione si fa risalire ai cinesi e agli egizi (mummificazione dei cadaveri). Ancora oggi l'aggiunta di NaCl a carni, pesci e verdure viene attuata per l'azione conservativa e per conferire al prodotto un sapore e un gusto caratteristico.
Il sale alimentare (NaCl>97%)si può ottenere per evaporazione dell'acqua di mare, da giacimenti sotterranei o dalle salamoie naturali. Se ottenuto come sottoprodotto di processi industriali non può essere destinato all'alimentazione umana.

Meccanismo d'azione:
L'azione si esplica per aumento della pressione osmotica del mezzo. Il sale con la stessa conc. (g/l) determina una maggiore π rispetto allo zucchero avendo un p.m. inferiore e la dissociazione (π dipende dal numero di molecole o ioni in soluzione). L'acqua passerà dall'interno all'esterno della cellula con conseguente disidratazione e morte (plasmolisi). Inoltre l'aggiunta di soluti diminuisce il valore di aw (dall'acqua libera si deve escludere quella legata a soluti o sostanze idrofile). Oltre a inibire lo sviluppo dei microrganismi, le salamoie agiscono selettivamente sulle fermentazioni, favorendo lo sviluppo di certi microrganismi e inibendo quello di altri (industrie di vegetali fermentati – crauti). L'azione esplicata dal sale sui microrganismi è essenzialmente batteriostatica, mentre non esistono garanzie circa una sua azione battericida. La possibilità di conservazione dipende dalla presenza di alofili e alo-tolleranti. Per questi motivi la salagione viene spesso abbinata ad altri metodi di conservazione, come l'azione delle basse T o l'aggiunta di nitriti e aromi

SALAGIONE A SECCO:
L'alimento è a diretto contatto con il sale, a cui possono essere mescolate quantità opportune di spezie, nitrati o nitriti. Il sale penetra nell'alimento e l'acqua ne fuoriesce.
Il processo di salagione a secco conferisce al prodotto una conservabilità più lunga.
Si usa il sale grosso che penetra lentamente, evitando così la disidratazione eccessiva degli strati superficiali e la coagulazione delle proteine che potrebbe ostacolare la penetrazione del sale in profondità. È preferibile effettuare la salagione a freddo (4-5°C) in quanto la coagulazione delle proteine è favorita dalla T.
Nel caso in cui il sale venga mescolato all'impasto, come per gli insaccati, è preferibile usare il sale fino che assicura una maggiore dispersione e omogeneità.
La salagione a secco può essere effettuata per sfregamento o per sovrapposizione a strati (strati alternati di prodotto, carne o pesce, e sale).

SALAGIONE A UMIDO
È un metodo più rapido rispetto a quello a secco e si usa per grandi quantitativi di prodotto ma è necessario un ulteriore processo di conservazione (affumicamento o cottura).
La salagione a umido si attua con soluzioni di acqua e NaCl (salamoie). In base alla concentrazione di NaCl si hanno salamoie deboli (10%), mediamente deboli (18%) e forti (25-30%).

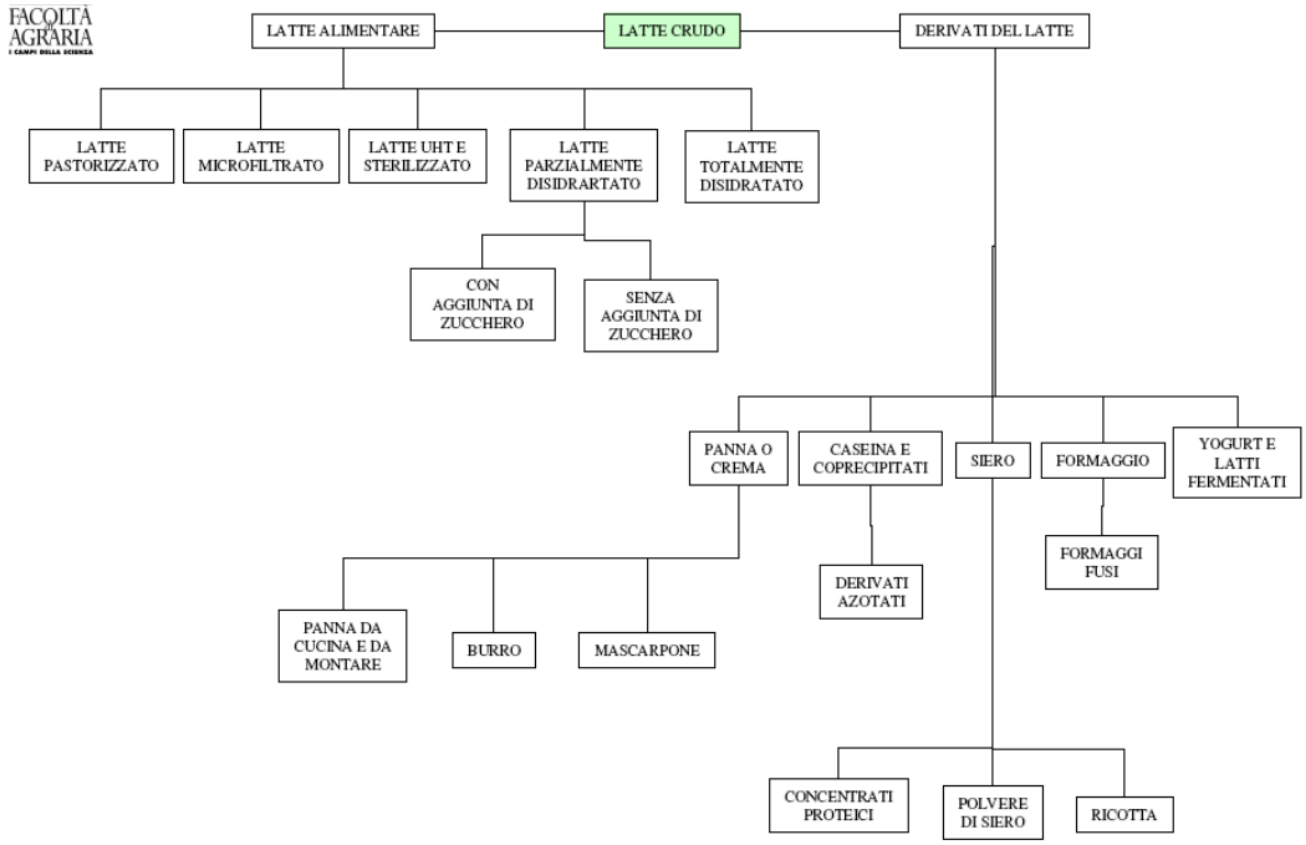
Può avvenire per immersione del prodotto nella salamoia, per un periodo di t che varia in base alla concentrazione salina oppure per iniezione della salamoia nel muscolo o nel sistema arterioso del prodotto (nel caso del prosciutto, nell'arteria femorale).

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 37 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 39 di 100

LEZIONI 7 e 8 – PROCESSI DELL'INDUSTRIA LATTIERO-CASEARIA

La filiera lattiero casearia utilizza come materie prima il latte crudo.

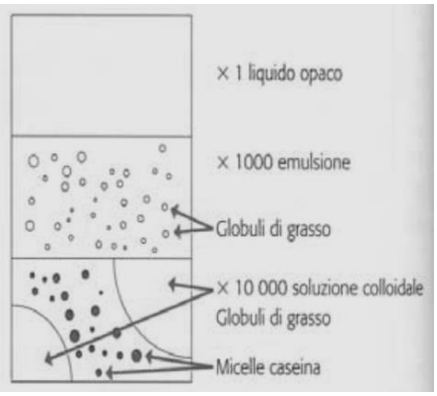


LATTE

è il prodotto della secrezione delle ghiandole mammarie femmine dei mammiferi. È una miscela composta da:

- componenti in soluzione
  Come gli zuccheri, Sali, vitamine idrosolubili, sostanze azotate non proteiche.
- componenti in colloide
  Come le proteine.
- componenti insolubili in acqua → in emulsione
  Come i lipidi e le vitamine liposolubili.

In generale, il latte è una dispersione complessa in soluzione acquosa. In figura, ingrandimenti successivi:



Il colore bianco è dato dalle micelle di caseina. Le sfumatura giallastre son date dalla componente lipidica e dai pigmenti giallo-verdi, le flavine. Nel latte ovino e caprino questi pigmenti sono assenti.
Il sapore del latte è leggermente dolce per la presenza di lattosio.
Il latte non ha un odore proprio, ma assorbe gli odori esterni.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 39 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 41 di 100

LATTI IN COMMERCIO:

- Latte naturale
  Come il latte crudo e il trattato.

- Latte modificato o speciale
  sono stati sottoposti a processi che conferiscono loro nuove caratteristiche fisico-chimiche, nutrizionali, organolettiche(latte scremato, concentrato, in polvere, aromatizzato, delattosato, fermentati, ecc).

LATTE NATURALE

LATTE **CRUDO**

Prodotto ottenuto mediante secrezione della ghiandola mammaria di vacche, pecore, capre o bufale, non sottoposto a una T > 40°C né a un trattamento con effetto equivalente.
Deve intendersi vietata l'immissione al consumo di latte crudo salvo che esso venga venduto direttamente dal produttore al consumatore nella stessa azienda agricola di produzione.
La commercializzazione di latte crudo di vacca destinato al consumo umano diretto ottenuto in aziende di produzione è soggetta all'autorizzazione sanitaria di cui alla legge 283/62 ed il latte deve possedere ineccepibili requisiti microbiologici.
Può essere sottoposto a trattamento termico iniziale se destinato alla produzione di latte risanato (pastorizzato, UHT, sterilizzato, ecc).

LATTE **RISANATO/TRATTATO**

È il latte venduto in confezione che ha subito almeno un trattamento termico seguito da immediato raffreddamento.
Le fonti di inquinamento sono: mammella (se malata), pelle, personale addetto alla mungitura, i contenitori, i filtri, i macchinari, gli utensili, le acque di lavaggio.
I trattamenti termici, pur provocando la morte dei germi patogeni e della maggior parte dei saprofiti (pastorizzazione) o la totale distruzione di essi (sterilizzazione), non elimina le eventuali tossine termostabili prodotte durante lo stoccaggio del latte crudo, specie se non refrigerato.
La normativa consente l'uso dei soli mezzi meccanici, delle basse e alte T, mentre sono vietati i metodi chimici e le radiazioni.

<u>RISANAMENTI ATTRAVERSO MEZZI FISICI</u>

<u>PER ALTE PRESSIONI</u>

l'utilizzazione delle alte P nel risanamento del latte è stata più volte ipotizzata, anche se non ancora attuata. Non utilizzando le alte T , il contenuto in nutrienti e le caratteristiche organolettiche del prodotto non subirebbero modifiche.

<u>PER ALTE T (sterilizzazione e pastorizzazione)</u>

Il latte alimentare destinato al consumo umano diretto deve aver subito almeno un trattamento termico ammesso oppure un trattamento di effetto equivalente. Il latte dev'essere autorizzato al confezionamento in contenitori chiusi nello stabilimento in cui si effettua il trattamento termico. Si utilizzano dei dispositivi di chiusura non riutilizzabili dopo l'apertura, in modo tale da garantire la protezione delle caratteristiche del latte contro gli agenti esterni nocivi.
A seconda del trattamento termico subito, il latte risanato si suddivide in:

- Latte termizzato
  Se si effettua un trattamento termico per T comprese tra 57 e 68°C, per 15 secondi. In questo caso non si perdono le proprietà del latte → fosfatasi positiva.

- Latte pastorizzato
  La pastorizzazione è un trattamento termico in flusso continuo per almeno 15 secondi. Avviene a T inferiori al punto di ebollizione. È un trattamento idoneo ad assicurare la distruzione di tutti i microrganismi patogeni. Altera limitatamente le caratteristiche chimiche, fisiche e organolettiche del prodotto.
  Si può effettuare pastorizzazione bassa, ovvero a T > 63°C per 30 secondi.
  Oppure pastorizzazione alta HTST, per T >71,7°C per 15 sec.
  Si può effettuare anche una pastorizzazione flash, ovvero a T>80°C per alcuni secondi.
  Si ha sempre fosfatasi negativa.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 41 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 43 di 100

tal modo un prodotto che presenta tutti i requisiti del "latte fresco", ma una maggiore durata e una sicura igienicità.

Tabella riassuntiva:

Tabella 17.3 Raffronto tra i vari tipi di latte pastorizzato

INDICI	LATTE PASTORIZZATO	LATTE FRESCO PASTORIZZATO	LATTE FRESCO PASTORIZZATO DI ALTA QUALITÀ
FOSFATASI ALCALINA	negativa	negativa	negativa
PEROSSIDASI	negativa	positiva	positiva
SIERO-PROTEINE SOL.	non inferiore a 11%	non inferiore a 14%	non inferiore a 15,5%
MATERIA GRASSA	variabile a seconda del tipo	variabile a seconda del tipo	3,5%
MATERIA PROTEICA	28 g/l	28 g/l	non inferiore a 32 g/l

Da Del Bono-Stefani, *Latte e derivati*, Edizioni ETS, 1997 (modificata).

LATTE SPECIALE/MODIFICATO

LATTE **SCREMATO O PARZIALMENTE SCREMATO**

Si tratta di latti in cui è stata tolta completamente o parzialmente la componente lipidica. Secondo la normativa vigente, il latte scremato deve contenere meno dello 0.3% di grasso, mentre quello parzialmente scremato tra l'1.5 e 1.8%. La scrematura del latte si ottiene per centrifugazione a 6500-7000 giri/minuto.

LATTE **PREBIOTICO-PROBIOTICO**

Il latte prebiotico si ottiene addizionando al latte fresco pastorizzato, prevalentemente di alta qualità, sostanze indigeribili e fermentabili, con effetti benefici sulla flora intestinale (bifido-oligosaccaride).
Il latte probiotico viene preparato addizionando al latte microrganismi (lattobacilli, bifidobatteri, streptococchi, ecc) capaci di attuare un'azione benefica e protettiva.

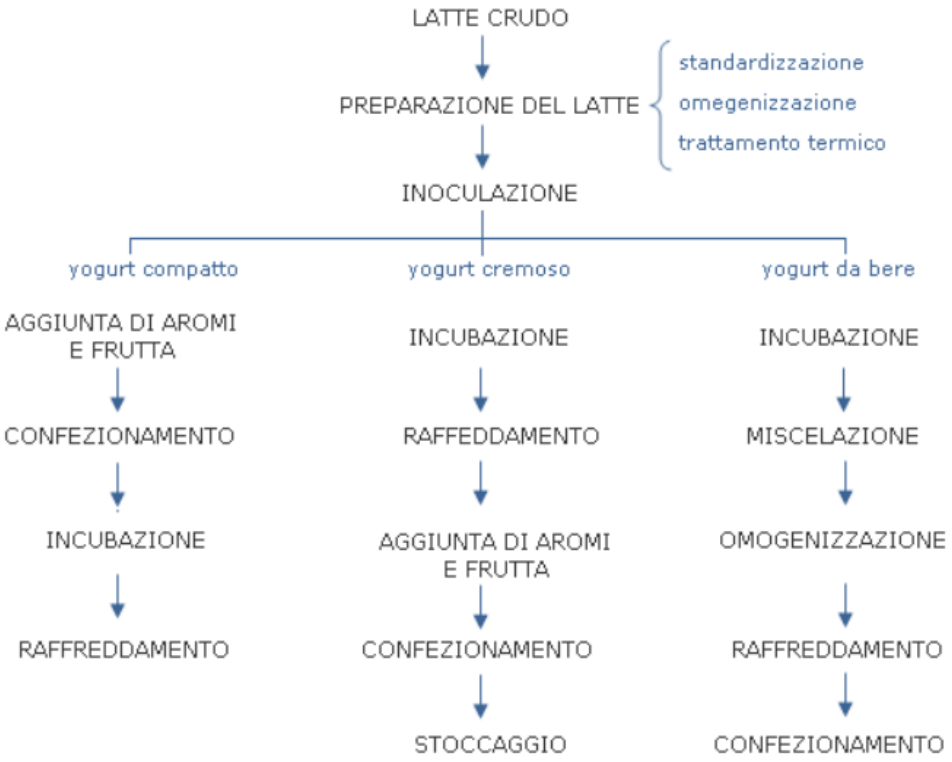
LATTE **DELATTOSATO**

Destinato alle persone che non tollerano il lattosio per carenza dell'enzima lattasi. Si ottiene attraverso un processo biotecnologico che utilizza l'enzima lattasi immobilizzata su di un supporto solido: in questo modo il 75-90% del lattosio viene scisso in glucosio e galattosio. Trattamento UHT finale che inattiva l'enzima.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 43 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 45 di 100

zuccheri). Il tutto deve naturalmente essere omogeneizzato e sottoposto a trattamento termico, che viene svolto in condizioni più drastiche rispetto alla pastorizzazione del latte (o si aumenta la temperatura o si allungano i tempi di esposizione al calore); il calore ha infatti lo scopo di denaturare le proteine - facilitando la formulazione del coagulo - e di uccidere tutti i microrganismi presenti. Dopo il trattamento termico si inoculano i ceppi microbici funzionali, che sono appunto il Lactobacillus bulgaricus e lo Streptococcus thermophilus. Le successive fasi di produzione si differenziano in relazione alla tipologia di yogurt che vogliamo ottenere, proprio come riportato in figura:



BURRO

Il burro rappresenta uno dei primi prodotti lattiero-caseari fabbricati dall'uomo.
Sicuramente, è il grasso alimentare universalmente più gradito per l'aroma e il sapore delicati e per il fatto che , grazie a un basso punto di fusione (28-33°C), si scioglie piacevolmente in bocca.
Per legge (L 1526/56 e L 202/83), "il nome burro è riservato al prodotto ottenuto dalla crema ricavata dal latte o dal siero di latte di vacca". Quando si parte da latte di specie diversa, occorre precisarne l'origine.
La denominazione di "burro di qualità", invece, è riservata unicamente al prodotto ottenuto dalla crema di latte, rispondente ai requisiti organolettici, analitici e igienicosanitari previsti dalla legge.
Il burro si può considerare un concentrato della frazione lipidica del latte. Questa concentrazione avviene in due fasi:

- con l'estrazione della crema dal latte
- con la trasformazione della crema in burro (burrificazione).

Nella prima fase, il tasso di lipidi decuplica passando dal 3.5-4% al 35-40%, nella seconda si ha un ulteriore raddoppio (80-85%).
A differenza del grasso del latte, che è in forma di globuli, quello del burro è una massa unica che ingloba gocce di latticello in emulsione e globuli interi (20%).

BURRIFICAZIONE DISCONTINUA

è l'insieme di operazioni che consentono la trasformazione della crema (emulsione di grasso in acqua) in burro (emulsione di acqua in grasso). Il metodo tradizionale, discontinuo, seguito dalle aziende di piccole e medie dimensioni, prevede le seguenti fasi di lavorazione:

- Estrazione della panna dal latte o dal siero
- Pastorizzazione della panna

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 45 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 47 di 100

Il titolo della crema, cioè la percentuale di grasso che contiene, varia in rapporto agli usi a cui è destinata:

- crema o panna da caffetteria ≥ 10% materia grassa
- crema o panna da cucina ≥ 20% materia grassa
- crema o panna da montare o per pasticceria ≥ 30% materia grassa
- crema per mascarpone 20-30% materia grassa
- crema per burrificazione discontinua 35-40% materia grassa
- crema per burrificazione continua 80% materia grassa.

In commercio sono reperibili i primi tre tipi di panna.
Con le normali scrematrici, si arriva a ottenere una crema con al massimo il 65-70 % di lipidi; per concentrazioni di grasso più elevate, si procede di solito in due tappe, centrifugando di nuovo la crema al 40% in speciali scrematrici, a T di circa 80°C.
Qualunque sia la sua destinazione, la crema deve subire, al pari del latte, almeno un trattamento termico: la pastorizzazione per quella da montare, la sterilizzazione con il sistema UHT per la panna da cucina; al risanamento segue poi il confezionamento asettico in contenitori flessibili a triplice strato.
La crema, inoltre, prima di essere immessa sul mercato, viene sottoposta ad analisi organolettiche, chimiche e microbiologiche.

PASTORIZZAZIONE CREMA
Si effettua in continuo, come per il latte, con il metodo rapido (HTST), servendosi di scambiatori di calore a piastre, con un binomio T-t piuttosto elevato, di 90-95°C per 30s; ciò è necessario a causa della più alta densità e del maggiore inquinamento della crema rispetto al latte, nonché per contrastare l'effetto protettivo esercitato dai grassi nei confronti dei microrganismi.
Al trattamento termico segue la degasazione sottovuoto parziale per eliminare gli odori sgradevoli assorbiti dal grasso del latte e dovuti all'alimentazione del bestiame e agli ambienti di stazionamento della crema.
La pastorizzazione, oltre a risanare il prodotto distruggendo i patogeni, riducendo la carica batterica e inattivando gli enzimi, in particolare le lipasi, liquefa completamente i grassi, favorisce la regolarità del successivo processo di "cristallizzazione" e libera dalla crema sostanze antiossidanti che impediscono il successivo sviluppo di sapori e odori cattivi.

CRISTALLIZZAZIONE
La pastorizzazione è seguita da rapida refrigerazione a 6-7°C (T alla quale la crema permane per due ore). Il raffreddamento veloce determina una fine cristallizzazione della sostanza grassa con ottime ripercussioni sulla plasticità del burro.

INOCULAZIONE BATTERI E MATURAZIONE
La crema dolce (centrifugazione) è priva di aroma e darebbe luogo a un burro senza sapore; per ovviare a ciò, imitando quanto spontaneamente avviene in quella di affioramento, essa è addizionata con colture selezionate di batteri lattici acidificanti (Streptococcus lactis e cremoris) e batteri produttori di aroma quali lo S. diacetalactis e il Betacoccus citrovorus.
Questi ultimi formano diacetile, principale sostanza responsabile del flavour del burro.

Dall'attività lipolitica dei batteri si ottengono altre sostanze che conferiscono aroma alla panna maturata: metilchetoni, lattoni, aldeidi, acidi carbossilici.
La maturazione della crema viene fatta avvenire a 16-21°C in serbatoi di acciaio inox (tutte le apparecchiature con cui la crema viene a contatto devono essere di questo materiale a causa dell'effetto catalizzante dei metalli, quali il Cu e il Fe sull'autossidazione dei grassi), muniti di agitatori meccanici e provvisti di intercapedini nelle quali può circolare acqua calda o fredda.
La maturazione, normalmente, richiede meno di 10 ore. Il successo dell'operazione dipende dal tempestivo intervento di interruzione del processo una volta raggiunta l'acidità desiderata (pH 4.5-5.3) attraverso il raffreddamento dei serbatoi e quindi della crema.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 47 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 49 di 100

diretto, o di dimensioni maggiori, per le vendite all'ingrosso. Il confezionamento originale è obbligatorio per legge e viene effettuato in contenitori metallici, in vaschette di materiale plastico o in involucri di carta o alluminio plastificati muniti di sigilli.

BURRIFICAZIONE DISCONTINUA ALTERNATIVA
PROCESSO NIZO
Un metodo di fabbricazione alternativo, sempre discontinuo, è il processo Nizo, che dà un burro del tutto simile a quello tradizionale, ma che presenta maggiori vantaggi operativi, più flessibilità e migliori opportunità di controllo sull'andamento e sui risultati del processo.
La differenza consiste nel convertire in burro la crema dolce, non maturata, e nell'aggiungere a questo, dopo il lavaggio, una mistura di batteri aromatizzanti fatti crescere su latte magro concentrato, ricca di diacetile e addizionata di acido lattico.

BURRIFICAZIONE CONTINUA
METODO FRITZ
La produzione di burro su larga scala viene effettuata in impianti continui, altamente computerizzati che, in uno spazio relativamente ridotto e con notevole risparmio di tempo, di mano d'opera e massime garanzie igieniche, consentono produzioni che sfiorano i 104 kg/h.
I processi principalmente seguiti nei Paesi UE produttori di burro si basano sul metodo Fritz, che segue gli stessi principi della burrificazione discontinua: inversione delle fasi con la forte agitazione e il raffreddamento della crema, concentrazione della massa grassa con il drenaggio del latticello.
Gli impianti a cui la crema affluisce dai silos, previo passaggio in uno scambiatore di calore che la porta a 8-10 °C (temperatura di burrificazione), constano essenzialmente di tre azioni:

- una prima sezione, analoga alla zangola, data da un cilindro orizzontale dotato di agitatore a pale che, girando ad alta velocità, provoca l'immediata inversione delle fasi;
- una seconda sezione, costituita da un cilindro «separatore» in cui cadono i granuli di burro e il latticello che viene allontanato;
- una terza sezione, composta da un cilindro, in cui gira un albero elicoidale, nel quale il burro è lavato e impastato e da cui esce in continuo il prodotto finito per essere avviato alle operazioni di modellatura e confezione.

Il burro ottenuto con il metodo Fritz, dal punto di vista chimico e organolettico, è indistinguibile da quello di zangola, ma la resa è leggermente inferiore; minore anche la percentuale del grasso globulare, che va dal 12 al 16%.

METODO GOLDEN FLOW e ALFA
In alternativa al metodo Fritz, esistono metodi continui (come il processo Golden Flow) che impiegano creme ad alto titolo (superiori all'82%). Qui l'inversione delle fasi si effettua sulla crema concentrata ottenendo direttamente il burro senza produzione di latticello.
Il burro ottenuto da creme ad alto titolo è diverso da quello di zangola e Fritz. Benché il contenuto in acqua e grasso sia normalmente dosato in modo da risultare uguale a quello del burro classico, le altre caratteristiche variano più o meno a seconda del processo usato.
I principali vantaggi dei metodi che usano creme ad alto titolo consistono nell'elevata flessibilità dei processi attraverso i quali si può ottenere una vasta gamma di prodotti con percentuali di grasso variabili, addizionati di sale, zucchero, aromi e altre sostanze concesse dalle legislazioni dei vari Paesi.

BURRI SPECIALI

- ridotto contenuto di grassi
- burro concentrato anidro
- burro a ridotto contenuto di colesterolo.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 49 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 51 di 100

I **contaminanti degli alimenti** possono arrivare da molteplici fonti, dalla materia prima alle influenze esterne. Gli alimenti possono essere contaminati da:
materiali esterni (sporcizia); danni meccanici; cambiamenti chimico-fisici provocati o accelerati da luce, calore, ioni metallici; cambiamenti biochimici.
I processi di decomposizione di un alimento hanno sempre un'origine legata a batteri, lieviti o muffe. La tecnica più comune di conservazione di un alimento è il congelamento, perché abbassando la temperatura la velocità della reazione chimica diminuisce. Il congelamento domestico non ha una funzione battericida, serve solo per allungare i tempi di conservazione.

L'industria ad oggi produce alimenti confezionati secondo standard definiti. Il livello di qualità percepita dal consumatore dev'essere costante nel tempo, anche se le materie prime variano. Si deve garantire il valore nutrizionale degli alimenti. È importante il packaging per vari motivi:

- Barriera primaria, ovvero proteggere il prodotto dagli agenti esterni.
- Barriera secondaria, mantenere le proprietà organolettiche del prodotto invariate per più tempo possibile. Si stanno progettando dei packaging intelligenti.
  Esempio: burro nella carta opaca perché irrancidisce facilmente in presenza di ossigeno e raggi solari.
- Deve descrivere le origini, la composizione del prodotto e la modalità di conservazione del prodotto.

L'etichettatura dei prodotti segue una legislazione.

I metodi di analisi sono sofisticati, quindi le frodi grossolane (contaminazione con sostanze normalmente assenti dal prodotto) vengono facilmente smascherate. I metodi vengono usati dalle industrie stesse per far fronte al crescente grado di consapevolezza dei consumatori. Il valore nutrizionale degli alimenti è generalmente garantito.

L'adulterazione o frode odierna è rivolta ad alimenti di alto valore commerciale (olio d'oliva, prosciutti, formaggi, vini, ...). Generalmente non comporta l'aggiunta di sostanze nocive (ad es. aggiunta di zucchero ai vini).
È molto più sofisticata è pensata per frodare criteri come l'origine controllata, la presenza di additivi "naturali" o "artificiali" o anche la presenza di organismi geneticamente modificati.

Un alimento viene considerato adulterato se:

- Contiene ingredienti che lo rendono pericoloso per la salute del consumatore;
- Contiene sostanze che ne aumentano il peso o il volume (senza essere dichiarate alla vendita);
- Un costituente è stato rimosso o sostituito da uno di sintesi (senza essere dichiarato alla vendita);
- È un'imitazione di un altro alimento.

In generale, prendendo in considerazione anche la legislazione di altri Paesi → un alimento si considera adulterato se:

- Contiene materiale vegetale o animale sporco, putrefatto, decomposto o malato
- È infestato da insetti o inadatto al consumo umano
- È confezionato o conservato in condizioni non igieniche
- Contiene ingredienti tossici
- È stato sostituito con sostanze inferiori o meno costose
- Sono stati rimossi alcuni dei suoi costituenti
- È imballato con materiali tossici o nocivi
- Contiene additivi proibiti, o additivi consentiti in quantità superiori ai limiti prescritti
- La sua qualità è inferiore allo standard prestabilito
- È di natura o qualità diversi dal dichiarato, o utilizza descrizioni false o fuorvianti

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 51 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 53 di 100

GLUCIDI

Chiamati anche carboidrati, zuccheri o saccaridi.
I glucidi sono i costituenti più importanti dei vegetali che li sintetizzano utilizzando l'energia solare (fotosintesi).
Carboidrati → composti idrati del carbonio, con formula bruta : $C_n(H_2O)_n$.
Sono i maggiori componenti della dieta (60-65%) e il nutrimento fondamentale di alcuni organi (ad es il glucosio per il cervello).
Ruolo biologico: accumulo energia, strutturale, riconoscimento cellulare.
Sono di origine quasi esclusivamente vegetale e comprendono zuccheri, amidi e cellulosa.

Chimicamente sono:

- Chetosi, ovvero polidrossichetoni
- Aldosi, ovvero polidrossialdeidi
- Sostanze che per idrolisi danno aldosi o chetosi.

La chimica dei carboidrati è quella caratteristica delle molecole organiche che presentano due gruppi funzionali: l'ossidrile (-OH) e il carbonile (C=O).

<u>Classificazione:</u>

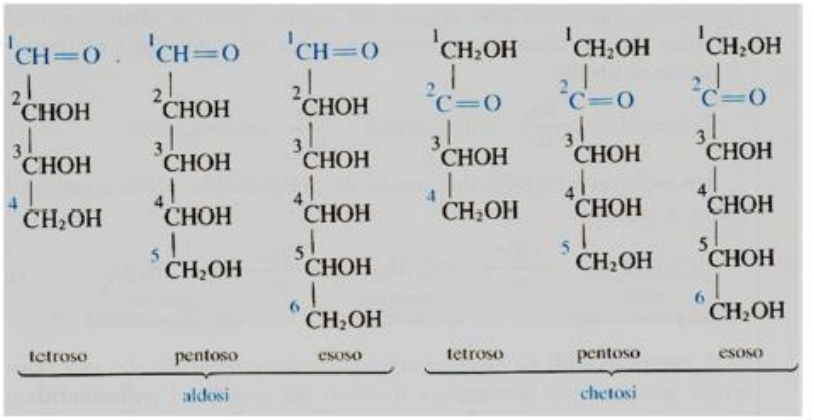
- Possono essere formati da singole molecole, che non possono essere idrolizzate ulteriormente in composti più semplici → <u>monosaccaridi o zuccheri semplici.</u>
- Possono essere formati da 2 a 10-20 monosaccaridi → <u>oligosaccaridi.</u>
- Possono contenere numerose unità di monosaccaride (fino a qualche migliaia), solitamente identiche → <u>polisaccaridi.</u>

<u>Idrolisi carboidrati:</u>
Processo che avviene in presenza di acqua in un ambiente leggermente acido.

$$\text{Polisaccaride} \xrightarrow[H^+]{+H_20} \text{oligosaccaridi} \xrightarrow[H^+]{+H_20} \text{monosaccaridi}$$

MONOSACCARIDI

Sono sostanze cristalline, bianche, caratterizzate dal sapore dolce, solubili in acqua e insolubili in solventi organici.
Possono contenere da 3 a 7 atomi di C (e uguale numero di molecole di acqua).
Sono classificati in base al numero di carbonio presenti e in base al carbonio del gruppo carbonile, che può essere aldeidico oppure chetonico. → monosaccaride aldoso oppure chetoso. Negli zuccheri naturali il gruppo C=O del chetoso è sempre nella posizione 2:



© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 53 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 55 di 100

OLIGOSACCARIDI

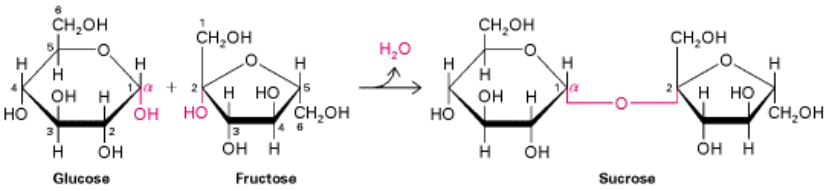
Sono formati da 2 a 10 molecole glucidiche unite insieme da un legame glicosidico.
Il legame glicosidico può interessare:

- il gruppo semiacetalico di un monoso e un gruppo alcolico dell'altro →legame monoglicosidico.
- entrambi i gruppi semiacetalici dei due monosi → legame diglicosidico.

DISACCARIDI

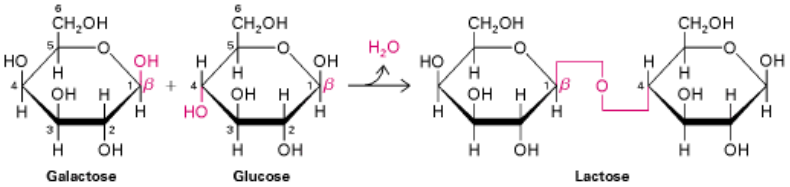
Sono carboidrati costituiti da 2 unità di monosaccaride legate tra loro da un legame O-glicosidico, ovvero un legame a ponte di ossigeno tra i C dei due monosaccaridi: C-O-C. Questo legame si forma per condensazione dei gruppi ossidrile dei monosaccaridi, si libera acqua.

Esempi:
SACCAROSIO



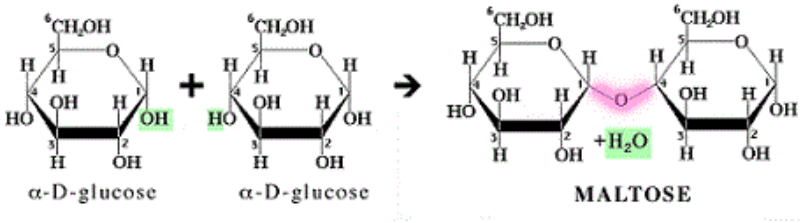
Il saccarosio è lo zucchero da cucina, particolarmente abbondante nella canna da zucchero e nella barbabietola.
Legame α – 1, 2.

LATTOSIO



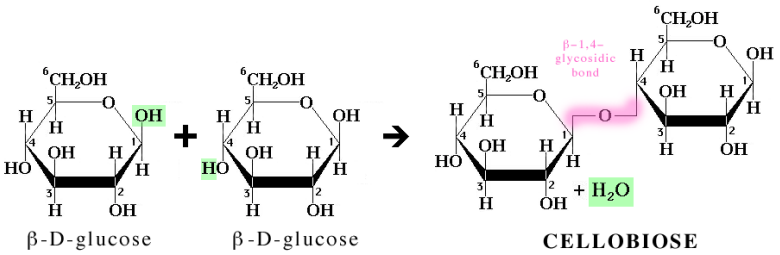
Legame β – 1, 4.
Il lattosio e l'unico disaccaride di origine animale. Si trova nel latte, a cui conferisce un tenue sapore dolce. Viene sintetizzato dalle cellule delle ghiandole mammarie. Per azione batterica il lattosio fermenta formando acido lattico, reazione sfruttata per la produzione dello yogurt e dei formaggi.

MALTOSIO



Legame α – 1, 4 monoglicosidico.

CELLOBIOSIO

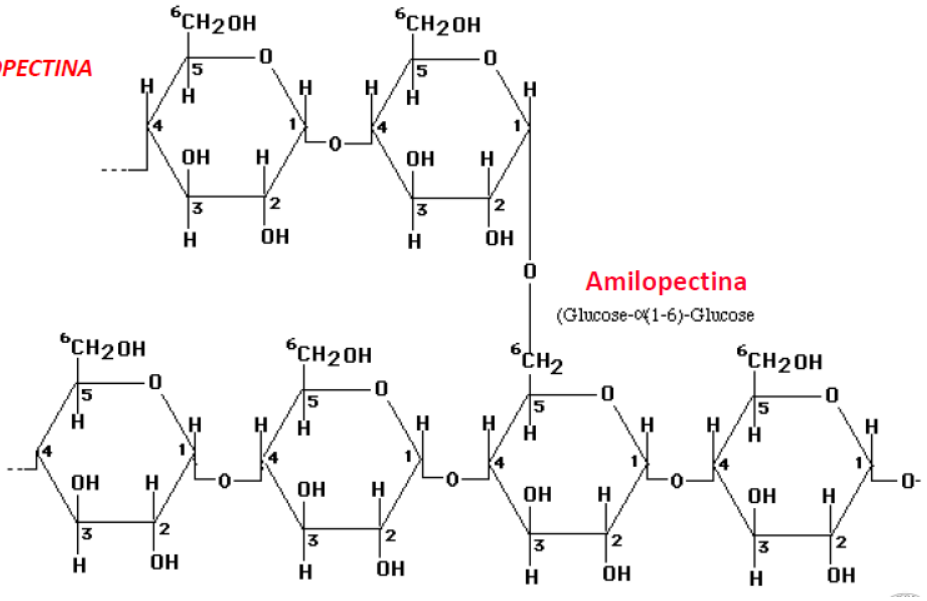


Legame β – 1, 4 glicosidico.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 55 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 57 di 100

CATENA RAMIFICATA DELL'AMILOPECTINA



L'amido è utilizzato in campo industriale, nel settore alimentare come agente addensante, stabilizzante e fonte di maltodestrine, glucosio e derivati e in quello farmaceutico (rientra nella formulazione delle compresse). Ogni grammo di amido apporta 4,2 kilocalorie.

GLICOGENO

È il polisaccaride di riserva degli animali. È costituito da molecole di α-D-glucosio unite con legami α – 1, 4 e α – 1, 6. Ha struttura molto ramificata e la sua massa molecolare è molto elevata.
Si trova sotto forma di granuli presenti in fegato (1/3 del totale) e muscoli (2/3), dove hanno funzioni differenti:

- il glicogeno epatico serve per tenere sotto controllo la glicemia
- il glicogeno muscolare serve come riserva energetica.

Una volta morto l'animale, il glicogeno è idrolizzato ad acido lattico, trasformazione indispensabile per la frollatura e la conservazione della carne.

CELLULOSA

È il polisaccaride strutturale delle piante. Ha struttura lineare non ramificata. È uguale all'amilosio ma i legami in questo caso sono del tipo β – 1, 4 - glicosidici. Questo comporta ad avere delle molecole che non sono digeribili dall'essere umano → transita come fibra.
La cellulosa è in grado di formare fibrille che sono macromolecole lineari strutturate da legami ad H ed avvolte a spirale, le quali possono evolvere dando origine al tessuto tipico del mondo vegetale.

Fibra alimentare è costituiti da residui di cellule vegetali commestibili resistenti agli enzimi digestivi umani. È la frazione di alimenti che resiste all'idrolisi degli enzimi digestivi.
Può essere:

- Fibra solubile
  è fermentabile. Se attaccata da opportuni batteri o lieviti e dar origine alla fermentazione. Ha delle proprietà chelanti, infatti sono in grado di formare dei composti gelatinosi nell'intestino che interferiscono con l'assorbimento di alcuni macronutrienti.
- Fibra insolubile
  è non fermentabile. Assorbe rilevanti quantità di acqua aumentando il volume delle feci.

Funzioni della fibra nella dieta:

- previene l'iperalimentazione fornendo senso di sazietà

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 57 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 59 di 100

PROTIDI o PROTEINE

Le proteine si trovano nella quasi totalità degli alimenti in quantità più o meno importanti. Ne sono privi lo zucchero, gli oli, le bevande alcoliche, e qualche bevanda analcolica.

Dal punto di vista chimico le proteine sono tutte poliammidi (polipeptidi) formate da molte molecole di α-amminoacidi che si uniscono tra loro attraverso legami ammidici, detti anche legami peptidici.

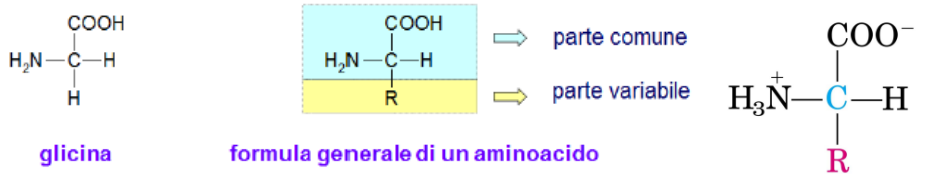
Possono essere:

- oligopeptidi se numero amminoacidi ≤ 10
- polipeptidi se 10 < numero amminoacidi < 50.

Il legame peptidico unisce due aminoacidi e coinvolge il gruppo carbossilico -COOH di un amminoacido con il gruppo amminico $-NH_2$ dell'altro. Si forma per condensazione di due amminoacidi.
È un legame planare.
L'idrolisi del legame peptidico, nonostante sia una reazione esoergonica, avviene molto lentamente, a causa dell'elevata energia di attivazione →I legami peptidici delle proteine sono abbastanza stabili (la vita media è di circa 7 anni).

Ogni proteina contiene 102-103 unità di amminoacidi e, poiché gli amminoacidi naturali sono circa 20, il numero di combinazioni possibili è molto elevato. Dei 20 ci sono 8 essenziali, ovvero non producibili dal metabolismo dell'uomo e devono essere assunti con la dieta e 2 semi-essenziali, che possono essere sintetizzati dall'organismo a partire dagli essenziali.
Ogni catena polipeptidica ha una composizione precisa in numero, tipo e successione di amminoacidi.
Due peptidi sono diversi, anche se sono costituiti dagli stessi amminoacidi, se la sequenza degli amminoacidi è diversa.

Struttura α-amminoacidi:



Hanno gruppo funzionale carbossilico e aminico, i quali possono essere non ionizzati oppure nella forma neutra: si ha la reazione acido-base interna →si forma il sale interno, anche detto zwitterione che ha sempre due cariche intere. . Son molecole polari → sono solubili in acqua.
Possono differire per la natura del gruppo R e sono classificati in 5 gruppi in base a questo:

- R privo di carica:
  R apolare alifatico oppure aromatico oppure R polare.
- R carico a pH neutro:
  R carico positivamente oppure negativamente.

La struttura del gruppo R legato al carbonio α determina la natura dell'amminoacido e della successiva proteina.

Tranne la glicina (R = H) contengono tutti un carbonio asimmetrico stereocentro. La stragrande maggioranza delle proteine sintetizzate da organismi viventi è formata da aminoacidi L.

Gli amminoacidi hanno due siti reattivi → reagiscono tra loro per dare un legame ammidico/peptidico per condensazione → più peptidi danno un polipeptide ovvero una proteina.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 59 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 61 di 100

LIVELLI STRUTTURALI DELLE PROTEINE:

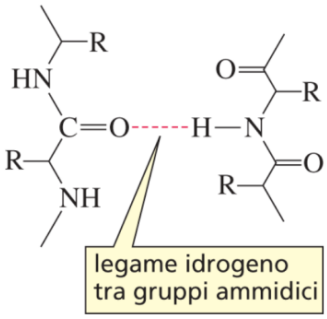
Le proteine hanno struttura complessa → si può suddividere in 4 livelli strutturali:

Primaria

Descrive l'esatta sequenza di amminoacidi della catena polipeptidica.
È responsabile dell'attività biologica → qualsiasi cambiamento nella sequenza degli amminoacidi provoca profonde modificazioni nell'attività biologica della proteina.

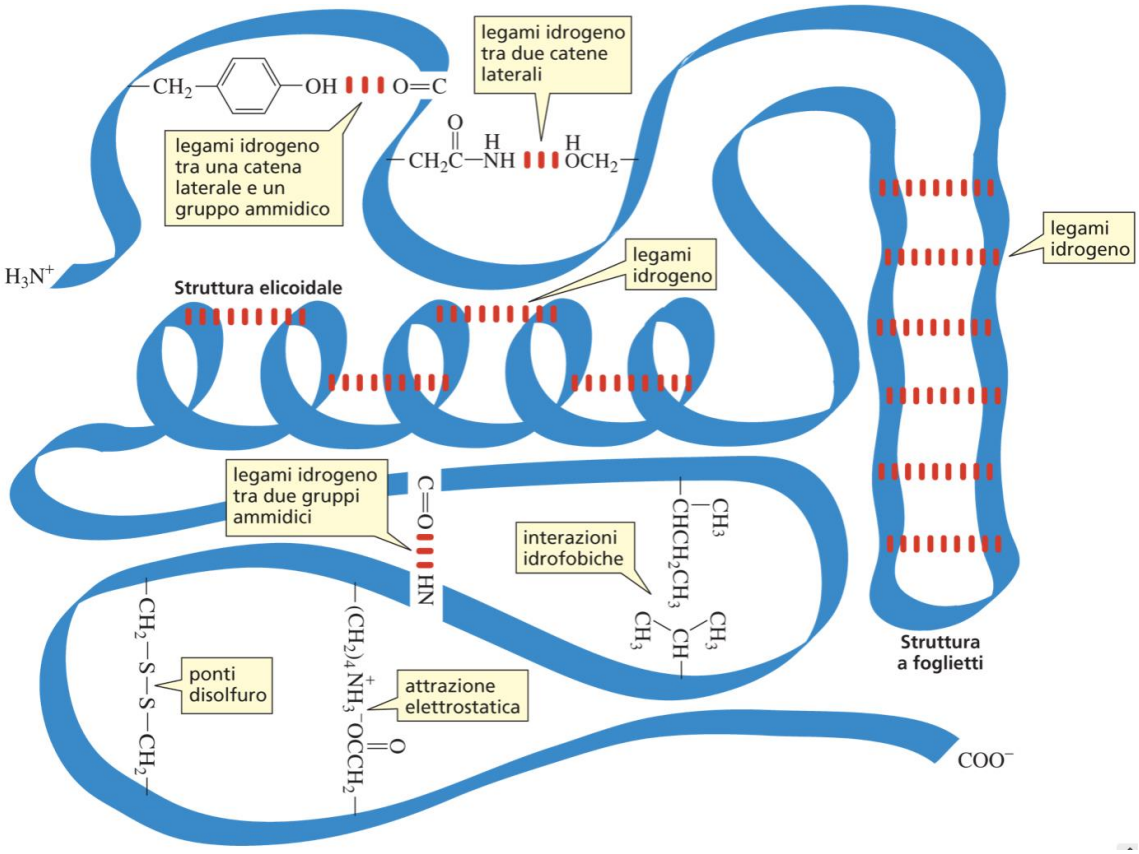
Secondaria

Descrive la struttura tridimensionale della catena polipeptidica. Nella catena si possono instaurare legami ad H intramolecolare tra il -C=O e -NH che fanno ripiegare la struttura. La struttura secondaria descrive la ripetizione regolare di una porzione di proteina nello spazio.
Si possono avere due conformazioni principali: α-elica e β-foglietto pieghettato.
Se non si ha una struttura secondaria ripetitiva, ma casuale → si è nella conformazione random coil.



Terziaria

Descrive la disposizione nello spazio completa assunta dalla proteina.
In questa struttura si prendono in considerazioni anche le interazioni tra i gruppi R degli amminoacidi (non necessariamente vicini) che compongono la proteina.
La catena tende a ripiegarsi così da stabilizzarsi, creando vari tipi di legami interni. È stabilizzata da legami ad H, interazioni idrofobiche, legami ionici e anche da legami covalenti, come ponti disolfuro (se amminoacido solforato).



Quaternaria

Se la proteina è composta da più di una catena polipeptidica → descrive il modo in cui sono disposte tridimensionalmente le varie unità strutturali (catene).

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 61 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 63 di 100

Comprende l'insieme dei processi metabolici che hanno come prodotti sostanze strutturalmente più semplici e povere di energia, liberando quella in eccesso sotto forma di energia chimica ed energia termica.

L'organismo ricava la maggior parte degli aminoacidi di cui ha bisogno dalle proteine alimentari. Affinché questi amminoacidi siano utilizzati le proteine devono essere "digerite" cioè idrolizzate negli aminoacidi costituenti.

È il meccanismo di degradazione delle proteine e assicura un continuo apporto di amminoacidi alle cellule. Gli amminoacidi che si ottengono sono utilizzati principalmente per la sintesi delle proteine (turnover/ricambio proteico) e di composti azotati, i quali sono secreti con urine, sudore e feci (ciclo urea). Gli amminoacidi in eccesso rispetto alle necessità biosintetiche della cellula non possono essere accumulati, ma sono ossidati a scopo energetico.

TRASFORMAZIONI ALIMENTARI
Le proteine sono interessate dalle seguenti trasformazioni alimentari:

DENATURAZIONE
In presenza di elevate temperature (>65 °C), di pH non ottimale (acido) o di detergenti e alcool, la struttura tridimensionale viene persa e la proteina va incontro a denaturazione.
Questa trasformazione comporta vari fenomeni:

- perdita delle attività biologiche (es. inattivazione degli enzimi)
- coagulazione e aggregazione (es. formazione di schiume)
- incremento della sensibilità agli enzimi digestivi, ovvero aumento della digeribilità che si verifica in genere con la cottura.

REAZIONI DI MAILLARD
E' un processo chimico complesso che coinvolge le proteine e gli zuccheri a seguito dell'azione delle medio-alte temperature: il gruppo carbonilico degli zuccheri riduttori reagisce con il gruppo amminico delle proteine formando un prodotto di condensazione detto base di Schiff.
Le basi di Schiff sono prodotti instabili e da esse prendono avvio processi di riarrangiamento e decomposizioni che portano alla formazione di composti carbonilici (aldeidi, chetoni), composti azotati condensati (melanoidine) e idrossimetilfurfurale (HMF).
Questa trasformazione comporta vari fenomeni:

- aumento delle proprietà aromatiche, dovute soprattutto ai composti carbonilici e allo sviluppo di una certa quantità di ammoniaca;
- imbrunimento dell'alimento, causato dalle melanoidine;
- riduzione della digeribilità delle proteine a causa della stabilità dei legami delle melanoidine.

PROTEOLISI
Consiste nella rottura della struttura primaria delle proteine e, quindi, nello sviluppo di catene polipeptidiche più piccole e di aminoacidi liberi.
Conseguenze:

- aumento della digeribilità delle proteine, ma anche potenziale riduzione del loro valore nutritivo;
- processo utile e desiderato se procede in modo controllato e non particolarmente spinto.

Esempi:
FROLLATURA DELLA CARNE
È una proteolisi attualità da enzimi di origine microbica. Migliora la commestibilità della carne dopo macellazione.
Si svolge mediante mantenimento dei gradi intorno a valori di 0-4 °C e ad un'umidità relativa del 75% per

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 63 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 65 di 100

LIPIDI o GRASSI

Sono composti ternari composti da C,H,O e possono contenere anche P e N.
Sono insolubili in acqua e solubili in solventi organici. Sono untuosi al tatto e lasciano una macchia traslucida sulla carta.
Costituiscono circa il 17% del peso corporeo.

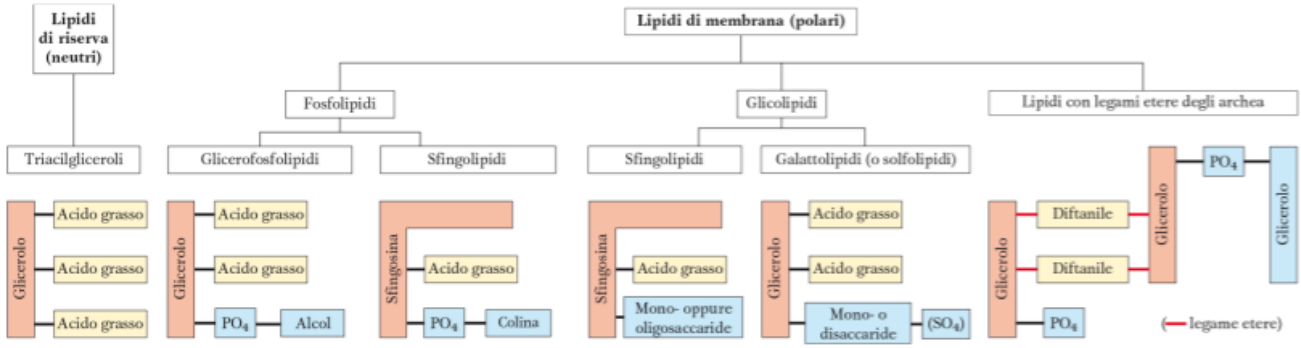
CLASSIFICAZIONE in base:

- alla funzione biologica
  DI DEPOSITO/RISERVA con funzione energetica e protettiva. Es: trigliceridi.
  STRUTTURALI costituiscono le membrane delle cellule e intracellulari
  REGOLATORI, precursori di vitamine e ormoni. Es: colesterolo, è il precursore di numerose sostanze di grande importanza biologica (vitamina D3, ormoni steroidei, acidi biliari).

- alla struttura
  COMPLESSI se contendono molecole di ACIDI GRASSI legate covalentemente (acilgliceroli, fosfogliceridi, sfingolipidi)
  STEROIDI se non contengono molecole di acidi grassi (terpeni, steroidi). Gli steroidi sono un gruppo di lipidi che presentano la struttura di base di un idrocarburo policiclico. Es: colesterolo.

- alla composizione chimica
  SAPONIFICABILI
  NON SAPONIFICABILI

- alla polarità
  NEUTRI (trigliceridi e colesterolo), sono quelli di riserva
  POLARI (fosfolipidi e glicolipidi), sono quelli con funzione di membrana



ACIDI GRASSI
Sono acidi monocarbossilici la cui molecola contiene una lunga catena alifatica che conferisce loro una marcata idrofobicità. Essi hanno formula generale: $CH_3(CH_2)_nCOOH$.
Sono a corta (<6 C), media (6-10 C), lunga (>12 C) catena.
Sono tensioattivi, quindi hanno la caratteristica di essere molecole anfipatiche perché formati da una parte polare (-COOH) e una apolare (catena alifatica). → disposizione in acqua e formazione micelle.

Possono essere saturi o insaturi, se c'è uno o più legami doppi C=C nella catena alifatica. I legami doppi possono essere fino a 4/6.

Nomenclatura:
numero C : numero insaturazioni [posizioni doppi legami separate da virgola] , n/ω – numero C con insaturazione.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 65 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 67 di 100

- costituiscono la parte principale dei grassi presenti in un organismo
- forma di energia immagazzinata nel tessuto adiposo
- protezione ed isolamento
- trasporto di vitamine liposolubili (A, D, E, K)
- proprietà sensoriali negli alimenti.

GLICEROFOSFOLIPIDI
Sono simili ai trigliceridi ma contengono anche acido fosforico. Sono costituenti delle membrane biologiche → hanno ruolo plastico.

LECITINE
sono fosfolipidi contenenti colina, costituiti da una regione lipidica (non solubile in acqua) e da un residuo di acido ortofosforico idrosolubile. Tale particolarità chimica conferisce alle lecitine la capacità di tenere insieme due sostanze, come i grassi e l'acqua, normalmente non mescolabili. Sono perciò utilizzati come emulsionanti in diversi settori industriali.

SFIGOLIPIDI
Sono costituiti da una parte lipidica e da uno zucchero (generalmente galattosio o glucosio). sono presenti nelle membrane cellulari → ruolo plastico.

COLESTEROLO
Lo steroide più abbondante nei tessuti animali è il colesterolo. È un costituente delle membrane cellulari. Aiuta a rendere la membrana impermeabile alle piccole molecole solubili in acqua e mantiene la membrana flessibile in un ampio intervallo di temperature.
Un suo eccesso nel sangue predispone a malattie cardiovascolari.
il suo trasporto nel sangue avviene grazie alle lipoproteine, le quali possono essere:

- a bassa densità LDL → trasportano il colesterolo dal fegato ai tessuti. Sono responsabili dei danni che arreca il colesterolo alle arterie ("colesterolo cattivo") .
- ad alta densità HDL → deputate al trasporto del colesterolo e dei fosfolipidi verso il fegato. Eliminano dalla circolazione il colesterolo in eccesso e lo indirizzano verso i tessuti che sono in grado di metabolizzarlo ("colesterolo buono").

FONTI ALIMENTARI DI ACIDI GRASSI
La composizione lipidica in acidi grassi è ricca sia negli alimenti vegetali sia in quelli animali:

- debole tendenza dei grassi vegetali ad essere più ricchi in acidi grassi a catene medio-lunghe, mentre in quelli animali c'è una tendenza alle catene medio-corte

- gli ω-9 sono ugualmente presenti nei grassi animali e vegetali, mentre gli ω -3 sono maggiormente presenti nei grassi animali (come i pesci) e gli ω -6 nei grassi vegetali

- tendenzialmente gli oli vegetali contengono più acidi grassi insaturi rispetto ai grassi animali.

I grassi ω3 si trovano nei pesci grassi (es. salmone, olio di fegato di merluzzo), gli ω6 in oli vegetali (es. l'olio di lino spremuto a freddo, l'olio di mais, di soia e di girasole) e semi e germe di grano.
Una dieta ricca di ω3 è associata ad un ridotto rischio di infarto trombotico.

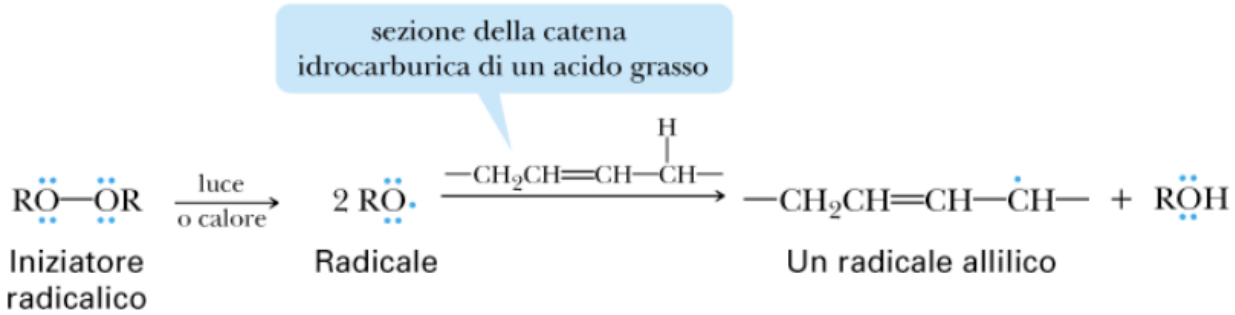
I lipidi contenuti negli alimenti sono in gran parte rappresentati dai trigliceridi (90-98%).
I grassi degli animali non acquatici contengono normalmente intorno al 40–50% in peso di acidi grassi saturi.
La maggior parte degli oli vegetali contiene il 20% o meno di acidi grassi saturi e l'80% o più di acidi grassi insaturi.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 67 di 100

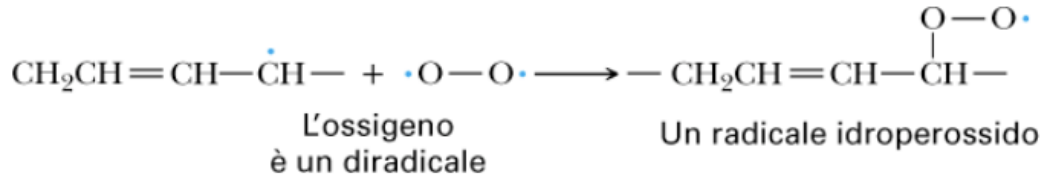
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 69 di 100

OSSIDAZIONE DEI GRASSI/IRRANCIDIMENTO
I lipidi sono la classe più suscettibile ad ossidazione.
L'autossidazione radicalica degli acidi grassi insaturi è una reazione a meccanismo radicalico che, una volta innescatasi, procede spontaneamente e rapidamente in presenza di O_2, portando in conclusione alla formazione di aldeidi, chetoni ed acidi grassi a corta catena, responsabili del caratteristico odore di rancido. Maggiori sono le insaturazione e più semplici e rapidi i fenomeni di autossidazione.

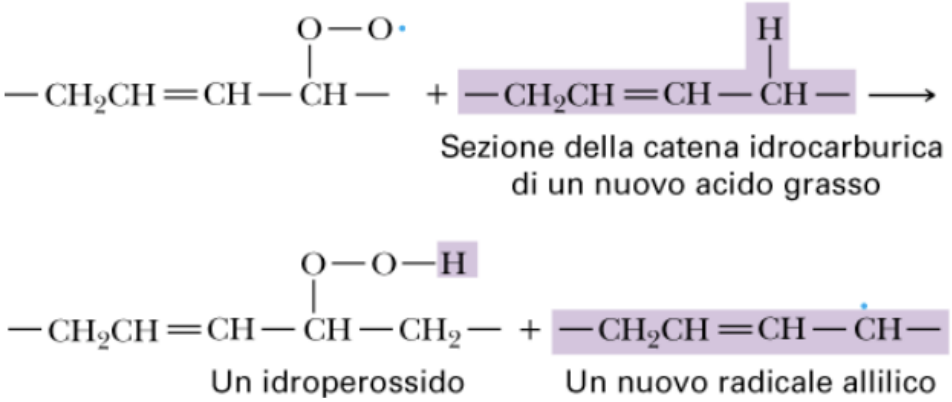
Il meccanismo comincia con un iniziatore radicalico ed è innescato dall'energia fornita da luce o calore. Viene rimosso un idrogeno adiacente ad un doppio legame della catena R e si forma un **radicale allilico:**



Questo reagisce con l'ossigeno atmosferico (a sua volta un radicale) per formare un radicale idroperossido:



Questo radicale a sua volta prosegue la catena radicalica reagendo con un altro acido grasso insaturo e formando un idroperossido ed un nuovo radicale allilico. Gli idroperossidi formatisi sono instabili ed evolvono in aldeidi, chetoni o acidi carbossilici corti.



ALTRE REAZIONI:
SAPONIFICAZIONE
I saponi propriamente detti sono sali di acidi grassi con metalli alcalini.
La saponificabilità è legata alla presenza di almeno un radicale di acido grasso nella molecola lipidica (gli steroidi non sono saponificabili) ed è dovuta all'idrolisi del legame estere tra acido grasso e alcol (glicerolo).
La saponificazione consiste nell'idrolisi degli esteri in soluzione fortemente alcalina (basica, normalmente NaOH o KOH) e formazione di glicerolo e dei sali sodici o di potassio degli acidi carbossilici, a loro volta detti saponi.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 69 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 71 di 100

ACQUA

NEGLI ALIMENTI è presente in due forme:

- LEGATA o incongelabile
  Può essere:
  - Acqua di cristallizzazione , in cui le molecole occupano posizioni ben precise nel reticolo della struttura (ionica o macromolecolare).
  - Acqua allo stato molecolare, legata mediante forze deboli a centri polari di proteine, zuccheri ed altri componenti.
  - Acqua immobilizzata, anche in questo caso in interazione (più) debole con strutture polari.

- LIBERA
  È quella contenuta nei macrocapillari e costituisce la maggior parte di quella contenuta negli alimenti.
  Ha un'attività di poco inferiore all'acqua pura e da essa dipendono molti fatti, come ad es. l'attività microbica.
  La determinazione dell'attività dell'acqua (Aw) è importante per la stima della conservabilità di un prodotto.
  Molti alimenti presentano un Aw tra 0.98 e 0.99 che consente di trovare un ambiente ottimale per la proliferazione di molte famigli di microorganismi responsabili del deterioramento dell'alimento.
  La conservabilità è tutelata per valori di Aw < 0.65.

NELL'ORGANISMO
Nei neonati rappresenta circa il 75% del peso corporeo. Scende a circa il 60% negli adulti.
È distribuita in:
40% di Acqua intracellulare
Extracellulare 20% di cui il 15% è interstiziale ed il 5% plasmatico.

L'assunzione avviene con le bevande ma anche con gli alimenti. Una piccola parte, *acqua endogena*, deriva dall'ossidazione dei nutrienti (ca 300 ml/die).
L'eliminazione avviene attraverso urine, feci, sudorazione e respirazione. Nell'adulto circa il 6% del contenuto idrico complessivo viene ricambiato ogni giorno.

BILANCIO
Per mantenere il giusto bilancio idrico è necessario assumere ca 2,5 L/die.
L'equilibrio idro-elettrolitico è regolato dall'azione combinata di un sistema complesso di ormoni:

- Vasopressina o adiuretina che limita la diuresi favorisce il riassorbimento e mantiene costante l'osmolarità della membrana cellulare.
- Aldosterone che favorisce il riassorbimento di Na+ scambiato con K+ (attraverso la membrana cellulare).
- Sistema retina-angiotensina, attivato quando vi è riduzione del volume sanguigno (attiva aldosterone).
- Fattore netriuretico atriale, agisce se aumenta il volume ematico inducendo escrezione di Na+.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 71 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 73 di 100

Funzioni:

- Determina la contrazione della muscolatura liscia e striata.
- Interviene nella liberazione dell'insulina
- Regola l'attività enzimatica
- Forma fosfati nel tessuto osseo
- Quello non osseo svolge il ruolo di messaggero universale.

In generale:
Forma il materiale rigido di ossa e denti. Regola la coagulazione del sangue e il funzionamento dei muscoli. Se manca le ossa si indeboliscono.

FOSFORO
Si trova in organismo in forma sia organica che inorganica, nelle ossa e nei denti (~80%), nel sangue e nei tessuti.

E' presente nella maggior parte degli alimenti di origine animale e vegetale, soprattutto nel latte, carne, burro, olio e strutto.

Il fabbisogno di fosforo è pari a quello del calcio.
L'assorbimento avviene sia per trasporto attivo che per diffusione, con intervento della vitamina D.
Limitano l'assorbimento cationi che formano sali insolubili, pH elevato e carenza di vitamina D.

Funzioni:

- Costituisce le ossa e i denti se sotto forma di sale
- Forma legami ad alta energia nell'ATP
- Rappresenta un buon sistema tampone nel sangue
- Attiva alcune vitamine
- È un costituente fondamentale in enzimi, proteine, fosfolipidi, acidi nucleici e nucleotidi
- Regola alcuni processi biochimici.

In generale:
Insieme al calcio contribuisce alla formazione del materiale rigido di ossa e denti. E' importante per le trasformazioni energetiche che avvengono nelle cellule.

MAGNESIO
Anche il magnesio è un componente del tessuto osseo.

Il magnesio è molto diffuso nella dieta (frutta secca, cacao, semi di soia, fagioli, vegetali verdi come componenti della clorofilla).
L'assorbimento viene favorito anche in questo caso dalla vitamina D.
È inibito dalla presenza eccessiva di Ca, proteine, fosfati, diarrea ed alcolismo.
In caso di carenza, si parla di *ipomagnesemia*, altrimenti di *aumento del magnesio plasmatico*.

Funzioni:
Attua alcune reazioni chimiche nell'organismo.

SODIO E POTASSIO
Sodio e potassio hanno come funzione principale quella di regolare gli scambi tra cellule e liquidi corporei.
Na^+ è il catione più rappresentato nei liquidi extracellulari, è presente anche nel tessuto osseo, nel connettivo e nella cartilagine. Partecipa al meccanismo della "pompa sodio-potassio", meccanismo a cui è accoppiato il trasporto intracellulare di K^+.
La pompa sodio-potassio è situata a livello delle membrane cellulari ed ha la funzione di trasportare il Sodio

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 73 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 75 di 100

Il trasporto di ossigeno avviene per la presenza del gruppo eme nelle due proteine (emoglobina e mioglobina). Il Ferro centrale del gruppo si lega all'ossigeno di una molecole d'acqua → si può trasportare ossigeno.
Emoglobina responsabile del trasporto dell'ossigeno nel sangue.
Mioglobina responsabile trasporto dell'ossigeno nei muscoli.
L'emoglobina trasporta l'ossigeno alla maggior parte del corpo, mentre la mioglobina intrappola l'ossigeno nei muscoli, per consentire alle cellule di lavorare correttamente. Quando il cuore o un altro muscolo scheletrico è danneggiato, la mioglobina viene rilasciata nel sangue.

VITAMINE
Le vitamine sono composti organici eterogenei dal punto di vista chimico, indispensabili per la crescita, l'integrità strutturale e lo svolgimento dei processi metabolici.

Caratteristiche:

- Prive di valore energetico.
- Hanno composizione molecolare semplice.
- Agiscono in dosi minime.
- Sono essenziali.
  Si pensa comunque che alcune non siano essenziali, ma siano prodotte dalla flora intestinale (gruppo B, K); altre derivano da precursori e provitamine, come PP (nicotinammide) dal triptofano, la vitamina A dai caroteni, la vitamina D è anche prodotta dall'irradiazione solare del 7-deidrocolesterolo presente nella pelle.

- Hanno azioni specifiche.
  Le più comuni azioni:
  agiscono come fattori di crescita: A, D, gruppo B, C
  rafforzano le strutture nervose: B1, B6, B12, PP, C
  aumentano la resistenza alle infezioni: A, B6, B12, C
  prevengono e curano le anemie: E, acido folico, B6, B12, C
  salvaguardano le cellule dai radicali liberi: E, C
  hanno un ruolo nella prevenzione dei tumori: A, E, C
  proteggono pelle e mucose: A, B2, B6, acido folico, PP.

Classificazione
Le vitamine sono 14 gruppi e si dividono in

- IDROSOLUBILI
  Nell'organismo umano le vitamine idrosolubili vengono eliminate rapidamente con le urine per cui difficilmente si determina accumulo.
  Sono:
  Vitamina B1 (tiamina)
  Vitamina B2 (riboflavina)

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 75 di 100

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 77 di 100

Si trova negli alimenti di origine animale esterificato con acido palmitico. La vitamina A può provenire da precursori, i caroteni, anch'essi liposolubili.
Sono trasformati in vit A nella mucosa intestinale e solo una piccola quantità passa in circolo.
L'assorbimento del retinolo avviene in presenza di grassi ed acidi biliari. I tessuti ricevono la vit A legata ad una proteina di sintesi epatica: il retinol binding protein o RBP.

Funzioni:
Il retinolo costituisce la porpora visiva o rodopsina, presente nei bastoncelli della retina, recettori della luce per la visione crepuscolare. La vit A è indispensabile per mantenere integri gli epiteli fornendo la sintesi di mucopolisaccaridi e la secrezione del muco e promuovendo lo sviluppo e la differenziazione cellulare.
Nel caso di carenza, si può avere cecità notturna, secchezza della cute, secchezza della congiuntiva, aumentata sensibilità alle infezioni, arresto della crescita.
Le vitamine liposolubili (vit A e D) sono responsabili di ipervitaminosi se in eccesso. Provoca intossicazione che può favorire lo sviluppo dell'osteoporosi e in gravidanza malformazioni al feto.

CALCIFEROLO o VITAMINA D
I più importanti composti con attività vitaminica D sono:

- vitamina D2, di origine esogena
- vitamina D3, di origine sia esogena che endogena.

Sono steroidi con l'anello B aperto, che differiscono per la catena laterale.

Funzioni:

- controlla il metabolismo del calcio;
- induce la sintesi di proteine speciali e modula la risposta cellulare;
- a livello della mucosa intestinale, agevola l'assorbimento ed il trasporto del Ca e, indirettamente, del fosfato;
- a livello del rene, favorisce il riassorbimento del Ca e del fosforo;
- a livello osseo, favorisce la rimozione del Ca e ne mantiene stabile il livello ematico.

La carenza di vit D porta ad un deficit di mineralizzazione dell'osso provocando rachitismo nei bambini o osteomalacia negli adulti.

TOCOFEROLO o VITAMINA E
Con tocoferolo si intendono diversi composti isoprenoidi costituiti da un nucleo idrossicromico collegato ad una catena carboniosa satura e che si differenziano per il numero e la posizione dei radicali metilici sul nucleo.
Prevalgono negli alimenti di origine vegetale: germi di semi id cereali, ortaggi a foglia larga, semi e frutti oleosi e nei rispettivi oli. In minor quantità si trovano in uova, fegato, latticini.

Funzioni:
Ha un forte potere antiossidante sia *in vivo* che *in vitro*:

- *in vivo*: protegge da ossidazione le strutture lipidiche innescata dalla presenza di radicali liberi, collabora con il Se
- *in vitro*: è un additivo antiossidante, con la sigla E307 (a-tocoferolo).

Le carenze nell'uomo comportano:

- disturbi nell'assorbimento dei grassi

- presenza di quantità eccessiva di AGI (ac grassi insaturi) non metabolizzati

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 77 di 100