

# PASTORIZZAZIONE

Trattamento a  $t^{\circ} \leq 100^{\circ}C$  che consente la distruzione degli enzimi e dei microrganismi; sfuggono le spore microbiche. Ha lo scopo di eliminare tutti i microrganismi patogeni e la maggior parte di quelli banali.

L'alimento pastorizzato va conservato a  $t^{\circ} \approx 4^{\circ} \times 4$  ff.

## Fattori influenti sull'azione microbocida

**pH** se basso il trattamento è più efficace

**umidità relativa** favorisce l'attività microbocida

**contenuto in trigliceridi** aumenta la resistenza dei microrganismi.

la panna del latte richiede una  $t^{\circ}$  più elevata

**tempo** è inversamente proporzionale alla temperatura

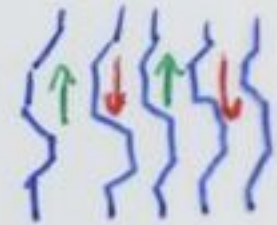
Il massimo effetto distruttivo dei microrganismi con il minor danno al prodotto si ottiene applicando  $t^{\circ}$  elevate per breve tempo. Non vengono però disattivati alcuni enzimi e le spore microbiche. Trattamento ottimale  $t^{\circ} 85^{\circ} \times 4,2''$  oppure  $71,2^{\circ}C \times 10''$ .

## Impianti di pastorizzazione

- Prodotto imbottigliato o sfuso

**PRODOTTO IMBOTTIGLIATO**: pastoreizzatore continuo a tunnel entro cui il prodotto viene trasportato da un nastro ed investito da una pioggia d'acqua calda

**PRODOTTO SFUSO**: SCAMBIO DIRETTO A PIASTRE



o TUBOLARE



# STERILIZZAZIONE

Trattamento a temperature elevate ( $150-200^{\circ}\text{C}$ ) che provoca la distruzione di tutti gli enzimi, microrganismi e quasi tutte le spore.

Il prodotto è reso stabile per lungo tempo (anche anni); nel latte la durata è limitata a 6 mesi al massimo.

Difficoltà a raggiungere istantaneamente la temperatura sterilizzante e poi bassi valori di  $t^{\circ}$ . Ottimi risultati con **VAPORIZZAZIONE**, cioè nebulizzazione del prodotto o iniezione di vapore

**FASI:** 1) preriscaldamento, condizionamento, riscaldamento, chiusura ermetica, trattamento sterilizzante, raffreddamento  
2) Trattamento sterilizzante, condizionamento asettico in scatola, vetro o plastica, raffreddamento

Nei solidi il calore viene trasmesso \* **conduzione** (poco uniforme)

Nei liquidi il calore viene trasmesso \* **convezione** (rapido)

## IMPIANTI

**AUTOCLAVE** cilindro con asse verticale a chiusura ermetica immissione di vapore e scarico condensa. Dotata di termostato, manometro, entrata dell'  $\text{H}_2\text{O}$  fredda per il raffreddamento.

Agitatori all'interno. Tipo discontinuo

**HYDROLOCK** tipo continuo. Contenitori in cilindri trasportati da una catena entro l'autoclave, qui sono fatti ruotare, sterilizzati e raffreddati con immersione in  $\text{H}_2\text{O}$ . Buste flessibili.

**HYDROFLOW** contenitori trasportati da flusso di  $\text{H}_2\text{O}$ . Vapore

**IDROSTATICO** Vapore con pressione bilanciata da colonna  $\text{H}_2\text{O}$  fredda ciclo completo  $\geq 2\text{h}$ .

**A FIAMMA** preriscaldamento a vapore a  $85^{\circ}\text{C}$ ; fienone di bruciatore  $135^{\circ}$  x alcuni minuti.

**INIEZIONE DI VAPORE / SCAMBIO INDIRETTO**  $145-150^{\circ}$  x  $1-5''$

# TRATTAMENTI A BASSA TEMPERATURA

Metodo di conservazione → blocca l'attività dei microrganismi e degli enzimi. Temperature  $< 8^{\circ}\text{C}$  bloccano i batteri patogeni. Batteri psicrofili, alcuni funghi si sviluppano fino a  $t^{\circ} - 15^{\circ}\text{C}$ . Azione distruttiva a  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Velocità di penetrazione:  $180 - 220 \text{ mm/h}$

## Fasi della produzione del freddo

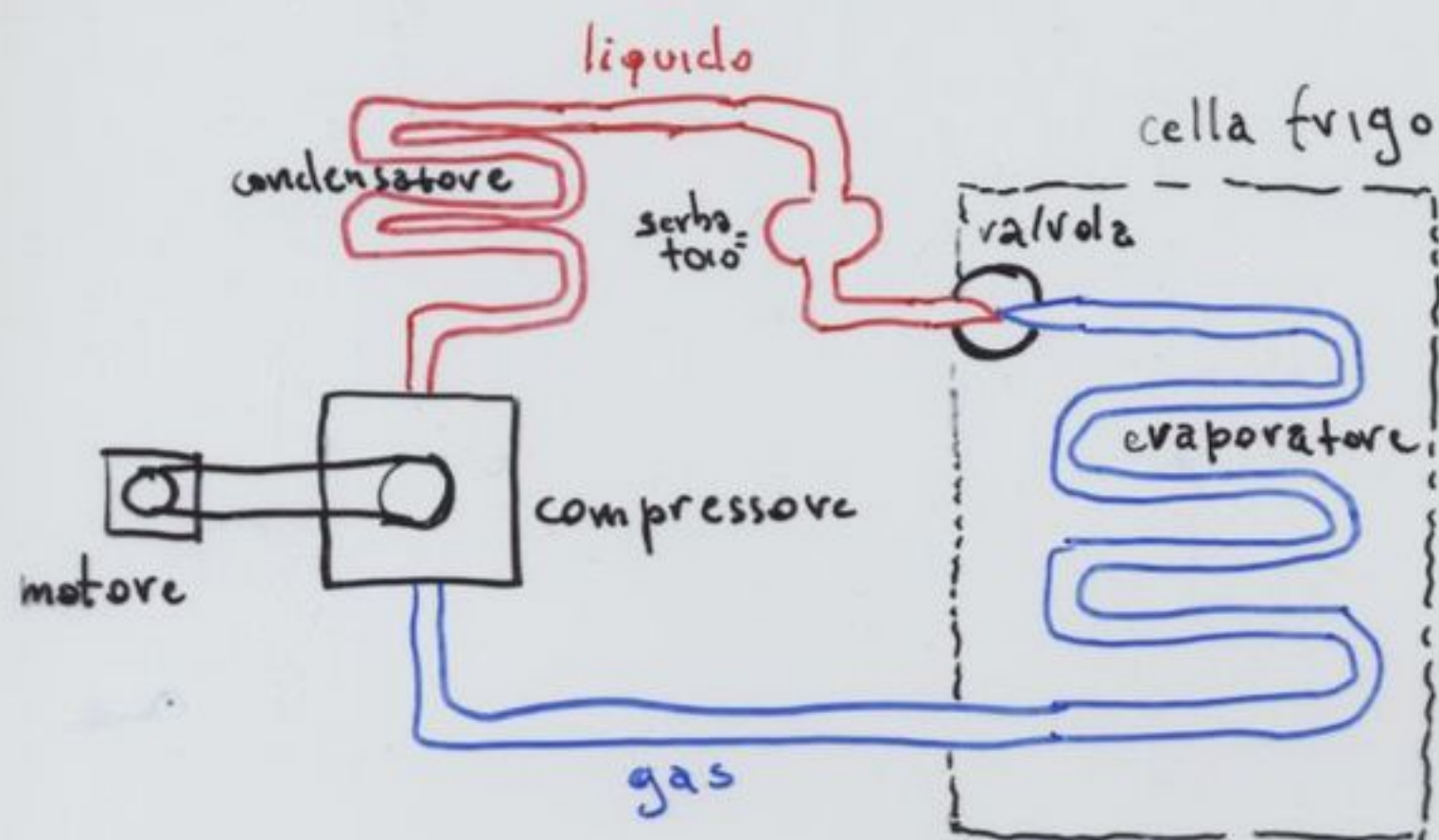
Compressione del gas frigorifero aumento di pressione e di temperatura del gas (freon o  $\text{NH}_3$ ). Compressore costituito da pompa a stantuffo.

Condensazione del gas cessione di calore latente con liquefazione del gas nel condensatore o scambiatore di calore

Regolazione del flusso con valvola tarata

Evaporazione del gas liquefatto diminuzione di pressione e di temperatura con sottrazione di calore

## Schema di frigorifero



Agenti frigoriferi acqua di mare, acqua dolce

ghiaccio secco  $\text{CO}_2$  solida, ostionente

azoto liquido  $t^{\circ} < -50^{\circ}\text{C}$

miscugli frigoriferi  $\text{NH}_3$ , butano,  $\text{SO}_2$

freon cloro fluorocarburo atossico → buco dell'ozono

**Macchine frigorifere** costituite da compressore, condensatore, evaporatore, valvola di regolazione.

Applicazione x frutta, pesce, carni, surgelati, vino

**Refrigerazione**  $t^{\circ}$   $0-2^{\circ}\text{C}$ . Blocca l'attività dei microrganismi (esclusi i psicrofili) e rallenta quella degli enzimi. La conservabilità è limitata a pochi giorni.

Conservazione dei caratteri organolettici e principi nutritivi

**Congelamento**  $t^{\circ} < 0 \rightarrow -20 \div -50^{\circ}\text{C}$ , formazione di cristalli di ghiaccio (acqua libera). Arresto attività dei microrganismi che però non muoiono. Formazione di macrocristalli all'esterno delle cellule  $\rightarrow$  rottura pareti cellulari

Congelazione della carne. Lunga conservabilità

**Surgelazione** rapido congelamento a  $-20-30^{\circ}\text{C}$  entro 4h di prodotti alimentari confezionati. Formazione di microcristalli che non rompono le pareti cellulari.

Lunga conservabilità: 3 mesi (carni suine, prosciutto cotto)

$\rightarrow$   $> 12$  mesi (frutta, ortaggi, carne bovina, uova)

Catena del freddo: Freezer industriale  $\rightarrow$  deposito conservazione  $\rightarrow$  deposito di distribuzione  $\rightarrow$  trasporto  $\rightarrow$  negozio  $\rightarrow$  freezer domestici

**Idrorefrigerazione** raffreddamento con  $\text{H}_2\text{O}$  fredda  $t^{\circ} 0-5^{\circ}\text{C}$

x 4-5 min (ciliegie, fagiolini) 10-15 min (asparagi)

45-70 min (meloni). Lavaggio con  $\text{H}_2\text{O}$  addizionata a cloro. Non adatta per ortaggi a foglie

**Raffreddamento sotto vuoto** raffreddamento sotto vuoto

-4 bar x 15-20 min di ortaggi in contenitori permeabili al vapore acqueo

# CONCENTRAZIONE

Parziale eliminazione del solvente ( $H_2O$ ) da una soluzione (alimento)  $\rightarrow$  disidratazione parziale

- Scopi:
- minori costi (immagazzinaggio, trasporto)
  - trattamento preliminare ( $\rightarrow$  essiccazione, liofilizz. cristall.)
  - conservabilità ( $H_2O < 6\%$ ).

Aspetti negativi:

- allontanamento composti volatili (aromi frutta)
- degradazione composti (a  $t^\circ$  elevata)
- formazione di odori e sapori sgradevoli

Evaporatore costituito da 4 parti:

- scambiatore di calore vasca, serpentine, tubi, piastre.
- separatore prodotto concentrato e vapore.
- condensatore del vapore.
- pompa per vuoto abbassa la  $t^\circ$  di ebollizione.

Tipi continui (scarico e carico contemporaneamente)  
" discontinui (senza riciclo)

La  $t^\circ$  del vapore riscaldante  $< 110^\circ C$ .

Tipi di evaporatori

**A TUBI** fascio di tubi verticali ( $h=2m$ ,  $\phi$  5-10cm) racchiusi in un cilindro; il prodotto evapora all'interno dei tubi e trascinato in alto dove avviene la separazione del vapore dal liquido (zucchero)

**A PIASTRE** serie di piastre parallele alternate a canali per il vapore di riscaldamento. Per prodotti termosensibili. No incrostazioni.

**A FILM AGITATO** il prodotto viene continuamente agitato e distribuito su un strato sottile ( $< 1mm$ ). Permanenza 20-30 sec.

**A FILM CENTRIFUGO** il prodotto viene mosso da una centrifuga che lo distribuisce in strati sottili su coni rotanti ad alta velocità

Tempo di permanenza  $t \approx 10$  sec.

**A SUPERFICIE RISCALDANTE** serpentina con vapore che ruota in una vasca contenente il prodotto in ebollizione sottovuoto. Prod. viscosi

**A POMPA DI CALORE** lavora a bassa  $t^\circ$  ( $20^\circ\text{C}$ ) con  $\text{NH}_3$  compressa che condensando cede calore al prodotto; poi  $\text{NH}_3$  si espande assorbendo calore dal vapore acqueo evaporato dal prodotto.

## ESSICCAMENTO IN CORRENTE D'ARIA

Sottrazione totale di  $\text{H}_2\text{O}$  mediante corrente d'aria secca a  $65:90^\circ\text{C}$

Può avvenire per riscaldamento diretto (prodotto investito da aria calda) o indiretto (per conduzione attraverso parete metallica)

Il tempo di essiccamento si determina sperimentalmente per ogni prodotto. Diffusione dell' $\text{H}_2\text{O}$  nel prodotto - L'aria calda può essere riciclata con notevole risparmio energetico.

**ESSICATORI:** 2 sistemi:

**SPRAY** nebulizzazione del prodotto in una camera dove questo, a contatto con l'aria calda, essicca rapidamente.

Le particelle essiccate vengono raccolte in un ciclone separatore  
Si usa x Latte in polvere, estratti di caffè, lieviti secchi.

Per favorire la reidratazione si effettua **la istantaneizzazione** (agglomerazione con vapore saturo e successiva essiccazione che rendano le particelle più grosse e più dense).

**ROLLER (a cilindri)** il prodotto viene disposto a strato sottile sulla superficie di uno o due cilindri in ghisa cromata ( $\varnothing = 50 \div 200 \text{ cm}$  -  $l = 100 - 500 \text{ cm}$ ) riscaldati all'interno con vapore a  $2 \div 7 \text{ bar}$ ; il prodotto essicca e viene asportato mediante un coltello raschiatore.

**ALTRI:**

- ad armadio x prodotti granulari
- a tunnel x uva e prugne
- a nastro x prodotti solubili

# CRIOCONCENTRAZIONE

Eliminazione di  $H_2O$ , sotto forma di ghiaccio, dal prodotto da concentrare (mosto d'uva).

Utilizzo di basse  $t^\circ$ ;  $t^\circ >$  punto eutettico (la fase solida ha la stessa composizione della liquido)  $t^\circ = -10 \div -40^\circ C$

Nucleo di cristallizzazione  $\rightarrow$  cristalli sferici, agitazione

Concentrazione fino a  $30 \div 35\%$  in solidi

## Cristallizzatori

a refrigerazione diretta sottovuoto,  $t^\circ -3^\circ C$ , perdita aromi

a refrigerazione indiretta vari tipi: forte raffreddamento; ricircolo sospensione; cristalli piccoli  $\rightarrow$  cristalli grandi

a controcorrente riciclo dei cristalli.

## Separazione dei cristalli di ghiaccio

presse troppe perdite

filtri centrifughi operazioni di pulizia, recupero soluzione

colonne di lavaggio separazione completa con recupero aromi

# LIOFILIZZAZIONE

Congelamento  $\rightarrow$  sublimazione  $H_2O$  sotto vuoto

reidratazione prima del consumo. Rispetta le caratteristiche qualitative, nutrizionali e organolettiche, elevata conservabilità rispetto degli aromi. Tecnica costosa. Caffè, frutta, uova ecc.

## Ciclo di lavorazione

operazioni preliminari affettatura o cubettatura (20 mm) prodotto solido  
concentrazione prodotto liquido

Congelamento  $-40^\circ C \div -80^\circ C$

sublimazione: riscaldamento x irraggiamento o sotto vuoto

## Liofilizzatori

a ripiani, dinamico, a nastri, a piatti

# OSMOSI

Sistema di concentrazione che utilizza membrane semipermeabili. Può essere **diretta** e **inversa**

$$\pi = c \cdot R \cdot T$$

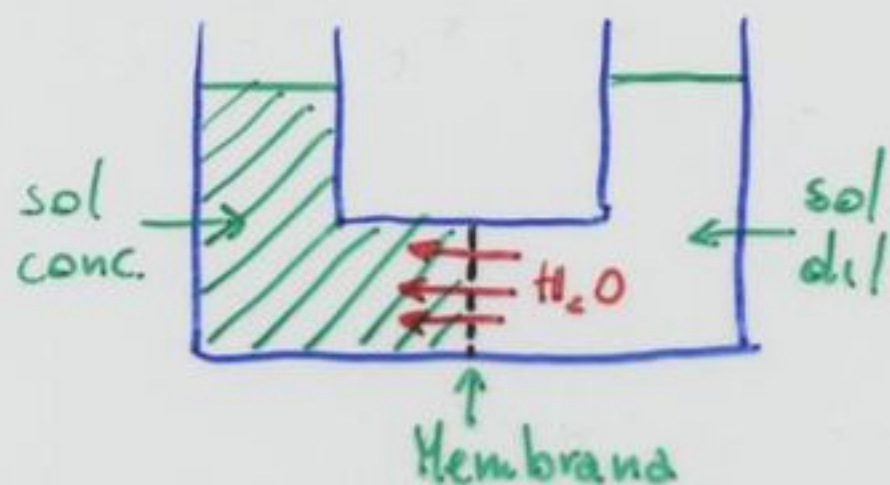
$c$  = concentrazione

$$\Delta\pi = \pi_{\text{conc}} - \pi_{\text{dil}} = (c_{\text{conc}} - c_{\text{dil}}) \cdot R \cdot T$$

$R$  = costante dei gas

$T$  = temp. assoluta

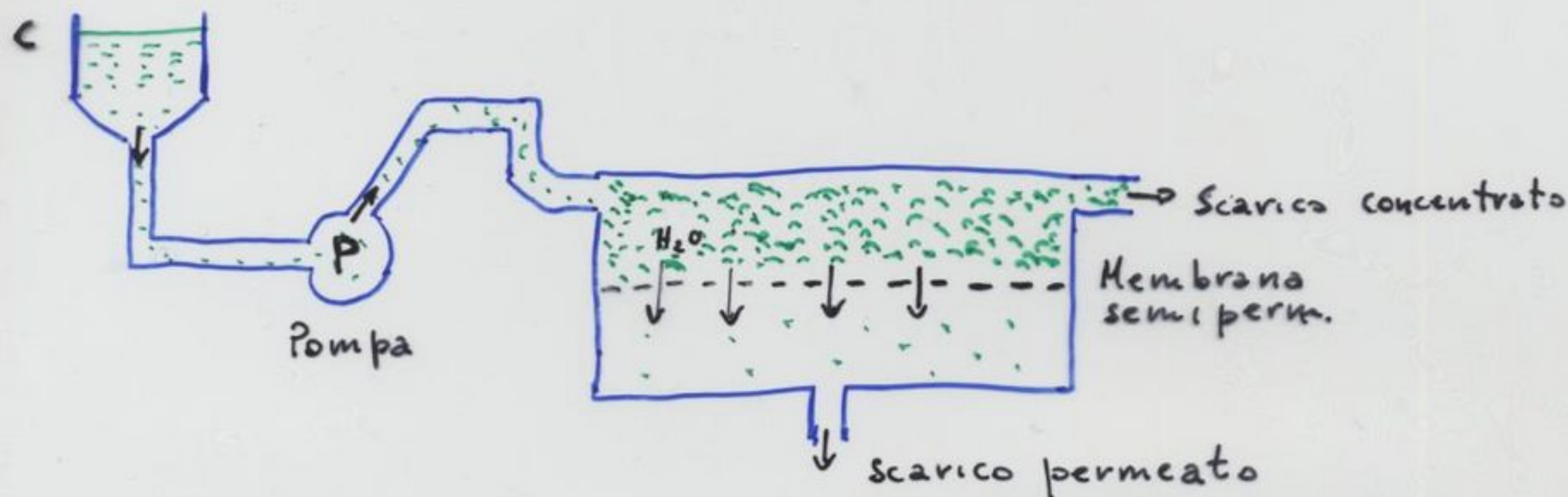
L'  $H_2O$  attraversa la membrana fino a  $\Delta\pi = 0$  e  $c_{\text{conc}} = c_{\text{dil}}$   
(osmosi diretta)



si utilizza per ottenere una leggera disidratazione di frutta e verdura (tagliati a pezzi e posti in soluzione al 70% di saccarosio) come pre-trattamento seguito da liofilizzazione o surgelamento o pastorizzazione

## osmosi inversa

Si sottopone ad alta pressione (50 Atm) una soluzione concentrata  $\rightarrow$  l'  $H_2O$  passa da soluz. conc. a quella diluita attraverso una membrana semipermeabile



## Applicazioni

pre concentrazione dei liofilizzati (caffè, tè)  
concentrazione di soluz. zuccherine (mosto, succhi)  
preparazione del melasso e degli sciroppi



# FILTRAZIONE

Separazione di sostanze solide da un liquido che passa attraverso un mezzo poroso o permeabile detto filtro

**POROSITA'** del filtro consiste nel rapporto % tra volume vuoto (dei pori) ed il volume totale del filtro.

Farina fossile = 90% ; cartoni = 80% ; membrane = 80% ;  
ceramica porosa = 50% .

**PERMEABILITA'** tendenza del filtro a lasciar passare il liquido da filtrare. La farina fossile ha una permeabilità 3-6 volte superiore a quella dei cartoni

**RESA** della filtrazione (o **PORTATA** o **velocità**) è data dal volume di liquido che filtra nell'unità di tempo. Aumenta con la superficie filtrante, la pressione, la permeabilità, la porosità; diminuisce con la viscosità del liquido e lo spessore del filtro.

La pressione può essere dovuta a:

- gravità
- sovrappressione generata da pompe
- depressione per aspirazione dell'aria

L'aumento di pressione deve essere adeguato alla consistenza del materiale depositato sul filtro.

La temperatura del liquido fa diminuire la viscosità dello stesso

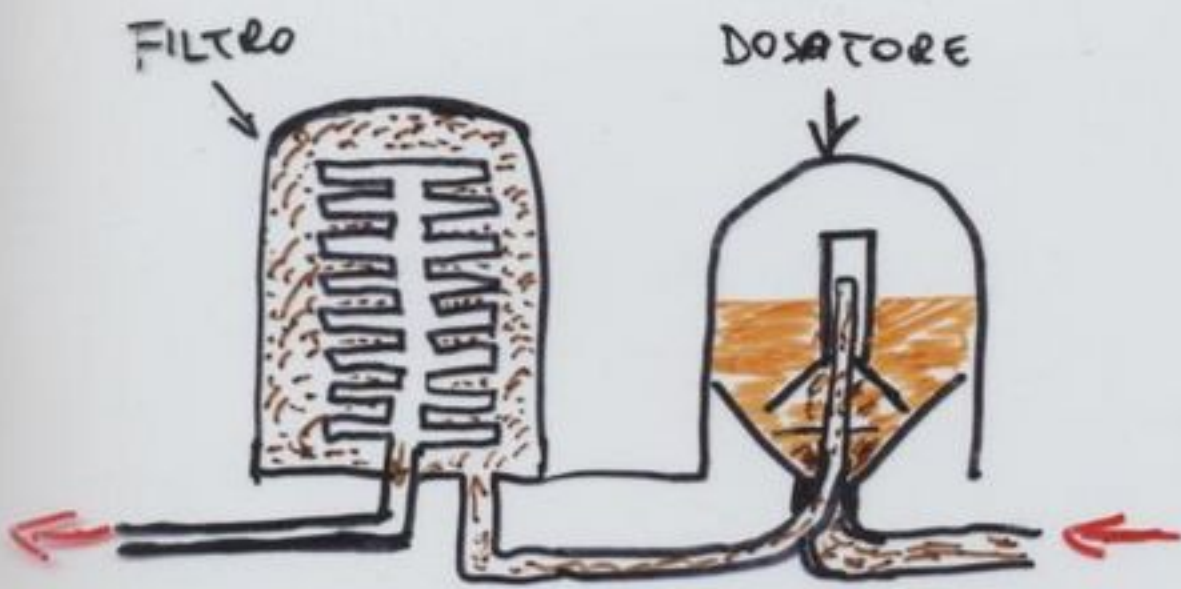
## AZIONE DEI FILTRI

- SETACCIAMENTO** deposito di particelle con  $\phi > \phi$  pori (f.f.)
- ASSORBIMENTO** per attrazione elettrostatica (cellulosa)
- RITENZIONE** internamente al filtro, nei canali disposti irregolarmente

# TIPI DI FILTRO

1) AD ALLUVIONAGGIO filtro continuo in cui prima della

filtrazione vengono addizionate al liquido farina fossile o perlite mediante un dosatore; il coadiuvante forma un pre-pannello sul filtro.



2) A MEMBRANA costituita da pellicole molto sottili di natura sintetica.

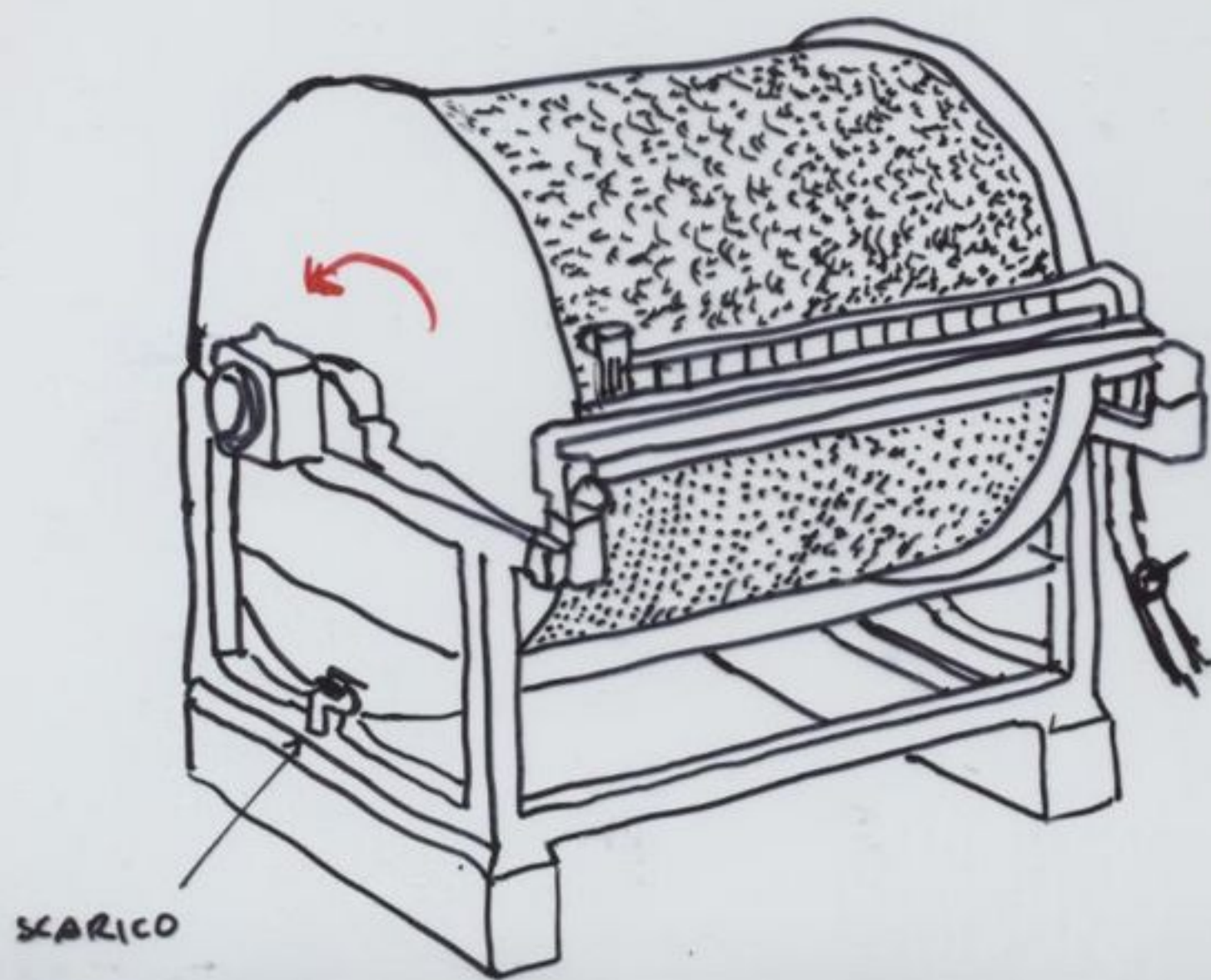
3) FILTRO PRESSA filtro discontinuo in cui il liquido viene inviato sotto pressione, capace di separare particelle molto piccole.

4) FILTRI A CARTUCCE costituiti da più membrane pieghettate avvolte all'interno di una campana cilindrica.

5) FILTRO A SABBIA formato da vari strati di sabbia per uno spessore di 60÷80 cm disposti su una griglia metallica; impiegato per la filtrazione dell'acqua.

6) FILTRO ROTATIVO SOTTO VUOTO filtro continuo che aspira il liquido all'interno di un tamburo in cui viene fatto il vuoto

la massa solida si deposita sulla parete esterna e viene asportata da un coltello raschiatore; si usa per liquidi molto torbidi (fecce, mosto d'uva o di mele)



← ALIMENTAZIONE

## COADIUVANTI DI FILTRAZIONE

Sostanze addizionate al liquido da filtrare o depositate sul supporto (prima della filtrazione) per favorire la permeabilità ed aumentare la capacità filtrante.

**FARINA FOSSILE** costituita da silice (90%) e allumina (10%) è ricavata da depositi marini di alghe diatomee; polvere biancastra o giallina i cui granuli sviluppano una superficie di  $6 \div 10 \text{ m}^2/\text{g}$ , si usa in dosi  $0,1 \div 0,5\%$  sul peso del prodotto da filtrare, ha tendenza a sedimentare; si usa nella filtrazione di mosti e vini.

**PERLITE** costituita da  $\text{SiO}_2$  di origine vulcanica, ha una capacità filtrante superiore alla filtrina del 25% ca.

**CELLULOSA** si impiega sotto forma di cartoni o in polvere per filtrare vino, olio e prodotti farmaceutici.

**COTONE** greggio per filtrare olio, sottoforma di tessuto liscio nella filtrazione di prodotti industriali; si deve lavare prima dell'uso;

**MISTO COTONE-CELLULOSA-FILTRINA** sostituto dell'amianto.

**LANA** sottoforma di feltri o tessuto, adatta per prodotti acidi, è sensibile al caldo.

**SOSTANZE SINTETICHE** gomma microporosa e PVC

**ACCIAIO** in fili

**NYLON** in fibre

**PORCELLANA** microporosa, usata per separare i microrganismi (filtrazione sterilizzante).

## ULTRAFILTRAZIONE

Utilizza membrane permeabili solo all'  $H_2O$  e i sali, sono trattenuti i solidi sospesi, i microrganismi e le macromolecole. Opera con flusso tangenziale.

Si usa in enologia, nel settore lattiero-caseario

## DIAFILTRAZIONE

Prevede l'aggiunta di  $H_2O$  al liquido da filtrare per mantenere costante la massa. Separazione più completa dei solidi sospesi a basso peso molecolare.

## FILTRAZIONE TANGENZIALE

Il liquido ha un flusso tangenziale rispetto al filtro.

Le particelle vengono ritenute, ma non depositate sulla membrana quindi si intasa più lentamente. Azione filtrante per setacciamento ed adsorbimento. Velocità del flusso

1-1,5 m/s determina aumento di temperatura  $\approx 3^\circ C$ .

Sistema di refrigerazione o uso di membrane particolari.

Lavaggio con  $H_2O$  o mix  $H_2$  e  $CO_2$  ogni 1-2 gg; lavaggio con detergenti ogni 7 gg.

Separazione di particelle con  $\varnothing 0,01 \mu m$  come microrganismi, polifenoli, proteine (enzimi) e colloidali protettivi.

Quando il liquido diventa troppo torbido, viene espulso.

**MEMBRANE FILTRANTI** organiche: poliammidi, polimeri solfonici; inorganiche: allumina (supporto in ceramica), ossido di Zirconio (supporto in carbonio), ceramica (supporto in carburo di silicio); misto allumina (supporto in poliuretano o poliestere).

Quelle organiche sono adatte ai diversi pH (1-13), non disinfettabili con  $CCl_4$ . Quelle inorganiche sono inerti, resistenti al calore e pressione, agli urti e variazioni di pH

## FLOTTAZIONE

Separazione solido-liquido basato sull'immissione di gas a 5 bar (generalmente  $H_2$ ). Le bollicine di gas durante la risalita trasportano per adesione in superficie le particelle solide generando un complesso solido-gas di densità inferiore a quella del liquido. Viene favorita con l'aggiunta di sostanze flocculanti che si combinano con le particelle solide formando fiocchi grossi e leggeri con minore affinità all'acqua. La velocità di risalita è regolata dalla legge di Stokes

$$V = \frac{g (d_s - d_l) \cdot d_s^2}{18 \eta} \quad (m/s)$$

$d_s$  = densità solidi ( $kg/m^3$ )

$d_l$  = " liquido (" $kg/m^3$ )

$g$  = accelerazione di gravità

$\eta$  = viscosità (daP, decapoise)

Si usa in enologia per impedire i mosti, nell'oleificio per separare frazioni di olio dalle acque di vegetazione.

## OMOGENEIZZAZIONE

Frantumazione e polverizzazione dell'alimento allo scopo di aumentarne la digeribilità. Macchinari forniti di coltelli e denti taglienti. Nel latte alimentare si riducono le dimensioni dei globuli di grasso per impedire l'affioramento e aumentarne la digeribilità. Si fa passare il latte in ugelli a 150-300 bar o attraverso matasse in acciaio inox o con centri fughe con turbine centripete.

# CENTRIFUGAZIONE

Separazione solido-liquido basata sull'accelerazione della forza di gravità (fino a 1000 volte).

Le sostanze da separare devono possedere densità diversa.

La velocità con cui si allontanano dal centro le particelle è data dalla formula di Stokes:

$$V = \frac{2 \cdot r_p^2 \cdot (D - d) \cdot 2 \cdot r \cdot n^2}{9 \cdot \mu \cdot 60}$$

$D$  = densità particelle

$n$  = velocità di rotazione (giri/min)

$d$  = densità del liquido

$r_p$  = raggio particelle

$r$  = " traiettoria

$\mu$  = viscosità del liquido

Moderne centrifughe a chiusura ermetica: senza contatto con aria e in pressione ( $CO_2$  e  $N_2$ ).

L'aggiunta di chiarificanti permette la separazione di particelle con la stessa densità del liquido.

Si usa per illimpidire mosti, vino, birra, per separare il grasso dal latte (5000 g/min)

**BATTOFUGAZIONE** super centrifugazione a 8000 g/min che permette la separazione di microrganismi e spore dal latte

