

principi di ESTRAZIONE SOLIDO-LIQUIDO (LISCIVIAZIONE)

versione#C1 Prof.A.Tonini – www.andytonini.com

INDICE: [DIAGRAMMI](#) – [BILANCI MONOSTADIO](#) – [MULTISTADIO](#) – [SCHEMI DIS.](#) - [APPARECCHIATURE](#)- [FLUIDI SUPERCRITICI](#)-

GENERALITA':

operazione che avviene per trasporto di massa, nei seguenti stadi:

- contatto tra fasi; ■ scambio di materia/energia; ■ raggiungimento dell'equilibrio; ■ separazione tra fasi.
- Competitiva con altre operazioni di separazione; nel caso di componenti termolabili, altobollenti, quantità diluite.

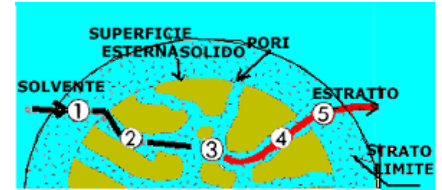
APPLICAZIONI: estrazione del saccarosio – oli da semi,olive,...(per estrazione, per pressatura con minore resa) – desolforazioni – ind.agroalimentare: oli essenze preparati solubili - ind.farmaceutica - biotecnologie (vedi [altre applicazioni](#))...

► SCHEMA A BLOCCHI DEL PROCESSO:



LEGENDA:

- F=alimentazione: A= soluto; B= non soluto
- S=solvente selettivo
- E=estratto: S+A
- R=raffinato: B+A residuo (+S residuo)



► **MECCANISMO:** diffusione del solvente alla superficie (1) e interno solido (2) – solubilizzazione del soluto (3) – diffusione interno pori (4) e all'esterno nello strato limite (5)–

PRINCIPIO: legge Fick - diffusione -

→portata di diffusione $F_A = dm_A/dt = k \text{Sup}_i (X_S - X)/s$

F_A portata di diffusione soluto dal solido nella soluz. Kg/sec	X_S conc.in frazione di soluto alla sup.solido
k coeff.diffusione Kg/m sec	X conc. nella soluzione
Sup_i superficie all'interfaccia	s spessore strato limite

■ FATTORI CHE INFLUENZANO IL PROCESSO:

- solvente S** selettivo, stabile chimicamente, bassa T ebollizione, scarsamente miscibile col non soluto.
- solido:** grossolano/fine (più resa ma maggior costo frantumazione): necessari trattamenti preliminari (essicc. - macinazione...)
- Temperatura:** maggiore, per maggior diffusione e resa
- tempo di contatto:** opportuno
- agitazione** o più passaggi di solvente, o più stadi di estrazione.
- modalità di **CONDUZIONE:** a letto fisso; in fase dispersa; mono-multistadio; equi-controcorrente.
- aspetti **ECONOMICI:** costo e recupero del solvente selettivo – costi dei trattamenti di preparazione del materiale – costi smaltimento e/o recupero residui di lavorazione;

■ **DIAGRAMMI TERNARI** DELLE CONCENTRAZIONI PER IL CALCOLO GRAFICO:

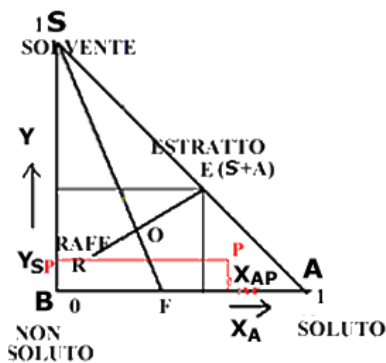


DIAGRAMMA: TRIANGOLO RETTANGOLO ISOSCELE (sist. ternario)

F = alimentazione (A+B); B non soluto; S = solvente; E= estratto (A+S); R=raffinato (A+B+S);

- conforme alle regole di un triangolo rettangolo isoscele
- composizioni binarie sui lati, ternarie all'interno;
- nei vertici i componenti puri, sull'ipotenusa solo S e A; sui lati la composizione binaria di S/B e AB [da 0÷100%]
- composizioni per il miscuglio rappresentato dal punto P interno al diagramma: sarà $X_{AP} + X_{BP} + Y_{SP} = 1$

(X_{AP} = composizione % in peso di A nel miscuglio P, Y_{SP} =...; $X_{BP}=1 - X_{AP} - Y_{SP}$..)

-sul diagr. si riportano i punti rappresentativi delle composizioni di F e S

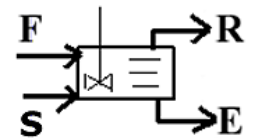
regola della leva: rapporti tra portate \equiv rapporti tra masse;

portate $F/S = \text{massa}F/\text{massa}S = OS/OF$ (segmenti)

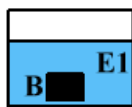
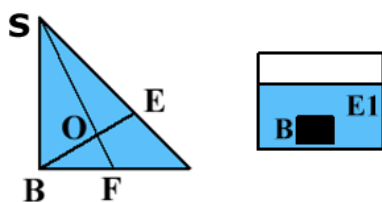
portate $E/R = mE/mR = OR/OE$ (segmenti)

O= punto somma rappresentativo del sistema iniziale (F+S) e dell'estrazione finale (R+E)

N.B.: in teoria l'estratto non contiene B, quindi è un punto sull'ipotenusa [→ E]

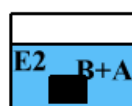
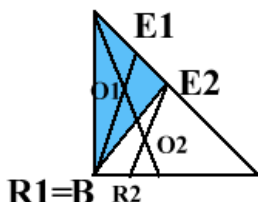


■ CASI POSSIBILI DI ESTRAZIONE S/L:



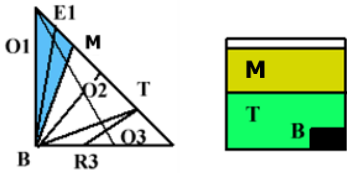
1 - SOLUZIONE NON SATURA: CASO A LIQUIDO NEL SOLIDO

il soluto A si scioglie nel solvente in qualsiasi rapporto (totalmente miscibile), tutto A si scioglie in S: caso soluzione non saturata ($E = A+S$); $R = B$ puro; questo anche per estrazioni in eccesso di S; (es: olio di semi/esano)



2 - SOLUZIONE NON SATURA: CASO A SOLIDO NEL SOLIDO

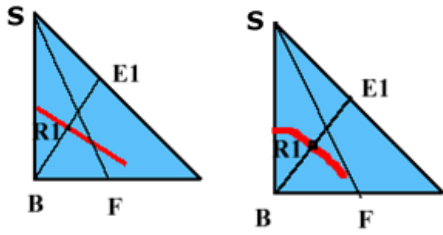
$E_2 =$ limite di saturazione di A in S; a seconda della quantità di solvente S si possono avere due casi rappresentati da O1 e O2, rispettivam. soluzione non saturata e saturata; con 2 tipi di estratto e raffinato, rispettivam. $R_1 = B$ puro e $R_2 = B+A$ caso O1: estratto E1, raffinato B puro; caso O2: estratto E2, raffinato R2;



3 – IL SOLUTO A E IL SOLVENTE S PRESENTANO LACUNA DI IMMISCIBILITA', con formazione di 2 fasi estratto: M/T/B= zona di immiscibilità

a seconda della quantità di solvente S si hanno avere tre casi rappresentati da O1 O2 O3.

- caso O1: estratto E1, raffinato B puro;
- caso O2: estratto= due liquidi immiscibili M e T, raffinato B puro;
- caso O3: estratto T, raffinato R3



4 – CASO REALE: ESTRAZIONE in ECCESSO di Solvente

→ soluto e solvente **miscibili** in qualsiasi rapporto; si ottiene una SOLUZIONE NON SATURA E1=(A+S) e RAFFINATO in equilibrio con la soluzione E, trattenente parte di solvente S, R1= B + (soluzione A+S). le condizioni di **equilibrio** sono rappresentate da **curve/rette** sperimentali (luogo dei possibili Raffinati R); nel caso di **rette**, l'equazione risulta del tipo: **Y = m - X** con Y=fraz. di S in R (composizione X_{SR}); X=fraz. A in R (composizione X_{AR})

■ BILANCI - ESTRAZIONE S/L MONOSTADIO discontinua/continua:

[INIZIO]

LEGENDA: F=alimentazione: A= soluto; B=non soluto; S=solvente; E=estratto: S+A; R=raffinato: B+A residuo (+S residuo) (caso reale, nota la retta/curva di equilibrio)

1-BILANCI DI MATERIA

(portate in Kg/h e x= frazioni percent. peso)

→ Bilancio globale: **F+S=R+E**

→ Bilancio soluto A: **F X_{AF} + S Y_{AS} = R X_{AR} + E Y_{AE}**

N.B.: X_{AF} composizione di A in F; Y_{AS} composizione di A in S; X_{AF} + X_{BF}=1; Y_{AS} + Y_{SS}=1;

2-CONDIZIONI DI EQUILIBRIO: [R in equilibrio con soluzione E - cfr. caso 4]

retta p.es.: **Y = m - X** (con Y= Y_{SR} e X= X_{AR}) o curva per punti Y/X

- da DATI SPERIMENTALI !!! -

e anche come linea **rapporto di imbibizione costante dei RAFFINATI** = rapporto fra massa di soluzione imbibente e massa di solidi: **r = (X_{AR}+Y_{SR})/X_{BR}** da cui **Y_{SR} = -X_{AR} + r/(1+r)**

cioè eq.retta; ad esempio se il rapporto di imbibizione è 0,5:1,0 vuol dire che ogni kg di solidi contiene 0,5 kg di soluzione imbibente, → retta parallela a ipotenusia;

3- CONDIZIONI OPERATIVE:

Minima quantità di solvente per ottenere una estrazione = punto **P** del diagr., sulla retta S-F, all'incrocio con situazione di equilibrio: con quantità di S inferiore, si ha ritenzione di liquido; con quantità S superiore, si ha estrazione;

(S/F)effettivo = K (S/F)min; K noto;

con (S/F)min= (mS/mF)min = PF/PS misurati; (S/F)effettivo = OF/OS;

4- PROCEDIMENTO: [triangolo rettangolo isoscele]

-si traccia la **retta/curva di equilibrio** nel diagr.triangelare (se retta, si pone x=0 e si trova l'ascissa, poi y=0 e si trova l'ordinata, altrim.si traccia per punti), si trovano i punti F e S (se S puro, nel vertice), il punto di minimo P nell'incrocio SF/retta equil.;

-determinazione grafica del p.to O [punto rappresentativo del sistema iniziale (F+S) e dell'estrazione finale (R+E)]:

applico regola della leva, misure dei segmenti in cm da diagramma,

rapp. OF/OS = **(S/F)oper = K · (S/F)min = K · (PF/PS) = K***; quindi **K* = OF/OS**; misuro SF = cm;

posto che SF= OS+ OF; dividendo tutto per OS → **SF/OS = OS/OS + OF/OS = 1+K***; da cui → **OS** cm

si riporta il valore sul grafico per determinare la posizione del p.to O sulla retta SF: → p.to O;

-si unisce O con B [non soluto] e si trova E (sull'ipotenusa) e R (sulla retta/curva di equilibrio).

-si effettuano i bilanci di materia per le ultime determinazioni;

RESA DI ESTRAZIONE = soluto estratto/soluto entrante x100

→ ε % = [(F X_{AF} - R X_{AR}) / F X_{AF}] x100;

[INIZIO]

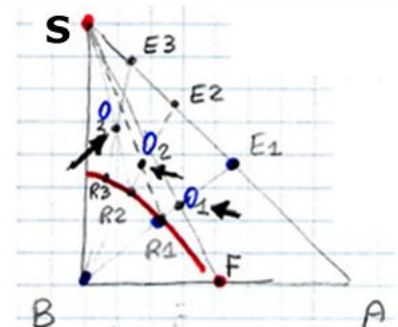
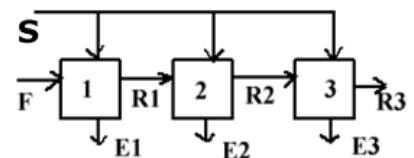
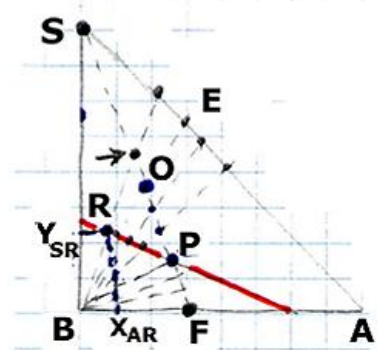
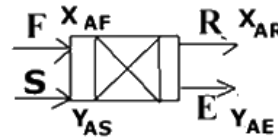
■ ESTRAZIONE S/L MULTISTADIO A CORRENTI INCROCIATE

Il solvente S viene mandato puro in ogni stadio; da ogni stadio escono estratti esempre più diluiti, con difficoltà crescente di recupero di soluto, e maggior spesa di solvente. Usato soprattutto nell'industria mineraria.

Costruzione grafica del N° di stadi:

noti i punti rappresentativi O1,O2,O3, dai rapporti in massa alimentazione/solvente per ogni stadio, si calcola il N° stadi.

S1/F= FO1/SO1; S2/R1=R1O2/SO2; S3/R2=R2O3/SO3



ESTRAZIONE S/L MULTISTADIO IN CONTROCORRENTE.

uso per buon arricchimento in A e risparmio di solvente S

dai bilanci di materia per stadi (esempio 3) si può scrivere:

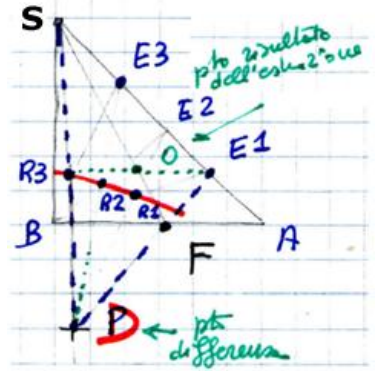
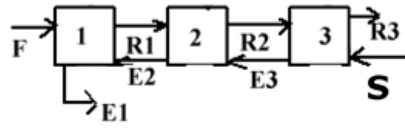
$$\begin{aligned} F+E2 &= E1+R1 \\ R1+E3 &= R2+E2 \\ R2+S &= R3+E3 \end{aligned}$$

da cui $F-E1 = R1-E2 = R1-E2 = R2-E3 = R3-S =$ differenze costanti [o correnti fittizie all'interstadio]

queste differenze sono una serie di rette passanti per un punto: **punto differenza D**

[o polo rappresentativo delle correnti fittizie all'interstadio]

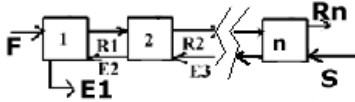
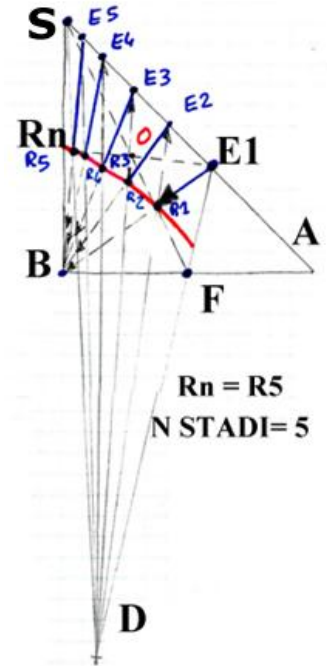
noti gli estremi dell'estrazione, (quello che si vuole ottenere), cioè i p.ti $S / F / E1 / Rn$ il punto **D** si determina dall'incrocio delle rette $S-Rn // E1-F$



PROCEDIMENTO di determinazione grafica del N°stadi di estrazione:

- noti e segnati sul diagramma i punti S F E1 Rn, nota la retta/curva di equilibrio,
- dall'incrocio delle rette $S-Rn // F-E1$ si determina il p.to differenza D
- unendo E1 con B si ottiene sulla retta eq. il p.to R1
- unendo D con R1 si ottiene E2; unendo E2 con B si ottiene R2;
- e così via finchè si ottiene (o si supera) Rn;
- gli stadi sono: $E1/R1 E2/R2 \dots \dots \dots En/Rn$

Successivamente dai bilanci di materia, dai dati noti e dalla retta/curva di equilibrio, [se retta] $Y = m \cdot X$ (con $Y = Y_{SR}$ e $X = X_{AR}$)

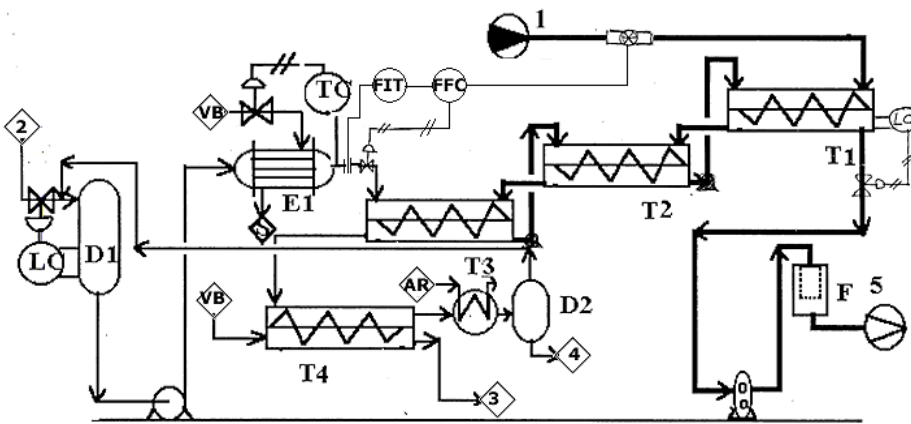


$$\begin{aligned} F + S &= Rn + E1 \\ FX_{AF} + SY_{AS} &= Rn X_{ARn} + E1 Y_{AE1} \\ FX_{BF} &= Rn X_{BRn} \end{aligned}$$

si ottengono le altre incognite, cioè le portate → **S, Rn, E1**

[INIZIO]

SCHEMA DI PROCESSO ESTRAZIONE SOLIDO/LIQUIDO MULTISTADIO CONTROCORRENTE CONTINUO



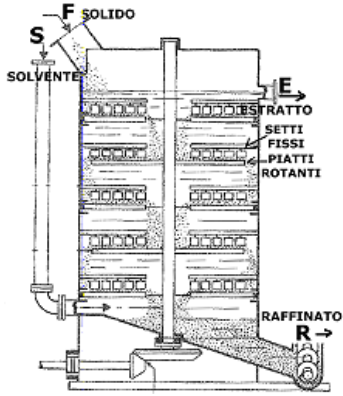
- LEGENDA MATERIALI:
- 1 ALIMENTAZIONE
 - 2 SOLVENTE
 - 3 RAFFINATO
 - 4 ACQUA
 - 5 ESTRATTO

- LEGENDA APPARECCHIATURE:
- D1 SERBATOIO SOLVENTE
 - E1 PRERISCALDATORE
 - T1,2,3 ESTRATTORI
 - T4 ESTRATTORE RECUPERO SOLVENTE
 - E2 CONDENSATORE
 - D2 SERBATOIO SEPARATORE
 - F1 FILTRO

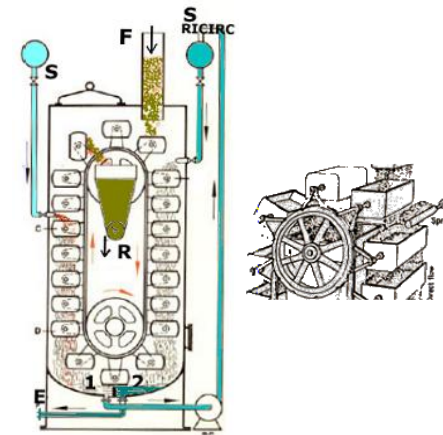
schema di processo ESTRAZIONE SOLIDO-LIQUIDO by Prof.A.Tonini

APPARECCHIATURE DI ESTRAZIONE SOLIDO-LIQUIDO

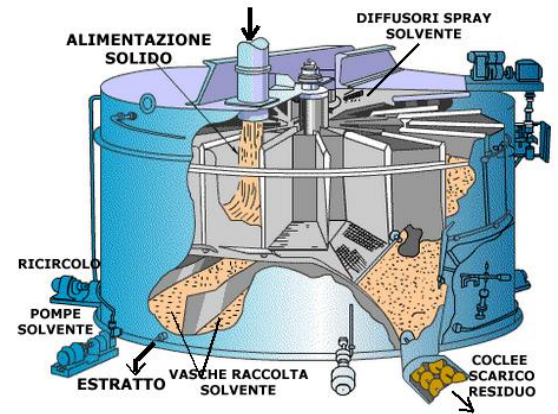
TIPI e CONDUZIONE: continui/discontinui – a fase fissa/dispersa – in controcorrente/a correnti incrociate –



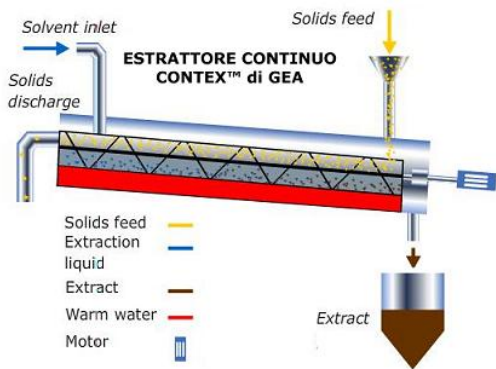
ESTRATTORE BONOTTO – continuo-tipo a dispersione di solido su piatti rotanti contro setti fissi: aperture radiali sui piatti sfalzate permettono il movimento del solido dall'alto verso il basso, in controcorrente col solvente proveniente dal basso che riempie tutta la colonna;



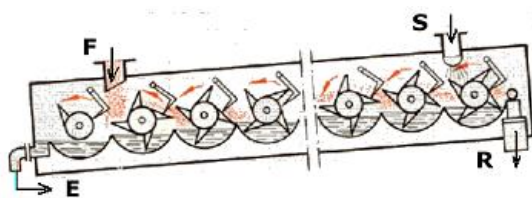
ESTRATTORE BOLLMAN- continuo-(circolaz. oraria); per solidi in scaglie-fiocchi, elevatore a tazze a fondo forato; zona a sin.(1) in controcorrente con solvente fresco, zona a des.(2) in equicorrente con solvente prelevato dal basso(1) e riciclato in alto; le tazze si rovesciano in alto al centro; senza mescolamento di solido col solvente, bassa efficienza;uso per semi (soia,...).



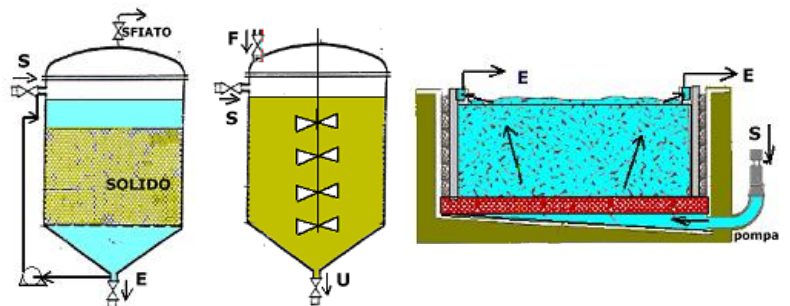
ESTRATTORE rotante ROTOCELL –continuo-paniere rotante a settori, contenenti il solido caricato in alto in un primo settore, che ruotano su disco fisso forato, con uscita laterale per solido esausto (R);il solvente viene spruzzato dall'alto in punti fissi della circonferenza, esce dal basso sotto il disco forato (E); scarsa controcorrente; modesto ingombro, semplice ed economico. uso oli di semi -



Extrattore a tamburo utilizzato per numerosi prodotti dietetici ed erboristici, tipi di materiale vegetale difficile come foglie, gambi e radici. Il solido viene tagliato, macinato, sminuzzato, per massimizzare la velocità di estrazione, con un limite di dimensione circa di 1 mm, a causa del filtro presente e della resistenza alla filtrazione controllata dalla gravità del liquido, che potrebbe essere acqua o un liquido organico idoneo. L'estrattore CONTEX™ viene anche utilizzato per ottenere un estratto di caffè di buona qualità.



ESTRATTORE KENNEDY – continuo in fase dispersa-in controcorrente, con sistema a pale rotanti in senso antiorario che comprimono leggermente il solido in ogni vaschetta, fino alla successiva dove viene di nuovo suddiviso, e così via fino all'uscita; uso per oli, grassi, coloranti da materiali solidi.



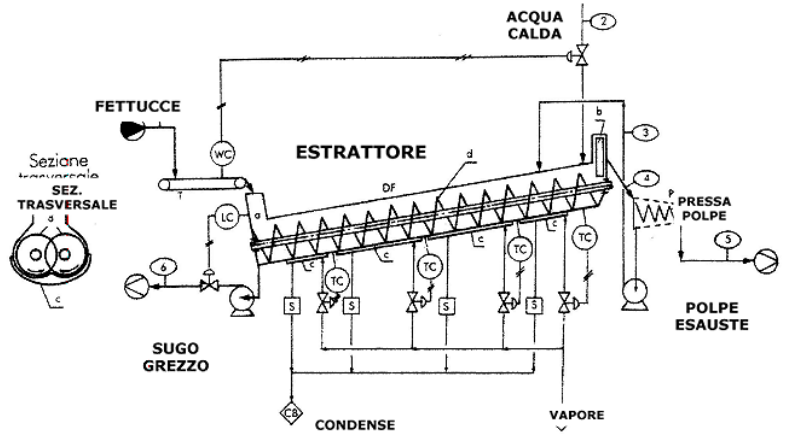
ESTRATTORI DISCONTINUI A TINO – A VASCA - a 1 o più stadi - TIPO A LETTO FISSO con ricircolo solvente (percolazione).

TIPO A DISPERSIONE DI SOLIDO

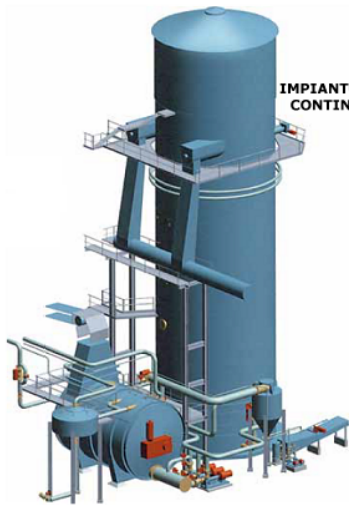
sono costituiti da contenitori a fondo troncoconico, con agitatore e a volte con insufflamento di aria (ind.metallurgica); dopo tempo di contatto opportuno si opera una separazione solido-liquido con sedimentatori, filtri, centrifughe (bassa efficienza di estrazione causa difficoltà nella fase di separazione S/L)

**ESTRATTORE A COCLEA –
IND.SACCAROSIO (da barbabietola)**

L'estrazione (lisciviazione solido/liquido) avviene per **diffusione** tra acqua calda che entra in un diffusore, e fettucce, in controcorrente dal basso e mescolate con coclee rotanti, per avere una concentrazione finale adeguata, assicurando sempre elevata velocità di diffusione; condotta a $T = 60-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 Tipo a tamburo con coclea rotante interna –
 Tipo a tamburo rotante con coclea fissa interna –

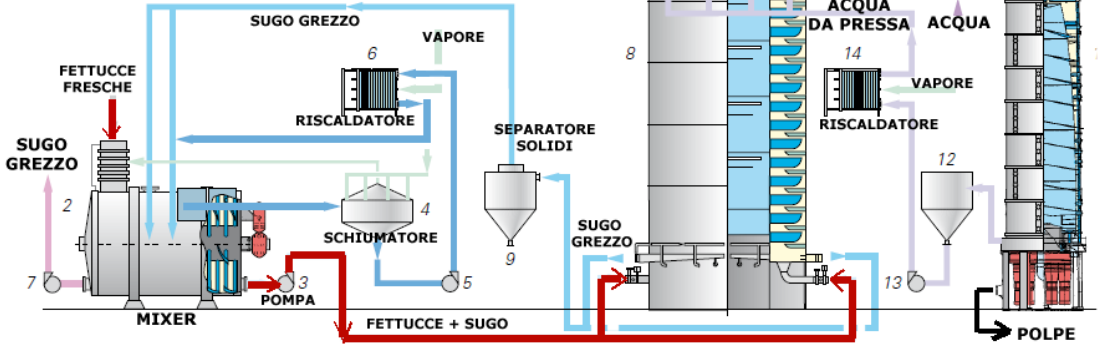


**ESTRATTORE-DIFFUSORE CONTINUO A TORRE –
(BMA Germany) - IND.SACCAROSIO (da barbabietola) –**
 costituito da **Miscelatore + Torre di estrazione** per estrazione solido/liquido di saccarosio in controcorrente [vedi documento ind.saccarosio a parte]

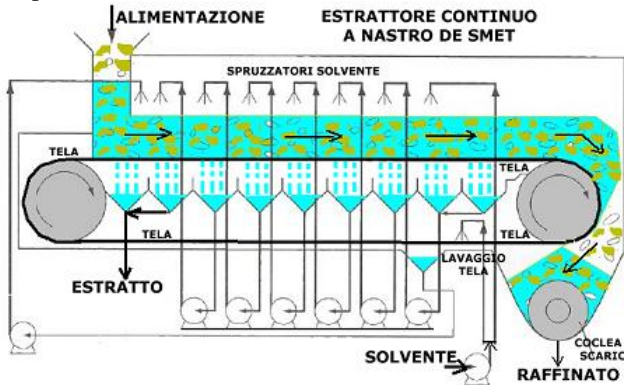


IMPIANTO DI ESTRAZIONE CONTINUO - ditta BMA -

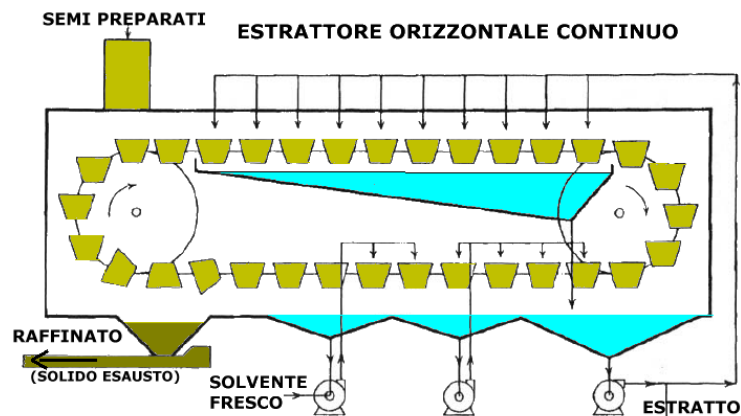
IMPIANTO DI ESTRAZIONE CONTINUO - ditta BMA -



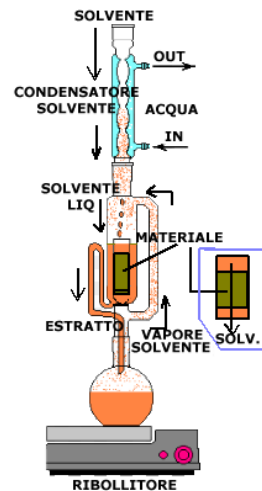
**estrattore a nastro continuo DE SMET –
per percolazione, a correnti incrociate–**



uso: estrazione oli da semi, saccarosio da canna e barbabietola...

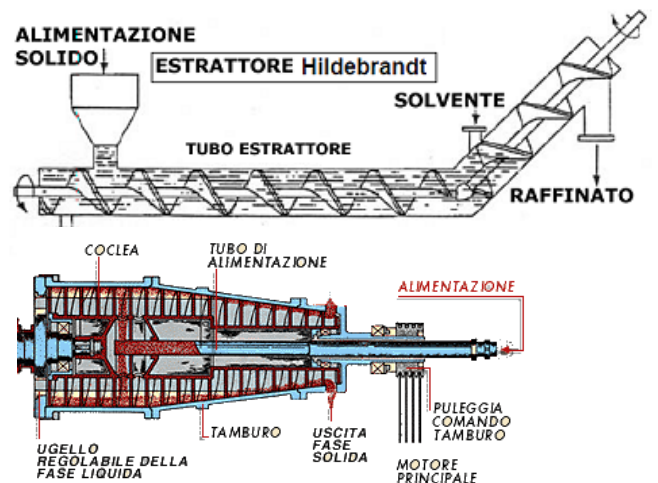


estrattore a tazze orizzontale continuo



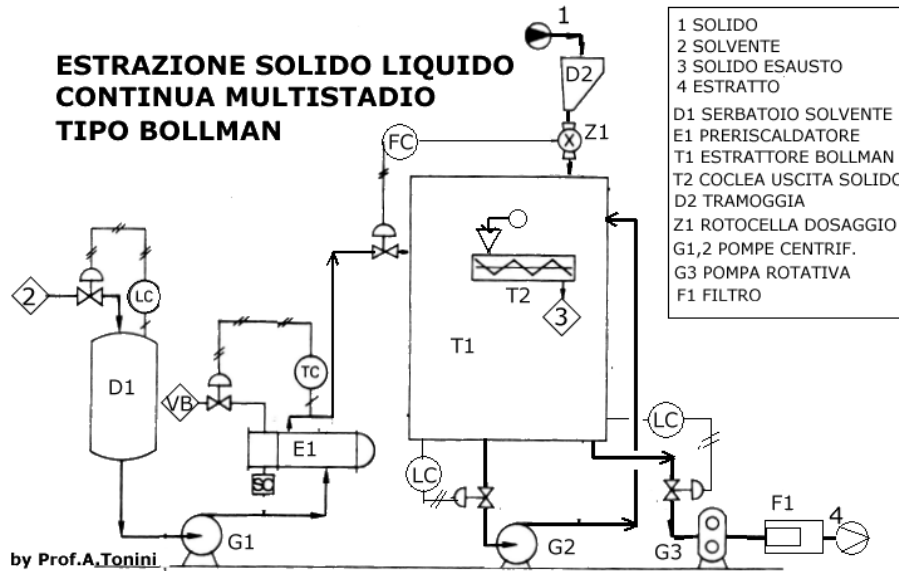
estrattore SOXHLET

–a correnti incrociate –
 [uso laboratorio e piccoli impianti ind.farmaceutica-cosmesi]
 viene impiegato in sostituzione della filtrazione nei casi in cui il soluto da separare abbia una **solubilità ridotta** nei riguardi del solvente e con impurezze insolubili nel solvente; ha il vantaggio di utilizzare una quantità minore di solvente in quanto viene in continuazione vaporizzato nel ribollitore e ricircolato.



ESTRATTORE SOLIDO LIQUIDO A COCLEA -

SCHEMA DI PROCESSO ESTRAZIONE SOLIDO-LIQUIDO TIPO BOLLMANN:



APPENDICI

[INIZIO]

A1 – ESTRAZIONE CON FLUIDI IN CONDIZIONI SUPERCRITICHE – SFE – PRINCIPIO:

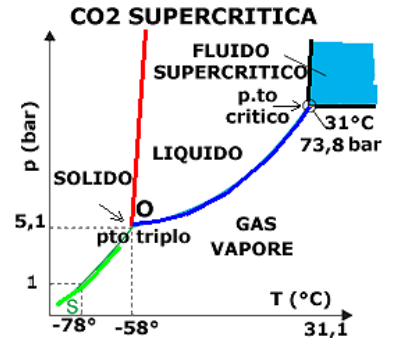
un fluido è in uno **stato supercritico** quando si trova in condizioni di $T > T_{critica}$ e $p > p_{critica}$: in queste condizioni le proprietà del fluido sono in parte analoghe a quelle di un liquido (ad esempio la densità) ed in parte simili e quelle di un gas (ad esempio la viscosità = pompaggio più facile); in generale i fluidi supercritici hanno proprietà intermedie tra quelle di un gas e un liquido.

In un **fluido supercritico - SFE** - la solubilità tende ad aumentare con la densità del fluido (a T costante), e dato che la densità aumenta con la pressione, la **solubilità** quindi tende ad umentare con la pressione: i fluidi supercritici hanno densità e potere solvatante analogo ai liquidi, ma hanno elevata diffusività dei soluti e bassa viscosità che induce un elevato trasferimento di massa e riduzione del tempo di **estrazione** da matrici solide, specialmente biologiche.

ESTRAZIONE SFE con CO₂: → CO₂ supercritico- limite: T=31,1°C; p=73,8 bar;

CO₂ è il fluido supercritico più usato ed ha il vantaggio di non essere tossica, non infiammabile, facilmente riciclabile, priva di impatto ambientale (ottenibile facilmente come sottoprodotto da altri processi – ind.idrogeno ammoniaca fermentazioni...), chimicamente inerte (non tossica), a basso costo, di essere eliminata dal campione per semplice decompressione e avere una temperatura critica bassa (31°) che permette l'uso con componenti termolabili;

[≡ solvente non polare, tipo n-esano].



VANTAGGI:

- CO₂ poco costosa, priva di tossicità, inerte, non infiammabile, riciclabile; gli estratti con CO₂ sono microbiologicamente stabili, non necessitano di conservazione e sono per natura praticamente sterili; buon solvente per sostanze apolari o poco polari.
- rapidità dell'operazione, (date le basse viscosità ed alta diffusività dei supercritici).
- estrazioni possono essere rese selettive controllando la densità del mezzo
- materiale estratto facilmente recuperato abbassando la pressione, permettendo al fluido supercritico di ritornare alla fase gassosa ed evaporare, lasciando poche tracce di solvente.

SVANTAGGI:

-alti costi di impianto e processi in pressione: →processi adatti per prodotti di alto valore aggiunto, prodotti di difficile separazione;

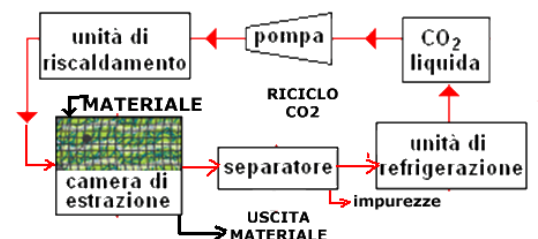
ALTRI FLUIDI SUPERCRITICI (Tc - pc):

N₂O (36,4°-72,38bar) – etano (32,2°-49bar) – etilene (9,4°-50,6bar) – propano (96,8°-42,5bar) -

APPLICAZIONI di FLUIDI SUPERCRITICI:

- decaffeinare caffè e tè - estrazione di luppolo per la produzione di birra - produzione di olii essenziali (agrumi,...) e prodotti farmaceutici derivati da vegetali
- ind.polimeri(→elevata purezza), oli lubrificanti (con propano), prodotti chimici vari...
- pastorizzazione succhi di frutta con CO₂ a bassa T (40°C) e presenza di liquido acquoso

DIAGRAMMA A BLOCCHI DEL PROCESSO:



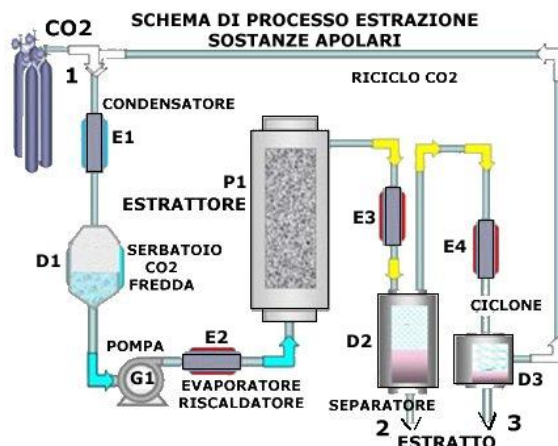
[1] ESEMPIO: ESTRAZIONE DI SOSTANZE APOLARI CON CO₂

[elaborazione da "separeCO2": www.separeco.it/it/processi/estrazione-sfe.html]

DESCRIZIONE IMPIANTO:

(N.B.: cicli di estrazione-ricircolo di lunga durata, ≈8 h, per elevate rese)

- 1 – CO₂ gassosa in pressione, riciclo + reintegro;
- E1 – condensatore frigo
- D1 – serbatoio raccolta CO₂ liquida coibentato
- G1 – pompa dosatrice a diaframma-membrana
- E2 - riscaldatore → CO₂ supercritica
- P1 – estrattore a letto fisso con sost.SOLIDA
- E3 – riduzione di pressione e riscaldamento
- D2 – separatore del soluto (estratto) con abbassamento T
- E4 - riduzione di pressione e riscaldamento
- D3 – ciclone separatore di residui soluto e riciclo CO₂



[2] ESEMPIO: ESTRAZIONE DI SOSTANZE POLARI CON CO₂

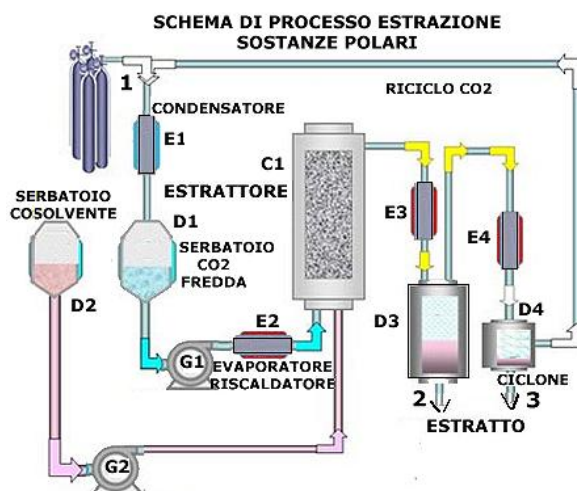
Per estrarre sostanze che non sono affini alla CO₂ è necessario ricorrere all'utilizzo di co-solventi: l'impiego di un co-solvente polare (acqua, alcol,...) permette di utilizzare l'anidride carbonica come vettore anziché solvente principale, capace di trasportare il co-solvente all'interno della matrice da trattare, sfruttando in questo modo i benefici indotti dall'alta pressione.

In questo caso la struttura dell'impianto è modificata come in figura a lato.

(es: estrazione caffeina da chicchi caffè preimpregnati di vapore).

DESCRIZIONE IMPIANTO:

- 1 – CO₂ gassosa in pressione, riciclo + reintegro;
- E1 – condensatore frigo
- D1 – serbatoio raccolta CO₂ liquida coibentato
- G1 – pompa dosatrice a diaframma-membrana
- E2 - riscaldatore → CO₂ supercritica
- D2 – serbatoio co-solvente a T opportuna
- G2 – pompa dosatrice a diaframma-membrana
- C1 – estrattore a letto fisso con sost.SOLIDA
- E3 – riduzione di pressione e riscaldamento
- D2 – separatore del soluto (estratto) con abbassamento T
- E4 - riduzione di pressione e riscaldamento
- D3 – ciclone separatore di residui soluto e riciclo CO₂
- 2 – 3- estratto



[3] ESEMPIO: ESTRAZIONE DA ALIMENTAZIONE LIQUIDA CON CO₂ SUPERCRITICA

N.B.: l'estrazione è un processo conveniente per un componente da separare che ha queste caratteristiche:

- coefficiente di ripartizione favorevole (quindi se è molto solubile);
- fattore di separazione favorevole (se valutato in rapporto ad eventuali coestraibili presenti nella miscela).

Nei casi di difficile estrazione, è necessario ricorrere al **frazionamento**, modificando la configurazione della apparecchiatura in una colonna a stadi a riempimento, divisa in sezione di rettificazione (sopra la sezione di alimentazione) e in una sezione di esaurimento (sotto la sezione di alimentazione), con alimentazione introdotta a varie altezze; la fase estraente è costituita da CO₂ supercritica, entrante dal basso (fase leggera), [SFF supercritical fluid fractionation]. La colonna è dotata di un sistema di riscaldamento differenziato lungo l'altezza, per realizzare il **frazionamento per gradiente** di temperatura, con la torre riscaldata a diverse temperature, crescenti con l'altezza (solubilità dei diversi composti in CO₂ diminuisce con aumento di temperatura): nella sezione di esaurimento dove la temperatura è inferiore si avrà quindi una solubilizzazione efficace dei composti da frazionare; nella sezione di rettificazione, invece, la temperatura viene impostata in modo tale da diminuire drasticamente la solubilità dei composti, creando un riflusso interno di estratto.

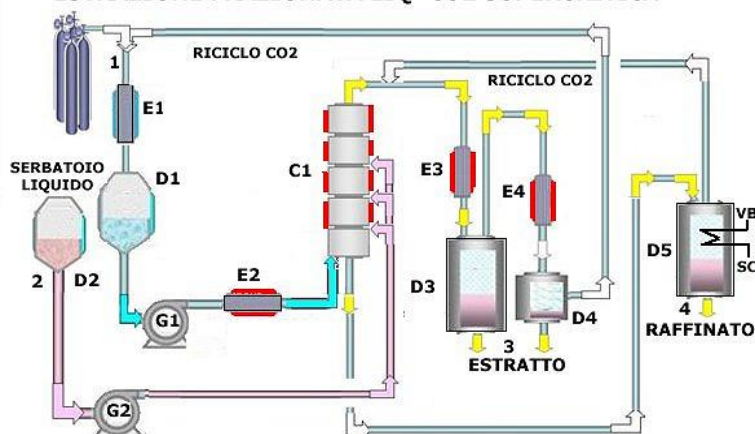
APPLICAZIONI:

- estrazione etanolo da brodi di fermentazione di processi biotecnologici – essenze e oli da oli vegetali
- frazionamento ac.grassi poliinsaturi - ...

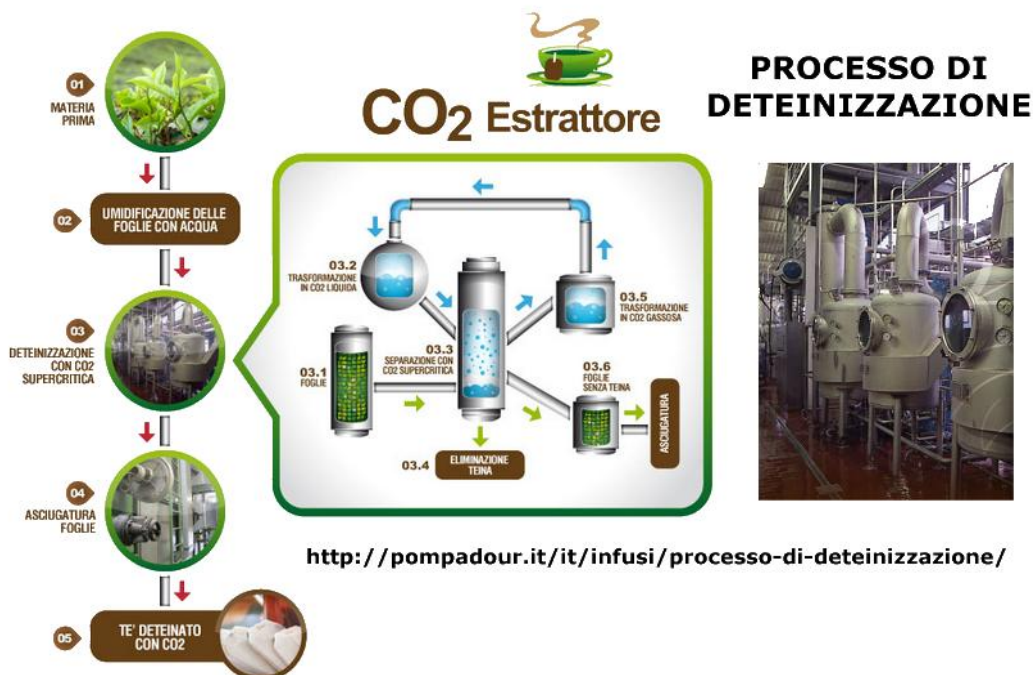
DESCRIZIONE IMPIANTO:

- 1 – CO₂ gassosa in pressione, riciclo + reintegro;
- E1 – condensatore frigo
- D1 – serbatoio raccolta CO₂ liquida, coibentato
- G1 – pompa dosatrice a diaframma-membrana
- E2 - riscaldatore → CO₂ supercritica
- 2 – alimentazione liquida
- D2 – serbatoio alimentazione liquida a T opportuna
- G2 – pompa dosatrice a diaframma-membrana
- C1 – torre di estrazione controcorrente
- E3 – riduzione di pressione e riscaldamento
- D3 – separatore del soluto (estratto) da CO₂
- E4 - riduzione di pressione e riscaldamento
- D4 – ciclone separatore di residui soluto e riciclo CO₂
- D5 – separatore del raffinato da CO₂ residua, con riscaldamento;
- 3 – estratto 4 – raffinato

ESTRAZIONE FRAZIONATA LIQ- CO₂ SUPERCRITICA



A2 - APPLICAZIONI NELL'IND.AGROALIMENTARE:



ALTRE APPLICAZIONI: [vedi anche documento **TECNOLOGIE DI OLI E GRASSI**]

[INIZIO]

Oli vegetali:

solido: costituenti solidi dei semi oleaginosi
 soluto: olio
 solvente: solventi organici, soprattutto esano

Zucchero

(di barbabietola o di canna):

solido: costituenti solidi dei tessuti saccariferi
 soluto: saccarosio
 solvente: acqua

Enocianina: solido: bucce d'uva

soluto: antociani
 solvente: soluzione acquosa di SO₂

Estratti aromatici:

solido: parti solide di piante officinali (foglie, fiori, radici, frutti, ecc.)
 soluto: varie sostanze chimiche
 solvente: acqua o alcool etilico e miscele

Infusi (thè, caffè, ecc.):

solido: parti solide di semi tostati, foglie
 soluto: varie sostanze solubili, aromatiche, sapide, ecc..
 solvente: acqua (calda)

APPLICAZIONE: - Olio di soia.

E' l'olio più diffuso nel mondo, in conseguenza delle estesissime coltivazioni di soia nei diversi continenti e, in particolare, negli Stati Uniti; i principali paesi produttori sono : USA, Brasile, Cina, Argentina e la UE.

E' contenuto nei semi delle varietà di soia, fagiolo giapponese, poi coltivato un po' ovunque. Secondo la varietà, il seme di soia contiene dal 15 al 20% di olio, che è estratto per pressione a caldo o con solventi. L'olio di soia commerciale è ottenuto per raffinazione, deodorazione e decolorazione di quello grezzo. Presenta, a volte, un odore sgradevole che diventa più intenso con la stagionatura. Poiché sembra che ciò sia dovuto alla presenza di acidi altamente insaturi, si è cercato di porvi rimedio, idrogenando selettivamente l'olio, in modo da ridurre il contenuto di questi acidi. Contiene, in media, circa il 50% di acido linoleico e l'8% di acido linolenico. Gli acidi grassi saturi sono intorno al 15%. Ed è uno degli oli maggiormente impiegati nell'industria per la preparazione delle margarine.

Possiede un elevato contenuto in linoleico (48 – 58 %), oleico (19 – 30 %) e linolenico (4 – 10 %) . Tra gli steroli sono presenti in discreta quantità β - sitosterolo (53 %), campesterolo (20 %), stigmasterolo (20 %) . Rilevante è il contenuto in fosfolipidi (3 %), tra i quali lecitina (0 , 2 %) . Il seme di soia è caratterizzato da un elevato tenore proteico (40 - 50%), ricco in amminoacidi essenziali tra cui la lisina, la leucina, l'isoleucina e la valina.

ESTRAZIONE OLIO DA SEMI DI SOIA

si ottiene mediante estrazione dai semi della soia attraverso una lavorazione particolare chiamata *crush* con l'utilizzo di solventi chimici. La spremitura a freddo per ottenere l'olio è possibile, ma ha una resa molto bassa.

La resa è relativamente bassa, visto che il contenuto di olio nel seme di soia è poco superiore al 20%, ma la produzione della soia è stata considerata agronomicamente vantaggiosa anche per la possibilità di ricavarne proteine e lecitina di alta qualità. utilizzato per condire i cibi a crudo, dopo idrogenazione nella produzione di margarina, di salse per insalata e per cucinare. Non è indicato per friggere in quanto è instabile all'ossidazione e ad elevate temperature tende a formare l'HNE (4-idrossi-trans-2-nonenale) che è altamente tossico. Come molti oli alimentari con concentrazione elevate di acidi grassi polinsaturi andrebbe conservato in frigorifero, in bottiglie di vetro scuro per impedire l'ossidazione dovuta alla luce.

Gli oli estratti con i solventi (ESANO,...), prima di essere commercializzati per scopi alimentari, richiedono una raffinazione che, quasi sempre, comprende trattamenti di demucillaginazione, deacidificazione, decolorazione, deodorazione e demargarinazione.

[INIZIO]