

OPERAZIONI UNITARIE

- *Per Operazione Unitaria s'intende un intervento, atto a modificare lo stato reale o potenziale di un dato sistema, che sia possibile descrivere indipendentemente dalla natura del sistema cui si applica e dai prodotti che dall'applicazione di tale intervento possono derivare.*

Esempio nel settore alimentare:

<u>ALIMENTO</u>	<u>OPERAZIONE</u>	<u>PRODOTTO</u>
ALIMENTO	SEPARAZIONE	FRAZIONI
ALIMENTO	STABILIZZAZIONE	ALIM. CONSERVABILE
INGREDIENTI	FORMULAZIONE	FORMULATO
ALIMENTO CRUDO	RISCALDAMENTO	PRODOTTO COTTO

FORMULAZIONE

MISCELAZIONE

EMULSIONAMENTO

OMOGENEIZZAZIONE

IMPASTI Formatura
 Estrusione
 estrusione /cottura

INGREDIENTI

SINGOLI COSTITUENTI

proprietà
funzionali

FRAZIONI

ADDITIVI

Stabilizzanti
Strutturanti
Esaltatori propr. sensoriali

PROPRIETÀ FUNZIONALI

(di un singolo costituente o di una frazione)

Capacità o attitudine a svolgere una o più funzioni quando utilizzati come ingredienti di una data formulazione”.

a) PROPRIETÀ DI SUPERFICIE :

- CAPACITA' DI IDRATAZIONE (Aw Lowering Capacity)
- CAPACITA' DI LEGARE LIPIDI
- CAPACITA' DI LEGARE AROMI

b) PROPRIETA' REOLOGICHE

- SOLUBILITA'
- VISCOSITA'
- POTERE GELIFICANTE

c) PROPRIETA' STRUTTURALI

- CAPACITA' ADDENSANTE
- POTERE EMULSIONANTE
- CAPACITA' SCHIUMOGENA

N.B OGNI PROPRIETÀ FUNZIONALE OLTRE CHE DALLA NATURA DEL COMPONENTE DIPENDE DA VARI FATTORI :

- Temperatura
- pH
- Forza ionica
- Storia termica pregressa

ESEMPIO : solubilità (proprietà che dipende in molti casi dalla temperatura)

Ricorda: per solubilità si intende la quantità (in grammi in caso di solidi, in litri in caso di gas) di sostanza anidra in necessaria per avere una soluzione satura in 1000 g di solvente (acqua)”

ADDITIVI :AGENTI PER “CORREGGERE” LE PROPRIETÀ DI UNA FORMULAZIONE

IMPIEGO DI ADDITIVI PER MIGLIORARE:

1. la sicurezza e la stabilità
2. la struttura
3. proprietà sensoriali (aroma, colore, sapore, consistenza)

1) INCREMENTO DI STABILITA' :

CONSERVANTI : ACIDO SORBICO, BENZOICO e RELATIVI SALI, SOLFITI, NITRATI, NISINA, BIFENILE, ACIDI ORGANICI

ANTIOSSIDANTI : NATURALI (TOCOFEROLI, POLIFENOLI, SPEZIE, AC.ASCORBICO, ECC.)
SINTETICI (BHA, BHT,.....)
ENZIMI (GLUCOSSIDASI, ETANOL OSSIDASI)
PRODOTTI DI REAZIONE (MRPs)

ACIDIFICANTI: AC. ACETICO
GLUCONE-DELTA-LATTONE

2. MIGLIORAMENTO DELLA STRUTTURA

ADDENSANTI: AMIDI E AMIDI MODIFICATI

PECTINE

ALGINATI

AGAR-AGAR

CARRAGENINE

.....

EMULSIONANTI: MONO E DIGLICERIDI

FOSFOLIPIDI

3. MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETA' SENSORIALI

COLORANTI	ANTOCIANI CAROTENOIDI CLOROFILLE CARAMELLO
AROMATIZZANTI	NATURALI DI SINTESI
DOLCIFICANTI	HFCS (High Fructose Content Syrop) FRUTTOSIO (x2) MANNITOLO SORBITOLO (minor potere calorico) SACCARINA (x200) CICLAMMATI (x140) ASPARTAME (x200) ACESULFAME (x300)
ESALTATORI DI GUSTO	GLUTAMMATO (+ NaCl)

FORMULAZIONE DEI PRODOTTI E DEI SEMILAVORATI

- MISCELAZIONE
- EMULSIONAMENTO
- OMOGENEIZZAZIONE
- ESTRUSIONE
- TESTURIZZAZIONE
- ALLEGGERIMENTO/FORTIFICAZIONE

MISCELAZIONE



MISCELA: unione intima di due o più sostanze che in qualsiasi momento possono essere separate per via meccanica (a differenza dei composti che derivano da una reazione chimica)

MISCELA OMOGENEA: dicesi di una miscela che presenta in tutti i suoi punti la stessa composizione (unica fase)(miscela di gas) (soluzione: miscela omogenea costituita da un solvente ed un soluto; dispersione uniforme; dimensioni molecolari)

MISCELA ETEROGENEA: dicesi di una miscela costituita di più fasi distinte (miscela di solidi, sospensioni)

MISCELATORE

Apparecchio nel quale materiali da poco viscosi a paste ad elevata viscosità, fino a polveri secche possono essere miscelate grazie ad un agente meccanico (agitatore) e alla configurazione del recipiente.

➤ *L'efficienza del processo è determinata dall'energia impiegata per la movimentazione dei componenti.*

- ✓ velocità di rotazione dell'agitatore,
- ✓ configurazione del contenitore (diametro)
- ✓ proprietà fisiche della miscela (densità; viscosità;)

❖ nel caso di polveri e di particelle, al contrario delle soluzioni e degli impasti viscosi, la miscelazione completa e assoluta NON è in pratica possibile in quanto in molti casi una volta raggiunto un massimo grado di miscelazione inizia un processo di aggregazione e di separazione.

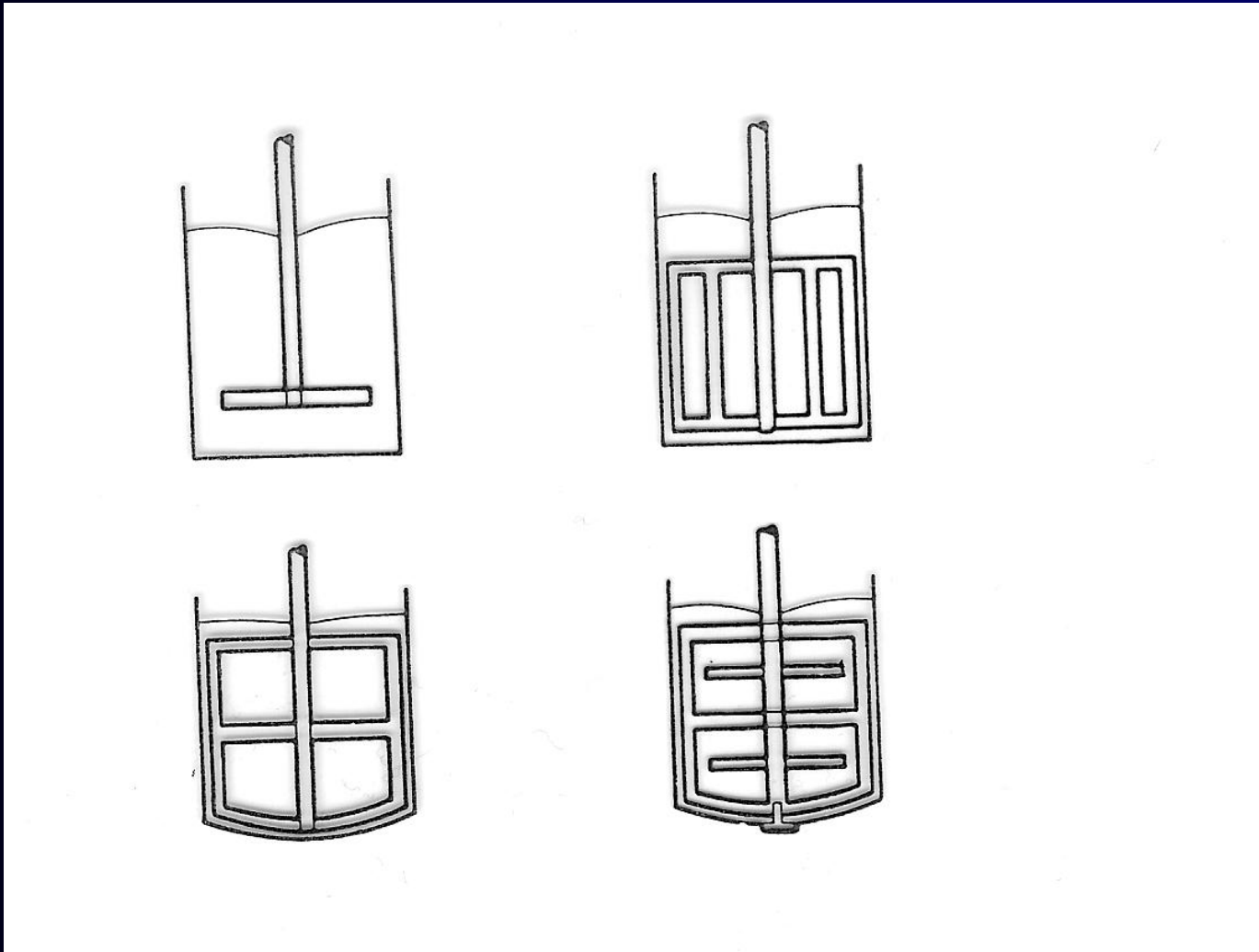


importante poter definire attraverso controlli analitici su aliquote della miscela ottenute attraverso un opportuno campionamento, il tempo di miscelazione ottimale.



Per determinare i cambiamenti di composizione si può calcolare la deviazione standard di ciascun componente nei successivi campionamenti. All'aumentare dell'uniformità compositiva, la deviazione standard diminuisce.

Agitatori rotanti (soluzioni)



Da: LERICI C.R. e LERCKER G. : Principi di tecnologie Alimentari, CLUEB, 1983

aste o pale ricoperte da materiali resistenti alla corrosione

Agitatori a turbina

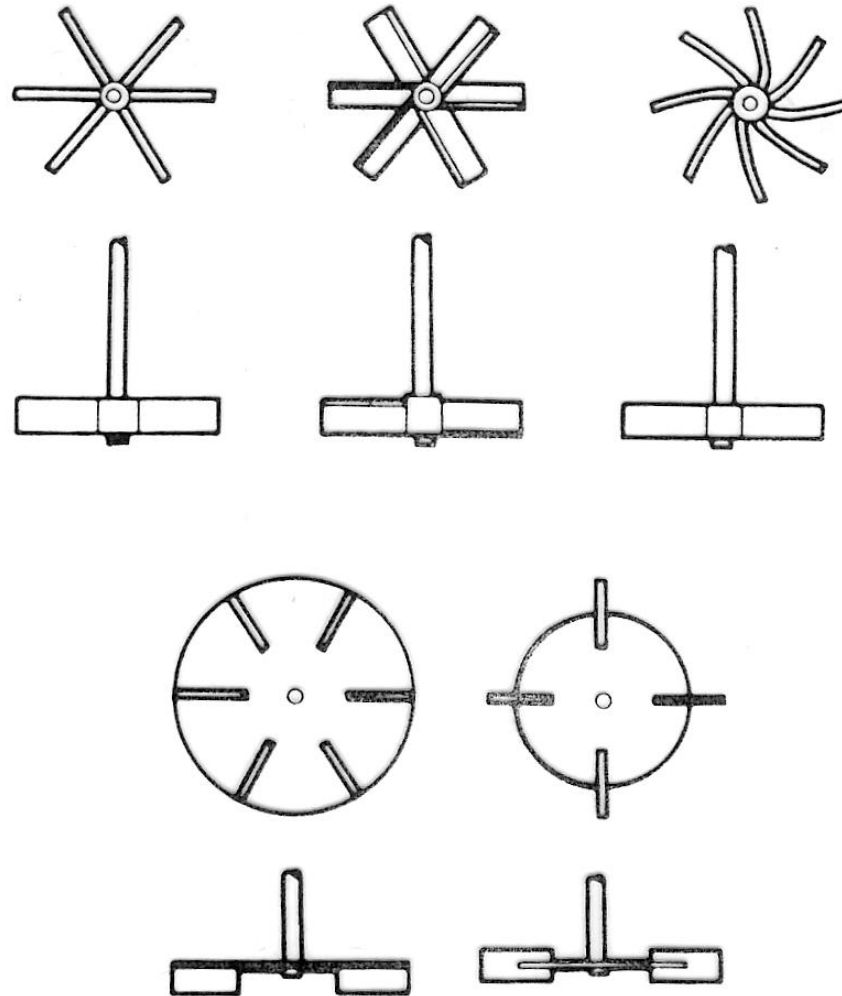
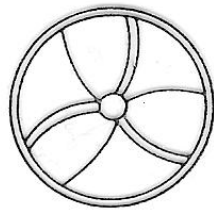
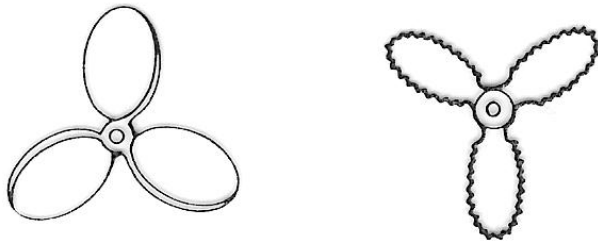


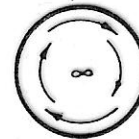
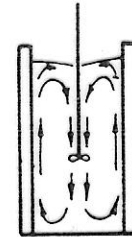
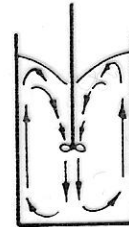
Fig. II.18 – Pale di agitatori a turbina.

Agitatori ad elica

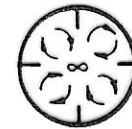
- Miscelazione di liquidi a bassa viscosità



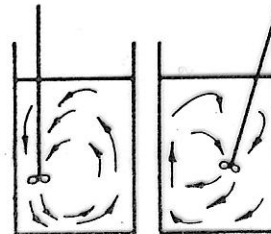
Alcune eliche di agitatore



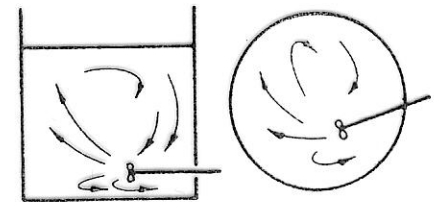
Agitatore centrale



Agitatore centrale con frangionde



Agitatore fuori centro



Agitatore laterale

Fig. II.19

Miscelatori per paste ad elevata densità o per solidi plastici

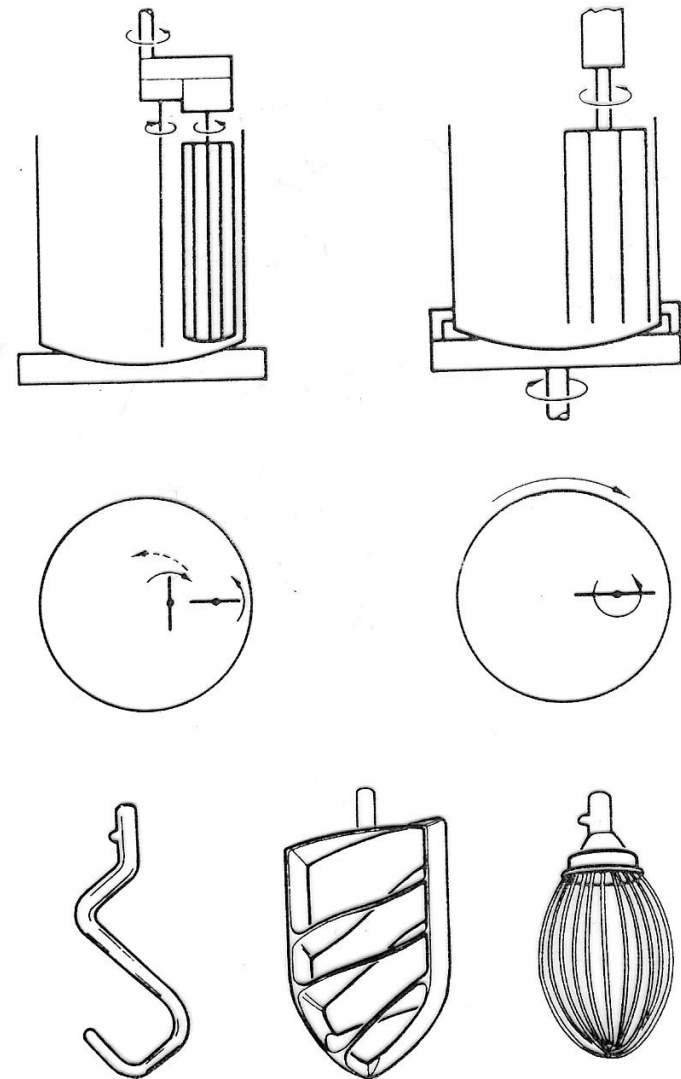


Fig. II.20 — Esempi di agitatori e terminali di agitatori.

Miscelatori per solidi secchi

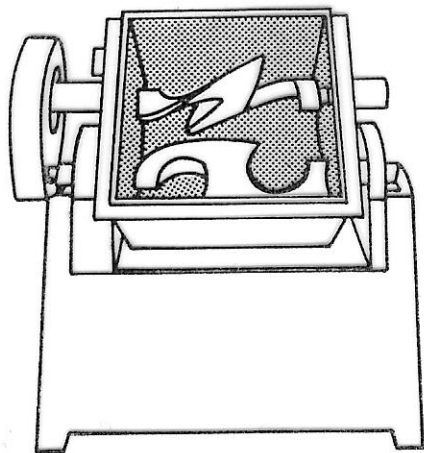
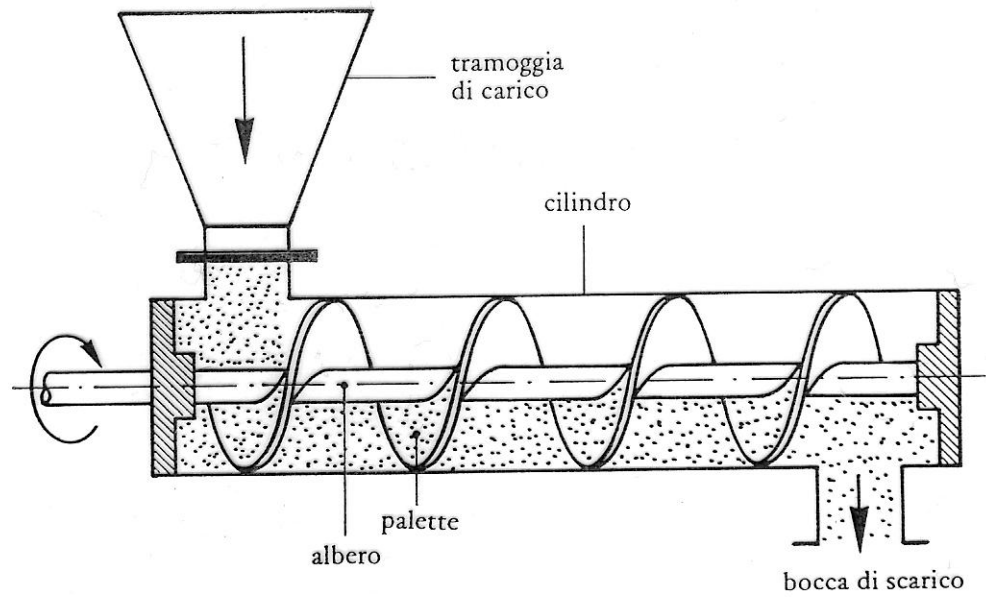


Fig. II.21 – Agitatore orrizzontale.

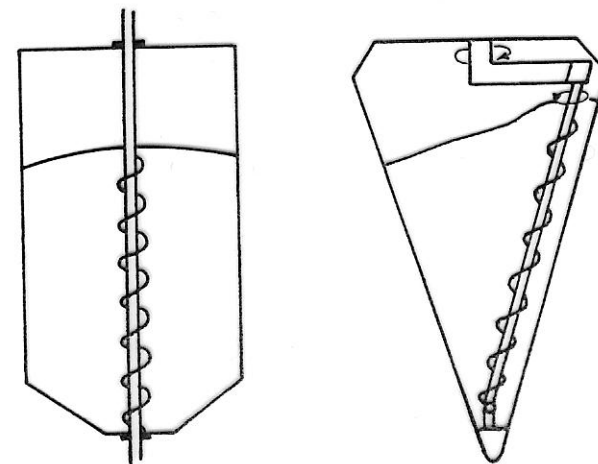


Fig. II.22 – Miscelatori per solidi secchi.

SISTEMI DISPERSI

La maggior parte dei sistemi biologici, e quindi di alimenti e di prodotti alimentari, è riconducibile ad un sistema colloidale.



Il sistema è costituito da almeno due fasi, una rappresentata da particelle (FASE DISPERSA) disperse nella seconda fase (FASE DISPERDENTE, o FASE CONTINUA), che essendo predominante sotto il profilo quantitativo, determina le proprietà macroscopiche del sistema.

I diversi casi:

FASE DISPERSA	FASE DISPERDENTE	DENOMINAZIONE	SIMBOLO
liquido	gas	nebbia	L/G
solido	gas	fumo	S/G
gas	liquido	schiuma	G/L
liquido	liquido	emulsione	L/L
solido	liquido	dispers.colloidale	S/L
gas	solido	schiuma solida	G/S
liquido	solido	emulsione solida	L/S
solido	solido	lega	S/S

(Schiraldi, 1993)

La tabella si riferisce ai sistemi costituiti da due fasi



molti prodotti alimentari sono costituiti da più fasi (es. gelato: schiuma la cui fase gassosa (aria) è dispersa in una emulsione).

Quando il composto che costituisce la fase dispersa è un polimero naturale, solvatabile e quindi solubile nella fase disperdente



il sistema colloidale è del tutto simile ad una soluzione ed è

TERMODINAMICAMENTE STABILE



Sistema liofilo

Se la fase dispersa è costituita da sostanze non solubili nel mezzo disperdente



il sistema colloidale è detto **liofobo** ed è TERMODINAMICAMENTE INSTABILE



separazione in seguito a sedimentazione, flocculazione o coalescenza

OMOGENIZZAZIONE :

Termine usato per descrivere la riduzione del volume delle goccioline della fase dispersa, ottenuta mediante il passaggio forzato della sospensione attraverso una strettoia.



Un omogenizzatore a pressione è costituito da una valvola omogeneizzante e da una pompa ad alta pressione.

➤ La pressurizzazione del liquido (latte, creme, miscele per gelati, certe salsa) può arrivare ad oltre 600 atm.

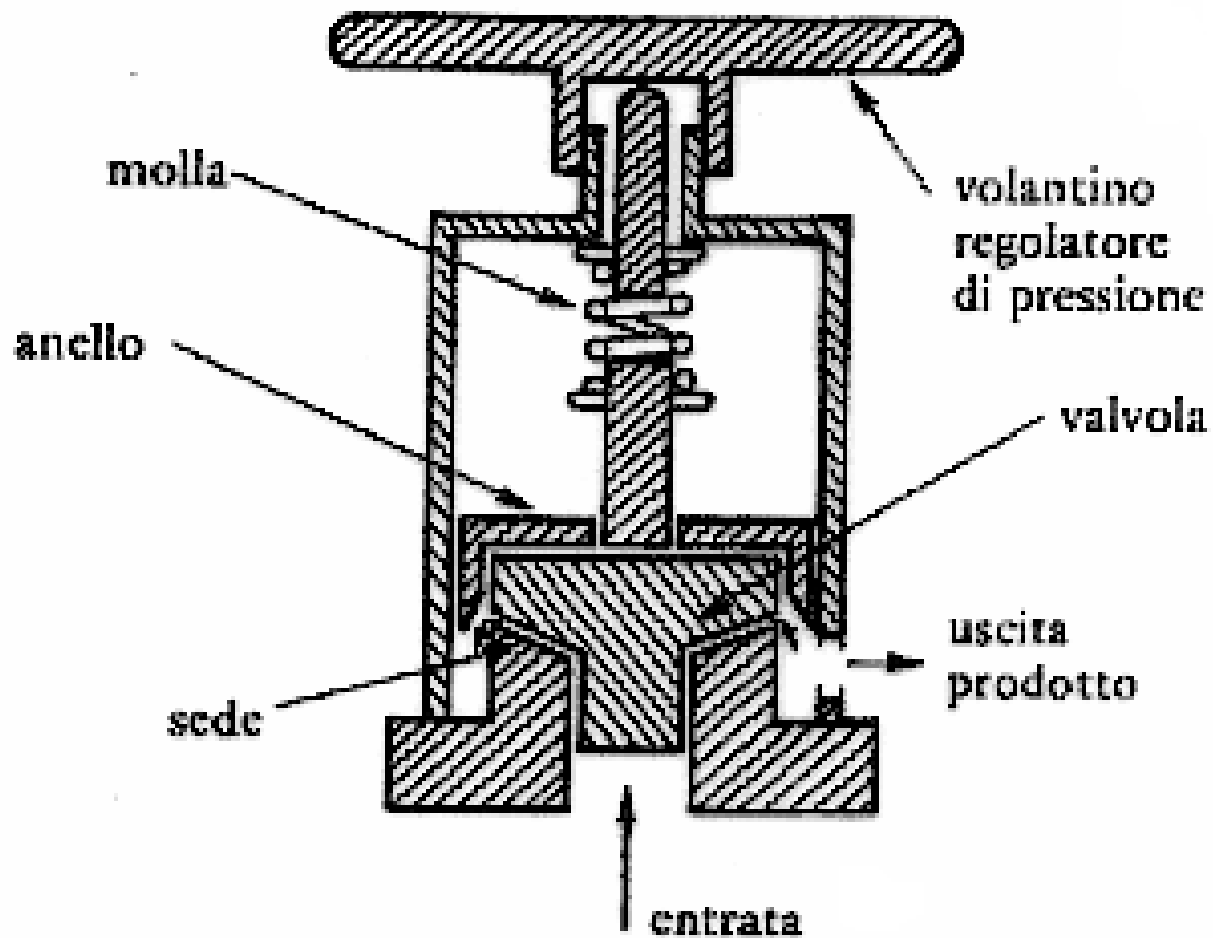


Fig. II.23

Mulini per colloidi

Il mulino per colloidi consiste principalmente in una superficie immobile (statore) ed una rotante contrapposta (rotore): la distanza delle loro superfici è molto ridotta e regolabile.

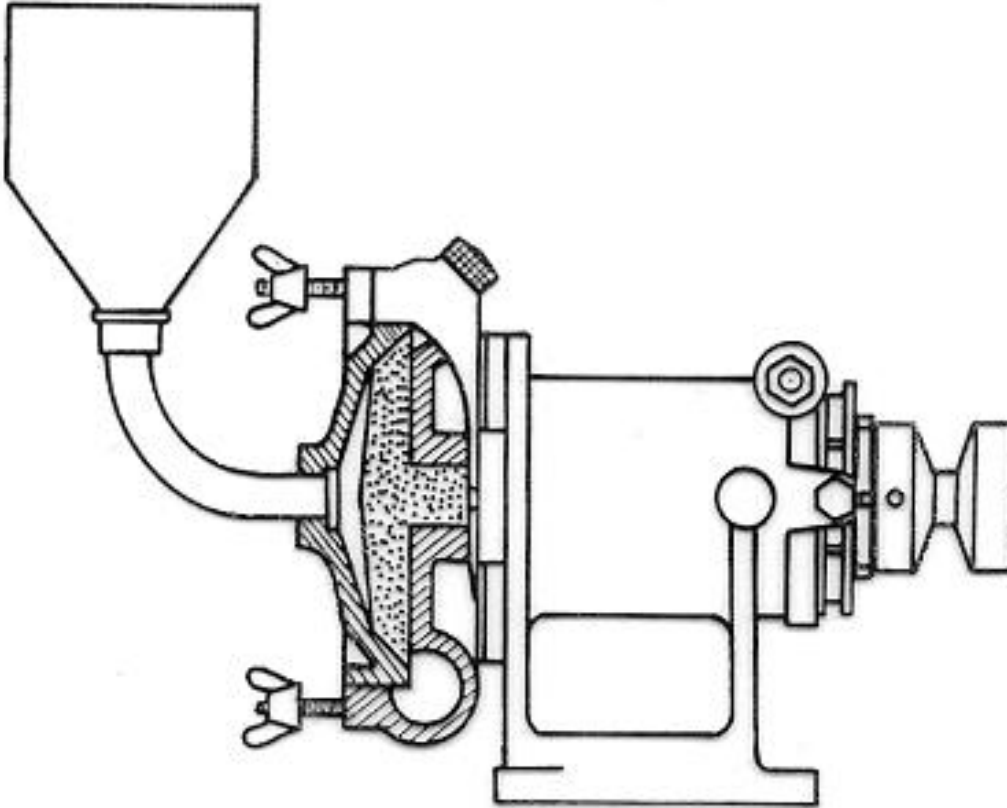


Fig. II.24

3000-15000 r.p.m.

>d

>Vel

MULINO PER PASTE

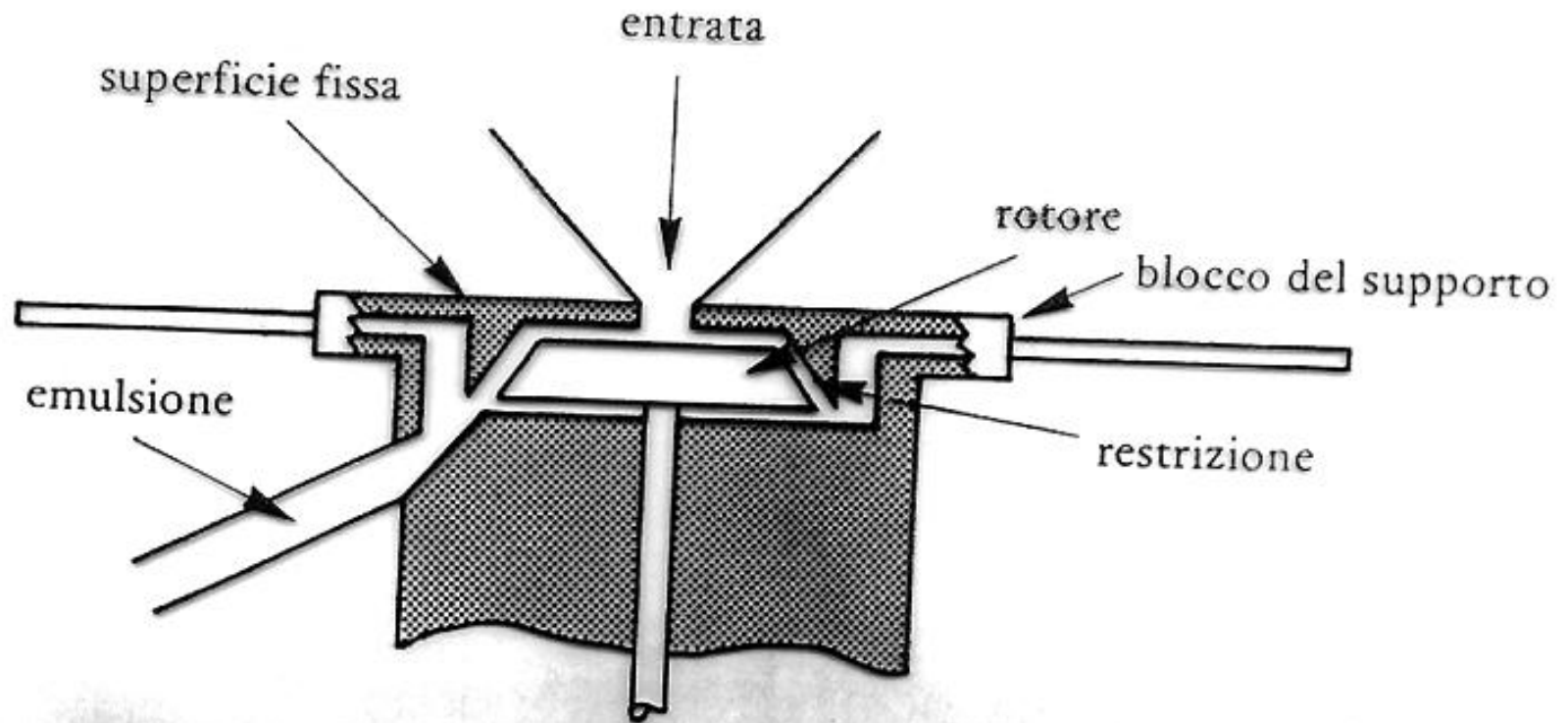


Fig. II.25

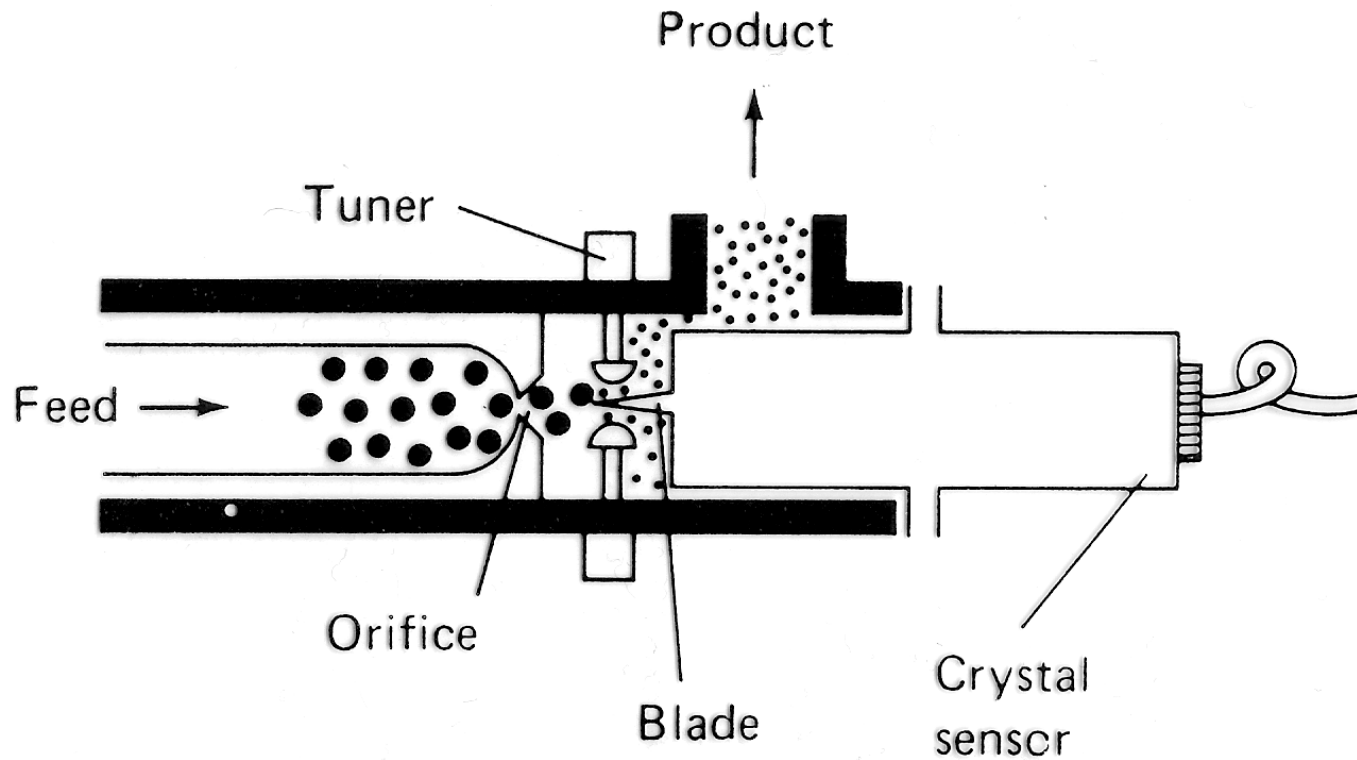


Fig. 3.6 — Ultrasonic homogeniser. (After Loncin and Merson (1979).)

Da: FELLOW P.J., Food Processing Technology - Principles and practice
 – third edition. Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 2009

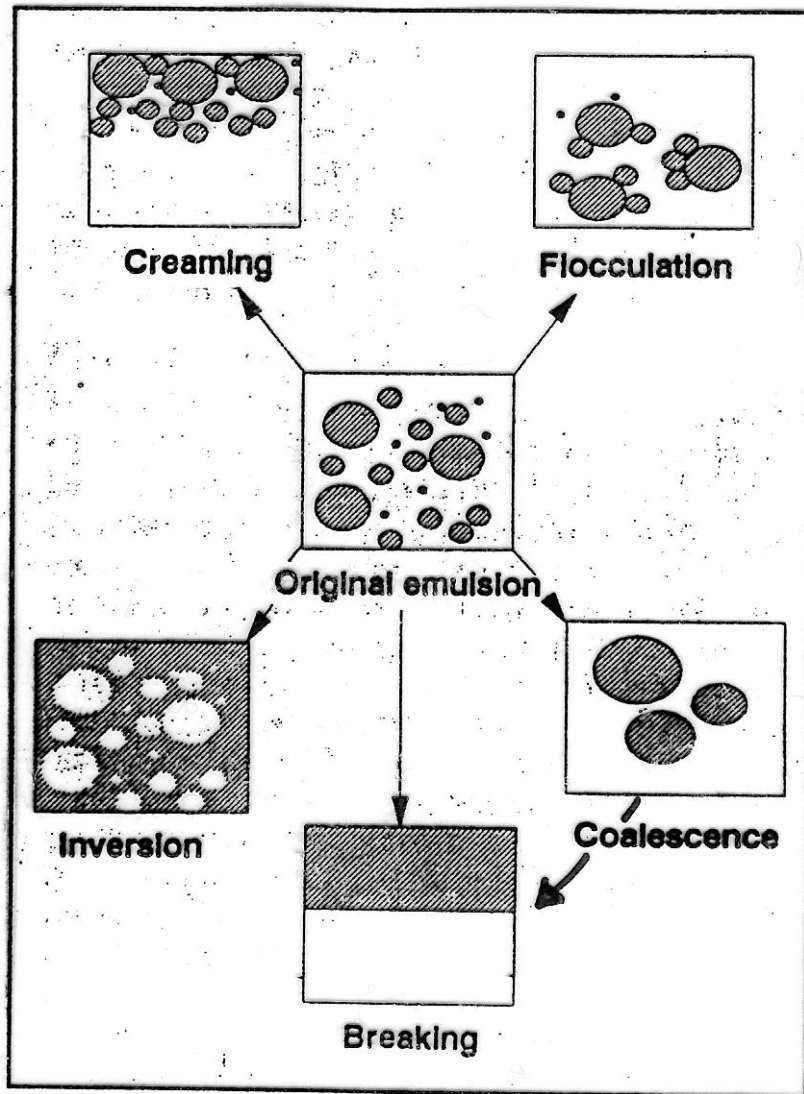
Onde ultrasoniche > 16000Hz di frequenza

EMULSIONAMENTO

Le emulsioni sono dispersioni, più o meno stabili, di un liquido sotto forma di minutissime goccioline (fase dispersa) in un altro liquido non miscibile (fase disperdente).

Gli apparecchi consistono in uno "statore" e un "rotore" formato da palette. La velocità del rotore è generalmente compresa tra 3.000 e 15.000 rotazioni/min, a seconda del diametro del rotore.

Le emulsioni non sono termodinamicamente stabili.



Emulsion instability processes

Cause di instabilità:
Problemi tecnologici
Riduzione shelf life
Modificazioni reologiche

ESEMPI DI EMULSIONI ALIMENTARI

Product	Emulsion Type	Main components
<u>Margarine</u>	w/o	Water droplets and proteins dispersed in semi-solid fat phase
<u>Ice-cream</u>	o/w	Cream or vegetable oil partially crystalline fat in solution of milk proteins and carbohydrates
<u>Coffee Whitener</u>	o/w	Vegetable oil and fats in aqueous solution of proteins, carbohydrates and salts
<u>Mayonnaise</u>	o/w	Vegetable oil in aqueous phase of egg yolk and salt

Some typical food emulsions

MAYONNAISE COMPOSITION

Ingredient	Weight %
Salad oil	77.0-82.0
Fluid egg yolk ^a	5.3-5.8
Vinegar (100 gr)	2.8-4.5
Salt	1.2-1.8
Sugar	1.0-2.5
Mustard flour ^b	0.2-0.8
Oleoresin paprika ^c	
Garlic, onion, spices ^b	
Water to make 100%	

^a Egg solids, 43%. May substitute whole or fortified egg, fluid or dry, on a total solids basis.

^b Spice oils or oleoresins may be substituted.

^c Optional where characteristic color is desired.

SOSTITUTI DEI GRASSI

requisiti :

1. possedere caratteristiche sensoriali e funzionali analoghe a quelle dei grassi;
2. essere privi di tossicità e dare luogo a metaboliti che vengano completamente escreti dall'organismo.

Si distinguono in:

- **prodotti naturali**, cioè proteine e carboidrati, talvolta modificati per via enzimatica o chimica, con ridotto apporto calorico
- **prodotti di sintesi**: si tratta di grassi tradizionali modificati in maniera da non subire, o da subire solo parzialmente, idrolisi enzimatica nell'intestino, ma tali da presentare le stesse caratteristiche funzionali dei grassi tradizionali

Naturali (ottenuti da carboidrati)

• **gomme**, (xantani alginati carragenine)

caratteristiche : idrocolloidi a lunga catena ed alto peso molecolare capaci di disperdersi in acqua per formare soluzioni viscosse.

Funzioni : conferiscono struttura e aumentano la viscosità e la palatabilità, stabilizzano le emulsioni

• **polidestrosio**

caratteristiche : basso potere calorico per scarso assorbimento nel tratto gastrointestinale, elevata resistenza alla degradazione microbica nel colon

• **maltodestrine**

derivati dall'idrolisi controllata dell'amido di grano, mais, patata e tapioca.

caratteristiche : consistenza cremosa, impiegate in maionese, condimenti per insalate (associate alle gomme).

• **cellulosa microcristallina**

impiegata per salse, condimenti per insalate, dessert surgelati e prodotti da forno, dispersa in acqua forma un gel con caratteristiche fisiche e reologiche simili a quelle di un'emulsione olio-in-acqua

Sostituti di origine sintetica (acalorici)

né idrolizzati dagli enzimi digestivi né assorbiti a livello intestinale. L'assenza di tossicità di questi composti è oggetto di studio.

•Olestra :

poliestere del saccarosio,

Caratteristiche :

sapore e consistenza simili a quelle dell'olio di semi

Usi

impiegabile anche ad alte temperature (frittura, prodotti da forno)

•EPG

estere del glicerolo propossilato

Caratteristiche :

struttura simile a quella dei grassi naturali

Usi :

preparazione di gelati, condimenti per insalate, prodotti da forno

• **DDM** estere degli acidi malonico e alchilmalonico

Usi :sostituto dei grassi ad alte temperature.

• **MCT** *trigliceridi a media catena* costituiti principalmente dagli acidi grassi saturi caprilico e caprinico (otto e dieci atomi di carbonio rispettivamente).

Caratteristiche :

- inodori, insapori e incolori,
- molto stabili all'ossidazione e a condizioni estreme di temperatura,
- non vengono metabolizzati nell'intestino, ma nel fegato (energia immediatamente utilizzabile)

Usi

molto simili agli oli vegetali perciò impiegabili come loro sostituti

- condimenti per insalate, prodotti da forno e formaggio
- fonte di energia per i soggetti che non sono in grado di assorbire i grassi convenzionali

SOSTITUTI DEGLI ZUCCHERI

La nuova era dei dolcificanti inizia con la scoperta casuale nel 1897 della saccarina, sostanza dolcificante di sintesi alternativa al saccarosio.

Da allora in poi la ricerca in questo settore ha portato ad un'evoluzione progressiva nel mercato degli edulcoranti sintetici ed artificiali, che hanno cominciato così ad insidiare il predominio pressoché assoluto del saccarosio

Definizioni di :

dolcificante

•qualsiasi composto in grado di indurre la caratteristica sensazione di dolce ai cibi e alle bevande

edulcoranti

•sostitutivi dello zucchero o saccarosio

Possiamo classificare schematicamente i dolcificanti in:

Zuccheri «alimentari» calorici: (saccarosio, sciroppo di glucosio, destrosio, fruttosio, lattosio).

Caratteristiche :

- zuccheri semplici di origine naturale con valore energetico pari a quello del saccarosio (4 kcal/g).
- L'utilizzo come sostituti è determinato dal maggiore potere edulcorante rispetto al saccarosio.

Edulcoranti ipocalorici:

Caratteristiche :

- polialcoli derivati dagli zuccheri naturali per modificazione chimica.
- non cariogenici ed idonei per i diabetici
- effetti lassativi e irritanti per l'intestino

si distinguono in:

- *edulcoranti calorici o di I generazione* (sorbitolo, mannitolo, xilitolo), con valore energetico pari a quello del saccarosio e con potere dolcificante minore
- *edulcoranti ipocalorici o di II generazione*, il cui potere energetico è circa la metà rispetto a quello dei carboidrati semplici (circa 2 kcal/g) poichè vengono assorbiti lentamente e solo per il 50% dall'organismo (maltitolo, il lactitolo, l'isomaltitolo)

Edulcoranti ad alto potere dolcificante o intensivi acalorici

Caratteristiche :

- non vengono assimilati dall'organismo umano.
- usati in piccole dosi

Saccarina (solfammide benzoica)

- retrogusto amarognolo-metallico, che può essere ridotto miscelandola con altri dolcificanti.
- Sospetta tossicità (quantità massima giornaliera = 2.5 mg/kg di peso)

Ciclamato sodico

- non è stata ancora accertata la completa sicurezza sanitaria

Aspartame (*estere metilico della N-(L-9,-aspartil)-L-fenilalanina*)

- presenta un sapore molto simile a quello del saccarosio,
- è ampiamente utilizzato negli alimenti (desserts, creme, chewing gum) ma soprattutto nelle bevande gassate

acesulfame K

- usato in associazione con altri edulcoranti

Prospettive

ricerca del dolcificante «ideale»,
una sostanza che presenti contemporaneamente le
seguenti caratteristiche:

- basso o nullo apporto calorico nella dieta a parità di potere dolcificante del saccarosio;
- normale metabolismo digestivo oppure resistenza alla digestione;
 - assenza di tossicità e di cariogenicità.