

# IMPLICAZIONI TECNICO-ECONOMICHE DELL'IMPIEGO DI TECNOLOGIE COMBinate

L'adozione di molte tecnologie miti di trattamento e conservazione di alimenti è particolarmente oneroso dal punto di vista energetico.

Alcune tendenze emerse nell'industria alimentare manifestano l'importanza dei cicli combinati e le importanti potenzialità offerte da altre tecnologie non ancora compiutamente esplorate.

di GIORGIO DONSI e GIOVANNA FERRARI

## Introduzione

L'evoluzione tecnologica dell'industria alimentare è oggi soprattutto tesa al raggiungimento di elevati standard qualitativi, in quanto il mercato appare sempre più disponibile ad accettare prezzi più elevati a fronte di precise garanzie di qualità.

Ciò significa una valorizzazione delle tecnologie di conservazione meno drastiche, le cosiddette "mild technologies", ed una rivalutazione dei processi di conservazione puramente fisici rispetto a quelli che prevedono l'impiego di additivi di qualsiasi genere [1].

Tra i processi fisici di maggiore interesse, si devono ricordare tutti quelli che giungono alla stabilizzazione chimica e microbiologica del prodotto attraverso l'abbattimento dell'attività dell'acqua, che possono in generale definirsi come

processi di disidratazione, e quelli che si basano sul rallentamento dei fenomeni degenerativi legato ad un abbassamento della temperatura di conservazione, che vanno in generale sotto la denominazione di processi di congelamento.

Non tutte le tecniche di conservazione fisica citate raggiungono gli stessi risultati in termini di mantenimento del profilo qualitativo originale dell'alimento.

In generale va però ricordato che le tecnologie miti non sono necessariamente tecnologie poco impegnative. Anzi, il successo di questo tipo di tecniche di conservazione è legato al raggiungimento di un livello di raffinatezza tecnologica tale da mantenere sotto rigoroso controllo i parametri operativi di processo, e quindi dà spesso luogo a processi particolarmente costosi in termini di investimento e di gestione.

## Processi fisici di conservazione

Come esempio di tecnologie di trattamento puramente fisiche e capaci di mantenere la qualità dei prodotti, possiamo citare le seguenti, già notevolmente diffuse e suscettibili di ulteriore sviluppo:

### Liofilizzazione

La liofilizzazione, utilizzata come tecnica sofisticata di disidratazione, si basa sulla rimozione di acqua da un prodotto solido in regime di sublimazione, a partire cioè dal congelato. Il livello qualitativo del prodotto è molto elevato grazie al fatto che esso non viene sottoposto a stress termici e mantiene pertanto caratteristiche nutrizionali molto vicine a quelle del prodotto fresco. La reidratazione del prodotto in fase di utilizzazione è pressoché perfetta ed è inoltre garantito il

ripristino del profilo organolettico e della struttura iniziale dell'alimento. Come in tutte le tecniche di disidratazione spinta, la conservazione a lungo termine è garantita da un idoneo confezionamento in grado di fornire uno stabile isolamento dall'ambiente. Il costo di tale trattamento è tuttavia molto elevato, implicando in serie il congelamento e la evaporazione per sublimazione dell'acqua contenuta nell'alimento [2].

## *Spray-drying*

Tale tecnica, rivolta alla conservazione di alimenti inizialmente allo stato di soluzioni o sospensioni liquide, consiste nell'essiccare un prodotto finemente atomizzato in una corrente d'aria calda, al fine di produrre una polvere facilmente reidratata. La velocità del processo, legata alle elevate interfacce di contatto tra prodotto e mezzo essiccante, garantisce una buona conservazione delle proprietà caratteristiche del prodotto. Il costo è comunque elevato sia rispetto ai metodi di concentrazione di liquidi più tradizionali, che consentono, quanto meno, la riutilizzo del vapore prodotto, sia rispetto ai metodi di concentrazione per permeazione attraverso membrane [3, 4].

## *Surgelazione*

Tale processo, definito in via breve come un "congelamento rapido", consiste nella messa a contatto dell'alimento con una sorgente fredda in condizioni di scambio termico tali da produrre un congelamento dei liquidi così repentino da evitare la formazione di macrocristalli di ghiaccio che danneggerebbero la struttura cellulare del prodotto. In linea di principio, tale tecnica garantisce una conservazione del livello qualitativo eccellente per

tutta una serie di alimenti e fino a certe pezzature, ma è legata ad un costo iniziale notevole ed alla necessità di mantenere condizioni drastiche di temperatura per tutta la durata della conservazione [2].

Le tecniche sopra citate sono caratterizzate da costi di esercizio e di impianto particolarmente elevati. Tali costi sono legati alle condizioni peculiari nelle quali si effettuano le operazioni di trasferimento di materia e calore alla base del processo. Nasce quindi l'idea di limitare l'impiego delle tecniche di trattamento più sofisticate e onerose solo alla fase finale del processo di conservazione, in corrispondenza della quale l'utilizzazione di tecnologie meno pregiate provocherebbe una drastica riduzione del livello qualitativo del prodotto. Il processo di conservazione complessivo si realizza pertanto con un ciclo di trattamento basato sull'impiego di più tecnologie in serie (tecnologie combinate).

Questo concetto non è nuovo nell'industria chimica e di processo, che da decenni lavora nell'ottica delle operazioni unitarie, ed è stato recentemente proposto anche nel settore alimentare rispetto al raggiungimento di elevati standard qualitativi [5]. In questo lavoro si vuole invece dimostrare come questo concetto possa essere di valido aiuto anche nell'abbattimento dei costi di operazioni ritenute attualmente estremamente onerose, e quindi destinate soltanto a particolari lavorazioni ad elevato valore aggiunto.

## **Stima dei fabbisogni energetici di processo**

Va premesso che la stima dei costi delle apparecchiature destinate all'industria alimentare non è sempre facile né univoca, a causa della mancanza di standardizzazione e della specificità di disegno, per cui

ogni prodotto è spesso oggetto di una particolare linea di produzione, vista come un tutto unitario. Si è perciò ritenuto di fornire una prima stima dei fabbisogni energetici dei processi citati confrontandola con quella di processi di finalità similari. A valle di un primo confronto, si propone una stima approssimata dei costi di impianto differenziali tra soluzione tradizionale e ciclo combinato.

Le valutazioni dei fabbisogni energetici sono state condotte sulla base delle seguenti ipotesi:

a) Si fa riferimento al concetto di energia equivalente, per cui il fabbisogno complessivo è espresso in termini di energia primaria, intesa come quella di un combustibile. Il dato fornito in kJoule/kg di prodotto può quindi essere trasformato in costo energetico per unità di prodotto moltiplicandolo per il costo del combustibile espresso in Lire/kJoule. Ciò consente di scalare i costi in funzione del prezzo del combustibile.

b) I fabbisogni di energia termica "calda" sono riportati al fabbisogno di combustibile attraverso un rendimento globale di combustione e caldaia, nell'ipotesi di combustione in loco. L'energia elettrica è ricondotta al costo del combustibile impiegato per produrla, con un fattore di conversione di 2,9 Joule termici/Joule elettrici, anche in base a considerazioni sul prezzo effettivo dell'energia elettrica nel nostro paese. L'energia meccanica si suppone prodotta a partire da motori elettrici, e quindi è valutata come quella elettrica, tramite l'ulteriore introduzione di un rendimento meccanico della macchina operatrice considerata.

L'energia termica "fredda" è riportata prima a quella meccanica del compressore, ipotizzando un fattore di conversione medio del ciclo fri-

gorifero di 4,8 Joule termici sottratti/Joule meccanico, e poi a quella elettrica ed a quella termica come già precisato.

utilizzando i criteri citati, è stato possibile ricavare i fabbisogni energetici complessivi per le tre operazioni citate, così come riportate di seguito:

### Liofilizzazione

I fabbisogni energetici per unità di prodotto secco trattato sono così determinati: calore sensibile di raffreddamento del prodotto, calore di congelamento, calore di sublimazione alla pressione e temperatura di processo, lavoro meccanico di ottenimento del vuoto stimato approssimativamente per un batch di circa 500 Kg.

Tali quantità sono stimate dalle tabelle termodinamiche, con l'ulteriore semplificazione di far riferimento per il congelamento e la sublimazione al solo contenuto di acqua e di utilizzare come calori specifici dei valori medi per sostanze alimentari vegetali in funzione del contenuto di acqua.

Per le conversioni in energia primaria, si sono seguiti i criteri sopra citati. Risulta la seguente espressione, in funzione del contenuto iniziale di acqua  $X_0$  e nell'assunzione che il contenuto finale sia trascurabile.

$$E_L = 1950 (1 + X_0) + 4600 X_0 + 4200 X_0 + 150$$

350  
Raffreddamento Congelamento  
Sublimazione Vuoto

I valori sono già forniti in energia primaria. Risulta:

$$E_L = 2100 + 10750 X_0 \text{ kJoule/kg prodotto secco} \quad (1)$$

### Spray-drying

I costi energetici tengono conto del

calore sensibile di riscaldamento dell'aria di processo, la cui portata è stimata dai bilanci entalpici e di materia dell'unità, del calore sensibile di riscaldamento del prodotto liquido, dell'energia di atomizzazione del liquido e di quella di circolazione dell'aria. Risulta:

$$E_{SD} = 650 X_0 + 30 (1 + X_0) + 7900 X_0 + 60 (1 + X_0)$$

Soffiante Atomizzazione  
Riscaldamento Riscaldamento  
aria liquido

da cui:

$$E_{SD} = 90 + 8640 X_0 \text{ kJoule/kg prodotto secco} \quad (2)$$

### Surgelazione

Il fabbisogno energetico tiene conto del calore di congelamento, valutato termodinamicamente, del calore sensibile del prodotto e dell'aria utilizzata come veicolo termico, nonché del calore da sottrarre in media al prodotto per garantirne la conservazione presso il produttore per un mese. Tale fabbisogno, convertito in energia primaria, è espresso da:

$$E_S = 1950 (1 + X_0) + 4600 X_0 + 2900 (1 + X_0)$$

Raffreddamento Congelamento  
Conservazione

e quindi:

$$E_S = 4850 + 9450 X_0 \text{ kJoule/kg prodotto secco} \quad (3)$$

Dall'esame dei dati risulta come i fabbisogni energetici di tutte le operazioni citate sono particolarmente elevati, se si confrontano, ad esempio, con quelli di una concentrazione condotta in un evaporatore a multiplo effetto, e sono particolarmente sensibili al contenuto di acqua, che è il componente da rimuovere nella disidratazione o da congelare nella surgelazione.

Si ricorda che i fabbisogni energetici forniti non sono esaustivi, ma si riferiscono al solo stadio qualificante del processo di produzione.

### Valutazione della convenienza di impiego di tecnologie combinate

Partendo dalla considerazione degli elevati costi energetici dei processi citati, ci si può chiedere quale risultato si ottenga se si consideri la

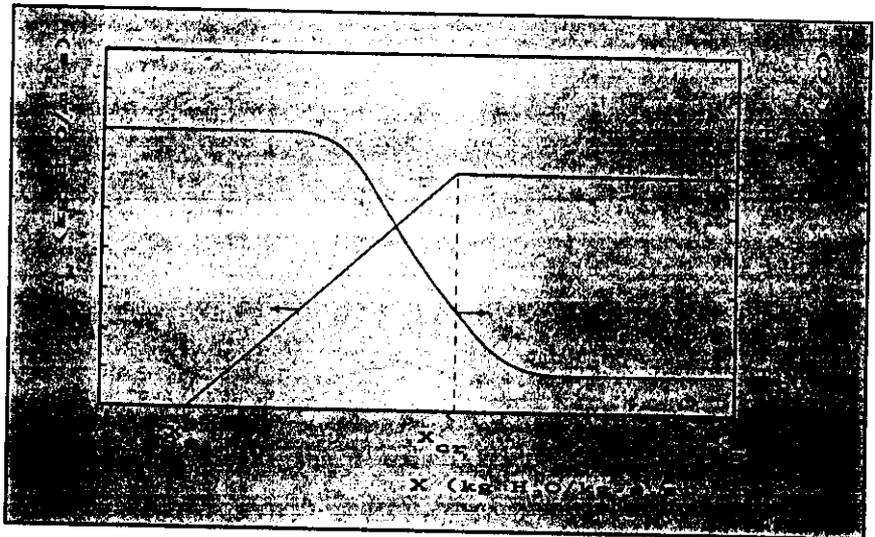


Fig. 1 - Andamento della velocità di essiccamento e della temperatura al centro di un solido inizialmente ad umidità  $X_0$  ed alla temperatura di bulbo umido  $T_{bu}$  in funzione del contenuto di umidità.  
 $X_e$  umidità di equilibrio,  $X_c$  umidità critica,  
 $T_x$  temperatura del gas essiccante

possibilità di suddividere in più stadi il processo globale. Questo concetto non è puramente economico, ma è legato alla possibilità di mantenere un elevato standard qualitativo senza tuttavia effettuare l'intero processo nelle condizioni più drastiche. Questo è possibile, ad esempio, in una operazione di disidratazione se si immagina che la rimozione dell'acqua meno fortemente legata possa avvenire con mezzi più economici, riservando all'acqua di più difficile rimozione il trattamento più costoso. Tale concetto è illustrato nella Figura 1, che mostra un tipico andamento della velocità di essiccamento contro l'umidità residua di un prodotto vegetale per determinate condizioni del gas essiccante.

La presenza di un tratto di velocità costante dimostra che fino ad un certo contenuto di umidità il processo di disidratazione non è affetto dalle proprietà di trasporto all'interno del prodotto [4].

Ciò lascia presumere che un processo meno sofisticato non arrechi danni strutturali all'alimento, anche in considerazione dell'andamento della temperatura al centro del corpo trattato riportata nel medesimo diagramma. La temperatura si mantiene costante, ad un valore

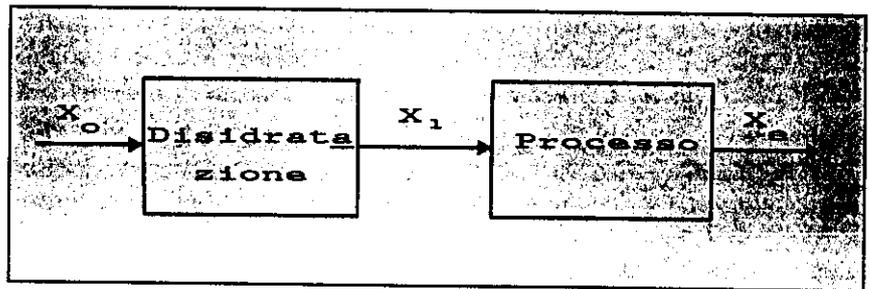


Fig. 2 - Schema di un ciclo combinato che prevede un pretrattamento di disidratazione fino ad umidità  $X_1$ .

vicino a quella di bulbo umido del gas, indipendentemente dal procedere dall'essiccamento, e dimostra che in questa fase esiste una autoprotezione del prodotto dai danni termici.

Ciò è maggiormente verificato nel caso di prodotti inizialmente allo stato di sospensioni o soluzioni liquide, per cui la zona a velocità costante è molto più estesa. Tanto è vero, che nello spray-drying di liquidi la preconcentrazione è già utilizzata estesamente [6].

Senza voler entrare nel discorso sul mantenimento della qualità, che è ovviamente fondamentale, nel seguito si valuta la pura convenienza economica ad adottare uno stadio di pretrattamento disidratativo in combinazione con un successivo stadio di liofilizzazione, surgelazione o spray-drying.

Lo schema di processo per il trattamento disidratativo di prodotti liquidi può quindi essere integrato da un preconcentratore che precede il liofilizzatore, lo spray-dryer o il congelatore, mentre nella liofilizzazione o nel congelamento di solidi si può introdurre un essiccatore convenzionale, a tunnel o a tamburo.

Lo schema combinato è rappresentato nella Figura 2. Da tale schema risulta come la variabile chiave nel determinare il costo del trattamento è il contenuto intermedio di acqua risultante dal pretrattamento,  $X_1$ . Allo scopo di semplificare la trattazione si considerano due apparecchiature ben collaudate per effettuare i pretrattamenti: un essiccatore a nastro per i solidi, ed un evaporatore a triplo effetto per i liquidi. L'ipotesi di utilizzare tecniche di concentrazione più economiche ed idonee al tipo di prodotto trattato, non fa variare l'analisi condotta e supporta ulteriormente la scelta di utilizzare i pretrattamenti nel ciclo complessivo.

Con le stesse ipotesi già introdotte si sono stimati i fabbisogni energetici dei pretrattamenti ipotizzati. Essi sono:

### Essiccatore a nastro

Valutando il calore sensibile dell'aria di essiccamento e l'energia meccanica richiesta per il funzionamento della macchina, si giunge all'espressione:

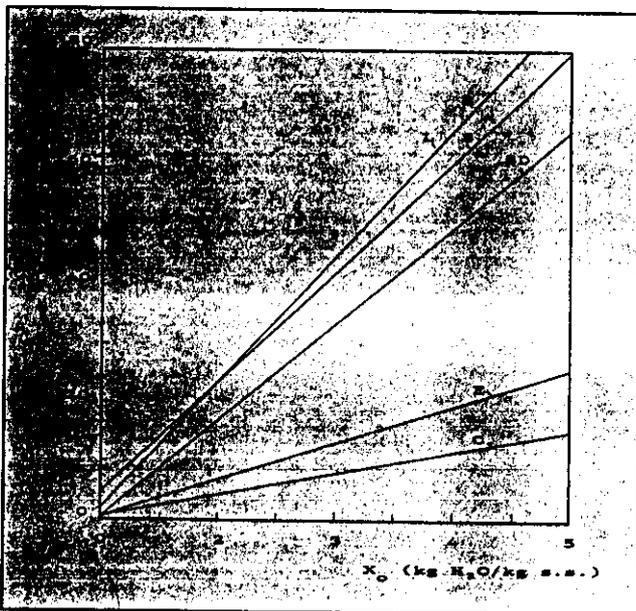


Fig. 3 - Fabbisogno energetico di alcuni processi fisici di conservazione in confronto con trattamenti di disidratazione al variare del contenuto di acqua su base secca del prodotto  $L$ : liofilizzazione;  $S$ : surgelazione;  $SD$ : spray-drying;  $E$ : essiccamento termico;  $C$ : concentrazione termica.

$$E_E = 600 + 3200 (X_0 - X_1) \text{ kJoule/kg prodotto secco} \quad (4)$$

### Evaporatore a triplo effetto

Valutando il fabbisogno di vapore e l'energia meccanica di circolazione, risulta:

$$E_T = 800 + 1800 (X_0 - X_1) \text{ kJoule/kg prodotto secco} \quad (5)$$

Un primo confronto tra i fabbisogni energetici dei processi considerati è riportato in Figura 2 in funzione del contenuto di acqua del prodotto. Da esso appare chiaramente come sia molto maggiore l'onere energetico legato ai processi di congelamento, liofilizzazione e spray-drying rispetto a quelli di essiccamento e concentrazione, a parità di contenuto d'acqua del prodotto di partenza, solido liquido che sia. Utilizzando le espressioni ricavate, si sono stimate le differenze di fabbisogni energetici tra il trattamento originario monostadio, che opera sul contenuto di acqua  $X_0$ , e quello combinato in cui il pretrattamento consente di ottenere un prodotto con un contenuto di acqua pari a  $X_1$ , ed il processo primario opera su un contenuto di acqua pari a  $X_1$ .

Risultano le seguenti espressioni:

#### Congelamento preceduto da essiccamento parziale (nel caso di solidi)

$$\Delta E_{SE} = 6250 (X_0 - X_1) - 600 \text{ kJ/kg p.s.} \quad (6)$$

#### Congelamento preceduto da concentrazione (nel caso di liquidi)

$$\Delta E_{ST} = 7650 (X_0 - X_1) - 800 \text{ kJ/kg p.s.} \quad (7)$$

#### Liofilizzazione preceduta da essiccamento parziale (nel caso di solidi)

$$\Delta E_{LE} = 7550 (X_0 - X_1) - 600 \text{ kJ/kg p.s.} \quad (8)$$

**Tab. 1 - Elementi di valutazione dei costi di impianto**

A - pretrattamento di solidi	
Essiccatore a nastro in controcorrente, completo di combustore a gas da 10 MJoule termici	
Potenzialità in kg evaporati	2500 kg/h
Prezzo quotato 1990	1.150 Mlire
Vita stimata	10 anni
Esponente legge dei costi	0,58
Ore di funzionamento annuo	2000
Quota annua di ammortamento	220 Mlire
B - Pretrattamento di liquidi	
Evaporatore a triplo effetto, completo di generatore di vapore da 2,5 MJoule termici	
Potenzialità in kg evaporati	2500 kg/h
Prezzo quotato 1990	960 Mlire
Vita stimata	12 anni
Esponente legge dei costi	0,65
Ore di funzionamento annuo	2000
Quota annua di ammortamento	170 Mlire

#### Liofilizzazione preceduta da pre-concentrazione (nel caso di liquidi)

$$\Delta E_{LT} = 8950 (X_0 - X_1) - 800 \text{ kJ/kg p.s.} \quad (9)$$

#### Spray-drying preceduto da pre-concentrazione

$$\Delta E_{SDT} = 6840 (X_0 - X_1) - 800 \text{ kJ/kg p.s.} \quad (10)$$

Allo scopo di ottenere una stima della convenienza dell'inserimento di un pretrattamento di disidratazione nel ciclo di produzione, si è confrontato il risparmio energetico annuo ottenibile attraverso l'impiego di tecnologie combinate con il costo di installazione di una unità di pretrattamento. Il confronto è stato condotto per diverse portate di prodotto trattato nelle seguenti ipotesi:

a) Il costo dell'energia primaria è stato posto uguale a 14 Lire per kJoule

b) Il costo delle apparecchiature di

trattamento è stato valutato da dati disponibili riportati in Tabella 1, assumendo valida per la relazione costo/dimensione una legge di potenza [7]. Tale legge è stata utilizzata per riportare i costi alle diverse dimensioni di apparecchiatura risultanti per diversi valori di quantità di acqua rimossa considerati. Come fattore di dimensione è stata considerata la quantità di acqua evaporata.

c) Il confronto è stato effettuato in funzione della quantità di acqua rimossa nel pretrattamento per kg di prodotto secco, pari alla differenza tra  $X_0$  e  $X_1$  e per diverse potenzialità del processo.

d) Si è ipotizzato di aggiungere lo stadio di pretrattamento ad un impianto esistente, senza quindi tener conto della riduzione di dimensioni ottenibile sull'apparecchiatura principale di processo nel caso di progettazione ex novo.

Allo scopo di riportare i costi in

funzione della portata di prodotto secco, si è fatto riferimento a specifici valori del contenuto di acqua iniziale. Tali valori sono 6 e 10 kg acqua per kg di solido secco rispettivamente per materia prima solida e liquida.

Nelle Figure 4 e 5 si è riportato il confronto tra il risparmio ottenibile sulle spese energetiche mediante un appropriato pretrattamento di disidratazione inserito a monte di un processo di surgelazione, di spray-drying o di liofilizzazione, contro l'incremento di costi fissi dovuti all'aggiunta dell'apparecchiatura di pretrattamento.

Tutti i dati sono riportati come risparmi o costi per unità di massa di solido secco trattato. L'abbassamento del contenuto di umidità nel pretrattamento,  $(X_0 - X_1)$ , è la variabile chiave del confronto, e si è considerata nel campo presumibilmente di interesse, sicuramente più ampio per le materie prime liquide rispetto a quelle solide la cui umidità critica è considerevolmente più alta. Nel caso di materia prima solida (Figura 4) si sono considerati soltanto la liofilizzazione e la surgelazione preceduti da

uno stadio di preessiccamento, mentre per liquidi (Figura 5), si sono considerati tutti e tre i processi esaminati preceduti da un possibile stadio di preconcentrazione. I risultati riportati dimostrano che per potenzialità medie di impianto il pretrattamento è ampiamente ripagato dal solo risparmio energetico anche per modeste entità di rimozione di umidità. Ciò è tanto più vero per materie prime liquide, in considerazione della maggiore quantità di acqua rimuovibile, ed è quasi indipendente dal tipo di operazione primaria effettuata.

Quello che non appare dalle considerazioni economiche è il limite di pretrattamento attuabile per i diversi prodotti senza alterarne la quantità, e ciò non è valutabile in via preliminare, ma richiede uno studio mirato prodotto per prodotto.

Fra i trattamenti suggeriti dalle considerazioni precedenti, merita una considerazione particolare la surgelazione preceduta da disidratazione parziale, che produce una riduzione sia dei costi di trattamento che di quelli di conservazione primaria e secondaria. Il prodotto ottenuto avrà l'ulteriore vantaggio

di un congelamento più rapido, grazie al minor input energetico per unità di volume, e potrà quindi raggiungere standard qualitativi elevatissimi, con il solo inconveniente di richiedere all'atto del consumo una reidratazione parziale oltre allo scongelamento.

## Conclusioni

Le valutazioni condotte consentono di affermare quanto segue:

- L'impiego di molte delle tecnologie miti di trattamento e conservazione di alimenti è particolarmente oneroso dal punto di vista energetico, specialmente per prodotti ad alto contenuto di acqua. Semplici considerazioni fisiche e termodinamiche consentono di prevederne il costo energetico almeno in via approssimata.
- L'abbattimento di questi costi è sicuramente possibile mediante l'impiego di pretrattamenti di disidratazione meno sofisticati da utilizzare per rimuovere l'acqua più facilmente accessibile.
- Anche ipotizzando pretrattamenti convenzionali, il risparmio ottenuto è interessante, purché si possa

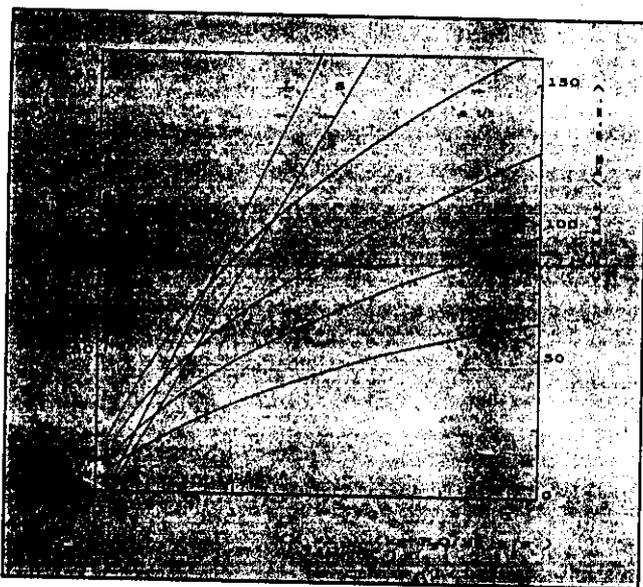


Fig. 4 - Risparmio energetico (Ru) e incidenza del costo fisso dell'essiccatore (Cu) per kg di solido secco trattato in funzione della frazione di acqua rimossa nel pretrattamento, per diverse potenzialità dell'impianto (riferita al kg di prodotto secco). L Liofilizzazione, S surgelazione.

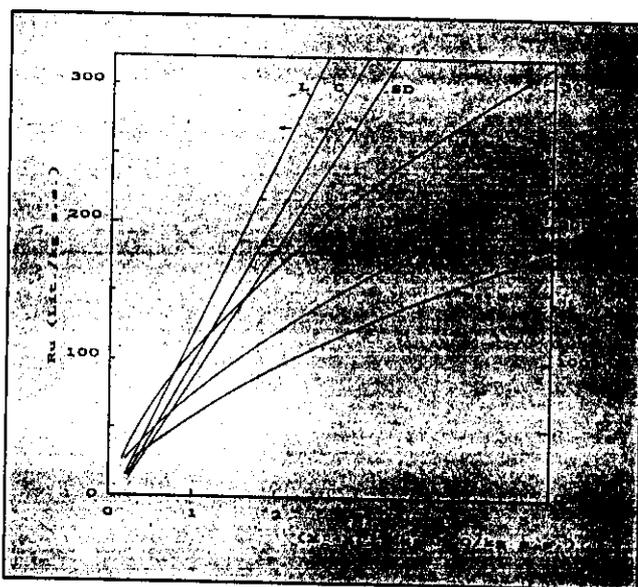


Fig. 5 - Risparmio energetico (Ru) e incidenza del costo fisso dell'evaporatore (Cu) per kg di solido secco trattato in funzione della frazione di acqua rimossa nel pretrattamento, per diverse potenzialità dell'impianto (riferita al kg di prodotto secco). L liofilizzazione, S surgelazione, SD spray-drying.

rimuovere senza pregiudizio qualitativo almeno 1 kg di acqua per kg di solido secco e la scala dell'impianto sia non particolarmente modesta.

- Per i trattamenti che partono da liquidi, le condizioni precedenti sono senz'altro verificate, stante la maggior quantità di acqua rimovibile senza abbassamento del livello qualitativo.

Dalle valutazioni condotte vengono confermate tendenze già emerse nell'industria alimentare che in certi casi, come nello spray-drying, ha già recepito l'importanza dei cicli combinati [5], mentre viene sollecitato l'interesse verso tecnologie non ancora compiutamente esplorate, come il congelamento o la liofilizzazione di prodotti parzialmente disidratati. Tali tecniche, il cui definitivo sviluppo dovrebbe essere legato ad una analisi dei livelli di

disidratazione sostenibili da ciascun prodotto senza pregiudizio della qualità, costituiscono probabilmente l'immediato futuro tecnologico dei processi di alta qualità di conservazione fisica di alimenti.

## Bibliografia

[1] Peri C. "Nuove frontiere della tecnologia alimentare: le mild technologies" Atti del Convegno IPRA "Nuove frontiere della tecnologia alimentare: le mild technologies" Roma, Novembre 1986.

[2] Charm S. E. "The fundamental of food engineering" AVI Publ. Company Inc., Westport, Connecticut (USA), 1978.

[3] Lericci C. R. "Progressi nelle tecniche di disidratazione" Atti del Convegno IPRA "Nuove frontiere della tecnologia alimentare: le mild technologies" Roma, Novembre 1986.

[4] Thijssen H.A.C., van Oyen N. S. M.

"Analysis and evaluation of concentration alternatives for liquid foods" Proceedings del "7th European Symposium Food Product and Process Selection in the Food Industry" Eindhoven (Olanda), Settembre 1977.

[5] Hallstrom B. "Preconcentration: new developments" Proceedings del "Thijssen Memorial Symposium on Preconcentration and Drying of Food Materials", Eindhoven (Olanda), Novembre 1987, 37-49.

[6] Masters K. "Spray drying handbook". Longman Sc. & Tech., Essex, United Kingdom, 1985

[7] Chemical Engineering "Modern Cost Engineering: Methods and Data", Mc Graw Hill Pub. Co., New York 1979.

*Proff. Giorgio Donsì,  
Giovanna Ferrari  
Istituto di Ingegneria  
Chimico-Alimentare  
dell'Università di Salerno*

## UNA NUOVA GENERAZIONE DI TELEFONI STAGNI

Telefoni industriali in fusione di lega leggera  
con selezione a tasti nelle versioni  
**BCA, BC, BL.**

### SERIE 2000

- Telefoni BCA con selezione ad Impulsi.
- Telefoni BCA BISTANDARD con selezione a Impulsi e multifrequenza commutabili

### TASVOX

zionamento a VIVA VOCE  
li avere adatti anche per  
enti molto rumorosi  
le telefonate molto  
mente attenuato

**fitre**

Fitre S.p.A. Divisione Sistemi Industriali

20142 Milano - via Valsolda 15 - tel. 02/8463241 (r.a.) - fax 02/8430705 - telex 321256 FITRE I

00162 Roma - via dei Foscari 7 - tel. - fax 06/423356-423388 - 426984

30171 Mestre (VE) - Corso del Popolo 29 - tel. - fax 041/951822-951987