

# Nuovi processi di essiccamento di frutti a guscio legnoso

G. Donsì - G. Ferrari

Istituto di Ingegneria Chimico-Alimentare - Facoltà di Ingegneria - Università di Salerno - 84081 Baronissi - Sa - Italia

## INTRODUZIONE

Il pretrattamento di pulizia ed essiccamento parziale della frutta a guscio legnoso, in particolare le nocciole, è un procedimento di primaria importanza che consente il conferimento del prodotto alle aziende utilizzatrici nelle migliori condizioni qualitative e con una buona conservabilità in attesa della lavorazione. D'altra parte è considerato sempre preferibile mantenere il frutto intero fino all'utilizzazione definitiva, essendo il guscio la più idonea protezione dagli agenti esterni, e ciò è possibile solo se l'umidità complessiva non supera il 6% fin dalle prime fasi di conservazione (1).

Il pretrattamento citato è tanto più efficace quanto prima viene eseguito, ragione per cui è consuetudine di effettuare sul campo o nelle immediate vicinanze subito dopo la raccolta. Generalmente la pulitura, con la separazione delle foglie e del terreno, precede l'essiccazione che viene spesso ancora eseguita al sole, per due o tre giorni a seconda delle condizioni atmosferiche, previo ricovero notturno dei frutti al coperto.

I risultati del trattamento così condotto non sono omogenei, né offrono valide prospettive per una produzione di qualità (2). Inoltre, vista la sommaria pulitura ottenuta nelle vagliatrici ad aria o meccaniche, i frutti interi devono es-

## *New drying processes for wooden shell fruits*

### Summary

*The possibility of performing drying processes of wooden shell fruits in two-component fluidized beds is analyzed, on the basis of experimental results from laboratory-scale apparatus.*

*The reduction of drying time in respect to conventional dryers is remarkable and also product cleaning is achieved as secondary effect.*

### Riassunto

*Viene proposta una tecnica alternativa per il trattamento di essiccazione e pulizia di frutti a guscio legnoso. Tale tecnica prevede l'impiego di un essiccatore a letto fluido a due fasi solide in flusso d'aria. Il sistema proposto appare tecnicamente valido e realizza una riduzione apprezzabile dei tempi di trattamento.*

sere sottoposti a lavaggio prima di molti trattamenti industriali.

Questo lavoro tende a definire i parametri fisici che caratterizzano il processo di prima essiccazione delle nocciole allo scopo di razionalizzarne l'esecuzione e di dimostrare l'utilità di un trattamento più razionale. Presenta inoltre una tecnologia di trattamento a secco dei frutti in grado di sostituire sia il pretrattamento sul campo che l'eventuale lavaggio, consentendo per di più, ove richiesto, di portare il prodotto a qualsiasi contenuto di umidità si desideri. Tale processo impiega un'apparecchiatura relativamente semplice, che può essere utilizzata presso le singole aziende coricole o, meglio, presso le strutture di raccolta consortili che si vanno sviluppando nel settore.

Una valutazione per ora approssimata dei costi di esercizio di tale apparecchiatura ne dimostra la possibilità effettiva di impiego, purché su scala adeguata.

## APPARECCHIATURE SPERIMENTALI

La sperimentazione effettuata si può suddividere in due serie di prove: determinazione delle caratteristiche di essiccazione dei frutti e prove di essiccazione in letto fluido.

Il primo tipo di prove è stato condotto utilizzando stufe da laboratorio a cir-

colazione d'aria termostata a due diverse temperature: 40° e 47°C. I campioni di frutti da esaminare, interi o sgucciati, venivano tenuti in stufa per un tempo prefissato e quindi sottoposti alla determinazione dell'umidità residua tramite ulteriore essiccazione, per 12 ore, in stufa a 100°C. Le determinazioni di umidità residua sono state condotte anche per campioni provenienti da lotti essiccati al sole, a scopo di confronto.

Le prove tecnologiche di essiccazione sono state condotte in un essiccatore a letto fluido da laboratorio realizzato espressamente. Tale apparecchiatura, schematizzata in fig. 1, consiste in un vessel cilindrico in acciaio, del diametro di 160 mm e dell'altezza di 1400 mm, dal cui fondo, tramite un distributore forato, è alimentata una portata di aria preriscaldata elettricamente in uno scambiatore di calore alla temperatura di 40° o 47°C. La temperatura dell'aria viene controllata da un dispositivo elettronico che la mantiene costante al valore prefissato regolando la potenza elettrica dello scambiatore.

Il vessel contiene un letto di materiale inerte granulare che, alle portate di aria prescelte, viene sostenuto o, come più propriamente si può definire il fenomeno, fluidizzato dalla corrente gassosa. In tali condizioni l'inerte, privo di peso, è agitato dal gas e costituisce un ottimo veicolo di scambio termico, nonché un mezzo che consente la sospensione e l'agitazione delle nocchie come in un bagno termostatico, a secco.

Le prove consistono nell'immissione di un campione di nocchie di peso noto nell'essiccatore e nell'estrazione, a tempi prefissati, di campioni parziali. Tali campioni sono sottoposti alla determinazione dell'umidità residua nonché ad un esame visivo e microscopico del guscio per determinarne il grado di pulizia. Infatti l'effetto abrasivo del materiale inerte produce un'azione di pulitura che è parte integrante del trattamento.

Le nocchie impiegate nelle prove sistematiche sono della cultivar Tonda di Giffoni, raccolte in varie condizioni e quindi con diversi contenuti iniziali di umidità. Prove di confronto condotte con frutti di cultivar diverse diffuse nell'Avellinese non hanno dato risultati significativamente differenti dal punto di vista qualitativo.

Nelle prove di caratterizzazione in

stufa si è cercato di valutare la distribuzione dell'umidità residua tra frutto e guscio, procedendo alla determinazione dell'umidità residua sia su frutti interi che separatamente sui frutti sgucciati e sui relativi gusci.

#### RISULTATI SPERIMENTALI

Le prime prove sono state specificamente rivolte a determinare se un'accelerazione del processo di essiccazione causasse una diversa distribuzione dell'umidità all'interno dei frutti,

disidratando magari in modo eccessivo i gusci. Nella fig. 2 sono presentati i dati di ripartizione dell'umidità residua tra frutti e gusci, per frutti a diverso grado di essiccazione naturale, nonché i dati analoghi per frutti trattati in stufa, ovvero in letto fluido alle temperature assegnate, campionati a diversi tempi di permanenza. Qui e nel seguito i dati di umidità sono espressi in termini di frazione di massa su base secca, X, definita come rapporto tra la massa di acqua contenuta e quella complessiva dei frutti completamente essiccati.

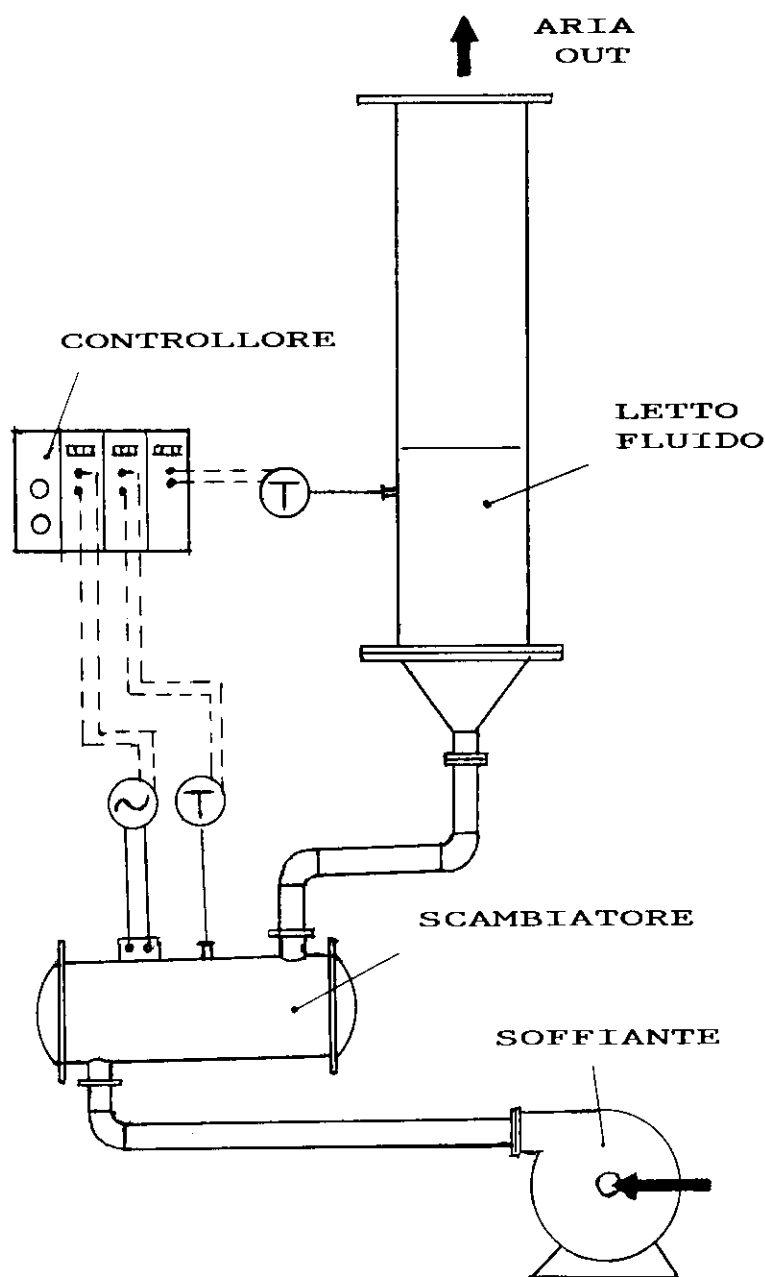


Fig. 1 - Schema dell'impianto sperimentale di essiccazione a letto fluido.

Risulta che non vi è sostanziale differenza nella ripartizione dell'umidità tra frutti e gusci al variare del tipo di trattamento, mentre risulta che l'umidità dei gusci si mantiene ad un valore circa doppio di quella dei frutti in tutto il campo investigato, salvo che per frutti estremamente freschi. Ciò conferma che l'essiccamento artificiale, se con-

dotto a temperature moderate, dal punto di vista della distribuzione dell'acqua residua non si differenzia dall'essiccamento naturale.

Nelle fig. 3 e 4 sono riportate le curve di essiccamento in funzione del tempo alle due temperature di prova, sia per gli esperimenti in stufa che per quelli a letto fluido. Allo scopo di con-

frontare i dati relativi a campioni con diversa umidità di partenza, si è adottata una rappresentazione dell'umidità adimensionale, come rapporto tra frazione di massa attuale ed iniziale. Risulta ben visibile la riduzione dei tempi di trattamento che si realizza con l'operazione a letto fluido, a parità di temperatura. Tenendo inoltre conto delle

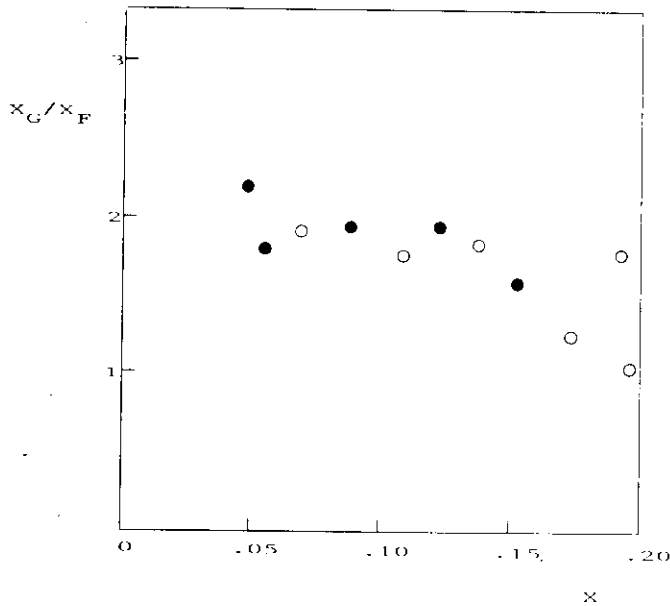


Fig. 2 - Rapporto tra le umidità dei gusci,  $X_G$ , e dei frutti sgusciati,  $X_F$ , in funzione dell'umidità  $X$  complessiva per campioni essiccati naturalmente (○) ed artificialmente (●).

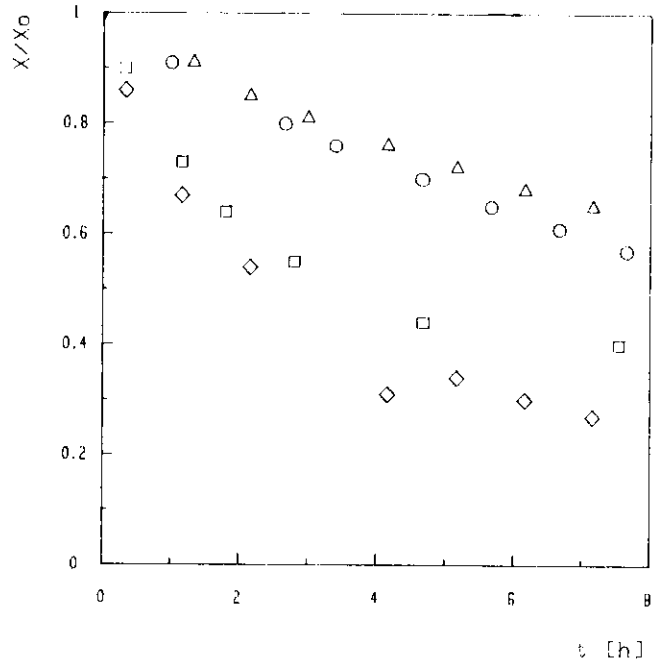


Fig. 3 - Andamento dell'umidità adimensionale dei frutti in funzione del tempo alla temperatura di 40°C. ○▽ Prove in stufa. ◇□△ Prove in letto fluido.

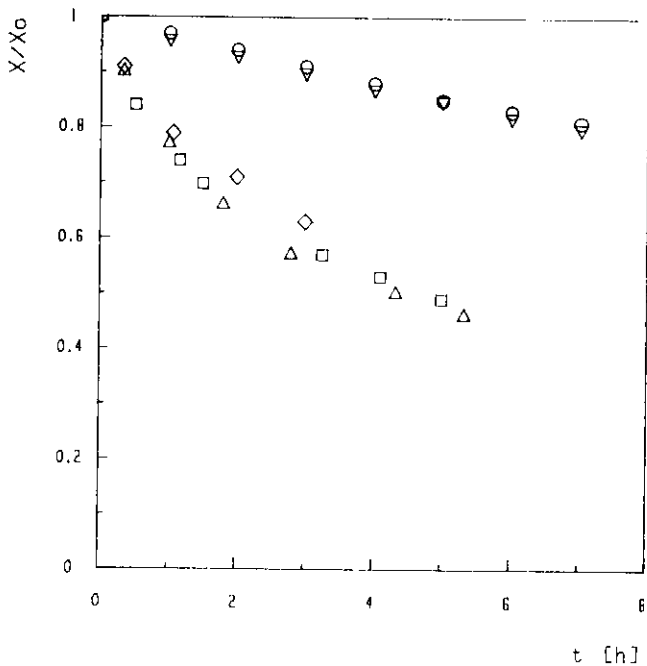


Fig. 4 - Andamento dell'umidità adimensionale dei frutti in funzione del tempo alla temperatura di 47°C. ○△ Prove in stufa. ◇□ Prove in letto fluido.

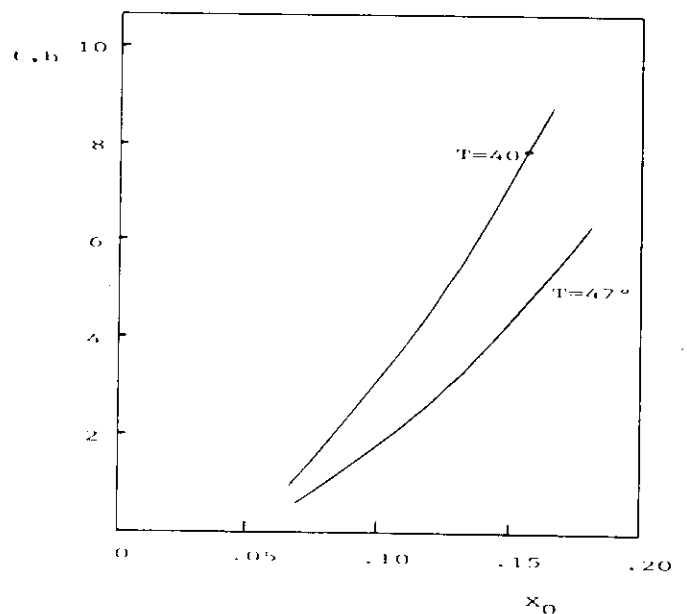


Fig. 5 - Tempi di essiccamento fino al 6% di umidità per essiccatori a letto fluido, calcolati dal modello, in funzione dell'umidità iniziale.  $T=40^\circ\text{C}$ .  $T=47^\circ\text{C}$ .

diverse umidità iniziali, la dispersione dei dati appare non eccessiva e lascia prevedere che il rapporto adimensionale delle frazioni di massa sia effettivamente il parametro più adatto a caratterizzare lo stadio di essiccamento raggiunto.

L'osservazione dei campioni trattati nell'essiccatore a letto fluido permette anche di notare come i gusci risultino praticamente privi di terra già dopo un'ora di trattamento grazie all'azione abrasiva del sistema. Il confronto con i campioni essiccati in stufa di pari provenienza è, da questo punto di vista, di particolare immediatezza, specie per il prodotto raccolto a terra dopo una permanenza non brevissima.

#### DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Le osservazioni sul meccanismo di essiccamento hanno consentito di proporre un modello matematico che tenga conto della resistenza al trasporto dell'acqua verso l'esterno offerta sia dal guscio che dallo strato limite fluidodinamico esterno (3). In base a tale modello è stato possibile sia interpretare i dati sperimentali ottenuti che prevedere i tempi di trattamento per campioni a diversa umidità iniziale. Nella fig. 5 sono riportati i tempi di essiccamento a letto fluido calcolati per le temperature di 40° e 47°C in funzione dell'umidità iniziale, nell'ipotesi di voler ottenere a fine trattamento un'umidità residua del 6% in massa su base secca.

I tempi riportati in fig. 5 consentono il proporzionamento diretto di essiccatori discontinui a letto fluido, una volta che si tenga conto della produzione giornaliera da trattare e del volume occupato sia dall'inerte che dalle nocchie

TAB. 1 - Costi di esercizio per essiccatori a letto fluido in relazione a diverse umidità iniziali del prodotto, espressi in lire per quintale trattato.

Umidità iniziale =	10%	14%	18%
Costo gas combustibile . . . . .	160	320	470
Costo energia elettrica per la soffiante . . . . .	80	80	80
Costo totale . . . . .	240	400	550

le. Per produzioni elevate, e quindi per impianti di tipo consortile, può essere conveniente l'impiego di essiccatori continui secondo schemi già utilizzati nell'industria chimica e facilmente applicabili al caso in esame.

Circa le valutazioni economiche sui costi di essiccamento, è possibile stimare i costi di esercizio di un essiccatore a letto fluido tenendo conto dei costi termici e di quelli di circolazione dell'aria di fluidizzazione. Tale valutazione, basata sull'ipotesi di riscaldamento dell'aria tramite un bruciatore a gas metano, è riportata in tab. 1 per un'umidità iniziale del materiale del 12% e riferita al quintale di prodotto trattato. I costi di impianto sono invece più difficilmente quantificabili per unità di prodotto trattato, in quanto fortemente legati alla dimensione dell'essiccatore ed alle infrastrutture disponibili. Si può però senz'altro affermare che dal punto di vista economico complessivo appare sicuramente più interessante la soluzione del grande impianto consortile rispetto all'essiccatore aziendale.

Un ulteriore elemento di interesse economico è la possibilità di un impiego multifunzionale dell'essiccatore a letto fluido che ne prolunghi l'utilizzazione stagionale e quindi ne ripartisca l'ammortamento su periodi più lunghi e su produzioni più elevate. A tale proposito si può notare che un impianto di essiccamento di questo tipo può sicuramente essere utilizzato senza alcuna modifica per altri frutti a guscio le-

gnoso come mandorle, castagne o noci, mentre con piccole modifiche operative riguardanti il materiale inerte può trattare numerosi altri prodotti agricoli (4).

In conclusione, si può ritenere che il lavoro svolto abbia evidenziato come l'impiego di una tecnica alternativa di trattamento possa ridurre notevolmente, senza pregiudizio per la qualità, i tempi di essiccamento delle nocchie tal quali. L'utilizzazione di essiccatori a letto fluido può risultare economicamente conveniente per impianti di larga scala, specialmente se si tiene conto che tale tecnica elimina la necessità di lavaggi e consente l'ottenimento del prodotto all'umidità desiderata indipendentemente dalle condizioni atmosferiche e dallo stato dei frutti all'atto della raccolta.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) C. Peri, P. Fantozzi: «Determinazione delle condizioni di umidità ottimale nella conservazione dei materiali oleaginosi», La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse, 50, 197, 1980.
- 2) B. Mincione, S. Spagna Musso: «La conservazione delle nocchie», Atti del Convegno Internazionale sul Nocciuolo, Avellino, 22-24 settembre 1983.
- 3) G. Donsi, G. Ferrari, L. Olivieri: «Drying of agricultural products in a two-component fluidized bed», Proceedings of Thijssen Memorial Symposium, Eindhoven, Paesi Bassi, 5-6 novembre 1987.
- 4) G. Donsi, G. Ferrari: «Applicazione della fluidizzazione ai processi dell'industria alimentare», Impiantistica Italiana, 1, 209, 1988.