

PROCESSO INNOVATIVO DI TOSTATURA BASATO SULLA FLUIDIZZAZIONE A GETTO

M. DI MATTEO - G. DONSI - L. ESPOSITO - G. FERRARI

Dipartimento di Ingegneria Chimica e Alimentare - Università di Salerno - via Ponte Don Melillo - 84084 Fisciano - Sa - Italia

THE UTILIZATION OF SPOUTED BEDS TECHNIQUE IN ROASTING PROCESSES

SUMMARY

An innovative roasting process has been set up, based on the utilization of spouted beds technique. Due to the perfect mixing conditions in the apparatus, a good uniformity of the product during process is achieved. Results on roasting of ground almonds, obtained in a laboratory scale spouted bed, seems to be very promising and the industrial applicability of this technique can be envisaged.

RIASSUNTO

Viene presentato un processo innovativo di tostatura, basato sulla tecnologia dei letti a getto. Tale processo garantisce elevate uniformità di trattamento del prodotto attraverso una perfetta miscelazione dello stesso all'interno dell'apparecchiatura. I primi risultati, ottenuti su scala di laboratorio per un granigliato di mandorle, appaiono promettenti rispetto all'applicabilità industriale della tecnica proposta, che oltretutto richiede un impianto estremamente semplice e compatto.

numerose varietà di frutti a guscio legnoso. Fra questi, è rilevante il ruolo delle mandorle e nocciole che vengono impiegate nell'industria dolciaria come ingredienti che conferiscono sapore ed aroma e nello stesso tempo producono un effetto decorativo. Tipico è l'uso del granigliato di mandorle in dolci e gelati.

Proprio a causa dei particolari requisiti qualitativi del prodotto, il processo di tostatura deve garantire un'elevata uniformità di processo, in modo da ottenere colore e sapore uniformi ed evitare soprattutto ogni traccia di sovratrattamento, che si tradurrebbe in un gusto particolarmente sgradevole. Inoltre una tostatura più spinta del necessario produrrebbe anche un calo di peso, particolarmente dannoso dal punto di vista economico per i prodotti di più elevato costo.

La tostatura di mandorle e nocciole viene effettuata principalmente in forni a tunnel a bassa velocità di attraversamento. In tali forni il prodotto da trattare è alimentato in strato sottile su un nastro trasportatore perforato che attraversa a velocità predeterminata un tunnel percorso da aria calda in controcorrente. Le trasformazioni fisiche e chimiche avvengono a spese dell'energia termica dell'aria, con tempi di trattamento tipici dell'ordine di un'ora, e comunque ottimizzati di volta in volta in funzione della pezzatura. I tempi di contatto lunghi sono legati alle condizioni di scambio di materia e calore piuttosto blande realizzate in tali apparecchiature.

D'altra parte, condizioni più spinte di scambio esalterebbero l'inconveniente principale di questo tipo di processo, che consiste in una certa disuniformità di trattamento, intrinsecamente legata alla disposizione del prodotto, per cui gli strati superiori esposti direttamente al gas caldo subiscono una tostatura più spinta di quelli inferiori.

Il presente lavoro dimostra la fattibilità di un processo di tostatura innovativo che si basa sulla tecnologia dei letti fluidizzati a getto. Le tecniche di fluidizzazione hanno ricevuto recentemente una certa attenzione nelle applicazioni alimentari, sia a caldo che a freddo, in virtù delle eccellenti caratteristiche di scambio di materia e calore (1, 2, 3). I vantaggi peculiari dell'impiego dell'ap-

1. INTRODUZIONE

La tostatura è un processo combinato di essiccamento e cottura volto ad esaltare le caratteristiche aromatiche di taluni prodotti e nello stesso tempo a garantirne la conservabilità prolungata. Il processo, nella sua specificità, è rivolto a prodotti di valore aggiunto medio-alto, come il caffè e

Tabella - Composizione media della granella fresca, tostata in tunnel e tostata in letto a getto.

Componente	Granella fresca		Tostata in tunnel 41'		Tostata in letto a getto 160°C x 14'		Tostata in letto a getto 180°C x 10'	
	su f.q. %	su s.s. %	su f.q. %	su s.s. %	su f.q. %	su s.s. %	su f.q. %	su s.s. %
Umidità	4,96	-	0,54	-	0,55	-	0,53	-
Grasso	51,3	53,97	53,7	53,99	53,7	53,99	53,7	53,97
Proteine	26,24	27,6	27,46	27,6	27,45	27,6	27,46	27,6
Ceneri	3,1	3,26	3,24	3,26	3,24	3,26	3,24	3,26
Cellulosa	3,4	3,57	3,55	3,57	3,55	3,59	3,55	3,56
Zuccheri riduttori	7,81	8,21	8,17	8,21	8,17	8,21	8,17	8,21

parecchiatura a getto sono l'estrema uniformità di trattamento e la riduzione di quasi un ordine di grandezza dei tempi di processo. Inoltre si esclude completamente l'impiego di parti meccaniche in movimento ed è facilitata l'automazione del processo, mentre è possibile il controllo in tempo reale e la modifica dei tempi di trattamento durante la lavorazione, senza perdita di prodotto.

Trattandosi di un processo condotto in generale per potenzialità modeste, i fattori che si ritengono realmente innovativi sono quelli legati all'innalzamento della qualità del prodotto ed alla versatilità dell'apparecchiatura, mentre le economie di esercizio, che pure sussistono, sono elementi probabilmente secondari ma sicuramente non trascurabili nella scelta della tecnica.



Fig. 1 - Fotografia dell'impianto di laboratorio.

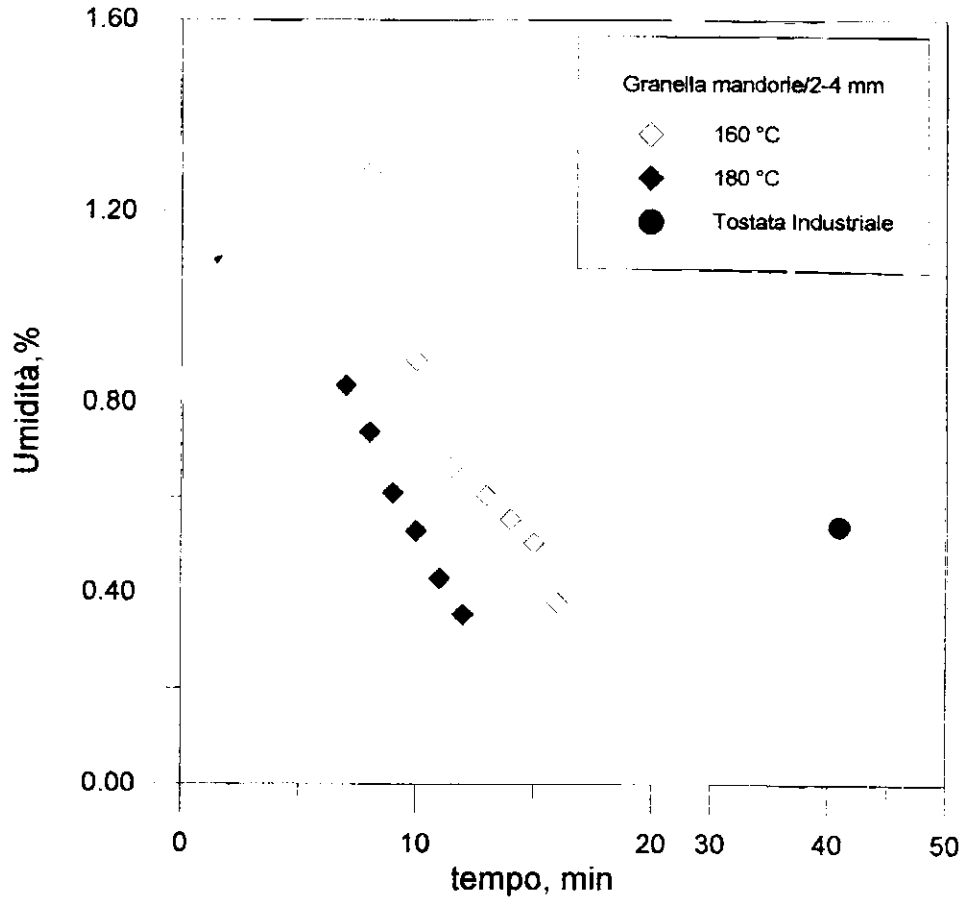


Fig. 2 - Andamento dell'umidità residua percentuale del prodotto in funzione del tempo e della temperatura di trattamento. Il dato di umidità residua del prodotto industriale è riportato come confronto.

La sperimentazione di laboratorio è stata finora condotta su granigliato di mandorle, ma la tecnica risulta sicuramente interessante per altri frutti, come arachidi e nocciole, e può offrire sviluppi utili anche per la lavorazione del caffè.

2. APPARECCHIATURA E METODOLOGIA SPERIMENTALE

L'apparecchiatura di processo è un letto fluidizzato a getto costituito da un vessel cilindrico in acciaio di 160 mm di diametro e di 800 mm di altezza. La parte inferiore ha forma conica e termi-

na con un ugello sagomato. Attraverso l'ugello si alimenta nella colonna di fluidizzazione una corrente di aria avente una portata nota, misurata mediante una flangia tarata. L'aria, riscaldata alla temperatura di interesse mediante uno scambiatore di calore elettrico a controllo automatico, passa attraverso l'ugello ad una velocità elevata tale da dar luogo alla formazione di un getto che investe il solido presente in colonna e ne provoca l'agitazione continua e uniforme. L'aria calda costituisce pertanto sia il vettore termico per la tostatura che il mezzo per la movimentazione del solido al fine di aumentare la superficie di contatto col fluido di processo.

L'operazione è di tipo discontinuo: il granigliato viene introdotto dall'alto

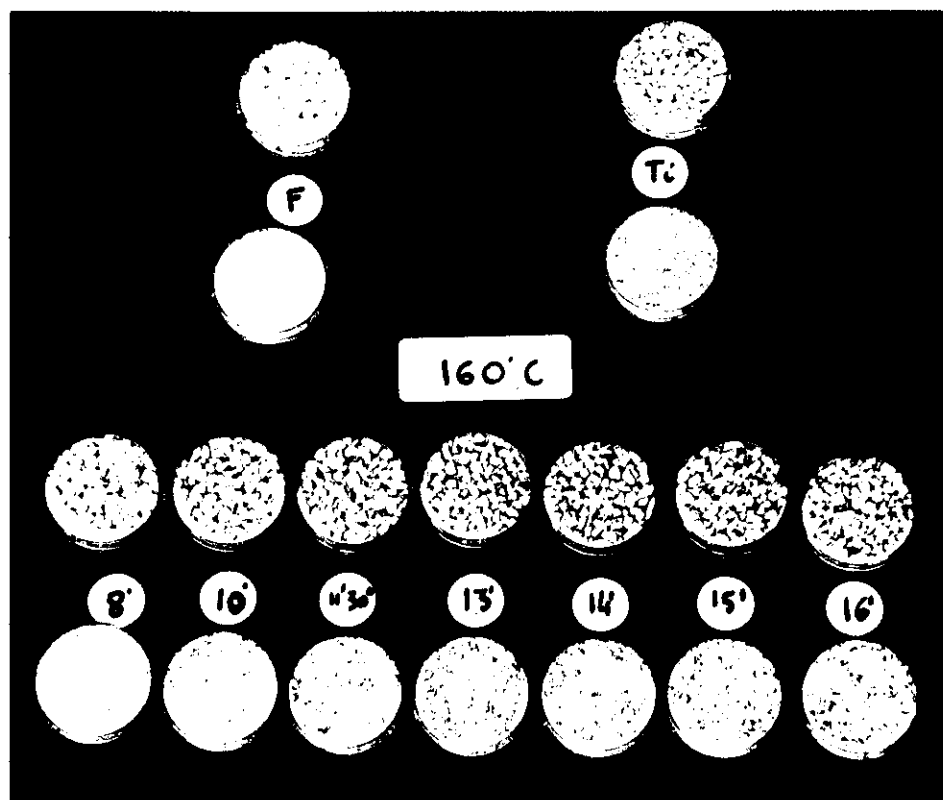


Fig. 3 - Fotografia che evidenzia la variazione di colore del campione in funzione del tempo di trattamento. Temperatura di trattamento: 160°C. Per ogni condizione sono presentati un campione di granigliato 2-4 mm ed uno di sfarinato (<1 mm) identificati dal tempo di trattamento in minuti. In alto compaiono il campione fresco (F) e quello industriale (T).

nel vessel e, una volta completata l'operazione di caricamento, la circolazione dell'aria viene attivata mediante l'apertura di una valvola di controllo. Il materiale costituente il letto, a contatto col getto di aria ad alta velocità, si muove e ricircola all'interno della colonna con una velocità relativa piuttosto elevata tale da determinare condizioni di scambio termico e di materia molto favorevoli, per cui i processi di essiccamento e di cottura del granigliato procedono velocemente (4). La ricircolazione ed il miscelamento garantiscono l'uniformità dei tempi di esposizione all'aria calda per tutte le particelle. Una fotografia dell'impianto di laboratorio è mostrata in fig. 1.

Le condizioni operative delle prove sperimentali condotte sull'apparecchiatura a getto sono le seguenti:

- temperatura dell'aria di 140°, 160°, 180° e 200°C;
- velocità di flusso da una a tre volte quella minima di getto, determinata sperimentalmente nelle prove preliminari a freddo;
- tempi di permanenza variabili tra 8 e 20 minuti, e il campione da sottoporre alle analisi chimiche e di colore viene prelevato ad intervalli di 1 minuto.

In base ai risultati delle prove, è stato ottimizzato il profilo dell'ugello di alimentazione e la velocità di immissione del getto, che rimangono i parametri di progetto più significativi.

Le prove sperimentali di tostatura sono state condotte su mandorle delle cultivar Cristomorto, Fascionello e Tuono. Il campione sgusciato viene ridotto al taglio granulometrico compreso tra 2 e 4 mm mediante macinazione in un mulino a ganasce.

Successivamente se ne carica nell'apparecchiatura una quantità di 1.500 g e si effettua la prova alla temperatura prefissata. Durante la prova vengono prelevati diversi campioni a diversi tempi di permanenza ed analizzati.

Le analisi condotte riguardano: umidità residua, caratteristiche colorimetriche, composizione della frazione grassa, aromi e caratteristiche reologiche.

Sono altresì state valutate le caratteristiche organolettiche dei campioni attraverso prove sensoriali. Le metodiche di analisi sono riportate in dettaglio altrove (5).

Tutte le analisi sono state anche condotte sul prodotto industriale di confronto.

3. RISULTATI SPERIMENTALI E DISCUSSIONE

In fig. 2 sono riportati i dati di umidità residua dei campioni trattati in funzione del tempo di trattamento. È possibile concludere che l'umidità media ottenuta con il processo industriale di riferimento viene raggiunta in un tempo nettamente minore, a riprova dei più alti coefficienti di scambio termico e di materia ottenuti nel processo a getto proposto.

Infatti, per una temperatura dell'aria di 160°C, è necessario un tempo di trattamento di 14' per ottenere lo stesso grado di essiccamento, dimostratosi ottimale, del campione industriale trattato per 41' a 150°C. Dai dati riportati risulta che all'aumentare della temperatura è possibile ridurre ulteriormente i tempi di trattamento, che risultano essere pari a 10' in corrispondenza di una temperatura di processo di 180°C.

Tuttavia, considerazioni suggerite dall'esame delle analisi sulla degradazione dei grassi e del profilo aromatico, consigliano di limitare la temperatura di trattamento ad un massimo di 160°C. Infatti le analisi chimiche,

effettuate sul prodotto trattato a questa temperatura, consentono di rilevare che i grassi hanno un trascurabile cambiamento nella composizione acidica e si presentano non ossidati, a riprova della elevata qualità raggiunta.

I dati analitici più significativi per le condizioni di trattamento dimostratesi ottimali, che sono di 160°C e 14 minuti, sono riportati in tabella.

Anche le prove reologiche confermano che la qualità del prodotto ottenuto è sempre superiore od uguale a quella del prodotto industriale tostato con tecniche tradizionali.

Le prove sensoriali hanno confermato che i campioni trattati per 14' a 160°C sono dotati di aroma intenso, giusta croccantezza, sapore gradevole e colore uniforme. Essi risultano essere i migliori tra quelli ottenuti in tutte le altre condizioni di processo. Il confronto è parimenti vincente rispetto al campione di provenienza industriale.

Tuttavia i dati più significativi riguardano l'uniformità di trattamento, che viene comprovata immediatamente anche dalla valutazione delle caratteristiche colorimetriche e dell'uniformità del colore.

Rimandando ad altra sede per i dati colorimetrici, chimici e reologici complessivi (5, 6), si riporta in fig. 3 la fotografia in cui è mostrato il confronto tra un campione proveniente dal processo industriale ed uno ottenuto nell'apparecchiatura proposta, oltre alla variazione del colore dei campioni all'aumentare del tempo di trattamento.

Appare nettamente l'elemento di valorizzazione del prodotto costituito dalla superiore uniformità di colore dei

campioni trattati nell'apparecchiatura sperimentale.

4. CONCLUSIONI

La tecnologia proposta è sicuramente interessante per il prodotto esaminato, in quanto in grado di conferirgli una qualità sostanzialmente superiore a quella del prodotto ottenuto utilizzando tecnologie convenzionali. Occorre sottolineare che all'incremento del livello qualitativo si affianca una sostanziale semplificazione dell'apparecchiatura, che gode delle seguenti prerogative:

- opera con tempi di processo circa 5 volte inferiori a quelli dei forni a tunnel;
- non richiede la disposizione del prodotto in strato sottile, e quindi offre un altissimo volume utile (rapporto tra volume di materiale trattato e volume complessivo di apparecchiatura);
- non contiene parti in movimento come nastri trasportatori, motori elettrici e riduttori meccanici;
- è controllata dall'azionamento di valvole che regolano portate gassose, componenti facilmente automatizzabili e di lunga durata;
- come tutte le apparecchiature batch, consente l'adeguamento dei tempi di trattamento a materie prime di differenti caratteristiche con la semplice regolazione del tempo di permanenza;
- richiede potenze termiche inferiori a quelle convenzionali, a causa dei volumi ridotti (basse dispersioni) ed elevate efficienze di contatto;
- non richiede grosse potenze elettriche se il riscaldamento avviene tramite un bruciatore;
- consente il carico e lo scarico del

materiale trattato per solo effetto della gravità.

Una sia pur sommaria valutazione degli ingombri consente di prevedere che a parità di produzione il volume di un letto a getto sia 20 volte inferiore a quello di un forno a tunnel.

La versatilità dell'apparecchiatura consente di prevederne l'impiego per qualunque operazione di tostatura o cottura a secco su materiale solido granulare, con procedure di messa a punto estremamente semplici e rapide, effettuabili su impianti in scala da laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

1. G. Donsi, G. Ferrari: Applicazioni della fluidizzazione ai processi dell'industria alimentare, *Impiantistica Italiana*, 1, n. 3, 209-212, 1988.
2. G.M. Rios, H.G. Baxerres, J.L. Gibert: Potential applications of fluidization to food preservation, cap. 7 in "Development in Food Preservation", *Appl. Sci. Pub.*, New York, 1983.
3. G. Donsi, G. Ferrari: Nuovi processi di essiccamento di frutti a guscio legnoso, *Industrie Alimentari*, XXVIII, 113-116, 1989.
4. K.B. Mathur, N. Epstein "Spouted Beds", Academic Press, London, 1974.
5. M. Di Matteo, G. Donsi, G. Ferrari, S. Spagna Musso: Analisi di un processo innovativo per la tostatura di mandorle per uso dolciario: la qualità del prodotto, *Atti del X Congresso Nazionale di Chimica Industriale*, Pisa 25-29 settembre 1994.
6. M. Di Matteo, G. Grasso: Proprietà meccaniche di essiccati vegetali: effetto del trattamento sulle caratteristiche di modulo elastico, *Atti del Convegno Nazionale di Reologia Applicata*, Sorrento, 9-11 giugno 1994, in stampa.