

INDUSTRIA CONSERVE

PROCESSI
DI DISIDRATAZIONE
DEGLI ALIMENTI

PRIMA PARTE

REPORT 6

QUADERNO
TECNICO

SSICA

EDICTA
EDIZIONI

SOMMARIO

INTRODUZIONE

	04
Preparazione di marroni canditi partendo da prodotto liofilizzato	06
Impiego del riscaldamento a microonde, a piastre ed a raggi infrarossi nella liofilizzazione dei gamberetti e dei calamari	09
Impiego dell'essiccazione a schiuma nella produzione di polveri di pomodoro, arancia e albicocca	20
Il riscaldamento a microonde, a raggi infrarossi e per contatto nella liofilizzazione di alcuni prodotti vegetali	32
Prove di essiccazione di ortaggi con flusso d'aria in aspirazione	42
Essiccazione su cilindri di concentrato di pomodoro "hot break" e "cold break" <i>Drum drying of hot and cold break tomato pastes</i>	49
Prospettive e sviluppo della disidratazione nella preparazione dei semilavorati vegetali	56

INTRODUZIONE

a cura di Luigi Palmieri

La storia

La disidratazione è un'operazione unitaria per la rimozione, mediante il calore, di sostanze volatili (umidità) da una miscela, ottenendo così una sostanza solida. Normalmente, ma non esclusivamente, la principale sostanza volatile è l'acqua che è l'unico costituente di cui si cerca la rimozione. In tali circostanze, la porzione acquosa si definisce "umidità".

Lo scopo del processo di essiccazione è diverso a seconda del materiale da disidratare. Alcune volte tale processo è condotto per i suoi risvolti economici nelle spedizioni, altre volte per migliorare la movimentazione di un prodotto. I minerali possono essere essiccati per aumentare la capacità dell'impianto di calcinazione, mentre molti materiali devono essere essiccati per portare la loro umidità a un valore predefinito prima della loro vendita, altri prodotti come gli alimenti sono disidratati per la loro conservazione durante l'immagazzinamento e il trasporto con navi, senza necessità di refrigerazione. A seconda dei vari scopi della disidratazione, esistono diversi metodi per questo tipo di processo. Nel corso dei secoli l'uomo ha utilizzato il vento e il sole per essiccare i materiali al fine delle sue necessità giornaliera. Mentre questi metodi semplici sono ancora utilizzati in aree dove le condizioni climatiche sono favorevoli, in generale, una semplice esposizione agli elementi naturali è troppo lenta come mezzo di essiccazione. Il processo di essiccazione ad aria forzata è quello maggiormente adottato ai nostri giorni.

All'inizio la disponibilità del vento fu utilizzata canalizzando attraverso accurate cataste di merci e il calore del sole fu rimpiazzato dal fuoco. Le fornaci per essiccare il grano dopo il raccolto furono costruite nelle frange dell'ovest e del nord Europa prima dell'età del ferro, mentre i forni per essiccare le pietre di argilla prima della loro combustione entrarono in funzione nel tredicesimo secolo in Inghilterra. Per molti secoli i metodi di essiccazione furono primitivi. Le tecniche dell'industria francese precedenti alla rivoluzione industriale furono descritte da Diderot nelle illustrazioni dell'enciclopedia dei mestieri dove è riportato che la carta era essiccata foglio per foglio in una stanza ben aerata. Un secolo più tardi Tomlinson stampò un'altra enciclopedia in occasione della Grande Esposizione tenuta a Londra nel 1851. In seguito si passò dal lento processo di formare fogli separati di carta fatti a mano all'utilizzo degli impianti per la produzione della carta nei quali la polpa sgocciolata era pressata e movimentata su due rulli caldi.

Oggi le velocità dei rulli sono molto più alte, sebbene i principi di base abbiano subito pochi cambiamenti. Anche il cotone e le tele di lino furono essiccate su cilindri riempiti di vapore, mentre le mussole furono semplicemente distese all'aperto su strutture in camere calde e ciascun pezzo richiedeva dai 10 a 15 minuti per essiccare.

Dal momento che in ciascuna azienda nasceva la necessità di realizzare metodi di essiccazione più affidabili e veloci, gli impianti venivano sviluppati empiricamente, spesso senza pensare alle applicazioni sviluppate da altre industrie che trattavano materiali simili. Oltre a questa evoluzione dell'arte di essiccazione, nuovi metodi di disidratazione

cominciarono ad essere proposti alla fine del XIX secolo. Un anno dopo, nel 1877 in Germania, fu depositato un brevetto ufficiale per un essiccatore funzionante mediante energia termica radiante e quattro anni dopo per un essiccatore sotto vuoto. Queste innovazioni furono gradualmente adottate dall'industria in modo da favorire la proliferazione delle tecniche di essiccazione.

All'inizio del secolo Hausbrand scrisse una monografia sul riscaldamento e la ventilazione necessari per un determinato carico da essiccare, ma fu fatto solo un ulteriore piccolo lavoro fino alle recenti conoscenze dei processi di essiccazione fondati su basi razionali per la conduzione del processo e per la progettazione. L'analisi di Luikov del trasferimento del calore e di materia combinati ed il trattato di Krischer sono le basi scientifiche della tecnologia della disidratazione che hanno permesso di avere una visione completa di questa operazione unitaria. Il trasferimento di questa nuova conoscenza scientifica nei sistemi tradizionali empirici ha comportato significativi risparmi e radicali cambiamenti nell'esercizio.

Metodi di essiccazione

Da un punto di vista più ampio, i metodi di disidratazione sono suddivisi in base alla modalità di trasferimento del calore al materiale umido e al tipo di operazione, continua o discontinua. Un essiccatoio funzionante in continuo richiede meno manodopera, energia e spazio lavorativo e scaricherà inoltre un prodotto finito più uniforme di un essiccatoio discontinuo della stessa capacità. Tuttavia l'essiccatoio discontinuo è meno costoso per la sua costruzione, più economico per la manutenzione, facile e versatile nella conduzione. Un impianto di disidratazione discontinuo dovrebbe essere scelto, per esempio, tutte le volte che numerosi materiali debbano essere essiccati nella stessa unità o quando la tipologia dell'essiccazione è lunga e complessa. Un essiccatoio discontinuo dovrebbe essere scelto se la quantità di materiale da disidratare è piccola, dal momento che un'apparecchiatura grande ausiliaria necessaria per una lavorazione in continuo comporterebbe dei costi proibitivi. Normalmente per portate inferiori a 5000 kg/giorno gli essiccatoi discontinui sono più maneggevoli, mentre per portate superiori a 50000 kg/giorno sono più convenienti quelli continui.

Esistono quattro metodi di riscaldamento nel processo di disidratazione: per conduzione, convezione, radiazione e dielettrico.

La maggior parte degli essiccatoi includono il riscaldamento convettivo dal momento che le condizioni di essiccazione possono essere facilmente controllate agendo sulla temperatura e umidità dell'aria calda che evapora e trasporta via l'umidità. In questo tipo di essiccatoi c'è una garanzia che evita il surriscaldamento del materiale da essiccare, dal momento che la sua temperatura non può mai superare quella dell'aria in ingresso. Tuttavia, gli essiccatoi per convezione sono talvolta termicamente inefficienti a causa delle elevate perdite di calore dei gas in uscita. I solventi vaporizzati sono difficili a recuperarsi da questi gas e l'eluizione delle polveri fini nella corrente di aria essiccante

può essere problematica. Un esempio di essiccatoio a convezione è quello a ripiani nel quale il materiale da essiccare è posizionato in vassoi che sono lambiti dal flusso di aria calda.

Se il materiale da essiccare è molto sottile o molto umido, può essere impiegato il sistema di trasferimento di calore conduttivo. Dal momento che il calore per evaporare l'umidità passa attraverso il materiale da una superficie calda, si realizza una buona economia termica, ma le temperature di essiccazione sono più elevate dell'essiccazione per convezione. Gli impasti liquidi possono essere spruzzati su cilindri, riscaldati internamente con vapore, che ruotano lentamente; come il cilindro ruota, l'umidità evapora e alla fine di una rotazione pari a circa $\frac{3}{4}$ di giro il materiale essiccato è staccato dal cilindro mediante un coltello raschiatore. Fogli di materiali, come la carta, sono trascinati su un treno di cilindri caldi dove l'evaporazione avviene sia sui cilindri che nello spazio di aria fra i cilindri adiacenti.

L'energia può essere fornita da varie sorgenti di radiazioni elettromagnetiche, la cui lunghezza d'onda è compresa nell'intervallo che va dalla radiazione solare alle radiazioni a microonde (0,2 m-0,2 μ m). Le radiazioni con questa lunghezza d'onda penetrano appena al di là della superficie del materiale esposto e solo la parte superficiale del materiale assorbe l'energia incidente di radiazioni con certe lunghezze d'onda. La maggior parte dei materiali assorbe bene in un intervallo di lunghezza d'onda compresa fra 4-8 μ m; il riscaldamento tramite radiazioni infrarosso è usato nell'essiccazione dei film, rivestimenti e fogli di materiali come la carta. Un altro sistema di disidratazione è quello che sfrutta il sistema di riscaldamento mediante dielettrico dove il calore è generato internamente attraverso l'intero materiale. Dal momento che le costanti dielettriche dei liquidi sono spesso molto più alte dei solidi, il calore sviluppato cresce rapidamente all'aumentare del contenuto di umidità. Questa proprietà costituisce un conveniente e autoadattabile mezzo per raggiungere un prodotto essiccato in maniera uniforme.

La liofilizzazione

La liofilizzazione, chiamata in lingua inglese freeze-drying, consiste nel processo fisico di sublimazione di un prodotto surgelato. Tale tecnica è stata utilizzata per conservare prodotti molto sensibili nel campo microbiologico e medico, poiché in tal modo la fusione può essere evitata e l'umidità può essere estratta senza danneggiare la struttura del materiale solido. Il processo, sebbene lento e costoso, è particolarmente attrattivo per conservare gli alimenti in una forma concentrata. La liofilizzazione è usata per essiccare gli alimenti difficili da disidratare, come cipolle, caffè

e altri prodotti della pesca.

L'operazione è condotta a una pressione al di sotto del punto triplo, normalmente a 50 N/m² e il calore è trasmesso per irraggiamento o conduzione da piastre di riscaldamento calde che si alternano fra i vassoi carichi con il prodotto. L'umidità sublimata condensa su una serpentina refrigerata localizzata lontano dalla camera di essiccazione.

Costi

Il costo del processo di essiccazione è raramente una voce insignificante ed è occasionalmente un fattore che reprime la crescita di una particolare tecnologia come la liofilizzazione.

Il costo eccessivo dell'operazione può essere aggravato dalla natura stagionale di alcune industrie che trasformano i prodotti dell'agricoltura. I costi della disidratazione naturalmente sono classificati in costi di capitale per l'installazione e costi di esercizio.

Costi di capitale

Per molti essiccatori i costi possono essere correlati alla superficie, che può essere, per esempio, l'area dei vassoi per gli essiccatori ad armadio o l'area periferica per gli essiccatori rotanti e di trasferimento di calore per gli essiccatori riscaldati indirettamente. La correlazione del costo di capitale C può essere fittata con la superficie mediante la seguente equazione:

$$C \propto A^n$$

Dove A è l'appropriata area; l'esponente n si troverà normalmente nell'intervallo 0,5-0,9.

Costi di esercizio

I costi di esercizio includono i servizi, la manodopera, la manutenzione e le spese generali. È importante ricordare anche il CRF ovvero il fattore di recupero del capitale (CRF) che costituisce la somma che copre il costo per ripagare il capitale costo e gli interessi. Questo fattore è valutato:

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Accanto a questo fattore bisogna introdurre anche il valore di recupero dell'investimento, i fattori di sconti che servono a diminuire ulteriormente il recupero del capitale sono illustrati in alcuni testi tecnici economici.

Queste brevi considerazioni sull'evoluzione nel tempo della disidratazione, metodi di essiccazione, tipi d'impianti e analisi dei costi, rappresentano la base scientifica e tecnologica degli articoli presentati in questo quaderno tecnologico.