**Simulazione di processo: i numeri applicati agli alimenti**

**Angelo Fabbri, Chiara Cevoli**

DISTAL - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, UOS Cesena, Alma Mater Studiorum Università di Bologna

|  |
| --- |
|  |

Il prodotto agricolo che diventa alimento, nel passaggio dalla fase di raccolta in campo, attraverso la successiva selezione ed eventuale trasformazione, fino a quella finale di confezionamento e distribuzione, incontra macchine ed impianti. In tale percorso dunque si evidenziano elementi tecnici di natura ingegneristica.

Gli specifici problemi di progettazione di tali processi e delle macchine che li implementano coinvolgono diversi aspetti fisici e chimico-fisici, soprattutto di natura termica, meccanica, elettrica o fluidodinamica.

Dunque assieme ai classici metodi di progettazione basati su bilanci di massa ed energia, integrati eventualmente con la realizzazione di prototipi o comunque con elementi di sperimentazione, è sempre più frequente l'integrazione con lo sviluppo di modelli matematici, capaci di simulare con una certa approssimazione, il processo in studio.

Ciò è molto evidente nei settori industriali a maggiore marginalità ma, data la sempre maggiore disponibilità di mezzi hardware e software per il calcolo automatico, si osserva un crescente interesse anche nel settore dell'ingegneria agraria, testimoniato da una produzione scientifica internazionale in significativa e costante espansione.

**In tale contesto, lo scopo principale del presente lavoro è quello di presentare una rassegna dei modelli di simulazione di interesse agroalimentare, sviluppati in ambito DISTAL.**

Il modello, che costituisce la base della simulazione, consiste sostanzialmente in un insieme di equazioni differenziali, in grado di descrivere la geometria e la fisica del problema, risolto attraverso un metodo numerico. Tale modello può essere pensato come una rappresentazione, più o meno fedele, di un prototipo fisico, avendo però rispetto a quest’ultimo i seguenti vantaggi (V) e problemi (P): V1) è possibile una verifica o comunque un affinamento del progetto attraverso una procedura per tentativi successivi, con tempi e costi generalmente ridotti rispetto a quelli di una completa campagna di sperimentazione; V2) si dispone di una descrizione dettagliata e completa del processo, rendendo spesso possibile ottenere informazioni non osservabili per via sperimentale; P1) sussiste la necessità di personale specificamente formato. In tale ottica l’Università può giocare un ruolo importante; P2) i materiali biologici sono complessi e non sempre è possibile descriverne opportunamente la disomogeneità e l’anisotropia. Inoltre le loro proprietà fisiche (p.e. densità, conducibilità termica ed elettrica, calore specifico, viscosità, permeabilità, umidità, diffusività, composizione) possono variare ampiamente in funzione della temperatura, dell’umidità, della storia delle deformazioni, del tempo; P3) le geometrie sono spesso irregolari e difficili da descrivere.

**Bibliografia**

(1) Biosystems Engineering. Finite element model to study the thawing of packed frozen vegetables as influenced by working environment temperature. Cevoli, Fabbri, Tylewicz, Rocculi

(2) Biosystems Engineering. Heat transfer finite element model of fresh fruit salad insulating packages in non-refrigerated conditions. Cevoli, Fabbri

(3) Journal of Food Engineering. 2D water transfer finite elements model of salami drying, based on real slice image and simplified geometry. Fabbri, Cevoli

(4) Journal of Food Engineering. Finite element model of salami ripening process and successive storage in package. Cevoli, Fabbri, Tabanelli, Montanari, Gardini, Lanciotti, Guarnieri

(5) Journal of Food Engineering. Numerical modeling of heat and mass transfer during coffee roasting process. Fabbri, Cevoli, Alessandrini, Romani

(6) Food Research International. Determination of the CO2 mass diffusivity of egg components by finite element model inversion. Fabbri, Cevoli, Cocci, Rocculi

(7) Journal of Agricultural Engineering. Numerical simulation of physical systems in agri-food engineering. Fabbri, Cevoli, Silaghi, Guarnieri