

ANALIZA COMPARATIVĂ COEFICIENTULUI TRANSFERULUI DE MASĂ ÎN PROCESUL DE USCARE A TOMATELOR PRIN METODA CONVECTIVĂ ȘI COMBINATĂ

Autorii: Andrei LUPAȘCO, Olga BOIȘTEAN, Oxana ROTARI, Elena ROTARI
Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În articolul dat este prezentată prelucrarea și analiza comparativă rezultatelor obținute în urma procesului de uscare, calcularea coeficienților vitezei de uscare în prima perioadă recalculat K'_1 și coeficienții transferului de masă β pentru tomate. Lucrarea prevede studiul posibilității combinării metodelor noi, de aport al energiei microundelor cu cele standarde, cunoscute la uscarea produselor de origine vegetală.

Cuvinte cheie: tomate, uscarea, coeficientul vitezei de uscare recalculat, coeficientul transferului de masă.

În prezent tomatele uscate se folosesc pe larg în industrie de panificație și alimentație publică. În procesul de prelucrare a tomatelor actualmente apar multe pierderi neprevăzute. Pentru micșorarea volumului de pierderi și mărirea duratei de păstrare, deasemenea lărgirea asortimentului produsului finit se propune uscarea tomatelor. Anume pentru așa tip de produse este important alegerea și elaborarea corectă a metodei de prelucrare termică, care va permite păstrarea lor pe un termen cât mai îndelungat fără diminuarea calităților nutritive și valoroase ale produsului. Faptul că metoda convectivă se implimentează cu succes în intervalul umidităților ridicate, dar aplicarea microundelor, invers se aplică cu succes în intervalul umidităților scăzute face combinarea acestor metode maximum productivă.

Pentru obținerea tomatelor uscate a fost folosită instalația de laborator "CIMU-UMU1" cu utilizarea energiei convective și combinate [1].

Tomatele au fost deshidratate prin:

1. metoda convectivă (MC) – la diferite temperaturi de uscare în limitele 60-100 °C;
2. metoda combinată (MCM) - convecție cu microunde la șase regime de oscilație: 1/10 (1 s – are loc acțiunea microundelor, 10 s - convecție); 1/15; 1/20; 2/10; 2/20; 3/20 ș.a.

După efectuarea experimentelor a fost ales regim optimal de uscare $\tau'=0,2$ (2/10) (după durata de uscare și prealabil aspectul exterior - la acțiunea mai îndelungată a microundelor, produsul arde).

Datele primite experimental au fost prelucrate cu metode grafice și matematice. Au fost calculate caracteristicile cinetice ale procesului de uscare și anume coeficientul vitezei de uscare în prima perioadă de uscare K_1 și coeficientul de uscare în a doua perioadă de uscare K_2 [2].

Pentru prezentarea mai amplă a procesului de uscare a tomatelor și pentru a fi posibilă compararea coeficienților transferului de masă – β (m/s) cu constantele vitezei de uscare K_1 , %/(s·m²·kg/kg) acestea au fost recalculat după formula:

$$K'_1 = K_1 \cdot \frac{\Delta G}{\Delta W} \cdot \frac{1}{\rho_{aer}}, m/s \quad (1)$$

$$\text{unde: } \frac{\Delta G}{\Delta W} = \frac{G_{in} - G_{cr}}{W_{in} - W_{cr}}, kg/\%$$

Majoritatea cercetătorilor consideră, că în perioada vitezei constante de uscare intensitatea procesului de uscare este egală cu intensitatea de evaporare de pe suprafață liberă. Coeficientul transferului de umiditate este dependent de viteza și temperatura agentului termic, precum și de condițiile de aerare a suprafeței exterioare a produsului (forma și dimensiunile produsului). Totodată coeficientul transferului de umiditate este caracterizat de criteriul transferului de umiditate Nu [3, 4].

$$Nu' = A Re^n (Pr')^{0,33} Gu^{0,135} \quad (2)$$

unde: Nu' – criteriul lui Nuselt, $Nu' = \beta \cdot l/D$;

Re – criteriul lui Reynolds, $Re = \omega \cdot l/\nu$;

Pr' – criteriul lui Prand, $Pr' = \nu/D$;

Gu – Criteriul Guhman, $Gu = (T_{usc} - T_{um})/T_{um}$;

A și n – coeficienții, care depind de valoarea Re [3, 4].

În cazul uscării tomatelor criteriul lui Reynolds este cuprins în intervalul numerelor de 789 – 985, coeficienții $A=0,87$, $n=0,54$.

Dependența grafică a coeficienților vitezei de uscare în prima perioadă recalculat K'_1 (recalculat) și coeficienții transferului de masă β în funcție de temperatura agentului de uscare și metodei folosite este prezentată în fig.1.

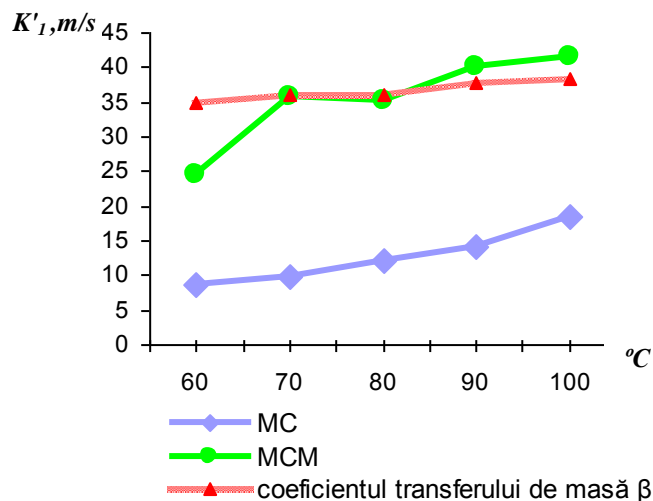


Fig. 1. Dependența coeficienților vitezei de uscare în prima perioadă recalculat K'_1 și coeficienții transferului de masă β pentru tomate

Din fig. 1 se observă că coeficienții vitezei de uscare în prima perioadă recalculați sunt mai mici decât coeficienții transferului de masă β calculați după formula (1). Astfel pentru uscarea convectivă la temperatura agentului termic de 60 °C coeficientul vitezei de uscare experimental recalculat (K'_1) este mai mic decât coeficientul de transfer de masă β de aproape 4 ori, iar la 100 °C de 2 ori. La uscarea combinată K'_1 este mai mic ca β de 1,4 ori pentru temperatura de 60°C, iar pentru temperatura 100 °C de 0,93 ori.

Așa deci aceasta demonstrează prezența în tomatele a unei rezistențe suplimentare de difuziune. Înlăturarea rezistenței suplimentare de difuzie în stratul limită și intensificarea procesului de uscare este posibilă în cazul aplicării metodelor netradiționale de uscare, și anume cea cu folosirea microundelor.

În procesul de uscare prin metoda combinată valoarea intensității difuziei exterioare este mult mai mare decât intensitatea evaporării apei de pe suprafața liberă tomatelor, lucru bazat în principal pe modificarea structurii straturilor exterioare. Această modificare a structurii straturilor exterioare tomatelor poate fi legat de efectul sinergetic de suprapunere a fluxului de difuzie și a fluxului de căldură, îndreptat dinspre straturile centrale spre straturile exterioare ale fructelor. În acest caz direcția transferului de masă coincide cu direcția transferului de căldură.

Bibliografie:

1. Lupașco A., Stoicev P., Bernic M, Rotari O. ș.a. *Instalația de laborator pentru cercetarea caracteristicilor cinetice în procesul de uscare a produselor vegetale* // Fizică și Tehnică: Procese, modele, experimente. – Bălți: Universitatea de Stat „Alecu Russo”, Nr.1, 2007 p. 78-82.
2. Lupașco A., Bernic M., Moșanu A., Rotari O. *Analiza comparativă a caracteristicilor cineticii procesului de uscare a tomatelor prin metoda convectivă și combinată* // Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților. – Chișinău: UTM, 2007.
3. Гинзбург, А. С. *Основы теории и техники сушки пищевых продуктов*. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
4. Гинзбург, А. С., Савина И. М. *Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов*. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. – 280 с.