

ANALIZA CARACTERISTICILOR CINETICE ALE PROCESULUI DE USCARE A CAISELOR PRIN METODA COMBINATĂ – CONVECȚIE + U.H.F.

V. Tarlev

Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Mărirea asortimentului fructelor uscate și sporirea cerințelor către calitatea produsului final impune crearea noilor tehnologii cu utilizarea metodelor netradiționale, moderne de aport de energie. O mare parte de energie se folosește pentru uscarea fructelor.

Actualmente în Republica Moldova uscarea fructelor, și anume a caiselor, se efectuează prin metoda convectivă, care are multe neajunsuri: durata mare de deshidratare, productivitatea mică a uscătorului, complicitatea construcției și calitatea joasă a produsului finit. Pentru a evita aceste neajunsuri este nevoie de a aplica procedee avansate, cum ar fi folosirea curenților de frecvență înaltă (UHF).

Pentru prezentarea mai amplă a procesului de uscare a fructelor de caise, care sunt un produs organic complex, s-au efectuat calculele caracteristicilor cinetice ale procesului de uscare a lor.

1. DESCRIEREA CALCULULUI CARACTERISTICELOR CINETICE

Pentru calculele ulterioare e necesar de a cunoaște suprafața de contact F a caisului cu agentul termic, care a fost calculată din ecuația:

$$F = \frac{n \cdot \pi \cdot d^2_{ech}}{4}, \quad (1)$$

unde: n este numărul particulelor;

d – diametrul echivalent, m.

În baza rezultatelor din curbele de uscare și curbele vitezei de uscare s-au calculat caracteristicile cinetice ale procesului de uscare, și anume, constanta vitezei de uscare în prima perioadă K_1 și în a doua K_2 [1].

Constanta vitezei de uscare în prima perioadă K_1 a fost calculată din relația:

$$K_1 = \frac{du/d\tau}{F \cdot (x_s - x_1)}, \quad (2)$$

unde: $du/d\tau$ este viteza de uscare în prima perioadă, %/min;

F – suprafața de contact, m²;

x_s – conținutul de umiditate a aerului saturat, kg/kg aer uscat;

x_1 – conținutul de umiditate inițială a aerului, kg/kg aer uscat (după diagrama lui V. Ramzin).

Constanta vitezei de uscare în a doua perioadă a fost determinată după metoda lui A. Lykov, folosind conținutul de umiditate specifică u_{sp} .

$$K_2 = \frac{du/d\tau}{u_{sp} - u_{ech}}, \quad (3)$$

unde: u_{sp} este conținutul de umiditate specifică, %;

u_{ech} – conținutul de umiditate de echilibru, %.

2. ANALIZA COMPARATIVĂ A CARACTERISTICILOR CINETICE PRIN METODA CONVECȚIVĂ ȘI COMBINATĂ

În tabelul 1 sunt prezentate temperatura uscării t , °C, conținutul de umiditate critică u_{cr} , %, vitezele uscării în I-a perioadă, $du/d\tau$, %/s, durata încălzirii τ_{inc} , min. și uscării în ambele perioade τ_1 și τ_2 , min.

Majoritatea cercetătorilor consideră, că în perioada vitezei constante de uscare intensitatea procesului de uscare este egală cu intensitatea de evaporare de pe suprafața liberă și că coeficientul transferului de umiditate depinde de viteza și temperatura agentului de uscare, precum și de condițiile de aerare a suprafeței exterioare a produsului (forma și dimensiunile produsului) [2].

Tabelul 1. Caracteristicile cinetice ale procesului de uscare a caiselor prin metoda convectivă.

N _o	t°,C	U _{cr} , %	dU/dτ 10 ³ , %/s	K ₁ , %/(m ² ·s)	K ₂ 10 ⁶ , s ⁻¹	τ _{incalz.} , min	τ ₁ , min	τ ₂ , min	τ _{tot.} , min
1	60	325	14,55	50,96	1,3	120	899	308	1317
2	70	325	16,29	51,73	1,6	102	727	421	1250
3	80	235	23,17	54,96	1,7	81	697	402	1180
4	90	325	25,07	56,98	2,4	70	692	328	1090
5	100	235	26,90	58,02	3,0	52	640	298	990

Totodată coeficientul transferului de umiditate este caracterizat de criteriul transferului de umiditate Nu_d [3]:

$$Nu_d = A \cdot Re^n \cdot Pr_d^{0,33} \cdot Gu^{0,135} \quad (4)$$

$$\text{unde: } Nu_d = \beta \cdot l / D; \quad Re = \omega_z \cdot l / \nu;$$

$$Pr_d = \nu / D_{abur}; \quad Gu = (T_u - T_{um}) / T_{um};$$

unde :

β este coeficientul transferului de masă, m/s;

l – lungimea suprafeței de evaporare în direcția deplasării agentului de uscare, m;

D – coeficientul de difuzie a vaporilor de apă în aer, m²/s;

ω_z – viteza agentului de uscare, m/s;

ν – viscozitatea cinematică a aerului, m²/s;

T_{us} – temperatura termometrului uscat, C;

T_{um} – temperatura termometrului umed, °C.

În cazul uscării fructelor de caise numărul Reynolds se modifica de la 758 până la 910 și coeficienții A=0,87, iar n=0,54. Pentru a compara intensitatea coeficienților transferului de masă – β (m/s) cu constantele vitezei de uscare K_l (%/s·m²·kg/kg) acestea au fost recalculat după formula:

$$K'_l = K_l \cdot \frac{\Delta G}{\Delta W} \cdot \frac{1}{\rho} \quad (4)$$

$$\text{în care: } \frac{\Delta G}{\Delta W} = \frac{G_{in} - G_{cr}}{W_{in} - W_{cr}};$$

unde:

K_l sunt constantele vitezei de uscare în perioada I, (%/s·m²·kg/kg);

G_{in} – masa inițială a produsului cercetat, kg;

G_{cr} – masa produsului ce corespunde umidității critice, kg;

W_{in} – umiditatea inițială, %;

W_{cr} – umiditatea critică, %;

ρ – densitatea aerului la temperatura corespunzătoare, kg/m³.

Dependența între K'_l și β de temperatura agentului de uscare se arată în fig. 1 sub forma unei funcții $\ln K'_l$ ($\ln \beta$) = f(1/T).

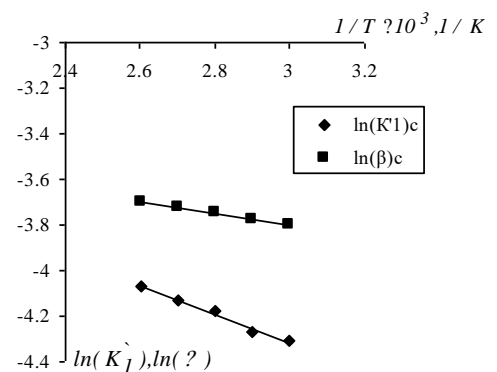


Figura 1. Dependenta logaritmului constantei vitezei de uscare K'_l și coeficientului transferului de masă β de temperatura agentului de uscare a caiselor

Evaporarea apei în perioada I a procesului de uscare reprezintă un proces de difuzie, pentru care este posibilă determinarea coeficientului de temperatură legat indirect de energia de activare.

Pentru fructele de caise constanta vitezei de uscare este descrisă de ecuația:

$$K'_{lc} = 0,13 \cdot e^{-620/T} \quad (5)$$

Analogic metodei convective au fost calculate caracteristicile cinetice și pentru metoda combinată – convecție + U.H.F., care sunt prezentate în tabelul 2.

Comparând datele obținute prin convecție (tab.1) observăm că la temperatura agentului termic de 60°C viteza uscării crește de la 14,55*10⁻³ până la 26,90*10⁻³ %/s, adică de 1,8 ori. Constanta vitezei de uscare în prima perioadă, care caracterizează schimbul exterior de masă și căldură, crește pe măsura majorării temperaturii agentului termic cu 14 %.

Tabelul 2. Caracteristicile cinetice ale procesului de uscare a caiselor prin metoda combinată – convecție +U.H.F.

№	t°,C	U _{cr} ,%	K ₂ ·10 ⁶ , s ⁻¹	Durata totală de uscare	
				τ _{conv.} , min	τ _{comb.} , min
Intensitatea câmpului electromagnetic E=8750 V/m					
1	60	250	1,68	1317	1045
2	70	270	1,92	1250	979
3	80	239	2,76	1180	873
4	90	290	2,89	1090	792
5	100	308	4,66	990	704
Intensitatea câmpului electromagnetic E=18000 V/m					
1	60	250	2,08	1317	995
2	70	290	2,19	1250	916
3	80	300	2,86	1180	825
4	90	295	3,59	1090	767
5	100	285	6,29	990	582

În a doua perioadă constanta vitezei de uscare, ce caracterizează intensitatea schimbului de masă și căldură, sporește de la 60°C până la 100°C pentru E=8750V/m” de 2,77 ori, iar pentru E=18000V/m” – mai mult de 3 ori. Însă, comparând procesele de uscare cu E=8750 V/m” și E=18000V/m” de la 60°C până la 100°C, se observă că cinetica procesului de uscare se modifică și anume durata uscării se micșorează de 1,5 și, respectiv, 1,71 ori.

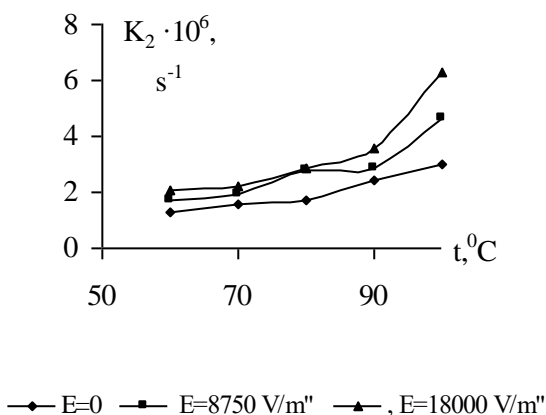


Figura 2. Dependența constantei de uscare în a doua perioadă K₂ de temperatură pentru diferite regimuri.

3. CONCLUZII

Cercetările au demonstrat că cel mai îndelungat proces de uscare a caiselor îl constituie acel al alimentării convective cu energie. Aplicarea

câmpului electromagnetic reduce durata uscării, se intensifică de 1,7 ori.

Intensitatea transferului de umiditate pentru caise este mai mică decât valoarea calculată β. Aceasta demonstrează prezența în caise a unei rezistențe de difuzie față de transferul de masă. Pentru caise procesul de majorare a temperaturii nu influențează asupra modificării rezistenței de difuzie.

Înlăturarea rezistenței de difuzie și intensificarea procesului de uscare este posibilă în cazul aplicării metodelor netradiționale de uscare, și anume - curenți de frecvență înaltă (U.H.F.).

Bibliografie

1. Lykov A. *Teoria suški*. – M.: Energiâ, 1968.- 470p.
2. Ginzburg A. *Osnovy teorii i tehniki suški piševyh produktov. Pisevaâ promišlennost*, Moskva, 1973, p.526.
3. Pavlov K., Romancov P., Noscov A. *Primery i zadaci po kursu PAHT L, Himia*, 1981.

Recomandat spre publicare: 27.12.2004