

ANALIZA CARACTERISTICILOR CINETICE LA USCAREA VIȘINELOR PRIN METODA CONVECTIVĂ

dr. hab., prof. univ. Andrei LUPAȘCO,
dr., conf. univ. Galina DICUSAR,
lector superior Aliona MOȘANU,
lector superior Olga LUPU,
Catedra PATPC, UTM

Aplicarea procedeelelor avansate de uscare a fructelor constituie o garanție pentru obținerea unor produse de calitate superioară, cu însușiri organoleptice și valoare biologică înalte. În special, în republica noastră se practică pe larg uscarea vișinelor, luându-se în considerație caracterul sezonier de valorificare a acestor fructe, cererea constantă de care se bucură pe piața internă și externă, acestea fiind utilizate în cofetărie, în alte ramuri ale industriei alimentare.

În prezent, uscarea vișinelor nu se efectuează, de regulă, în condiții industriale, ci prin metode rudimentare, utilizându-se energia solară sau tăvile cu încălzire dedesubt. Astfel, evaporarea apei din fructe se produce datorită energiei radiante prin conducție. Acest proces are o serie de dezavantaje esențiale: durata îndelungată a procesului, folosirea suprafețelor mari, încălzirea neuniformă din cauza instabilității factorilor externi, calitatea joasă a produsului finit.

Înlăturarea acestor neajunsuri devine posibilă în cazul uscării prin metoda convectivă.

1. METODE ȘI MATERIALE

Pentru cercetări a fost ales soiul de vișine Șpanka, unul din cele mai răspândite în republică [1]. În urma uscării convective umiditatea vișinelor s-a redus de la 84,5% până la 19%, cea optimă fiind de 11,5%.

Uscarea convectivă a vișinelor a fost efectuată în instalația experimentală de uscare, construită pe baza cuptorului cu microunde având puterea nominală de 1,5 kW și frecvența câmpului electromagnetic de 2450 MHz

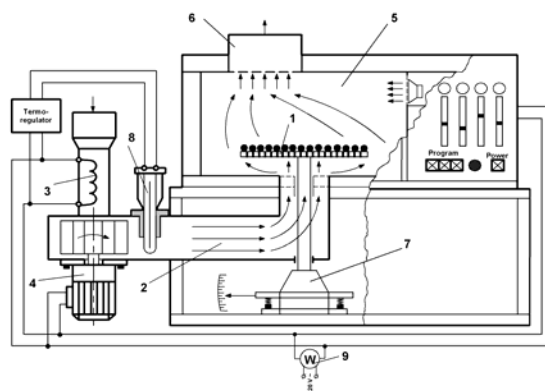


Figura 1. **Schema instalației experimentale de uscare a vișinelor**

Instalația constă din camera de uscare 5, în interiorul căreia este amplasat un suport 1, confecționat din fluoroplast perforat, având legătură cu cântarul 7. Produsul supus analizei se așează pe suportul 1. Camera de uscare este conectată la racordurile 2 și 6 pentru intrarea și evacuarea agentului termic de uscare. Agentul termic de uscare este încălzit în caloriferul electric 3. Prin intermediul ventilatorului 4 agentul termic respectiv este respins în camera de uscare. Pe parcursul uscării cântarul 7 înregistrează

scăderea de masă și temperatura agentului termic (cu termometrul 8). Energia electrică consumată de instalația de uscare este înregistrată de contorul de energie electrică 9. Viteza agentului de uscare a fost constantă – 0,17 m/s, temperatura lui a oscilat între 60 și 100°C, intervalul de reglare fiind de 10°C. Masa inițială a vișinelor pentru fiecare experiență în parte – 150 g. Au fost măsurate temperatura și umiditatea relativă a aerului înainte de intrare în calorifer și după ieșire din instalație.

1. REZULTATE ȘI DISCUȚII

În figura 2 sunt prezentate curbele de uscare a vișinelor la temperaturile agentului de uscare 60 și 100°C. Caracterul curbelor de uscare demonstrează că ele corespund curbelor teoretice standard, descrise în literatură [2].

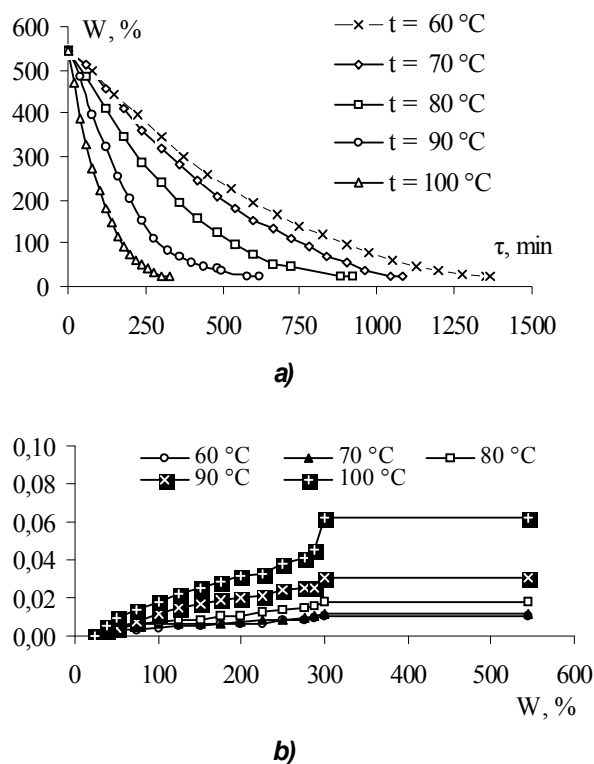


Figura 2. **Curbele de uscare (a) și cele ale vitezei de uscare (b) a vișinelor prelucrate prin metoda convectivă**

Din figura 2 deducem că, o dată cu creșterea temperaturii agentului de uscare de la 60 până la 100°C, durata procesului se micșorează. Astfel, la temperatura de 60°C durata uscării a fost de 1365 min, iar la 100°C – de 330 min, procesul intensificându-se de 4,1 ori. După cum se

observă, procesul de uscare convectivă decurge în două perioade. Pentru prima perioadă este caracteristică viteza constantă de uscare. Durata ei reprezintă aproximativ 30% din întregul interval de timp în care se consumă procesul de uscare. O dată cu majorarea temperaturii agentului de uscare, viteza de uscare crește. Astfel, la 60°C ea constituie 0,01%/s, iar la 100°C – 0,06%/s. Prin urmare, viteza uscării în acest regim crește de 6 ori.

În momentul când umiditatea materialului ajunge la valoarea critică, începe a doua perioadă de uscare, ce se caracterizează printr-o viteză descrescătoare. În cea de a doua perioadă, forma curbei de uscare depinde de structura materialului, acesta determinând, în definitiv, mecanismul de evacuare a apei.

În figura 3 este prezentat graficul influenței temperaturii agentului de uscare asupra constantelor de uscare în cele două perioade. Din desen reiese că temperatura agentului de uscare influențează asupra constantelor uscării după legea exponențială.

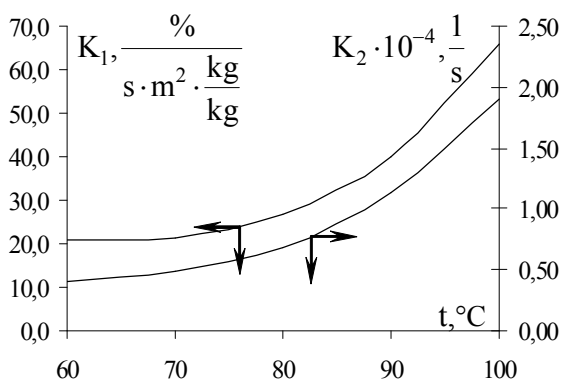


Figura 3. **Influența temperaturii agentului de uscare asupra constantelor de uscare**

Dar, la aceeași modificare a temperaturii agentului de uscare, constanta vitezei în prima perioadă K₁ a crescut de 3,2 ori, iar constanta vitezei în a doua perioadă K₂ a crescut de 4,7 ori.

Se știe [2] că transferul de masă și de căldură în procesul de uscare a vișinelor prin metoda convectivă este determinat de acțiunea celor doi gradienti: gradientul de temperatură și cel de umiditate. Orientarea opusă a gradientului de umiditate față de cel de temperatură prezintă un

dezavantaj al uscării convective, deoarece conductibilitatea termică a apei reține procesul de uscare. Majoritatea cercetătorilor consideră că în segmentul de timp când viteza de uscare este constantă, intensitatea procesului de uscare devine egală cu intensitatea de evaporare de pe suprafața liberă, coeficientul transferului de umiditate depinzând de viteza și temperatura agentului de uscare, precum și de condițiile de aerisire a suprafeței exterioare a produsului (forma și dimensiunile produsului). Totodată, coeficientul transferului de umiditate este caracterizat de criteriul transferului de umiditate Nu [3].

$$Nu_d = A Re^n Pr_d^{0,33} Gu^{0,135}, \quad (1)$$

$$\text{în care: } Nu_d = \beta \cdot \frac{l}{D}; \quad Re = \omega \cdot \frac{l}{\nu};$$

$$Pr_d = \nu / D; \quad Gu = \frac{(T_{us} - T_{um})}{T_{um}};$$

β – coeficientul transferului de masă, m/s;
 l – lungimea suprafeței de evaporare în direcția deplasării agentului de uscare, m; D – coeficient de difuzie a vaporilor de apă în aer, m²/s; ω – viteza agentului de uscare, m/s; ν – vâscozitatea cinematică a aerului, m²/s; T_{us} – temperatura termometrului uscat, °C; T_{um} – temperatura termometrului umed, °C. La uscarea vișinelor, intervalul numerelor Reynolds este cuprins între 85-102, coeficientul $A=0,9$, iar $n=0,5$.

Pentru a compara intensitatea coeficienților transferului de masă – β (m/s) cu constantele vitezei de uscare K_1 (%/s · m² · kg/kg), acestea au fost recalculat după formula:

$$K'_1 = K_1 \cdot \frac{\Delta G}{\Delta W} \cdot \frac{1}{\rho}, \quad (2)$$

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

K_1 – 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.

În tabelul 1 sunt prezentate constantele recalculat ale vitezei de uscare în perioada I K'_1 și coeficienții transferului de masă β pentru vișine.

Tabelul 1. **Constantele recalculat ale vitezei de uscare în perioada I K'_1 și coeficienții transferului de masă β pentru vișine**

T, °C	60	70	80	90	100
$K'_1 \cdot 10^3$, m/s	7,2	7,8	9,8	15,5	26,1
$\beta \cdot 10^3$, m/s	13,7	14,1	14,6	15,0	15,3

Analizând datele prezentate în tabelul 1, observăm că valoarea constantelor de uscare este mai mică decât coeficienții transferului de masă – β calculați conform relației (1). Dependența între K'_1 și β de temperatura agentului de uscare este redată în figura 4, sub forma unei funcții: $\ln K'_1$ ($\ln \beta$) = $f(1/T)$.

Din figura 4 reiese că 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 vișine, constanta vitezei de uscare este redată în ecuația:

$$K'_1 = 47,14e^{-3240/T} \quad (3)$$

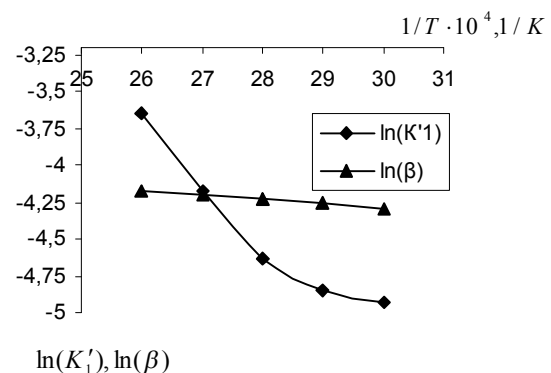


Figura 4. **Dependența logaritmilor constantei vitezei de uscare K'_1 și coeficientului transferului de masă β de temperatura agentului de uscare a vișinelor**

Din figura 4 deducem că intensitatea transferului de umiditate pentru vișine este mai mică decât valoarea calculată β . Aceasta demonstrează prezența în fructe a unei rezistențe de difuzie față

de transferul de masă. Pentru vișine, această rezistență de difuzie se diminuează o dată cu creșterea temperaturii și dispare la atingerea valorii de 100°C.

3. CONCLUZII

Uscarea convectivă nu este metoda optimă de uscare, deoarece vișinele sunt supuse prea mult timp acțiunii temperaturilor înalte (60-100°C). Calitatea vișinelor uscate prin convecție este însă apreciabilă, datorită faptului că se evită pierderea sucului, în rezultatul orientării opuse a gradientilor de temperatură și de umiditate, deci se păstrează integritatea celulelor. Prin aceasta se explică durata extinsă a procesului de uscare și, respectiv, consumul majorat de energie electrică.

SUMMARY

There are presented some results of the drying convection for the variety Spanka cherries. It is analyzed the kinetic features of the drying process: velocities and constants of velocities in first and second periods. It's studied the influence of the temperature as dry agent on drying velocity and on drying velocity constants in first and second periods. These data allows an objective analyze of convection drying method for cherries.

BIBLIOGRAFIE:

1. Dicusar, G., Lupașco, A., Moșanu, A. Caracteristica vișinelor cultivate în Moldova ca obiect al procesului de uscare. Alimentele și sănătatea la începutul mileniului III. Editura Academică, Galați, 2001, p. 252-253.
2. Ginzburg, A. Osnovy teorii i tehniki suški piševyh produktov. Pišcevaia promišlennost', Moskva, 1973, p. 526.
3. Pavlov, K., Romancov, P., Noscov, A. Primery i zadaci po kursu PAHT. L, Himia, 1981.

CALENDAR

La 5 februarie 1930 s-a născut la Șipca, Rezina, Constantin MATCOVSCHI, doctor în medicină, profesor universitar, "Om Emerit" al Republicii Moldova.

A absolvit facultatea de medicină generală a Institutului de Stat de Medicină din Chișinău (1952). În 1959 a fost invitat de Nicolae Testemițanu, pe atunci rector al ISMC, la catedra de farmacologie, unde a lucrat până în 1993, în calitate de asistent universitar, conferențiar, șef catedră, decan al facultăților de stomatologie și farmacie (ultima fiind fondată de el), prorector didactic.

A fondat catedrele de farmacologie la Institutul de Medicină din Vientian, Laos (1980-1983) și ULIM, Republica Moldova (1994-1996).

A publicat 113 lucrări (printre care monografii (3), manuale (7), recomandări (5) etc. A brevetat, împreună cu alți cercetători, 5 invenții.