

CERCETAREA CINETICII PROCESULUI DE USCARE A RĂDĂCINILOR DE HREAN CU APLICAREA ENERGIEI MICROUNDURILOR

A. Lupașco, A. Ghendov-Moșanu, O. Andronic
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

În viața noastră de zi cu zi fiecare om tinde spre o alimentație cât mai bogată și sănătoasă, care ar duce la o bună convingere între noi și organismul nostru. Însă acest lucru pare destul de facil, dar ținând cont din punct de vedere biochimic acest lucru este destul de dificil, deoarece alimentația nu este numai un proces de digestie a alimentelor de către organismul uman, dar ea mai include și o latură foarte importantă pe care fiecare om ar trebui să o cunoască și anume contribuția acesteia în forța vitală și activitatea organismului.

Produsele alimentare trebuie să asigure în totalitate necesitățile organismului ținând cont de unele aspecte medicinale și farmaceutice în sporirea protecției organismului față de factorii negativi externi.

Un astfel de produs prezintă și rădăcina de hrean. Hreanul (*Armoracia rusticana* L.) este o planta perena din familia Cruciferelor, care crește și se înmulțește de la sine după sădirea în pământ a bucaților de rizomi. Hreanul în marea lui măsură este prețuit pentru rădăcina sa, care prezintă un rizom (6-8 cm) cu multe ramificații. Această plantă prezintă un gust arzător și mirosul specific, datorită conținutului în sinigrina (glucozida – produs fitoncic), care sub acțiunea fermentului mirozina, ce se conține în hrean, se descompune în ulei eteric de muștar, zaharuri și KHSO_4 [1]. De conținutul uleiului de muștar depinde mirosul și gustul înțepător al hreanului. La descompunerea glicozidei se formează 0,05% ulei eteric.

Rădăcina de hrean conține apă 77-89 %, grăsimi 0,3 – 0,4 %, substanțe extractive neazotoase 13-18 %, celuloză 2,5 – 3 %, cenușă 1,5 %, vitamina C 100mg% și cantități mari de minerale, în deosebi K, Na, Ca, Mg și altele [2]. Procesului de uscare are loc o concentrare a substanțelor în produs.

De obicei uscarea rădăcinilor de hrean utilizate ca condiment se efectuează în condiții casnice, utilizând metodele tradiționale de uscare și anume uscarea în role sau uscarea la aer liber. Aceste metode au un șir de dezavantaje cum ar fi durata îndelungată a procesului, încălzirea

neuniformă a stratului de produs, supraîncălzirea straturilor de produs ce contactează cu pereții încălzitori.

Pentru a înlătura neajunsurile menționate se propune de a întrebuiți metoda de uscare cu aplicarea curenților de frecvență supraînaltă (microunde) în combinația lor cu convecție.

1. METODE ȘI MATERIALE

S-a efectuat uscarea rădăcinilor de hrean în două aporturi de căldură: convecție și combinată (convecție cu microunde).

În urma uscării rădăcinile de hrean s-au uscat de la umiditatea inițială de $72,0 \pm 0,5$ % până la umiditatea finală de $5 \pm 0,5$ %. Cercetările privind cinetica procesului de uscare au fost efectuate în instalația de laborator construită în baza cuptorului cu microunde BOSH cu puterea nominală de 1,5 kW și frecvența câmpului electromagnetic de 2450 MHz.

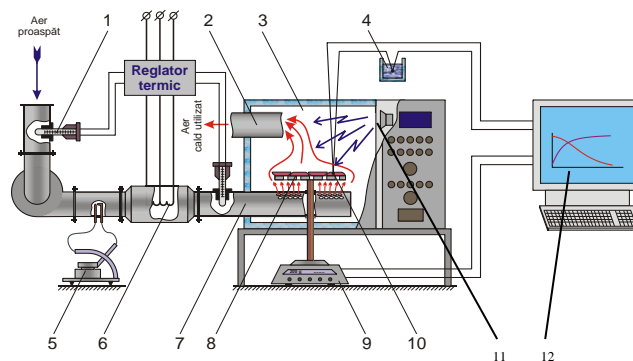


Figura 1. Instalația de laborator pentru studiul caracteristicilor cinetice ale procesului de uscare a rădăcinilor de hrean: 1 – termometru; 2 – conductă de evacuare; 3 – cameră de lucru; 4 – vas Diwar; 5 – manometru diferențial; 6 – calorifer; 7 – conductă de alimentare; 8 – suportul de fluoroplast perforat și produsul supus uscării; 9 – cântar electronic; 10 – termocuplu.

Instalația constă din camera de uscare 3, în incinta căreia este amplasat suportul din fluoroplast perforat 8 pe care se plasează produsul analizat. La camera de uscare sunt conectate racordurile 2 și 7 pentru intrarea și evacuarea agentului de uscare. Drept agent de uscare este utilizat aerul încălzit. Agentul de uscare încălzit în caloriferul electric 6 prin intermediul ventilatorului este refulat în camera de uscare. Produsul destinat uscării este în permanent cântărit cu ajutorul cântarului electronic 9, iar datele cântarului sunt înregistrate de calculator 12 pentru prelucrarea ulterioară a lor. Temperatura agentului de uscare se măsoară cu ajutorul termometrului 1 și se reglează cu reglatorul termic. Pentru măsurarea vitezei aerului servește manometrul diferențial 5. Viteza aerului a fost măsurată în conducta de aer 7, de la ventilator spre camera de uscare.

Camera de rezonanță se închide ermetic cu ușa. În cazul deschiderii ușii alimentarea cu microunde în camera de lucru se stopează și se conectează iluminarea. Firul de rețea servește pentru a conecta cuptorul în rețeaua electrică. Pe panoul de comandă sunt aranjați: blocul de reglare a puterii, blocul de reglare a timpului, indicatorii pasului de execuție și indicatorul conectării alimentării blocului de execuție, butonul iluminării camerei de lucru, butonul pornirii și opririi programelor de lucru. Blocul de reglare a puterii constă din cinci butoane corespunzătoare pentru fiecare putere a magnetronului 90, 180, 360, 600 și 800 W. Temperatura agentului termic s-a oscilat de la 60 °C pînă la 100 °C, cu pasul de 10 °C. Masa inițială a probei a constituit $150 \pm 0,1$ g.

2. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Datele primite experimental au fost prelucrate cu metode grafice și matematice. Au fost construite și prezentate curbele uscării rădăcinilor de hren (fig. 2.a). Din curbele de uscare a rădăcinilor de hren (fig. 2.a) prin metoda convectivă, se observă că odată cu mărirea temperaturii agentului de uscare, durata de uscare a rădăcinilor de hren se micșorează. De exemplu la temperatura agentului termic de 60 °C, procesul de uscare de la umiditatea inițială de $72,0 \pm 0,5$ % pînă la cea finală de $5 \pm 0,5$ % a constituit 140 minute, însă la temperatura de 100 °C procesul de uscare decurge timp de 80 minute. De aici rezultă că procesul de uscare a rădăcinilor de hren scade odată cu creșterea temperaturii agentului termic se intensifică în 1,7 ori.

Curbele vitezei de uscare ale rădăcinilor de hren au fost obținute la derivarea funcției de

tabulare determinată pe datele curbelor de uscare (fig. 2.a și 3.a.) [3]. Forma curbelor corespunde formei celei descrise în literatură, pentru corpurile coloidale capilar-poroase [4, 5].

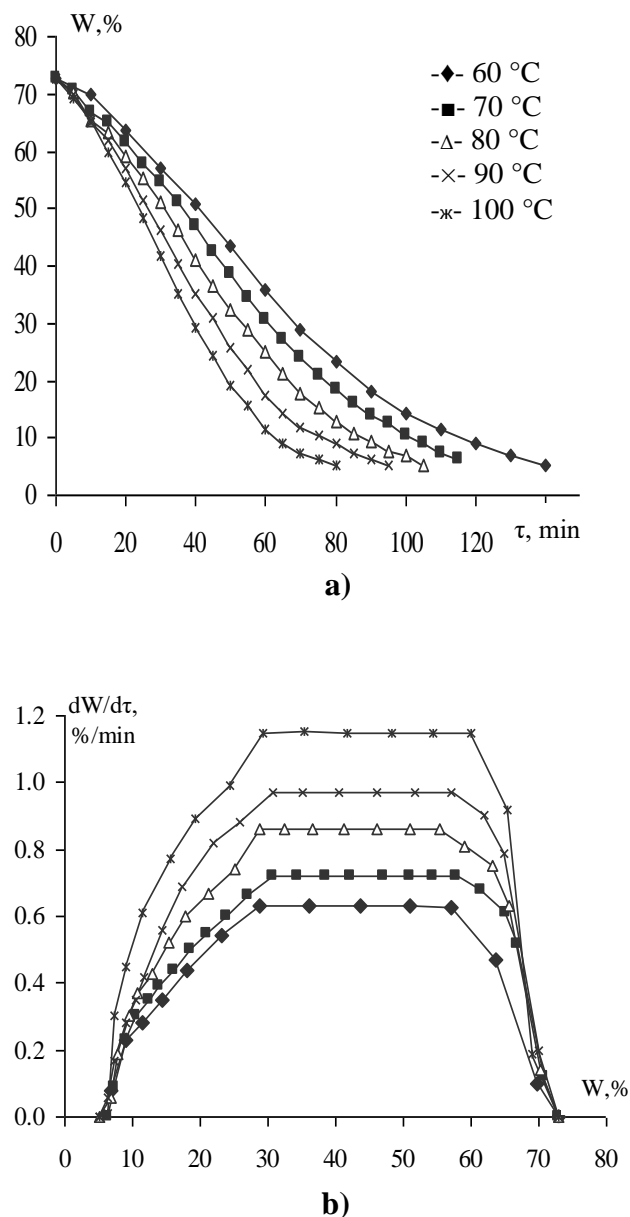


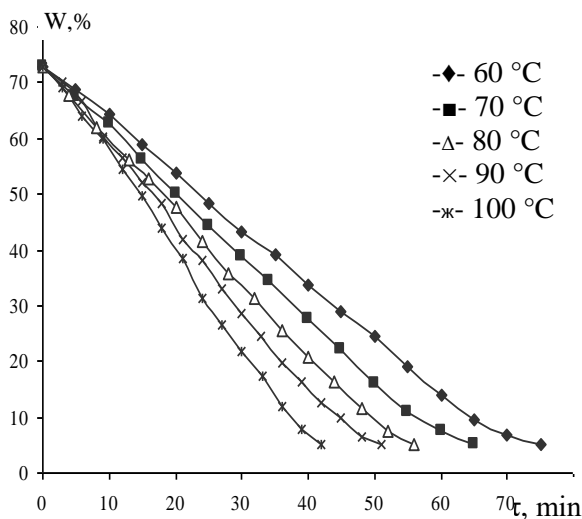
Figura 2. Curbele uscării (a) și curbele vitezei de uscare (b) a rădăcinilor de hren prin metoda convectivă.

Analiza curbelor vitezei de uscare (fig. 2.b) a rădăcinilor de hren, demonstrează că la utilizarea aportului de căldură convectiv, se adevăresc noțiunile teoretice cunoscute în ceea ce privește mecanismul transferului de masă în procesul de uscare. Se evidențiază trei perioade: perioada de încălzire, perioada vitezei constante de uscare și perioada vitezei de uscare descrescînde.

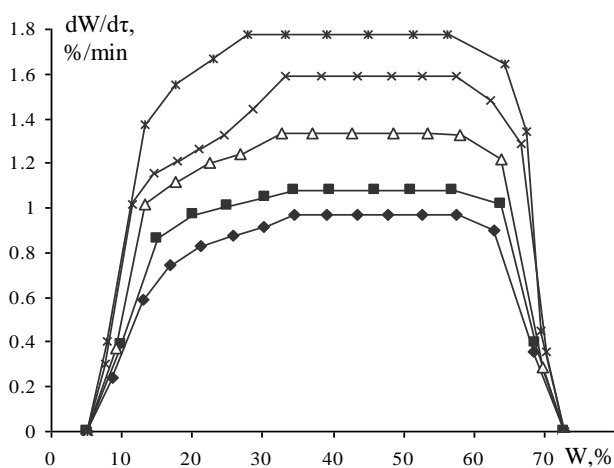
Valoarea vitezei de uscare maximele, după cum se observă din curbe, se mărește odată cu

creșterea temperaturii agentului de uscare (fig. 2.b). Așa dar, la temperatura 60 °C ea constituie 0,63 %/min, iar la temperatura de 100 °C - 1,15 %/min. Așa deci, viteza maximală de înlăturare a umidității cu creșterea temperaturii de la 60 °C la 100 °C se mărește de aproape de 1,8 ori.

Perioada vitezei maximale pentru temperatura de 60 °C constituie 35,7 % din durata totală a procesului de uscare, iar pentru temperaturile de 100 °C ea constituie 31,5 %. Din aceasta se poate de decis, că cu creșterea temperaturii agentului de uscare durata perioadei vitezei de uscare constantă se micșorează. Analizând curbele din fig. 2.b. observăm ca cea de-a II-a perioadă a procesului de uscare constituie pentru temperatura de 60 °C constituie 57,1 % din durata totală a procesului de uscare, iar pentru temperaturile de 100 °C ea constituie 56,3 %. Astfel se poate de constatat ca importat este să intensificăm în primul rînd cea de-a II-a perioadă a procesului de uscare.



a)



b)

Figura 3. Curbele uscării (a) și curbele vitezei de uscare (b) a rădăcinilor de hren prin metoda combinată (convecție cu microunde).

În fig. 3 sunt prezentate curbele de uscare (a) și curbele vitezei de uscare (b) ale rădăcinilor de hren cu aportul energiei combinate: convecție, la temperaturile agentului termic de la 60 °C pînă la 100 °C și microunde la puterea magnetronului de 180 W (N=180W).

Din curbele de uscare a rădăcinilor de hren (fig. 3.a) prin metoda combinată, se observă la fel ca și la uscarea convectivă că odată cu mărirea temperaturii agentului de uscare de la 60 °C la 100 °C, durata de uscare a rădăcinilor de hren se micșorează. De exemplu la temperatura agentului termic de 60 °C, procesul de uscare constituie 75 minute, însă la temperatura agentului termic de 100 °C numai 42 minute. De aici rezultă că procesul de uscare a rădăcinilor de hren se intensifică odată cu creșterea temperaturii agentului termic de 1,8 ori.

Perioada vitezei maximale (uscarea combinată) pentru temperatura de 60 °C constituie 33,3 % din durata totală a procesului de uscare, iar pentru temperaturile de 100 °C ea constituie 38,0 %, pe cînd cea de-a II-a perioadă a procesului de uscare constituie pentru temperatura de 60 °C constituie 45,2 % din durata totală a procesului de uscare, iar pentru temperaturile de 100 °C ea constituie 35,7 %. Astfel putem constata că aplicarea microundelor în acest caz a dus la intensificarea procesului de uscare și anume prin intensificarea celei de a doua perioade a procesului de uscare.

La fel ca și la uscarea convectivă la uscarea prin metoda combinată se evidențiază trei perioade: perioada de încălzire, perioada vitezei constante de uscare și perioada vitezei de uscare descrescînde.

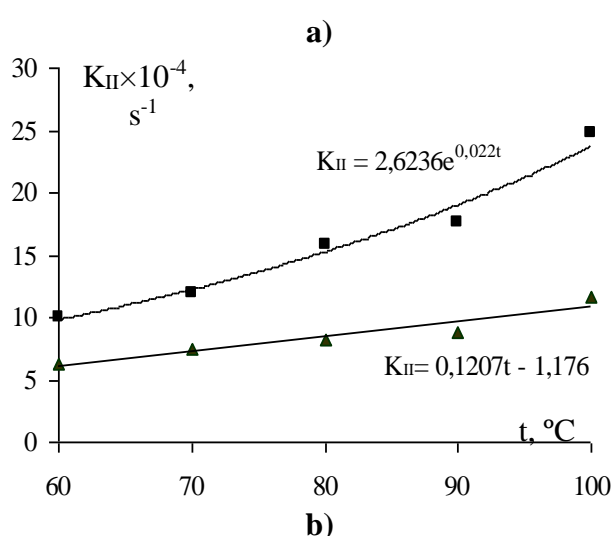
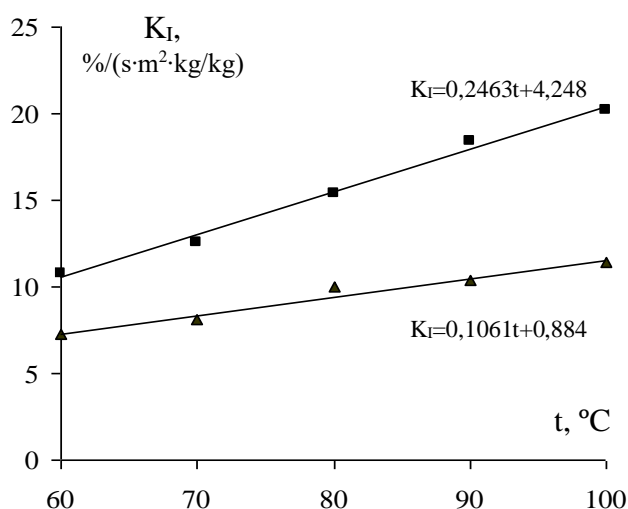
Valoarea vitezei de uscare maximale, după cum se observă din curbe (fig. 3.b), se mărește odată cu creșterea temperaturii agentului de uscare. Așa dar, la temperatura 60 °C ea constituie 0,97 %/min, iar la temperatura de 100 °C, corespunzător 1,78 %/min. Deci, viteza maximală de înlăturare a umidității cu creșterea temperaturii de la 60 °C la 100 °C se mărește la fel de 1,8 ori.

Pe baza curbelor de uscare și curbele vitezei de uscare au fost calculate coeficienții vitezei de uscare în prima și a doua perioadă [6]. Grafic influența temperaturii agentului de uscare asupra coeficienților în cele două perioade este prezentată în figura 4 (a și b).

Conform datelor din fig. 4.a. temperatura agentului de uscare influențează asupra coeficientului vitezei de uscare în prima perioadă

liniar. În același mod modificarea temperaturii agentului de uscare de la 60 °C pînă la 100 °C coeficientul vitezei de uscare în prima perioadă crește de 1,6 ori pentru uscarea convectivă, iar pentru uscarea combinată de 1,5 ori. Totodată se observă că la aplicarea microundelor are loc creșterea acestora de aproximativ 1,5 ori.

Din fig. 4. (b) se observă că la uscarea convectivă temperatura agentului de uscare influențează asupra coeficientului vitezei de uscare în a doua perioadă liniar, pe cînd la uscarea combinată - după legea exponențială. Astfel odată cu creșterea temperaturii de la 60 °C pînă la 100 °C coeficientul vitezei de uscare în perioada a doua crește pentru uscarea convectivă de 1,9 ori, iar pentru uscarea combinată de 2,5 ori. La temperatura agentului termic de 100 °C aceasta crește de 2,1 ori la aplicarea microundelor.



-▲- convectia; -■- combinat (P=180 W)

Figura 4. Influența temperaturii agentului de uscare asupra coeficienților vitezei de uscare în

prima perioadă (a) și în doua perioadă (b) pentru uscarea convectivă și combinată.

3. CONCLUZII

Analizând datele expuse mai sus se poate de constatat că la aplicarea energiei microundelor pentru uscarea rădăcinilor de hren duce la intensificarea acestui proces. Aceasta se explică prin faptul că transferul de masă și căldură în procesul de uscare a rădăcinilor de hren prin metoda convectivă este determinat de acțiunea gradientilor de temperatură și de umiditate. Deoarece gradientul de temperatură la uscarea convectivă este îndreptat de la exterior spre interiorul produsului, iar cel de umiditate din interior spre exterior la uscarea convectivă avem o durată majorată a procesului de uscare. Pentru uscarea combinată (convecție+microunde) gradientul de temperatură și gradientul de umiditate sunt îndreptați în aceeași direcție, din interior spre exterior. Aceasta explică faptul că la uscarea combinată durată de uscare este mai scurtă față de durată de uscare în cazul uscării convective.

Deci uscarea combinată: convecție cu microunde poate fi considerată o metodă optimală de uscare a rădăcinilor de hren obținînd un produs de calitate bună.

Bibliografie

1. Parvu C. *Universul Plantelor*. – București: ASAB, 2006.
2. *Himičeskij sostav piševyh productov/ Spravočnye tablity sodержaniâ osnovyh piševyh vešestv i energičeskoj tenosti piševyh produktov// Pod red. acad. AMN SSSR A.A. Pokrovscovo*. –M.: Piševaâ promyšlenost', 1979. -228s.
3. Verjbitkij B.M. *Osnovy čislennyh metodov: učebnik dlâ vuzov*. – M.: Vyšââ šcola, 2005. – 840s.
4. Ginzburg A.S. *Osnovy teorii i tehnik suški piševyh productov*. – M.: Piševaâ promišlennost', 1973. – 528 s.
5. Lycov A.V. *Teoriâ suški*. – M.: Energiâ., 1968. – 470 p.
6. Pavlov K.F., Romancov P.G., Noscov A.A. *Primery i zadač po kursu PAHT*. – Leningrad: Himiâ. -1981, s. 560.