

CINETICA USCĂRII PERELOR PRIN DIVERSE METODE

Andrei LUPAȘCO, Mihail MELENCIUC, Dumitru BERNIC, Mihai OȚEL

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Uscarea este o metodă importantă de prelungire a duratei de păstrare produselor alimentare ușor perisabile. Pentru atingerea scopului pus pot fi utilizate diverse metode de uscare, care pot varia în dependență de produsul uscat, timpul necesar de uscare, aspectul calitativ dorit al produsului finit uscat. Articolul dat va prezenta o informație succintă asupra unor metode de uscare mai des utilizate în procesul de uscare a produselor agro-alimentare, la fel ca și unele metode noi.

Cuvinte cheie: uscare, convecție, conducție, SHF, CO₂, etc.

1. Introducere.

Uscarea este una din cele mai vechi metode de păstrare a alimentelor, utilizată de oameni. Data exactă când strămoșii noștri au început să folosească această metodă este necunoscută, însă prima cronică despre legume uscate datează anii 1700. În timpul procesului de uscare, apa din produsele alimentare, este redusă la așa un nivel unde creșterea microorganismelor patogene, astfel ca și apariția diverselor reacții, care pot duce la alterarea produsului, sunt stopate, sau încetinite. În plus la cele spuse, micșorarea masei și volumului produselor uscate și stabilitatea lor sporită, reduc cheltuielile și/sau dificultățile de ambalare, manipulare, păstrare și distribuire a lor. [1, 2]

În general uscarea este un proces care este însoțit de schimb de masă și căldură între agentul de uscare (aer, gaz, etc.) și umiditatea produsului de uscat. O dată cu creșterea temperaturii crește presiunea vaporilor lichidului de la suprafața materiei tari și aceștia difuzează în fluxul agentului de uscat, iar gradientul de concentrație a umiditate, care apare în produs, impune apa din interiorul produsului să treacă la suprafață cu o viteză, care depinde de caracterul de legătură existentă între produs și apa sin interiorul său. [3]

Alegerea condițiilor de uscare (temperatura, presiunea, viteza de mișcare a agentului de uscare, ș.a.) depind de proprietățile fizico-chimice ale produsului de uscat.

În dependență de metoda de aducere a căldurii la produs instalațiile de uscare pot fi: [4]

1. Convective (produsul de uscat este scaldat de fluxul agentului prealabil încălzit);
2. De contact (conectivă) (contactul nemijlocit a produsului de uscat cu suprafața încălzită);
3. De sublimare (extragerea umidității din produs, în formă înghețată sub vacuum);
4. Cu frecvență înaltă (extragerea umidității sub acțiunea unui câmp magnetic de înaltă frecvență);
5. Radioactive (deshidratarea produsului sub acțiunea radiației infraroșii).

Tabelul 1.

Compararea eficacității diverselor metode de uscare

Tehnologia uscării	Principiul de lucru	Calitatea produsului finit	Consum de energie la evaporarea 1 kg umiditate, kW h/kg
Uscare cu raze infraroșii	Transfer de căldură prin raze IR	Calitatea produsului maximal se apropie de cea produselor uscate prin sublimare. Se păstrează 90% din calitățile inițiale ale produsului	0,9-1,0
Uscare prin sublimare	Îndepărtarea umidității în 2 etape: transferul gheții în vapori de apă și uscarea suplimentară în vid	Se păstrează forma, culoarea, proprietățile organoleptice. Pierderile de substanțe biologice active sunt minimale. Se rehidratează excelent.	2,7-3,00
Uscare cu UHF	Generatori de căldură sunt dipolii de apă conținuți în produsul plasat în câmp electromagnetic de UHF	Încălzire uniformă, practic nu depinde de coeficientul de transfer de căldură a materialului. Cea mai bună combinație este uscarea convectivă și uscarea suplimentară cu UHF. Nu s-au manifestat urmări negative ale câmpului de UHF asupra produsului.	1,6-1,8

Tehnologia uscării	Principiul de lucru	Calitatea produsului finit	Consum de energie la evaporarea 1 kg umiditate, kW h/kg
Uscare convectivă	Transfer de căldură prin intermediul agentului de uscare (aer încălzit sau amestec de gaze și abur)	Micșorarea conductibilității termice la sfârșitul uscării duce la mărirea duratei de uscare, ceea ce duce la obținerea unui produs inferior după calitate. Se poate obține calitate stabilă a produsului finit prin efectuarea corectă a operațiunilor de tăiere, blanșare. Prin metoda convectivă actualmente se deshidratează 90% din producție.	1,8-3,0
Uscare conductivă	Transfer de căldură direct de la o suprafață de încălzire	O calitate satisfăcătoare ce poate corespunde cerințelor consumatorilor se obține la uscarea sosurilor cu conținut majorat de amidon, suspensiilor. produsele ce conțin zahăr și substanțe termolabile nu se usucă prin această metodă.	1,6-1,8

Utilizarea mediului de uscare modificat CO₂ în procesul de uscare a materiei prime de natură vegetală aduce un mare beneficiu pentru păstrarea calității produsului finit uscat. Limitarea acțiunii oxigenului asupra produsului permite păstrarea calităților nutritive și organoleptice ale acestuia. La fel reducerea acțiunii oxigenului reduce influența microorganismelor aerobe.

CO₂ este o resursă ușor accesibilă și extrem de versatilă. Este sigur în utilizare, non-toxic, incolor, inodor și neinflamabil. Toate aceste proprietăți sunt caracteristici foarte importante atunci când se lucrează în sectorul alimentar. Alte avantaje ale utilizării CO₂ sunt:

- Nu lasă solvenți reziduali – pur produs final.
- Reduce costurile de procesare – rapid, mai puțină energie, CO₂ este ieftin și reciclabil.
- Acesta oferă condiții favorabile procesului – temperaturi scăzute, fără oxigen, fără substanțe chimice.

2. Materiale și metode.

Pentru efectuarea experiențelor au fost alese patru metode de uscare și câteva regimuri pentru fiecare dintre ele: **metoda convectivă** (la $t = 60, 70, 80, 90, 100^{\circ}\text{C}$); **metoda cu aplicarea câmpurilor SHF** (3, 7, 17, 30, 43, 57, 73, 83, 100%); metoda combinată (aplicarea câmpurilor SHF + convecție); **metoda atmosferei de uscare modificată cu CO₂** (convecție + CO₂).

Pentru efectuarea experiențelor a fost utilizată instalația experimentală (Fig. 1). Instalația constă din următoarele părți componente:

- Camera de uscare.
- Magnetron.
- Sistem control microunde.
- Calorifer.
- Condensator.
- Schimbător de căldură cu plăci.
- Invertor de curent alternativ.

Pentru a efectua uscarea perelor, produsul (pere „Conferința”) a fost tăiat în rondele cu grosimea de 5 mm, cu o masă inițială medie a probei supuse uscării de ≈ 100 g, după care produsul a fost supus fiecărei metode de uscare cu aplicarea mai multor regimuri.

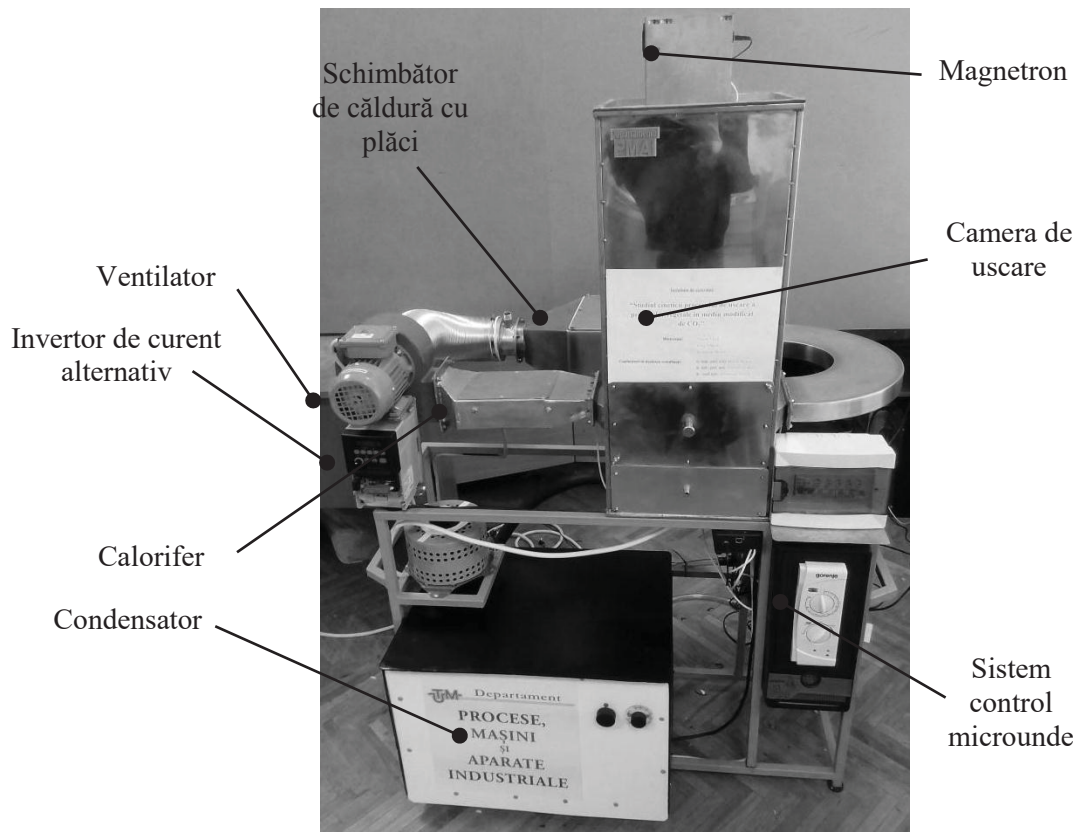


Fig. 1. Instalația de uscare – modernizată

3. Rezultate și discuții.

În urma efectuării experiențelor au fost întocmite digramele procesului de uscare: diagrama dinamicii scăderii masei și diagrama dinamicii vitezei de uscare; pentru fiecare metodă și regim.

a) Metoda convectivă:

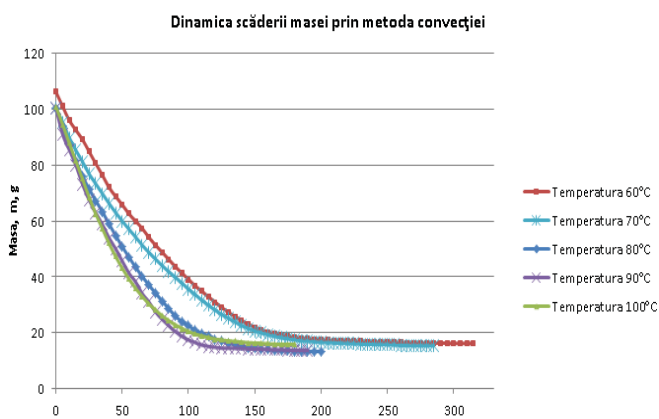


Fig. 2. Dinamica scăderii masei prin metoda convectivă ($t = 60, 70, 80, 90, 100^{\circ}\text{C}$).

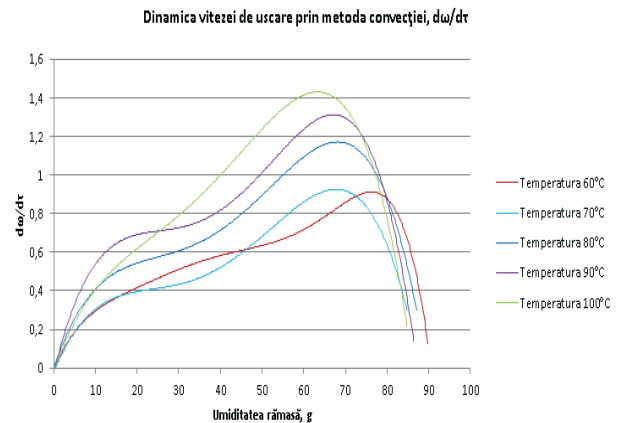


Fig. 3. Dinamica vitezei de uscare prin metoda convectivă ($t = 60, 70, 80, 90, 100^{\circ}\text{C}$).

b) Metoda SHF:

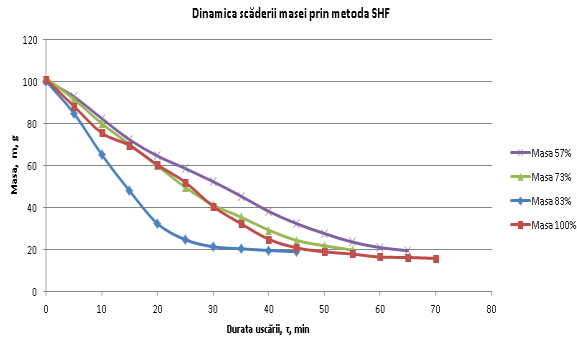


Fig. 4. Dinamica scăderii masei prin metoda SHF (57, 73, 83, 100% PM).

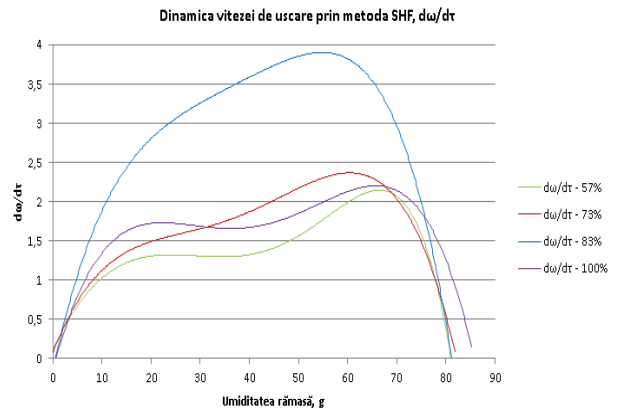


Fig. 5. Dinamica vitezei de uscare prin metoda SHF (57, 73, 83, 100% PM).

c) Metoda combinată:

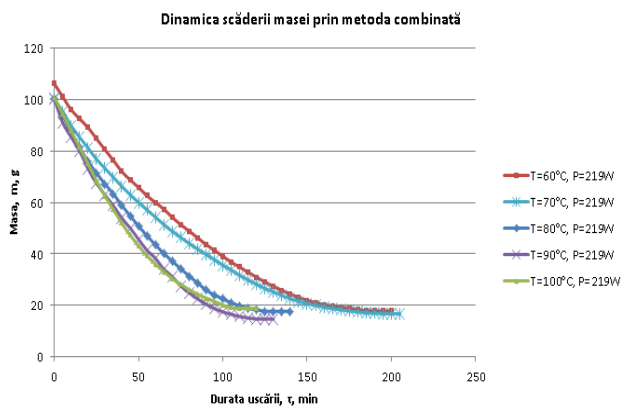


Fig. 6. Dinamica scăderii masei prin metoda combinată.

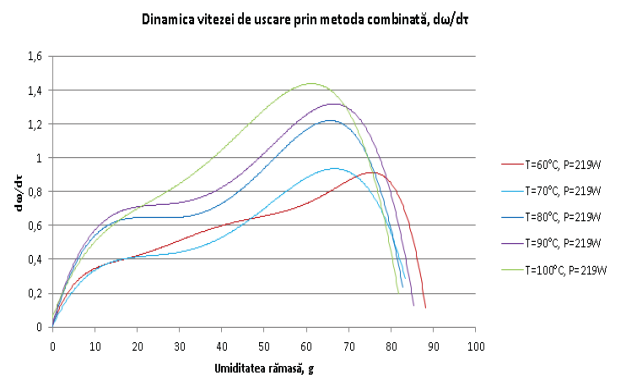


Fig. 7. Dinamica vitezei de uscare prin metoda combinată.

d) Metoda atmosferei modificată cu CO₂:

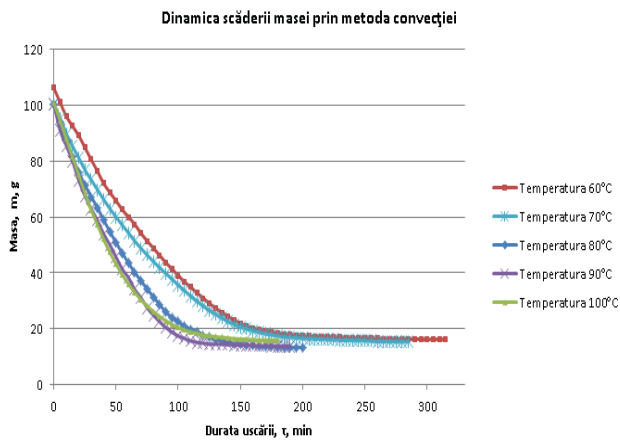


Fig. 8. Dinamica scăderii masei prin metoda convecție + CO₂

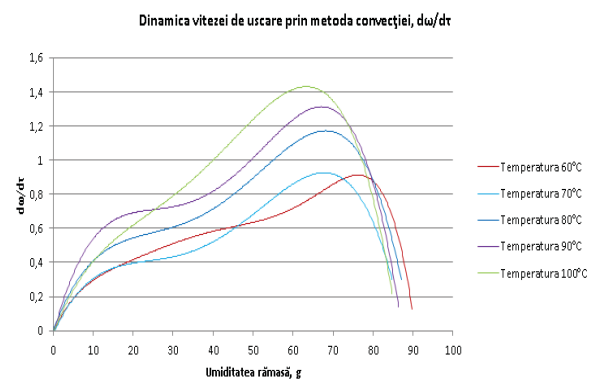


Fig. 9. Dinamica vitezei de uscare prin metoda convecție + CO₂

Concluzii

În urma analizei datelor experimentale și întocmirii diagramelor procesului de uscare, au fost formate următoarele concluzii:

1. Din punct de vedere cantitativ, cele mai eficiente metode de uscare au fost la $t = 90^{\circ}\text{C}$ și $t = 100^{\circ}\text{C}$, demonstrând un timp redus de uscare ($\tau = 190$ și 180 min), însă ca aspect calitativ (pentru păstrarea la maximum a substanțelor nutritive, vitaminelor, etc.), cele mai optime regimuri, sunt cele la $t = 60^{\circ}\text{C}$ și $t = 70^{\circ}\text{C}$ ($\tau = 315$ și 285 min). Regimul care permite optimizarea procesului de uscare prin convecție, din ambele aspecte, este $t = 80^{\circ}\text{C}$ ($\tau = 200$ min, $v = 1,5$ m/s).
2. Metoda de uscare cu microunde a demonstrat rezultate mai mult cantitative. Uscare la regimuri mai puțin intense (17 și 22%) permit păstrarea unui aspect exterior al produsului, mai atractiv, dar cu o durată de uscare mai îndelungată ($\tau = 65$ și 55 min). Tratarea la regimuri mai intense (100%) au dat rezultate opuse, un timp de uscare redus ($\tau = 25$ min), dar un aspect exterior neplăcut (caramelizare bine pronunțată, arsuri). Ca regim optim de uscare cu microunde a fost ales cel de 83% din puterea totală a magnetronului ($\tau = 45$ min).
3. Ca regim optim de uscare prin metoda combinată (convecție + SHF), a fost ales regimul: $t = 60^{\circ}\text{C}$ ($v = 1,5$ m/s) și puterea magnetronului de 73%, care arată o perioadă medie de uscare ($\tau = 210$ min) a materiei prime, dar și menținerea temperaturii minime de uscare, care permite păstrarea parametrilor calitativi și de aspect ale produsului finit.
4. Uscarea prin convecție, în mediu modificat (CO_2) arată că cele mai eficiente, din punct de vedere al timpului de uscare, regimuri de uscare au fost la $t = 90^{\circ}\text{C}$ și $t = 100^{\circ}\text{C}$, ($\tau = 190$ și 180 min), însă pentru păstrarea la maximum a substanțelor nutritive, vitaminelor, etc., cele mai optime regimuri, sunt cele la $t = 60^{\circ}\text{C}$ și $t = 70^{\circ}\text{C}$ ($\tau = 315$ și 285 min). Regimul optim de uscare prin convecție, din ambele aspecte, este $t = 80^{\circ}\text{C}$ ($\tau = 200$ min, $v = 1,5$ m/s).
5. Ca regim optim de uscare prin metoda combinată (convecție + SHF), în mediu modificat (CO_2), a fost ales regimul: $t = 80^{\circ}\text{C}$ ($v = 1,5$ m/s) și puterea magnetronului de 73% ($P = 219$ W), care arată o perioadă medie de uscare ($\tau = 200$ min) a materiei prime, dar și menținerea temperaturii minime de uscare, care permite păstrarea parametrilor calitativi și de aspect ale produsului finit.

Bibliografie

1. BARBOSA-C'ANOVAS, G.V., VEGA-MERCADO, H. *Dehydration of Foods*. Chapman & Hall, New York, 1996.
2. TOLEDO, R.T, *Fundamentals of Food Process Engineering*, 2nd ed. Chapman & Hall, New York, 1991
3. DESROSIER, N.W, *The Technology of Food Preservation*. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, CT, 1977.
4. GEANKOPLIS, C.J. (1993). *Drying of process materials. In Transport Processes and Unit Operations*, 3rd ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1993.
5. LAND, C.M, *Industrial Drying Equipment: Selection and Application*. Marcel Dekker, Inc., New York, 1991.