

# CERCETAREA PROCESULUI DE USCARE A SORGULUI ZAHARAT

Ion VIȘANU, Mihail BALAN, Vitali VIȘANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Articolul dat prezintă studiul cineticii procesului de uscare prin convecție și aplicarea microundelor a sorgului zaharat cultivat în condițiile Republicii Moldova. Cinetica procesului de uscare prin convecție a fost studiată la temperaturi diferite ale agentului termic: 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C și prin microunde la diferite regimuri: 150W, 240W, 360W, 480W și 550W. Sa analizat, de asemenea, aspectul exterior al probelor obținute pentru a determina parametrii optimi de uscare, atât cantitativi cât și calitativi.

**Cuvinte cheie:** uscare, convecție, microunde, sorg

## Introducere

Sorgul are origine tropicală (Africa de Est), face parte din familia Gramineae, genul Sorghum și constituie principala cereală pentru pâine în Africa, Europa de Sud, America Centrală și Asia de Sud. Este o plantă rezistentă la clima caldă și uscată, la secetă și arșiță, calități pentru care a fost supranumită cămila vegetală. Din această familie face parte și soiul numit sorg tehnic, cunoscut în Moldova dintre Prut și Nistru drept mălai pentru măhuri. Sorgul atinge înălțimea de la 1,5- 2 m (sorgul pentru boabe, sorizul) până la 3,5-4 m (sorgul zaharat). Sorgul se cultivă în aproape 100 de tari ale lumii și ocupă anual 50-55 mln ha. Culturile de sorg se situează pe locul patru în lume, după grâu, orez și porumb [1]

**Sorgul zaharat ca obiect de cercetare.** Sorgul este o plantă erbacee perenă, cu înălțimea de până la 2,5 m, la exterior amintind de porumb. Tulpina este dreaptă, uscată, cu nodozități, are o rădăcină bine dezvoltată care pătrunde adânc în sol. Frunzele sunt alterne, late, pubescente, cu margini ascuțite, de culoare verde. Florile sunt așezate în ciorchine drepte, răsfirate sau aplecate, cu lungimea de până la 70 cm. Fructul este o achenă amidacee, ovală, goală sau acoperită cu pieleț de culoare albă, roză, roșie sau galbenă. Înflorște în lunile iunie - iulie. [2]

**Materiale și Metode.** Pentru a efectua experimentele, s-au prelevat câteva mostre de sorg de zahăr ca probe de cercetare, care au fost apoi curățate de frunze și de stratul de protecție, după care au fost tăiate în segmente cu lungimea egală cu 10 cm și împărțite în patru părți egale. Sa utilizat cântarul electronic cu o precizie de 0,01 g pentru ca fiecare probă sa fie de 50g. În calitate de metode de uscare sa aplicat convecția forțată cu temperatura agentului termic (50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C), viteza agentului de lucru (1,5 m/s), [6,7,8] și în câmp electromagnetic (150W, 240W, 360W, 480W, 550W), temperatura ambientă (20-25°C) și umiditatea 60-65% [9,10,11]. Experimentele sau efectuat la instalația de cercetare, Figura 1.

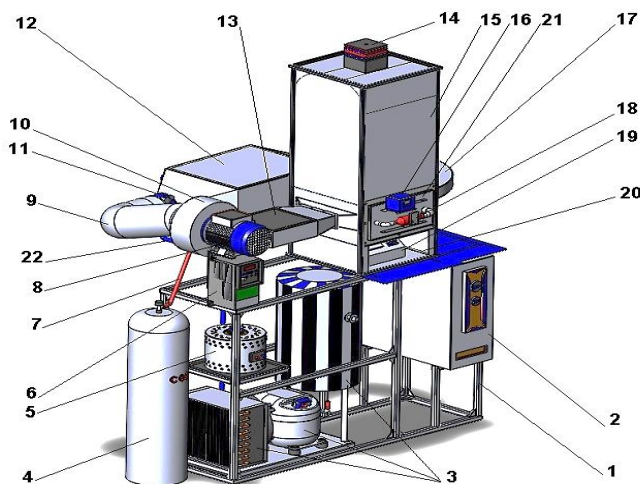


Figura 1. Instalația de cercetare:  
1-carcasa, 2-bloc SHF, 15-camara de uscare, 22-suflantă, 13-calorifer, 14-magnetron

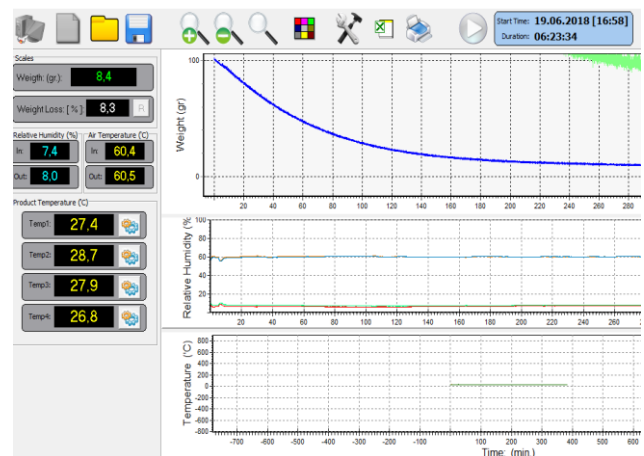


Figura 2. Softul IgiCom  
Înregistrarea masei, temperaturii și umidității

**Rezultate și discuții.** Există mai mulți parametri tehnologici ca (viteza, umiditatea, temperatura agentului de uscare etc.) și parametrii ale materiei prime, (conductivitatea termică, porozitatea, densitatea, parametrii geometrice etc.) care afectează cinetica procesului de uscare. [3, 4, 5] Procesat prin metoda convecției la temperaturile diferite ale agentului termic, curbele de uscare a sorgului zaharat arată o formă clasică, care prezintă o umiditate stabilă pe timp de diminuare, Figura 3. De la o durată inițială de la 76% până la final 20%, durata evacuării umidității depinde de temperatura agentului de uscare. Astfel, pentru aceeași viteză al agentului de uscare de 1,5 m/s și umiditate inițială de 76%, dar temperaturi diferite, perioada de uscare va fi: pentru 50°C 320 min, 60°C 250 min, 70°C 180 min, 80°C 110 min și pentru 90°C 80 min.

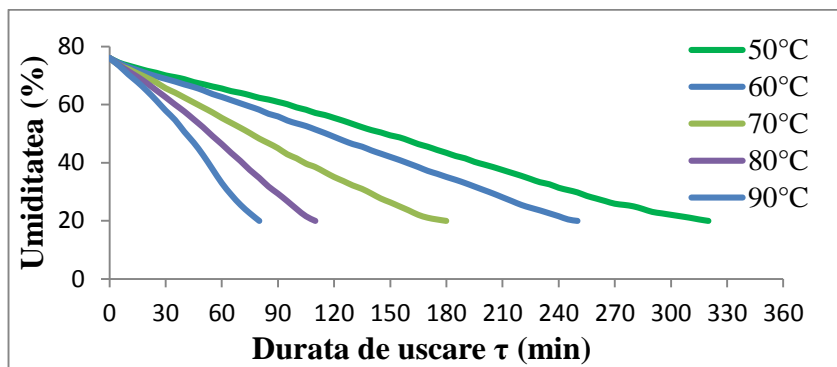


Figura 3. Curbele de uscare a sorgului zaharat la diferite temperaturi

Figura 4 prezintă curbele vitezei de uscare la diferite temperaturi ale agentului termic pentru sorgul zaharat. Forma lor corespunde celei clasice, descrise în referințe de specialitate [3, 4, 5]. Se prezintă, de asemenea, cele trei perioade de uscare, și anume 1 - încălzirea produsului, 2 - viteza de uscare constantă și 3 - viteza descendentă de uscare. Pentru prima perioadă de încălzire a produsului este caracteristică scăderea umidității de la 76% la 65%, pentru a doua perioadă de viteză constantă de uscare de la 65% la 40% și pentru a treia perioadă de scădere a vitezei de uscare de la 40% la 20% umiditate. După cum se arată în figura 4 se observă dependența directă proporțională a vitezei de uscare de temperatura agentului de lucru la 50°C - 0,3%/min; 60°C - 0,4% / min; 70°C - 0,45% / min; 80°C - 0,55% / min; și pentru 90°C - 0,60% / min.

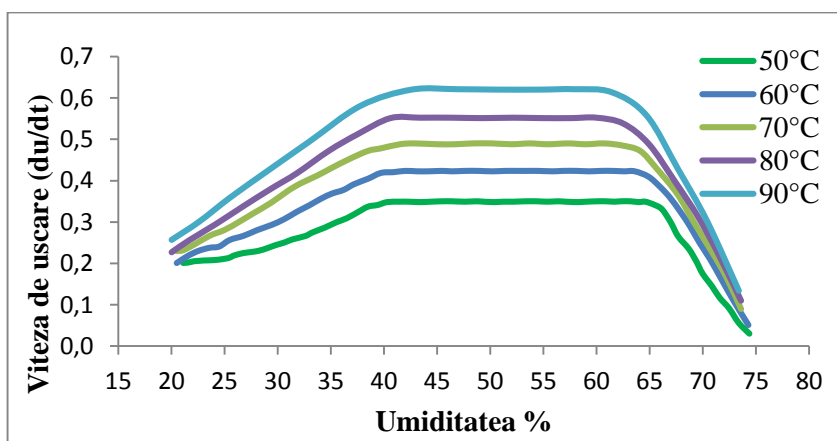


Figura 4. Curbele vitezei de uscare a sorgului zaharat la diferite temperaturi

Mostre ale sorgului zaharat uscat la diferite temperaturi ale agentului termic, Figura 5-9



Figura 5. 50°C



Figura 6. 60°C



Figura 7. 70°C



Figura 8. 80°C



Figura 9. 90°C

Cinetica uscării sorgului zaharat prin aplicarea microundelor la diferite regimuri termice este prezentată în Figura 10. [9, 10, 11] Analizând curba de uscare cu ajutorul microundelor observăm că: la puterea magnetronului de 550 W, produsul arde și apare un miros neplăcut, Figura 16; la puterea magnetronului de 480 W, ajungând la 30 de minute, mirosul ars și arsurile sunt prezente pe produs, Figura 15; la puterea magnetronului de 360 W, ajungând la o durată de 40 de minute, pe suprafața produsului apare un miros de zahăr și culori portocalii galbene, Figura 14; la 240 W, umiditatea produsului atinge 20% în decurs de 70 de minute, Figura 13; iar în final la puterea magnetronului de 150 W, umiditatea produsului atinge 20% în decurs de 95 de minute, Figura 12.

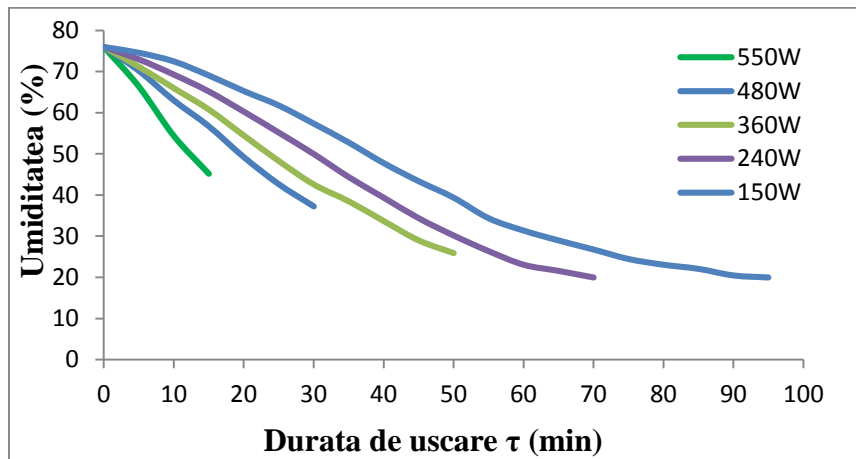


Figura 10. Curbele de uscare a sorgului zaharat la diferite regimuri ale microundelor

Figura 11 ilustrează curbele vitezei de uscare a sorgului de zahăr sub influența a trei regimuri cu microunde, 150W, 240W și 360W, deoarece numai aceste probe uscate de sorg prezintă interes pentru cercetare. Forma lor corespunde și celei clasice, descrise în referințele [9, 10, 11]. Se prezintă, de asemenea, cele trei perioade de uscare, și anume 1 - încălzirea produsului, 2 - viteza de uscare constantă și 3 - viteza descendentă de uscare. Pentru prima perioadă este caracteristică scăderea umidității de la 76% la 65%, pentru a doua perioadă de la 65% la 45% și pentru a treia perioadă de la 45% la 20% umiditate. După cum se arată în Figura 11, se observă dependența directă proporțională a vitezei de uscare de temperatura agentului de lucru pentru 150W - 0,9% / min; 240W - 1,0% / min; 360W - 1,1% / min., Comparativ cu curba curbei de uscare prin convecție, viteza de uscare cu aplicarea SHF este mai mare.

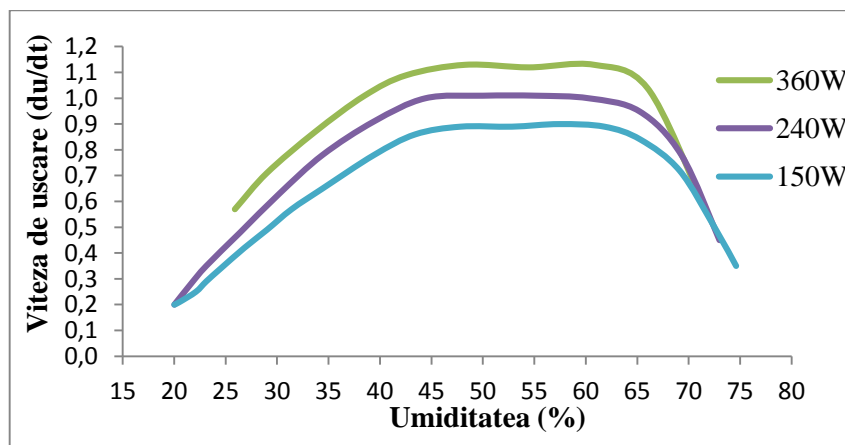


Figura 11. Curbele vitezei de uscare a sorgului zaharat la diferite regimuri ale microundelor

Metoda de uscare a sorgului zaharat în câmpul electromagnetic este optim pentru 240W în ceea ce privește timpul de uscare, evident și consumul de energie și după aspectul exterior al probelor uscate, Figura 12-16.



Figura 12. 150W



Figura 13. 240W



Figura 14. 360W



Figura 15. 480W



Figura 16. 550W

### Concluzie.

Studiul cineticii în procesul de uscare a sorgului zaharat prin metoda convecției forțate la temperatura agentului termic în intervalul 50°C - 90°C și uscarea în câmp electromagnetic cu regimurile în intervalul 150W - 550W a arătat că creșterea puterii termice convectivă și a microundelor duce la o intensificare a procesului de uscare. Cu toate acestea, temperaturile convective de peste 70°C și 360W cauzează o accelerare a fenomenelor de caramelizare și de brunificare nedorite. Prin urmare, pentru uscarea prin convecție a sorgului, se recomandă o temperatură cuprinsă între 60°C - 70°C, viteza agentului de uscare de 1,5 m/s și 240W prin aplicarea curenților de frecvență supra înaltă (SHF) Caracterul curbilor de uscare al sorgului zaharat este clasic și nu diferă de cel descris în literatura de specialitate.

### Bibliografie

1. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Sorg>
2. [http://www.aitt.asm.md/userfiles/file/big\\_a4\\_Bulletin\\_2.pdf](http://www.aitt.asm.md/userfiles/file/big_a4_Bulletin_2.pdf)
3. Bernic M. Aspecte teoretice ale fenomenelor de transfer în procesele de uscare. // Meridian Ingineresc. – Chișinău: UTM, 2008. – Nr. 2. – p. 32 – 35.;
4. Bernic M. Contribuții în studiul cineticii procesului de uscare a ardeiului iute. –Chișinău.: UTM. 2005 -159 p. ISBN 9975-9853-1-9;
5. Țislinscaia N., Bernic M., Malezhyk I., Buleandra A. *Mathematical model of drying process velocity factor*. / Proceedings of the International Conference “Modern Technologies in the Food Industry-2016”, Ch.: ”Bons Offices”, 2016. p. 99-104.;
6. Naseer Ahmed, Jagmohan Singh, Harmeet Chauhan, Prerna Gupta Anisa Anjum, Harleen Kour. Different Drying Methods: Their Applications and Recent Advances. International Journal of Food Nutrition and Safety, 2013, 4(1): 34-42;
7. J. A. Moses, Toma’s Norton, K. Alagusundaram, B. K. Tiwari. Novel Drying Techniques for the Food Industry. Article in Food Engineering Reviews. September 2014;
8. Yongkang Pan, Xizhong Wang and Xiangdong Liu. BOOK REVIEW. Modern Drying Technology, Second Enhanced Edition. publishers: Chinese Chemical Industry Press, Beijing, China (2007);
9. Bernic M., Răducan M., Ciobanu E. Drying Kinetics of Sunflower Seeds using Pulsed UHF Energy Intake. TEM Journal, 2(4), November 2013, pp. 305-308;
10. Zheng-WeiCui, Shi-YingXu, Da-Wen Sun. Microwave vacuum drying kinetics of carrot slices. Journal of Food Engineering Volume 65, Issue 2. November 2004, Pages 157-164;
11. İşıl İlter, Saniye Akyıl, Esra Devseren, Dilara Okut, Mehmet Koç, Figen Kaymak Ertekin. Microwave and hot air drying of garlic puree: drying kinetics and quality characteristics. July 2018, Volume 54, Issue 7, pp 2101–2112.