

## STUDIUL REGIMURILOR DE DESHIDRATARE A FRUCTELOR CU SEMINȚE PRIN TRATAREA CU SHF

### *STUDY OF DEHYDRATION REGIMES OF FRUITS WITH SEEDS BY SHF TREATMENT*

CZU: 66.047.31.5:663.26

<https://doi.org/10.56329/1810-7087.25.1.19>

CONF. UNIV. DR. ING. VICTOR POPESCU,  
DEPARTAMENTUL INGINERIE ELECTRICĂ, UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI  
<https://orcid.org/0000-0002-4634-2255>

CONF. UNIV. DR. ING. NATALIA ȚISLINSKAIA,  
DEPARTAMENTUL INGINERIE MECANICĂ, UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI  
<https://orcid.org/0000-0003-3126-5792>

GRIGORE TOFAN,  
PROFESOR, GRAD DIDACTIC SUPERIOR, CENTRUL DE EXCELENȚĂ ÎN ENERGETICĂ ȘI ELECTRONICĂ  
<https://orcid.org/0000-0003-0840-1741>

SVETLANA FRUMUSACHI,  
PROFESOR, GRAD DIDACTIC SUPERIOR, CENTRUL DE EXCELENȚĂ ÎN ENERGETICĂ ȘI ELECTRONICĂ  
<https://orcid.org/0009-0000-6843-3628>

DRD. TATIANA BALAN,  
DEPARTAMENTUL INGINERIE MECANICĂ, UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI  
<https://orcid.org/0000-0002-8897-105X>

DRD. ION VIȘANU,  
DEPARTAMENTUL INGINERIE MECANICĂ, UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI  
<https://orcid.org/0000-0009-4475-0077>

#### ABSTRACT

This paper presents a study of the dehydration regimes of fruits with seeds with the SHF treatment and the results of organoleptic analysis of the finished products. The main purpose of the research was to determine the effective regimes and argue the technological parameters of the dehydration plant, developed by a group of researchers from the Technical University of Moldova in collaboration with those from the Center of Excellence in Energy and Electronics. The plant applies the method of treating fruits using SHF (Super High Frequency) in the technological process. The main results obtained are the determination of effective dehydration regimes and an increase in the speed of this process, a reduction in processing time and energy consumption, and an increase in the productivity and quality

of the processed fruits. Moreover, the plant allows for automation of the process and strict monitoring of technological parameters during processing.

**Keywords:** *dehydration of fruits with seeds; treatment with SHF; efficient processing regimes; technological parameters; organoleptic analysis.*

## REZUMAT

În această lucrare este prezentat un studiu al regimurilor de deshidratare a fructelor cu semințe prin tratarea cu SHF și rezultatele privind analiza organoleptică a produselor finite. Scopul principal al cercetărilor a fost determinarea regimurilor eficiente și argumentarea parametrilor tehnologici ai instalației de deshidratare, elaborată de către grupul de cercetători de la Universitatea Tehnică a Moldovei în colaborare cu Centrul de Excelență în Energetică și Electronică. Instalația aplică în procesul tehnologic metoda de tratare a fructelor cu SHF (Super High Frequency). Principalele rezultate obținute sunt determinarea regimurilor eficiente de deshidratare și sporirea vitezei procesului dat, reducerea timpului de procesare și a consumului de energie electrică, creșterea productivității și a calității fructelor procesate. Mai mult decât atât, instalația permite automatizarea procesului și monitorizarea strictă a parametrilor tehnologici la prelucrare.

**Cuvinte-cheie:** *deshidratarea fructelor cu semințe; tratarea cu SHF; regimuri eficiente de procesare; parametri tehnologici; analiza organoleptică.*

## Introducere

Din cauza faptului că fructele reprezintă un produs perisabil și au o durată de păstrare foarte mică, deseori acestea se alterează în timpul păstrării sau chiar al transportării, dată fiind lipsa tehnologiei de prelucrare sau a punctelor de primire la fabrici și, nu în ultimul rând, a cerințelor stricte pentru export [1-5, 8-12, 14-16].

Drept consecință a acestor probleme, cantități enorme de fructe rămân nevalorizate. Pentru a evita această pierdere, poate fi aplicată uscarea fructelor, proces care oferă o mulțime de avantaje: este o metodă ușor aplicabilă; produsele uscate sunt mai compacte, ceea ce duce la economisirea spațiului de depozitare; se mărește considerabil perioada de păstrare; prezintă beneficii pentru sănătate [10-15].

Fructele deshidratate sunt cunoscute datorită importanțelor proprietăți terapeutice și a gamei diverse de vitamine (vitaminele C, A, B3, B5, E), precum și a unui conținut bogat de substanțe minerale (Fe, Mg, P, Cu, Zn, I, Ka, Se), fitonutrienți,

antioxidanți și carotenoizi [1-3, 5-8]. Datorită proprietăților antioxidante, fructele sunt folosite în cosmetologie, acestea păstrează pielea sănătoasă, ajută la regenerarea țesutului pielii, reduc stresul, ceea ce duce la reducerea anxietății, previn cancerul prin seleniu, ajută la calmarea stomacului, reduc oxidarea colesterolului, au un efect diuretic și ușor laxativ, sunt afrodisiace [2-7]. Fructele deshidratate au un conținut ridicat de fibre ce stimulează sistemul imunitar, ajută la normalizarea tranzitului intestinal, stimulează sucurile gastrice, sunt benefice în gastrită etc. [16-20].

Problema valorificării fructelor în Republica Moldova este actuală și foarte importantă. În ultimii ani, cantități enorme de fructe, îndeosebi de la sudul țării, rămân pe copaci sau date jos, lăsate să se altereze, din motive că nu pot fi comercializate.

În prezent, în Republica Moldova, precum și peste hotarele ei, fructele autohtone uscate ar constitui un produs nou strategic pe piață. Un produs strategic deoarece ar fi unul competitiv și care nu ar avea concurență cu alte fructe uscate.

În baza faptelor expuse, a fost identificată o metodă nouă de uscare a produselor vegetale, precum fructele semințoase, cu aplicarea SHF (Super High Frequency). Pentru a obține produse de calitate, în cadrul cercetărilor legate de metoda dată, au fost determinați parametri tehnologici de bază ai instalației elaborate și regimurile de procesare.

### Materiale și metode

La realizarea cercetărilor, au fost utilizate diferite metode mecanice, fizico-chimice, electronice și de simulare. Au fost selectate în calitate de obiect al cercetărilor anume fructele cu semințe (semințoase), deoarece deshidratarea lor este problematică și dificilă. Pentru măsurarea scăderii de masă și înregistrarea temperaturii și umidității în camera de uscare, au fost utilizați senzori DALLAS 8820 – eroarea  $\pm 0,10^\circ\text{C}$  și DALLAS 8820 – eroarea  $\pm 0,5\%$ . Masa produsului a fost determinată cu ajutorul unui cântar electronic de precizie înaltă, G&G JJ2000B – eroarea  $\pm 0,01\text{g}$ . Pentru măsurarea parametrilor mediului, a fost utilizat un set de instrumente Testo.

Pentru determinarea conținutului de umiditate, a fost folosită metoda de determinare a substanțelor uscate solubile cu ajutorul refractometrului. Cu ajutorul penetrometrului, a fost utilizat

metoda de determinare a fermității, iar metoda de determinare a umidității a fost folosită prin metoda gravimetrică. La determinarea acidității active, pH-ului, a fost întrebuințată metoda de determinare a conținutului de polifenoli în baza principiului Folin-Ciocalteu. Au fost utilizate de asemenea metoda de determinare a activității antioxidante, DPPH, metodologia de elaborare a simulării curgerii fluidului în procesul de uscare cu ajutorul softurilor SolidWorks și Ansys.

### Rezultate și discuții

În baza seriilor de experimente realizate pentru diferite regimuri, au fost determinate pentru fiecare regim: consumul de energie electrică, viteza deshidratării și calitatea produselor finite.

Astfel, au fost examinate regimurile cu puterea sursei de 180W, 225W, 270W și 315W. Rezultatele obținute în baza experimentelor realizate au permis determinarea regimurilor eficiente de tratare a fructelor cu SHF, ceea ce permite sporirea eficienței procesului tehnologic cu sporirea vitezei de deshidratare, reducerea timpului de procesare și a consumului de energie electrică, creșterea productivității și a calității fructelor procesate.

Pentru determinarea regimului optim de deshidratare a fructelor, au fost supuse analizei organoleptice probele uscate. Rezultatele obținute

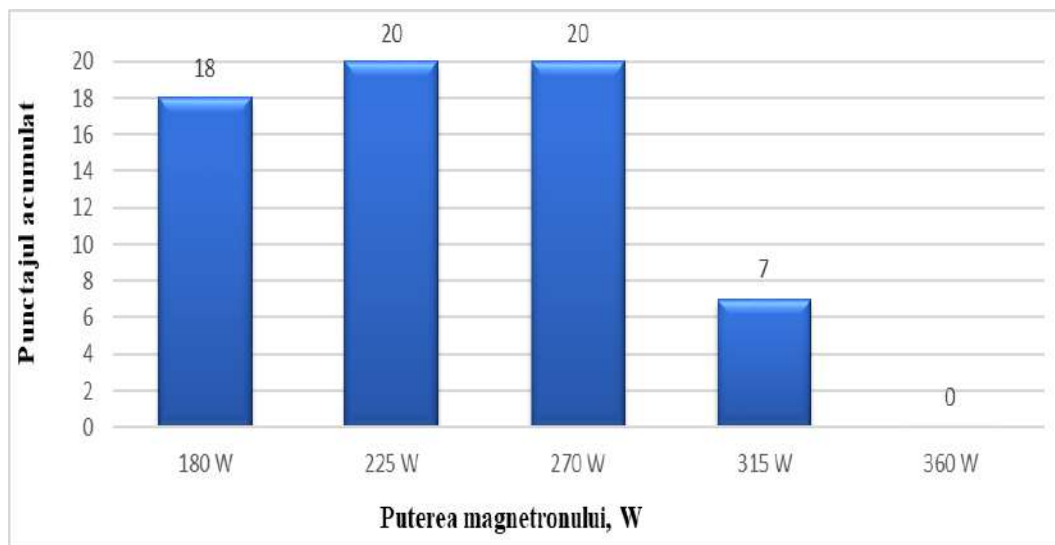
Tabelul 1  
Analiza organoleptică a fructelor deshidratate la diferite regimuri SHF

| Denumirea indicatorilor | Regimurile analizate                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                        |                                                                                                                                 |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | 180W                                                                                                                                   | 225W                                                                                                                                   | 270W                                                                                                                                   | 315W                                                                                                                            |
| Formă                   | Felii cu forme și grosimi diferite                                                                                                     | Felii cu diferite forme și grosimi                                                                                                     | Felii cu diferite forme și grosimi                                                                                                     | Felii cu diferite forme și grosimi                                                                                              |
| Suprafață               | Rugosă, elastică, tipică fructelor uscate                                                                                              | Rugosă, elastică, tipică fructelor uscate                                                                                              | Rugosă, elastică tipică fructelor uscate                                                                                               | Rugosă tipică fructelor uscate                                                                                                  |
| Culoare                 | Galben-oranj                                                                                                                           | Galben-deschis                                                                                                                         | Galben-deschis                                                                                                                         | Oranj-brună                                                                                                                     |
| Gust și miros           | Nu se identifică gust și miros străin sau impurități minerale organoleptic perceptibile. Gust acru dulcișor, miros plăcut de piersici. | Nu se identifică gust și miros străin sau impurități minerale organoleptic perceptibile. Gust acru dulcișor, miros plăcut de piersici. | Nu se identifică gust și miros străin sau impurități minerale organoleptic perceptibile. Gust acru dulcișor, miros plăcut de piersici. | Nu se identifică gust și miros străin sau impurități minerale organoleptic perceptibile. Gust acru dulcișor, cu nuanțe de copt. |

**Sursa:** elaborat de autori în baza cercetării.

În urma analizei organoleptice, calificativul *foarte bun* a fost acordat probei deshidratate la 225W și 270W, cu punctajul maxim acumulat de 20 de puncte (practic, ambele probe sunt identice după formă, culoare, miros și gust), aceasta

fiind urmată de proba cu 18 puncte, având calificativul *bun*, motivul fiind culoarea, dar și faptul că probele deshidratate la 315W sunt nesatisfăcătoare și nu corespund cerințelor. Rezultatele obținute în urma analizei organoleptice a fructelor cu semințe deshidratate la diferite regimuri



SHF sunt prezentate în Fig. 1.

**Fig. 1. Rezultatele analizei organoleptice a fructelor deshidratate la diferite regimuri SHF**

**Sursa:** elaborată de autori în baza cercetării.

Deshidratarea fructelor cu semințe prin metoda propusă a avut ca scop urmărirea comportamentului produsului pe parcursul uscării la intensitatea de 180W, 225W și 270W. Au fost alese anume aceste trei regimuri din următoarele considerente: s-a constatat că, la intensități mai mari, produsul se arde, deoarece uscarea fructelor cu aplicarea regimului SHF cu puterea de 315W afectează produsul în timpul procesării.

Prin urmare, pentru deshidratarea fructelor cu SHF, regimurile cu eficiență înaltă sunt cele cu intensitatea de 180W, 225W și 270W, ai căror parametri tehnologici au fost confirmați experimental. Astfel, durata de uscare pentru aceste regimuri reprezintă respectiv 260, 200 și 160 de minute, la o viteză a aerului de 2 m/s și grosimea produsului de 4 mm, iar pentru uscarea 1 kg de

fructe proaspete fiind necesar un consum de energie electrică de circa 1,9 kWh.

Astfel, în baza rezultatelor obținute, au fost argumentați parametri tehnologici optimi și regimurile eficiente de deshidratare a fructelor prin metoda propusă, pentru a obține produse de calitate.

### Concluzii

Rezultatele obținute în baza experimentelor realizate au permis determinarea regimurilor eficiente de tratare a fructelor cu semințe prin tratarea cu SHF și a parametrilor tehnologici optimi, ceea ce permite sporirea eficienței procesului tehnologic cu sporirea vitezei de deshidratare, reducerea timpului de procesare și a consumului de energie electrică, creșterea productivității și calității fructelor procesate. Mai mult decât atât,

instalația permite automatizarea procesului și monitorizarea strictă a parametrilor tehnologici la prelucrare.

## REFERINȚE

- 1). PANZELLA, L., MOCCIA, F., NASTI, R., MARZORATI, S., VEROTTA, L., NAPOLITANO, A., Bioactive Phenolic Compounds From Agri-Food Wastes. *Frontiers in Nutrition*, 2020, vol. 7, pp. 60-68, doi: 10.3389/fnut.2020.00060.
- 2). HORABIK, J., MOLEND, M. Parameters and contact models for DEM simulations of agricultural granular materials. *Biosystems Engineering*, 2016, vol. 147, pp. 206–225, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2016.02.017.
- 3). TÎRȘU, M., POPESCU, V., BALAN, M., KURDOV, I., BALAN, T., ROTARI, V. Fluidized Bed Seed Dewatering System. *Problemele Energeticii Regionale*, Nr. 2(54) / 2022 / ISSN 1857-0070.
- 4). ESPOSITO, B., SESSA, M., SICA, D., MALANDRINO, O. Towards Circular Economy in the Agri-Food Sector. *Sustainability*, 2020, vol. 12, nr. 18, pp. 95–107, doi: 10.3390/su12187401.
- 5). POPESCU, V., MALAI, L., ROTARI, V. Надёжная система для переработки сельскохозяйственной продукции [Reliable system for processing agricultural products] *National Interagency Scientific and Technical Collection of Works - Design, production and exploitation of agricultural machines*, 2019, Issue 49, pp. 200-204. (In Russian).
- 6). OLIVEIRA, S., BRANDÃO, T., SILVA, C. Influence of drying processes and pretreatments on nutritional and bioactive characteristics of dried vegetables: a review. *Food Engineering Reviews*, 2016, vol. 8, nr. 2, pp. 134–163.
- 7). POPESCU, V., MALAI, L. Estimarea parametrilor sistemului fiabil pentru prelucrarea produselor agricole [Estimation of the parameters of the reliable system for processing agricultural products] *Știința agricolă-Agricultural science*, 2019, nr. 2, pp. 109-113. (In Romanian).
- 8). FIGIEL, A. Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. *Journal of Food Engineering*, 2010, nr. 98, pp. 461–470.
- 9). POPESCU, V. Systeme fiable pour la transformation des produits d'origine agricole. *Intellectus*, 2016, nr. 1, pp. 94-97.
- 10). POPESCU, V. The evolution of disconnections from the distribution electrical systems from Republic of Moldova. *Journal of sustainable energy*, 2019, vol. 10, nr. 2, pp. 75-78.
- 11). PAIVA, T., RIBEIRO, M., COUTINHO, P. Collaboration, Competitiveness Development, and Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2020, vol. 6, nr. 4, pp. 416–424, doi: 10.3390/joitmc6040116.
- 12). POPESCU, V. Analysis of factors of influence on the reliability of power systems. *Acta Electrotehnica*, 2013, vol. 54, nr. 6, pp. 193-197.
- 13). PAGOTTO, M., HALOG, A. Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry. *Journal of Industrial Ecology*, 2016, vol. 20, nr. 5, pp. 1176–1186, doi: 10.1111/jiec.12373.
- 14). POPESCU, V., VIȘANU, V., URSATII, N. et al. Sistem electric cu fiabilitate sporită pentru întreprinderile specializate în deshidratarea produselor agricole. *Intellectus*, Nr. 1 / 2023 / ISSN 1810-7079 / ISSN 1810-7087.
- 15). ASKARISHAHI, M., MAUS, M., SCHRÖDER, D., SLADE, D., MARTINETZ, M., JAJCEVIC, D. Mechanistic modelling of fluid bed granulation. *International Journal of Pharmaceutics*, 2020, vol. 573, pp. 8837-8845, doi: 10.1016/j.ijpharm.2019.118837.
- 16). KAENSUP, W., WONGWISES, S., CHUTIMA, S. Drying of pepper seeds using a combined microwave/fluidized bed dryer. *Drying Technology*, 1998, vol. 16, nr. 3–5, pp. 853–862, doi: 10.1080/07373939808917440.
- 17). JITTANIT, W., SRZEDNICKI, G., DRISCOLL, R., Seed Drying in Fluidized and Spouted Bed Dryers.

Drying Technology, 2010, vol. 28, nr. 10, pp. 1213–1219, doi: 10.1080/07373937.2010.483048.

18). POPESCU, V., POPA, A., BANTAȘ, R. Reliability analysis of systems for distribution of electricity. Acta Electrotehnica, 2013, vol. 54, nr. 5, pp. 387-389.

19). ROBERTS, J., KIDD, D., PADILLA-ZAKOUR,

O. Drying kinetics of grape seeds. Journal of Food Engineering, 2008, vol. 89, nr. 4, pp. 460–465, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.05.030.

20). RANJBARAN, M., EMADI, B., ZARE, D. Simulation of Deep-Bed Paddy Drying Process and Performance. Drying Technology, 2014, vol. 32, pp. 919–934, doi: 10.1080/07373937.2013.875561.