

DOI: 10.55505/SA.2024.2.09
UDC: 66.047.3



CREȘTEREA EFICIENȚEI PROCESULUI DE USCARE A SEMINȚELOR OLEAGINOASE PRIN APLICAREA TRATAMENTULUI TERMIC ÎN STRAT DE SUSPENSIE

Victor POPESCU*, ORCID: 0000-0002-4634-2255,
Natalia ȚISLINSKAIA, ORCID: 0000-0003-3126-5792,
Mihail MELENCIUC, ORCID: 0000-0001-6575-8814,
Vitali VIȘANU, ORCID: 0000-0002-2273-342X,
Sergiu POPA, ORCID: 0000-0002-1146-9504,
Tatiana BALAN, ORCID: 0000-0002-8897-105X,
Dinu VOINESCO, ORCID: 0000-0001-5004-0068,
Petru VOLEAC, ORCID: 0009-0006-4206-3730

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Victor POPESCU - e-mail: victor.popescu@ie.utm.md

Abstract. The study is dedicated to increasing the efficiency of the drying process of oilseeds from processing industry residues. The research focused on the example of seeds, which are currently not fully exploited in the Republic of Moldova, but have great potential to be used as raw material for the food, cosmetic and pharmaceutical industries, while their drying process by traditional methods has low efficiency and hinders their exploitation. In order to carry out investigations to solve the existing problems, an experimental plant has been developed, and the method of thermal treatment in the suspension layer was applied in the drying process. The results obtained have shown that the developed plant allows increasing the productivity, energy efficiency and quality of dried seeds.

Keywords: Oilseeds; Drying; Experimental plant; Energy efficiency.

Rezumat. Studiul este consacrat sporirii eficienței procesului de uscare a semințelor oleaginoase provenite din reziduurile industriei de procesare. Cercetările au fost axate pe exemplul semințelor, care la moment în Republica Moldova nu sunt valorificate pe deplin, dar au un mare potențial pentru a fi utilizate în calitate de materie primă pentru industria alimentară, cea cosmetică și cea farmaceutică, iar procesul de uscare a lor prin metodele tradiționale are o eficiență redusă și împiedică valorificarea lor. Pentru realizarea investigațiilor în vederea soluționării problemelor existente, a fost elaborată o instalație experimentală, care aplică în procesul de uscare metoda de tratare termică în strat de suspensie. Rezultatele obținute au demonstrat că instalația elaborată permite creșterea productivității, a eficienței energetice și a calității semințelor uscate.

Cuvinte-cheie: Semințe oleaginoase; Uscare; Instalație experimentală; Eficiență energetică.

INTRODUCERE

Perfecționarea tehnologiilor și a instalațiilor de procesare a reprezentat întotdeauna o preocupare majoră pentru cercetători, atât la nivel național, cât și internațional. Principalele probleme care necesită soluții urgente includ creșterea eficienței

energetice, îmbunătățirea productivității și asigurarea unei calități superioare (Pagotto & Halog, 2016; Zhu et al. 2007; Popescu et al., 2019; Tîrșu et al., 2022).

Totodată, o problemă acută din domeniul procesării produselor agricole, după cum remarcă cercetătorii din acest domeniu, este și lipsa unor procedee tehnologice eficiente de uscare a semințelor oleaginoase (Nedeff et al., 2008; Jajcevic et al., 2013; Popescu et al., 2022; Balan et al., 2022).

Din această cauză, semințele de cătină albă și cele de struguri, provenite din deșeurile industriei de procesare autohtone, nu sunt valorificate în modul corespunzător, din cauza lipsei unei tehnologii eficiente de uscare, care împiedică utilizarea ulterioară a acestor semințe (Nowicka et al., 2015; Horabik & Molenda, 2016). Astfel, în Republica Moldova aceste semințe nu sunt exploatate în prezent ca materii prime cu mare potențial pentru industria alimentară, cosmetică și farmaceutică.

Trebuie evidențiat faptul că semințele de cătină albă și cele de struguri au un potențial valoros, fiind bogate în uleiuri vegetale cu proprietăți alimentare și terapeutice deosebite, de mare interes pentru aceste industrii, dar din cauza lipsei unor metode eficiente de uscare, aceste semințe nu pot fi utilizate la justa lor valoare în domeniile menționate (Chou & Chua, 2021; Sharma et al., 2019; Jin et al., 2015).

În acest context, pentru a explora posibilitățile și a identifica soluții de sporire a eficienței procesului de uscare a semințelor oleaginoase, a fost concepută o instalație experimentală care utilizează metoda de tratare termică în strat de suspensie.

Cercetările realizate au demonstrat că uscarea semințelor cu ajutorul instalației dezvoltate și aplicarea metodei propuse contribuie la creșterea productivității, eficienței energetice și calității semințelor uscate.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au concentrat asupra procesului de uscare a semințelor oleaginoase provenite din reziduurile industriei de procesare. În mod special, semințele de cătină albă și cele de struguri au fost selectate ca obiect principal al studiului, acestea fiind insuficient valorificate în prezent în Republica Moldova. Cu toate acestea, ele prezintă un interes deosebit pentru industriile alimentară, cosmetică și farmaceutică. Uscarea acestor semințe prin metode tradiționale se confruntă cu o eficiență redusă, ceea ce subliniază necesitatea identificării unor soluții tehnologice mai avansate.

Instalația experimentală, elaborată pentru realizarea cercetărilor, cu privire la uscarea semințelor examinate, este prezentată în figura 1.

Această instalație este ajustată pentru a aplica în procesul de uscare metoda de tratare termică în strat de suspensie și în baza acestei instalații a fost estimată eficiența procesului de uscare prin metoda propusă, iar rezultatele au fost comparate cu cele obținute prin metoda de uscare clasică.

Componentele instalației constau din carcasă, controler, tub, panou și ventilator. Structura de consolidare a elementelor instalației este carcasa, care este confecționată din materiale rezistente la acțiunea factorilor de influență și asigură suportul mecanic și protecția celorlalte componente. Pentru ajustarea precisă a regimurilor de uscare se utilizează controlerul, unitatea de comandă și control, care monitorizează și reglează parametrii de funcționare ai instalației cum ar fi temperatura, fluxul de aer și durata procesului. Elementul prin care semințele sunt suspendate și tratate termic în timpul procesului de uscare este tubul, iar ventilatorul asigură circulația aerului cald prin stratul de semințe. Panoul electric asigură dirijarea și protecția instalației de curenți de șoc și devieri de tensiune.

Instalația experimentală reprezintă o soluție inovatoare, care utilizează metoda de tratare termică în strat de suspensie, pentru uscarea semințelor oleaginoase, contribuind la creșterea eficienței procesului, a calității produsului final și reducerea consumului energetic.

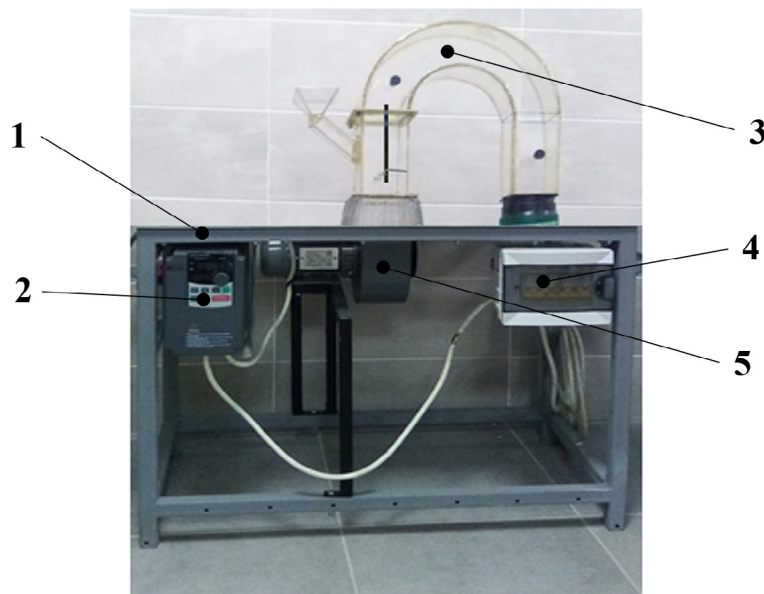


Figura 1. Instalația experimentală elaborată:

1 – carcasă; 2 – controler; 3 – tub; 4 – panou; 5 – ventilator.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analizând procesul de uscare a semințelor examinate, pentru diferite valori ale vitezei și temperaturii aerului, s-a determinat pentru fiecare metodă de uscare: consumul de energie electrică, viteza deshidratării, durata procesului și calitatea produselor finite.

În continuare se prezintă valorile stabilite ale duratei procesului deshidratării produsului prin metoda tradițională, pentru 5 regimuri de temperatură selectate pentru exemplificare – 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, din seria celor examinate.

Astfel, aplicarea agentului termic cu temperatura de 60°C, a făcut posibilă deshidratarea produsului respectiv de la conținutul de umiditate inițială de 40% până la cea finală de 10% în timp de 485 minute. Respectiv pentru valorile regimurilor de temperatură de 70°C, 80°C, 90°C și 100°C, durata procesului de deshidratare a fost 459, 423, 385 și 349 minute respectiv.

Din rezultatele obținute se observă că durata procesului de uscare prin metoda tradițională a semințelor examinate, scade odată cu creșterea temperaturii agentului termic de la 60 °C la 100 °C, de circa 1,38 ori.

S-a constatat, de asemenea, o reducere constantă a umidității pe parcursul timpului, iar durata procesului de deshidratare, de la valoarea maximă inițială până la cea finală, diferă semnificativ în funcție de regimul de temperatură aplicat.

S-a demonstrat că viteza de uscare crește proporțional cu temperatura agentului de uscare. Astfel, la temperatura de 60°C, viteza de uscare este de 0,35 %/minut, iar la temperaturile de 70, 80, 90 și 100 °C aceasta atinge valori de 0,41; 0,49; 0,57 și respectiv 0,66 %/minut.

După cum s-a constatat, creșterea temperaturii agentului de tratare termică, menită să accelereze viteza de deshidratare, favorizează apariția defectelor, cum ar fi neuniformitatea uscării și carbonizarea stratului superficial al semințelor. Prin urmare,

semințele deshidratate neuniform și cu astfel de defecte nu pot garanta o calitate corespunzătoare atunci când sunt utilizate ca materie primă în industria alimentară, cosmetică sau farmaceutică.

Aplicând metoda propusă de uscare în strat de suspensie pentru probe similare de semințe, în aceleași condiții și pentru cele 5 regimuri convenționale de bază examinate (60°C, 70°C, 80°C, 90°C și 100°C), durata procesului s-a dovedit a fi invers proporțională cu intensitatea regimului termic: 391 de minute, 362 de minute, 337 de minute, 312 de minute și, respectiv, 287 de minute.

Astfel, s-a demonstrat că durata procesului de uscare în strat de suspensie a semințelor scade semnificativ în comparație cu metoda tradițională pentru toate regimurile de temperatură examinate. De asemenea, s-a confirmat că viteza de deshidratare în strat de suspensie crește considerabil odată cu intensificarea regimului termic.

Așadar, la temperatura de 60°C, viteza deshidratării este de 0,38 %/minut, iar la temperaturile de 70, 80, 90 și 100°C aceasta atinge, corespunzător, valorile de 0,47; 0,56; 0,65 și 0,73 %/minut.

Trebuie subliniat faptul că viteza deshidratării în cazul metodei propuse de uscare crește semnificativ comparativ cu metoda clasică. Totodată, cercetările au confirmat că metoda propusă a demonstrat o îmbunătățire semnificativă a calității semințelor procesate.

Cu toate că au fost aplicate aceleași regimuri de uscare ca și în cazul metodei tradiționale pentru probe și condiții similare, utilizarea metodei propuse a exclus definitiv apariția defectelor de uscare neuniformă și a efectului de carbonizare a stratului superficial al semințelor uscate.

Aceasta a fost posibilă datorită reducerii duratei de procesare comparativ cu metoda tradițională și a faptului că se combate efectul de carbonizare a stratului superficial al produselor. În figura 2 se prezintă, ca exemplu, probe de semințe uscate prin metoda tradițională de tratare termică ambalate în plicuri de ambalate în plicuri de polietilenă sub vid.

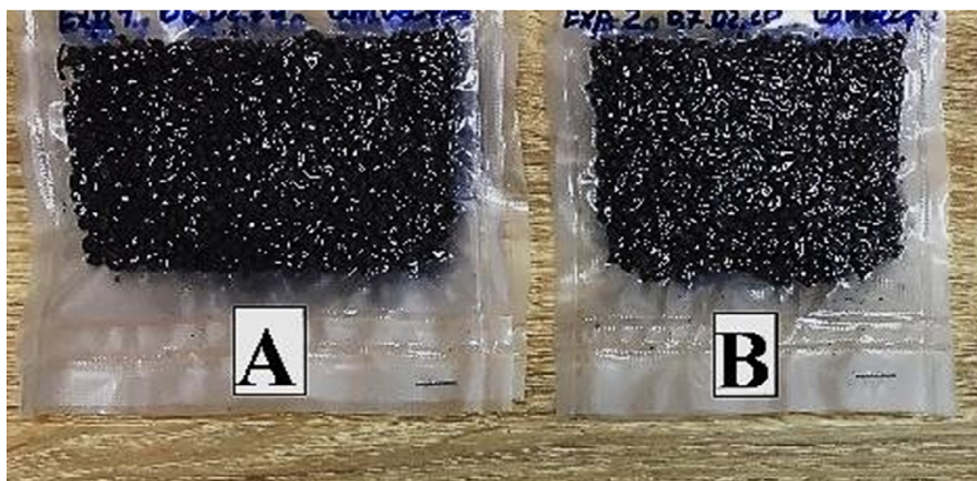


Figura 2. *Semințe uscate prin metoda tradițională:
A - semințe de struguri; B - semințe de cătină albă.*

Analizele de calitate au demonstrat că semințele uscate prin metoda tradițională, având un timp mai mare de tratare termică, se caracterizează cu o culoare mai închisă din cauza defectelor de carbonizare, care apar inevitabil în timpul procesării.

Similar, în figura 3 se prezintă exemplu de probe de aceleași semințe uscate prin metoda propusă de tratare termică.

Analiza semințelor uscate a relevat că, pe suprafața semințelor deshidratate în strat de suspensie, nu s-au format defecte de carbonizare a stratului superficial, iar acestea au o culoare cafeniu deschis. Acest rezultat se explică prin faptul că metoda propusă implică durate de procesare mai scurte comparativ cu metoda clasică, ceea ce previne apariția petelor de carbonizare sau a altor imperfecțiuni pe suprafața semințelor.



Figura 3. *Semințe uscate prin metoda propusă:*
A - semințe de struguri; B - semințe de cătină albă.

Astfel, metoda propusă de deshidratare în strat de suspensie a semințelor elimină apariția defectelor și asigură o creștere semnificativă a calității acestora.

Cel mai important aspect de subliniat este că, în rezultatul comparației consumului de energie electrică pentru uscarea semințelor cu aplicarea ambelor metode examinate, s-a stabilit experimental că, în aceleași condiții și pentru probe similare, utilizarea metodei propuse reduce consumul de energie electrică cu aproximativ 18% față de aplicarea metodei clasice de procesare.

Consumul redus de energie electrică în cazul metodei propuse a fost confirmat în toate seriile de experimente realizate și pentru toate probele de semințe. Acest rezultat se explică prin sporirea eficienței procesului de uscare și creșterea randamentului obținut.

CONCLUZII

Rezultatele obținute în urma cercetărilor efectuate au evidențiat multiple avantaje ale metodei propuse de uscare în strat de suspensie, confirmând eficiența și superioritatea acesteia față de metoda clasică.

Aplicarea instalației elaborate a demonstrat o creștere semnificativă a vitezei de deshidratare comparativ cu metoda clasică, reducând în mod considerabil durata tratamentului termic, contribuind direct la sporirea productivității procesului.

Mai mult ca atât, cercetările au demonstrat că metoda propusă de uscare permite creșterea calității produselor procesate pentru utilizarea lor ulterioară și asigură un consum mai redus de energie electrică cu circa 18%.

S-a confirmat că pe suprafața semințelor deshidratate în strat de suspensie nu s-au format defecte de carbonizare a stratului superficial. Aceasta se datorează faptului, că, prin această metodă, semințele nu sunt supuse la durate mari de procesare ca prin metoda clasică, iar acest fapt împiedică apariția petelor de carbonizare sau a altor defecte pe suprafața lor.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BALAN, M.; N. ȚISLINSKAIA; V. VIȘANU; M. MELENCIUC and V. POPESCU (2022). Device for uniform air distribution in a tunnel dryer. In: *Modern Technologies in the Food Industry: Proceedings of the International Conference*, Ed. 5, Chisinau, 20-22 October 2022. Chișinău, pp. 17-18. Disponibil: https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/172378
2. CHOU, S. and K. CHUA (2021). New hybrid drying technologies for heat sensitive foodstuffs. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 12(10), pp. 359-369. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224401001029?via%3Dihub>
3. HORABIK, J. and M. MOLENDIA (2016). Parameters and contact models for DEM simulations of agricultural granular materials: A review. *Biosystems Engineering*, vol. 147(2), pp. 206-225. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511016300265?via%3Dihub>
4. JAJCEVIC, D.; E. SIEGMANN; C. RADEKE and J. KHINAST (2013). Large-scale CFD-DEM simulations of fluidized granular systems. *Chemical Engineering Science*, vol. 98, pp. 298-310. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000925091300345X?via%3Dihub>
5. JIN, G.; M. ZHANG; Z. FANG; Z. CUI and C. SONG (2015). Numerical Investigation on Effect of Food Particle Mass on Spout Elevation of a Gas-Particle Spout Fluidized Bed in a Microwave-Vacuum Dryer. *Drying Technology*, 2015, vol. 33, nr. 5, pp. 591-604. DOI 10.1080/07373937.2014.965317.
6. NEDEFF, V.; E. MOȘNEGUȚU; M. PANAINTE; C. SAVIN și B. MACARESCU (2008). Cercetări cu privire la sortarea aerodinamică a particulelor solide după starea suprafețelor. *Revista de Chimie*, vol. 59(3), pp. 360-365. Disponibil: <http://bch.ro/pdfRC/NEDEF%20V.pdf>
7. NOWICKA, P.; A. WOJDYŁO; K. LECH and A. FIGIEL (2015). Chemical Composition, Antioxidant Capacity, and Sensory Quality of Dried Sour Cherry Fruits pre-Dehydrated in Fruit Concentrates. *Food and Bioprocess Technology*, vol. 10, nr. 8, pp. 2076-2095. ISSN 1935-5149.
8. PAGOTTO, M. and A. HALOG (2016). Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry: an application of input-output oriented approaches for analyzing resource efficiency and competitiveness potential. *Journal of Industrial Ecology*, vol. 20, nr. 5, pp. 1176-1186. Disponibil: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12373>
9. POPESCU, V.; M. TIRSU; N. TSISLINSKAIA; V. VISHANU; M. BALAN and M. MELENCIUC (2022). Increasing the efficiency of the drying process of fruits treated using SHF method. In: *Problems of the Regional Energetics*, no 3(55), pp. 130-139. Disponibil: https://journal.ie.asm.md/assets/files/10_03_55_2022.pdf
10. SHARMA, Y.; S. MANGLA; P. PATIL and S. LIU (2019). When challenges impede the process: For circular economy-driven sustainability practices in food supply chain. *Management Decision*, vol. 57, nr. 4, pp. 995-1017. ISSN 0025-1747.
11. TÎRȘU, Mihai; Victor POPESCU; Mihail BALAN; Igor KURDOV; Tatiana BALAN și Viorel ROTARI (2022). Fluidized Bed Seed Dewatering System. In: *Problems of the Regional Energetics*, no 2 (54), pp. 114-122. Disponibil: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2022.2-54.10>
12. ZHU, H. P.; Z. Y. ZHOU; R. Y. YANG and A. B. YU (2007). Discrete particle simulation of particulate systems: Theoretical developments. *Chemical Engineering Science*, vol. 62 (13), pp. 3378-3396. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000925090700262X?via%3Dihub>
13. ПОПЕСКУ, В.; Л. МАЛАЙ; В. РОТАРЬ и О. ВОЛКОНОВИЧ (2019). Надёжная система для переработки сельскохозяйственной продукции. В: *Констрування, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*, вип. 49, с. 200-204. Disponibil: <https://zbirniksgm.kntu.kr.ua/pdf/49/26.pdf>

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 24.06.2024; Accepted 22.09.2024

Copyright: © 2024 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).