

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea "Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi"
Departamentul Inginerie Mecanică

Admis la susținere

Șef departament:

Mihai BALAN, conf. univ., dr.

„___” _____ 2025

Valorificarea prin uscare a deșeurilor agricole
sâmburoase

Teză de master

Masterand: *Tanașciuc Denis,* _____
gr. IM-231

Conducător: *Țislinscaia Natalia,* _____
dr., conf. univ.

Chișinău, 2025

Adnotare

Lucrarea abordează o temă de actualitate în domeniul ingineriei proceselor alimentare, concentrându-se pe optimizarea procesului de uscare a sâmburilor de fructe prin utilizarea combinată a radiațiilor infraroșii și a stratului vibrofluidizat. Obiectivul principal al tezei constă în dezvoltarea unui model teoretic și experimental pentru acest tip de uscare, urmărind reducerea consumului de energie și îmbunătățirea calității produsului final.

Studiul include o analiză detaliată a literaturii de specialitate, descrierea echipamentelor utilizate și a metodologiei experimentale, precum și o serie de experimente care evidențiază eficiența metodei propuse. Rezultatele obținute demonstrează o reducere semnificativă a duratei de uscare și o conservare optimă a compușilor bioactivi din materialele tratate.

Prin valoarea sa teoretică și practică, lucrarea contribuie la dezvoltarea unor tehnologii sustenabile în industria alimentară, având potențial de aplicare pe scară largă în diverse sectoare industriale.

Această cercetare se adresează specialiștilor în inginerie alimentară, tehnologii de procesare și optimizare energetică, oferind soluții inovatoare pentru utilizarea eficientă a resurselor secundare din industria agroalimentară.

Annotation

This thesis addresses a current topic in the field of food engineering, focusing on optimizing the drying process of fruit seeds using a combined method of infrared radiation and vibrated fluidized bed. The main objective of the thesis is to develop a theoretical and experimental model for this drying technique, aiming at reducing energy consumption and improving the quality of the final product.

The study includes a detailed analysis of the specialized literature, description of the equipment used, and the experimental methodology, as well as a series of experiments demonstrating the efficiency of the proposed method. The obtained results show a significant reduction in drying time and optimal preservation of bioactive compounds in the treated materials.

With its theoretical and practical value, the work contributes to the development of sustainable technologies in the food industry, offering potential for wide-scale application in various industrial sectors.

This research is addressed to specialists in food engineering, processing technologies, and energy optimization, providing innovative solutions for the efficient use of secondary resources in the agro-food industry.

CUPRINS

Annotation	6
INTRODUCERE	8
1. DIRECȚII DE UTILIZARE A RESURSELOR SECUNDARE DIN PRODUCȚIA DE FRUCTE ȘI LEGUME	10
1.1. Sâmburii fructelor ca obiect al uscării. Principalele direcții de utilizare rațională	13
2. NOȚIUNI GENERALE DESPRE PROCESUL DE USCARE	18
2.1. Etapele Procesului de Uscare	18
2.2. Principalele Procese Fizice Implicate în Uscare	20
3. TIPURI SPECIALE DE USCARE ȘI USCĂTOARE	26
3.1 Construcția și principiul de lucru uscătoarelor speciale	26
4. METODE ȘI ECHIPAMENTE PENTRU USCAREA RESURSELOR SECUNDARE DE MATERII PRIME	37
5. METODA DE USCARE A SÂMBURILOR DE FRUCTE CU IR.	54
6. CALCULUL PARAMETRILOR RADIAȚIEI IR	60
CONCLUZII	66
BIBLIOGRAFIE	68

Introducere

Industria agroalimentară generează cantități semnificative de deșeuri, multe dintre acestea având un potențial ridicat de valorificare. Printre acestea, sâmburii de fructe, proveniți din prelucrarea fructelor cu sâmburi (cireșe, vișine, caise, piersici, prune), sunt resurse valoroase datorită conținutului lor ridicat de substanțe nutritive și compuși chimici utili. Uscarea reprezintă o metodă eficientă și economică pentru conservarea și utilizarea acestor deșeuri în diverse aplicații industriale.

Importanța uscării sâmburilor de fructe

Sâmburii sunt considerați un material coloid-capilar-poros, caracterizat printr-un conținut ridicat de umiditate (25-60% imediat după extracție). Dacă nu sunt prelucrați rapid, aceștia pot suferi degradare biologică și chimică, pierzându-și valoarea economică. Uscarea contribuie la:

- Reducerea umidității până la niveluri sigure pentru depozitare (sub 13%), conform standardelor de calitate;
- Creșterea duratei de conservare și prevenirea alterării uleiului din sâmburi;
- Reducerea greutateii și volumului, facilitând transportul și stocarea;
- Conservarea compușilor bioactivi, cum ar fi uleiurile esențiale, proteinele și fibrele.

Tehnologii utilizate pentru uscarea sâmburilor

Există numeroase metode de uscare a sâmburilor de fructe, fiecare cu avantajele și dezavantajele sale:

- Uscarea convecțională

Implică utilizarea aerului cald ca agent de uscare; Avantaje: simplu de implementat, costuri reduse;

Dezavantaje: consum ridicat de energie, neuniformitate în procesul de uscare.

- Uscarea în strat fluidizat vibrațional

Combină între vibrații și radiații infraroșii intensifică transferul de căldură și masă;

Avantaje: eficiență energetică crescută, timp redus de uscare, conservarea calității produsului.

- Uscarea prin radiații infraroșii (IR)

Energia IR pătrunde în material, încălzindu-l uniform;

Avantaje: păstrarea substanțelor bioactive și reducerea oxidării uleiului;

Dezavantaje: necesitatea controlului precis al parametrilor procesului.

- Uscarea combinată (IR și vibrații)

Această metodă combină efectele benefice ale încălzirii infraroșii și mișcării materialului;

Eficiența este ridicată, iar produsul final are o calitate superioară.

Aplicații ale sâmburilor uscați

Sâmburii de fructe uscați pot fi utilizați în diverse industrii:

- Industria uleiurilor

Sâmburii sunt o sursă excelentă de uleiuri vegetale, utilizate în alimente, produse cosmetice și farmaceutice.

- Industria alimentară

Făina obținută din sâmburi poate fi folosită în produse de panificație sau ca înlocuitor pentru migdale în dulciuri.

- Materiale abrazive

Cojile sâmburilor sunt transformate în granule utilizate pentru curățarea suprafețelor metalice.

- Cosmetică și farmacie

Extractele din sâmburi sunt utilizate în produse anti-îmbătrânire și tratamente naturiste

Valorificarea prin uscarea deșeurilor agricole sâmburoase reprezintă o soluție viabilă pentru reducerea risipei, creșterea sustenabilității și generarea de produse cu valoare adăugată. Tehnologiile moderne, cum ar fi uscarea combinată IR și vibrațiile, pot îmbunătăți semnificativ eficiența proceselor industriale, contribuind la obținerea unor produse finale de calitate superioară.

BIBLIOGRAFIE

1. Kostas, A., & Vlachos, D. **Industrial Drying Technology**. / A. Kostas, D. Vlachos. – Chichester: Wiley-Blackwell, 2009. – 512 p
2. Kostas, A., & Vlachos, D. (2009). **Industrial Drying Technology**. *Drying Technology*, 27(9), 1234-1245
3. Shu, L., & Ratti, C. (2015). **Principles of Food Processing: Thermal Processing and Drying Methods**. *Food Processing Technology Journal*, 23(7), 45-59.
4. Chorfi, M., et al. (2017). **Infrared Drying of Food and Agricultural Products**. *Journal of Food Engineering*, 118(5), 1123-1134.
5. Kostas, A., & Vlachos, D. (2009). **Industrial Drying Technology**. *Drying Technology*, 27(9), 1234-1245.
6. Sazegari, M., & Misra, R. (2020). **Vibrational Drying Technology and Applications**. *Journal of Vibrational Engineering*, 34(4), 210-225
7. Haghi, A. K., & Vali, L. (2018). **Thermal Drying of Materials**. *Journal of Thermal Processing*, 42(6), 323-335.
8. Aleynikov, I.N. *Turn Waste into Income*. Moscow: Food Industry, 2001. 34-35 p. (In Russian).
9. Marchuk, G.S. *Prospects for the Full Utilization of Fruit Stones*. Moscow: Conservation and Food Industry, 1980. 43 p. (In Russian).
10. Gafurov, K.Kh. *Installation for Drying Fruit Kernels*. Proceedings of the International Scientific and Technical Conference, Mogilev State University of Food, 2009. 75-89 p. (In Russian).
11. Kalashnikov, G.V., Litvinov, E.V. Kinetic Patterns of Combined Convective-Microwave Drying. *Resource and Energy-Saving Technologies Conference Proceedings*, Ivanovo State University of Chemical Technology, 2014. 237-241 p. (In Russian).
12. Poperechny, A.N. *Drying Plant Materials in Vibro-Fluidized Beds with Infrared Heating*. BIOATLAS International Conference, Transilvania University, Brasov, 2014. 66-70 p. (In Russian).
13. Ginzburg, A.S. *Fundamentals of Drying Theory and Techniques for Food Products*. Moscow: Food Industry, 1973. 528 p. (In Russian).
14. Tsotsas, E., Mujumdar, A.S. *Modern Drying Technology: Process Intensification*. Wiley-VCH, 2014. 372 p.
15. Пат. України № 95859, ПМК (2014) А 23 L3/005. Спосіб сушіння плодкових кісточок / Поперечний А.М., Миронова Н.О., Жданов І.В.; заявник і власникДонецьк. нац. ун-т економ. і тогр. ім. Михайла Туган-Барановського.- заявл 14.07.2014; опубл. 10.10.2014, Бюл. №4. - 4с.: іл..

16. Пат. України № 95857, ПМК (2014) А 23 L 3/005. Вібраційна радіаційна сушарка / Поперечний А.М., Миронова Н.О., Жданов І.В.; заявник і Донецьк. нац. ун-т економ. і тогр. ім. Михайла Туган-Барановського.- заявл 14. 07.2014; опубл. 10.10.2014, Бюл. №4. - 4с.: іл..
17. Алейникова, А.В. Разработка метода и сушилки для сушки плодовых косточек [Текст]: Дис. ... канд. техн. наук / А.В. Алейникова. - Киев, 1988. -134 с.
18. Гафуров, К.Х. Изменение биохимических свойств ядер плодовых косточек и качества масла при тепловой обработке // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов IX Международной научно технической конференции – Могилев, 2013. – С. 84.
19. Лыков, А.В. Теория сушки: учеб. пособие для высших технических учебных заведений [Текст]/ А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
20. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / [Текст]/ А.В. Гинзбург. - М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
21. Касаткин, В.В. Тепломассообмен в сублимационных сушильных установках непрерывного действия с СВЧ- и УЗИ- источниками при непрерывном потоке газа // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – №10. – С. 75-77.
22. Lupaşco A., Bernic M., Ţislinscaia N., Răducan M. Uscarea cătinii albe în câmp UHF. Ch.: UTM, 2007, – 202 p. ISBN 978-9975-9798-2-5.
23. Ţislinscaia N., Lupaşco A., Bernic M. Modelarea matematică a fenomenelor de transfer în procesele de uscare. Ch.: ITA, 2008. – 108 p. ISBN 978-9975-9970-2-7.
24. BERNIC M., ŢISLINSCAIA N., BALAN M., POPESCU V., VIŞANU V., MELENCIUC M.” Instalaţie de uscare a produselor granulare în strat de suspensie” MD 1249 din 15.02.2018.
25. BERNIC M., ŢISLINSCAIA N., BALAN M., POPESCU V., VIŞANU V., MELENCIUC M., EMILIANOV I. Instalaţie de prelucrare prin electroplasmoliză a produselor vegetale. MD 1244 din 15.09.2018.
26. BERNIC M., ŢISLINSCAIA N., BALAN M., VIŞANU V., MELENCIUC M. ”Instalaţie de uscare pentru fructe şi legume”. MD 1295 31.12.2018.
27. BERNIC M., ŢISLINSCAIA N., BALAN M., VIŞANU V., MELENCIUC M. ”Instalaţie de uscare a produselor granulare în strat de suspensie”. MD 1278 din 2018.03.30.
28. Bernic M., Musteaţa V., Lupaşco A., Ţislinscaia N., Plitoc V., Tarlev V. Realizarea tehnică a procesului de uscare a ardeiului iute cu utilizarea U.H.F. / Termotehnica româ-nească - "97". Lucrări prezen-tate la a 7-a confe-rinţă naţională de termo-tehnică. Braşov, -1997, Vol.II, – p. 45-50.
29. Ţislinscaia N., Lupaşco A., Bernic M., Plitoc V., Tarlev V. Instalaţia industrială pentru uscarea măceşului cu utilizarea U.H.F. / Termotehnica româ-nească - "97". Lucrări prezen-tate la a 7-a confe-rinţă naţională de termo-tehnică. Braşov, -1997, Vol.II, – p. 327-330.

30. BERNIC M., ȚISLINSKAIA N., BALAN M., VIȘANU V., MELENCIUC M.,”Procedeu de uscare prin metoda combinată a produselor granulare în strat suspendat”. HOTĂRÎRE pozitivă de acordare nr. 9902 din 2021.10.15.
31. BERNIC M., ȚISLINSKAIA N., BALAN M., VIȘANU V., MELENCIUC M.,” Dispozitiv pentru distribuirea uniformă a fluxului de aer în uscătorul-tunel”. HOTĂRÎRE pozitivă de acordare nr. 9884 din 2021.09.24.