



Universitatea Tehnică a Moldovei

Cercetarea procesului de deshidratare a legumelor din soiuri moldovenești

Student:

Ichim Maria

Conducător:

Vișanu Vitali, conf. univ., dr.

Chișinău, 2025

Adnotare

Lucrarea abordează o temă de actualitate în domeniul ingineriei proceselor alimentare, concentrându-se pe optimizarea procesului de uscare a legumelor într-o instalație de tip tunel. **Obiectivul principal** al tezei constă în studierea teoretică și experimentală a parametrilor care influențează uscarea a patru tipuri de legume: ardei, ceapă, morcov și sfeclă, cu scopul de a îmbunătăți eficiența procesului și calitatea produselor deshidratate.

Studiul include o analiză amplă a literaturii de specialitate, descrierea detaliată a instalației utilizate și a metodologiei experimentale, precum și o serie de experimente care evidențiază influența temperaturii, vitezei aerului și umidității relative asupra timpului de uscare și a caracteristicilor finale ale produselor. Rezultatele obținute demonstrează condiții optime pentru fiecare tip de legumă, contribuind la reducerea consumului de energie și la conservarea substanțelor nutritive esențiale din produsele tratate.

Prin valoarea sa teoretică și practică, lucrarea oferă soluții concrete pentru îmbunătățirea proceselor de deshidratare în industria alimentară, contribuind la dezvoltarea unor metode eficiente și sustenabile. Cercetarea realizată poate fi aplicată pe scară largă în diverse domenii ale industriei agroalimentare, având un impact pozitiv asupra calității produselor și utilizării resurselor.

Această lucrare se adresează specialiștilor în inginerie alimentară, tehnologii de procesare și sustenabilitate, oferind informații valoroase pentru optimizarea proceselor industriale și reducerea impactului asupra mediului

Cuvinte cheie: *deshidratare, mixt de legume, optimizarea proceselor, inginerie alimentară.*

Annotation

The thesis addresses a current topic in the field of food process engineering, focusing on optimizing the drying process of vegetables in a tunnel-type installation. The main objective of the thesis is to conduct a theoretical and experimental study of the parameters influencing the drying process of four types of vegetables: bell peppers, onions, carrots, and beets, aiming to improve the efficiency of the process and the quality of the dehydrated products. The study includes an extensive analysis of the specialized literature, a detailed description of the equipment used, and the experimental methodology, as well as a series of experiments highlighting the influence of temperature, air velocity, and relative humidity on the drying time and the final characteristics of the products. The results obtained demonstrate optimal conditions for each type of vegetable, contributing to energy consumption reduction and the preservation of essential nutrients in the treated products.

Through its theoretical and practical value, the thesis provides concrete solutions for improving dehydration processes in the food industry, contributing to the development of efficient and sustainable methods. The research conducted can be widely applied across various areas of the agro-food industry, positively impacting product quality and resource utilization.

This thesis is addressed to specialists in food engineering, processing technologies, and sustainability, offering valuable insights for optimizing industrial processes and reducing environmental impact.

Keywords: dehydration, mixed vegetables, process optimization, food engineering.

Cuprins

AVIZ COORDONATOR	3
ADNOTARE	5
INTRODUCEREA	10
1.STUDIUL BIBLIOGRAFIC	11
1.1. Noțiuni teoretice ale procesului de uscare.....	11
1.2. Tipuri de instalații de uscare și comparație între metode.....	12
1.3. Parametrii critici în procesul de uscare a produselor alimentare	13
1.4. Instalații de tip tunel și principiul lor de funcționare	15
1.5. Analiza brevetelor	17
1.6.Modificări fizico-chimice și biochimice ale produselor uscate	23
1.7. Controlul microbian al produselor uscate	25
1.8. Caracteristica materiei prime	26
1.9. Securitatea activității vitale	29
2.METODE ȘI MATERIALE.....	30
2.1. Pregătirea probelor	31
2.2. Procedura de curățare și selecție a legumelor	31
2.3. Tăierea și dimensionarea	32
2.4. Descrierea instalației de uscare tip tunel	38
2.4.1 Principiul de funcționare al instalației.....	38
2.4.2.Componentele principale.....	40
2.4.3. Parametrii tehnici și capacitatea instalației	41
2.4.4. Sistemul de control al temperaturii, umidității și vitezei aerului	45
2.5. CONDIȚIILE DE USCARE	47
2.5.1. Stabilirea timpilor de uscare și a momentelor de prelevare a probelor	48
2.5.2. Metode de monitorizare a parametrilor de proces.....	51
2.6. Protocolul experimental	53
2.6.1. Pașii principali ai experimentului.....	53
2.7. Considerații etice și de siguranță.....	55
2.7.1. Manipularea și depozitarea materiilor prime	55
2.7.2. Gestionarea deșeurilor rezultate din experimente	56
3. REZULTATE ȘI DISCUȚII	58
CONCLUZIE.....	71
BIBLIOGRAFIA	72

Introducere

Uscarea este un proces fundamental în numeroase industrii și constă în eliminarea apei dintr-un material. Fie că vorbim despre conservarea alimentelor, obținerea medicamentelor sau prelucrarea lemnului, uscarea joacă un rol crucial în stabilizarea și prelungirea duratei de viață a produselor.

Procesul de uscare se bazează pe transferul de masă și de căldură. Apa din interiorul materialului se deplasează spre suprafață și se evaporă, iar căldura furnizată asigură energia necesară acestei transformări. Curba de uscare, care ilustrează variația în timp a umidității unui material, ne oferă o imagine clară asupra diferitelor etape ale procesului.

Factorii care influențează uscarea sunt numeroși și interconectați. Proprietățile materialului, cum ar fi porozitatea, dimensiunea particulelor și conținutul inițial de umiditate, joacă un rol esențial. De asemenea, condițiile de uscare, precum temperatura, umiditatea relativă a aerului, viteza aerului și presiunea, influențează semnificativ rata și eficiența procesului.

Fenomene fizice precum evaporarea, difuzia, capilaritatea și sorpția sunt strâns legate de uscare. Evaporarea reprezintă trecerea apei din stare lichidă în stare gazoasă, difuzia descrie mișcarea moleculelor de apă prin interiorul materialului, iar capilaritatea se referă la mișcarea apei în spațiile capilare ale materialului. Sorpția și desorbția sunt procese de absorbție și degajare a apei de către material.

Există o varietate de metode de uscare, fiecare cu avantajele și dezavantajele sale. Uscarea convectivă, cea mai utilizată, folosește un agent de uscare (aer cald) pentru a îndepărta apa prin evaporare. Uscarea conductivă transferă căldura direct de la o suprafață încălzită la material, iar uscarea radiativă utilizează radiații infraroșii. Liofilizarea, o metodă delicată, îngheață materialul și apoi îndepărtează apa prin sublimare în vid, protejând astfel structura produsului. Uscarea prin pulverizare este utilizată pentru a obține particule fine și uniforme.

Alegerea metodei de uscare depinde de o serie de factori, cum ar fi natura produsului, calitatea dorită a produsului finit, capacitatea de producție și costuri. De exemplu, pentru produsele termosensibile, liofilizarea este o opțiune excelentă, în timp ce pentru produsele cu umiditate ridicată, uscarea convectivă poate fi mai eficientă.

Cinetica uscării descrie viteza cu care se desfășoară procesul și este influențată de o serie de factori, inclusiv temperatura, umiditatea relativă a aerului, viteza de circulație a agentului de uscare și proprietățile materialului. Echipamentele utilizate în procesul de uscare sunt variate și se adaptează la specificul fiecărei metode. Uscătoarele cu bandă, cu pat fluidizat, spray-dryere și liofilizatoare sunt doar câteva exemple. Impactul uscării asupra calității produselor este complex și poate include modificări ale proprietăților organoleptice (gust, aromă, culoare), nutritive și fizice (textură, densitate). Este important să se optimizeze procesul de uscare pentru a minimiza aceste modificări și a obține un produs final de înaltă calitate. Considerații energetice sunt esențiale în procesul de uscare. Consumul de energie este semnificativ, iar optimizarea procesului poate duce la reducerea costurilor și la o mai bună eficiență energetică.

Bibliografie

1. <https://www.anacec.md/files/Visanu-teza.pdf>
2. https://www.academia.edu/69910199/Tehnologii_de_deshidratare_a_legumelor_si_fructelor
3. https://mec.tuiasi.ro/ro/images/diverse/Conservarea_produzelor_agroalimentare.pdf
4. https://dspace.upt.ro/jspui/bitstream/123456789/3858/3/BUPT_TD_Calin%20Laurentiu.pdf
5. https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/project-result-content/74b89cff-92f9-46f8-9a83-107e431168f2/Handbook_Fruit%20and%20vegetables%20processing_CAVA_RO.pdf
6. <https://uscatoare-fructe.ro/category/uscatoare-fructe-legume/>
7. <https://ro.scribd.com/document/381915544/uscatoare-pdf>
8. <https://www.ucipifad.md/wp-content/uploads/2020/07/Bunele-practici-in-legumicultura-in-contextul-schimbarilor-climatice-pag-101-162.pdf>
9. <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=5cf686103306d2b8132304dfaf98c538>
10. <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=8a647283792abea911a39e898afdd4e3>
11. <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=4034d65eafd17e4248ec82b4afb158e34>
12. <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=20588d3c59f54f6b7292ea893e8950fb>
13. BALAN, Mihail, VIȘANU, Vitali, ȚISLINSCAIA, Natalia, IVANOV, Leonid, BALAN, Tatiana, MELENCIUC, Mihail, POPESCU, Victor, GÎDEI, Igor, SANDU, Andrei Victor, NETREBA, Natalia, BOEȘTEAN, Olga, ȚURCANU, Dinu. Capitolul IV. Modelarea matematică și optimizarea proceselor de deshidratare a produselor vegetale. *Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară*, Chișinău: 2023, pp. 89-112.
14. POPESCU, Victor, VIȘANU, Vitali, BALAN, Mihail, MELENCIUC, Mihail, VOLCONOVICI, Onorin, BALAN, Tatiana. Regimurile energoeficiente de deshidratare a fructelor cu semințe prin tratarea cu microunde în combinație cu convecția. *Problemele Energeticii Regionale*, 2023, nr. 3(59), pp. 99-108. DOI: [10.52254/1857-0070.2023.3-59.09](https://doi.org/10.52254/1857-0070.2023.3-59.09)
15. POPESCU, Victor, ȚISLINSCAIA, Natalia, VIȘANU, Ion, MELENCIUC, Mihail, BALAN, Mihail. Regimurile energoeficiente de deshidratare a fructelor în atmosferă modificată. *Problemele Energeticii Regionale*, 2024, nr. 3(63), pp. 71-80. DOI: [10.52254/1857-0070.2024.3-63.06](https://doi.org/10.52254/1857-0070.2024.3-63.06)

16. POPESCU, Victor, VIȘANU, Vitali, URSATII, Nicolai, CECAN, Anatolii, TODIRAȘ, Tatiana. Sistem electric cu fiabilitate sporită pentru întreprinderile specializate în deshidratarea produselor agricole. *Intellectus*, 2023, nr. 1, pp. 198-203. DOI: [10.56329/1810-7087.23.1.21](https://doi.org/10.56329/1810-7087.23.1.21)
17. POPESCU, Victor, MELENCIUC, Mihail, VIȘANU, Vitali, BALAN, Tatiana, GÎDEI, Igor, KURDOV, Igor. Instalație electrică pentru uscarea semințelor cu eficiență înaltă. *Intellectus*, 2024, nr. 1, pp. 174-178. DOI: [10.56329/1810-7087.24.1.16](https://doi.org/10.56329/1810-7087.24.1.16)
18. POPESCU, Victor, STIOPCA, Oleg, BALAN, Mihail, VIȘANU, Vitali, MELENCIUC, Mihail, VOLCONOVICI, Onorin. Increasing the Efficiency of the Drying Process of Seeded Fruit Products with the Application of Microwave Tunnel Treatment. *Sielmen: 14 International Conference on Electromechanical and Energy Systems*, 2023, Craiova. DOI: [10.1109/SIELMEN59038.2023.10290745](https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290745)
19. VISANU, Ion, ȚĂRNĂ, Ruslan, ȚISLINSCAIA, Natalia, BALAN, Mihail, MELENCIUC, Mihail, VIȘANU, Vitali. Methods of recovery of waste from the beer industry. *Proceedings of the International Conference Modern Technologies In the Food Industry–2024*. MTFI – 2024, Chișinău. Editura Tehnica-UTM, 2024, p. 28.
20. IVANOV, Leonid, TISLINSCAIA, Natalia, SAVCIUC, Evghenii, GIDEI, Igor, BALAN, Mihail, MELENCIUC, Mihail, VISANU, Vitali. Optimization of the microwave applicator. *Proceedings of the International Conference Modern Technologies In the Food Industry–2024*. MTFI – 2024, Chișinău. Editura Tehnica-UTM, 2024, p. 30.
21. Natalia TISLINSCAIA, Mihail BALAN, Vitali VISANU, Mihail MELENCIUC, Victor POPESCU, Tatiana BALAN, Igor GIDEI, Ion VISANU. Calculation of the heating depth of a capillary porous body during microwave drying. *Proceedings of the International Conference Modern Technologies In the Food Industry–2024*. MTFI – 2024, Chișinău. Editura Tehnica-UTM, 2024, p. 18.
22. Mihail BALAN, Natalia TISLINSCAIA, Vitali VISANU, Mihail MELENCIUC, Victor POPESCU, Lăcrimioara SENILA, Tatiana BALAN, Igor GIDEI, Pavel SEVERIN. Increasing the efficiency of thermal agent distribution in tunnel. *Proceedings of the International Conference Modern Technologies In the Food Industry–2024*. MTFI – 2024, Chișinău. Editura Tehnica-UTM, 2024, p. 23.
23. Leonid IVANOV, Igor GIDEI, Natalia TISLINSCAIA, Mihail BALAN, Vitali VISANU, Mihail MELENCIUC, Victor POPESCU, Tatiana BALAN. Estimation of non-equilibrium heat transfer losses in a reciprocating compressor. *Proceedings of the International Conference Modern Technologies In the Food Industry–2024*. MTFI – 2024, Chișinău. Editura Tehnica-UTM, 2024, p. 22.

24.BOȚA, Maria, VIȘANU, Vitali, ȚISLINSKAIA, Natalia, BALAN, Mihail, MELENCIUC, Mihail. Dehydration process of tomato fruit by forced convection at the tunnel-type installation. In: *Modern Technologies in the Food Industry*, Ed. 5, 20-22 octombrie 2022, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: 2022, R, p. 15