



Universitatea Tehnică a Moldovei

Programul de masterat **Electrotehnologii în mediul rural**

**PERFEȚIONAREA
ELECTROTEHNOLOGIEI DE USCARE A
PIERSICILOR LA COPERATIVA DE
ÎNTRERINZĂTOR**

Teză de master

Masterand: Nicolae REBEJA

Conducător: dr.conf. Victor POPESCU

Chișinău – 2023

Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea de Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Inginerie Electrică

Admis la susținere

Șef departament dr.conf. Ilie NUCA

_____” _____ 2023

**PERFEȚIONAREA
ELECTROTEHNOLOGIEI DE USCARE A
PIERSICILOR LA COPERATIVA DE
ÎNTRERINZĂTOR**

Teză de master

Masterand: _____ (Rebeja Nicolae)

Conducător: _____ (Popescu Victor)

Chișinău – 2023

REZUMAT

Teza conține: 70 pagini, 21 ilustrații, 11 tabele, 32 surse bibliografice.

Cuvente cheie: electrotehnologie de uscare, deshidratarea piersicilor, eficiență energetică, microunde.

Obiectul cercetărilor din teza de master îl constituie procesul de uscare a piersicilor în cadrul unei întreprinderi specializate în domeniu.

Scopul tezei de master constă în perfecționarea electrotehnologiei de uscare a piersicilor cu aplicarea microundelor, pentru creșterea eficienței procesului, preponderent cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică.

Obiectivele tezei de master:

- Analiza stării actuale din domeniul tezei de master și a tehnologiilor moderne de uscare a fructelor sîmburoase;
- Evidențierea particularităților și a problemelor caracteristice proceselor de uscare a fructelor și în deosebi a piersicilor;
- Analiza proceselor de la Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni și precăutarea soluțiilor de eficientizare a proceselor de uscare a fructelor;
- Propunerea spre implementare a electrotehnologiei de uscare a piersicilor cu aplicarea microundelor, pentru creșterea eficienței procesului;
- Evaluarea eficienței și performanțelor aplicării electrotehnologiei propuse pentru uscarea piersicilor.

Rezultatele principale obținute ale tezei de master și semnificația lor. În baza cercetărilor efectuate în teza de master au fost sporită eficiența procesului de uscare a piersicilor prin aplicarea tratării cu microunde, preponderent cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică. Rezultatele obținute în teza de master sunt utile atât pentru Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni, cât și pentru alte întreprinderi specializate din domeniul, pentru a crește eficiența în procesele de uscare a fructelor sîmburoase.

SUMMARY

The thesis contains: 70 pages, 21 illustrations, 11 tables, 32 bibliographical sources.

Keywords: drying electrotechnology, peach dehydration, energy efficiency, microwaves.

The object of research is the process of drying peaches in a company specialized in the field.

The aim of the master's thesis is to improve the electrotechnology of drying peaches with the application of microwaves, to increase the efficiency of the process, mainly with: increasing the speed of dehydration, reducing the duration of thermal treatment and reducing the consumption of electricity.

Objectives of the master's thesis: - Analysis of the current state in the field of the master's thesis and modern stone fruit drying technologies; - Highlighting the particularities and problems characteristic of fruit drying processes and especially of peaches; - Analysis of the processes of the Entrepreneurial Cooperative "FRUITMOL GROUP" from the village of Sireți, r. Strășeni and the search for solutions to make the fruit drying processes more efficient; - The proposal for the implementation of electrotechnology for drying peaches with the application of microwaves, to increase the efficiency of the process; - Evaluation of the efficiency and performance of the application of the proposed electrotechnology for drying peaches.

The main results obtained of the master's thesis and their significance. Based on the research carried out in the master's thesis, the efficiency of the peach drying process was increased by applying microwave treatment, mainly with: increasing the speed of dehydration, reducing the duration of thermal treatment and reducing the consumption of electricity. The results obtained in the master's thesis are useful both for the Entrepreneurial Cooperative "FRUITMOL GROUP" from Sireți village, Strășeni district, as well as for other specialized enterprises in the field, in order to increase efficiency in the drying processes of stone fruit.

CUPRINS

REZUMAT.....	5
INTRODUCERE.....	9

1. ANALIZA LITERATURII DE SPECIALITATE ȘI A TEHNOLOGIILOR DE USCARE A PIERSICILOR

1.1. Producția de piersici la etapa actuală în Republica Moldova și la Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni.....	12
1.2. Particularitățile uscării piersicilor	15
1.3. Tehnologii de uscare existente aplicate pentru piersici.....	23
1.4. Neajunsurile tehnologiilor actuale de uscare a piersicilor.....	27
1.5. Concluzii la capitolul 1.....	29

2. METODICA DE CERCETARE A PARTICULARITĂȚILOR USCĂRII PIERSICILOR ÎN CADRUL COPERATIVEI DE ÎNTREPRINZĂTOR „FRUITMOL GROUP”, DIN S. SIREȚI, R. STRĂȘENI

2.1. Analiza proprietăților piersicilor ca materiale de cercetare	30
2.2. Instalația elaborată pentru uscarea piersicilor cu aplicarea electrotehnologiei noi cu microunde.....	32
2.3. Metoda de măsurare a parametrilor tehnologici ai procesului de uscare.....	34
2.4. Metoda de pregătire a piersicilor pentru procesul de uscare.....	39
2.5. Metodele cercetate de uscare a piersicilor la Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni.....	40
2.6. Concluzii la capitolul 2.....	47

3. REZULTATELE PRIVIND EFICIENȚA ELECTROTEHNOLOGIEI DE USCARE A PIERSICILOR CU APLICAREA MICROUNDDELOR LA COPERATIVA DE ÎNTREPRINZĂTOR „FRUITMOL GROUP”

3.1. Îmbunătățirea cineticii procesului de uscare a piersicilor cu aplicarea microundelor.....	48
--	----

3.2. Creșterea eficienței energetice a procesului de uscare a piersicilor.....	51
3.3. Creșterea calității piersicilor uscati cu aplicarea electrotehnologiei cu microunde.....	53
3.4. Modele matematice ale procesului de uscare a piersicilor cu microunde.....	57
3.5. Concluzii la capitolul 3.....	63
CONCLUZII GENERALE.....	65
RECOMANDĂRI.....	66
BIBLIOGRAFIE.....	67

INTRODUCERE

Actualitatea și relevanța temei. La etapa actuală în Republica Moldova, sunt cultivate zeci de soiuri de piersici pe arii extinse, însă producția de fructe nu este pe deplin utilizată, în conformitate cu potențialul ei valoros, atât pentru industria alimentară autohtonă, cât și pentru export.

Anume lipsa tehnologiilor eficiente de procesare primară împiedică valorificarea potențialului acestor fructe, care prezintă interes pentru întreprinderile din domeniu și pentru consumatori.

La moment sunt multe tehnologii de prelucrare primară a produselor agroalimentare, însă toate au neajunsurile. Neajunsurile caracteristice tehnologiilor de uscare în ansamblu sunt: viteza mică de deshidratare, timpul îndelungat de tratare, consum sporit de energie și costuri esențiale de procesare. Mai mult decât atât, tehnologiile influențează și asupra calității produselor, care la rândul său determină și prețul de cost al produselor finale.

Formularea problemei cercetării. O problemă principală în acest sens este și lipsa unei electrotehnologii eficiente de uscare a piersicilor la Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni, care ar permite procesarea fructelor, cu reducerea consumului de energie electrică, creșterea vitezei de deshidratare, reducerea duratei de tratare termică și creșterea productivității și a calității produselor.

Soluționarea acestei probleme prin perfecționarea electrotehnologiei de uscare a piersicilor de la această întreprindere, ar favoriza nemijlocit creșterea eficienței energetice și reducerea costurilor în procesul de uscare, ceea ce ar permite obținerea unor produse de calitate cu costuri convenabile, pentru păstrarea îndelungată și comercializarea, atât pe teritoriul țării, cât și peste hotare.

Astfel, *obiectul cercetărilor din teza de master* îl constituie procesul de uscare a piersicilor de la Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni.

Subiectul cercetărilor din teza de master îl constituie electrotehnologia de uscare a piersicilor de la Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni.

Scopul tezei de master constă în perfecționarea electrotehnologiei de uscare a piersicilor de la Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni, pentru creșterea eficienței procesului, preponderent cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică.

Obiectivele tezei de master:

- Analiza stării actuale din domeniul tezei de master și a tehnologiilor moderne de uscare a fructelor sîmburoase;
- Evidențierea particularităților și a problemelor caracteristice proceselor de uscare a fructelor și în deosebi a piersicilor;
- Analiza proceselor de la Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni și precăutarea soluțiilor de eficientizare a proceselor de uscare a fructelor;
- Propunerea spre implementare a electrotehnologiei de uscare a piersicilor cu aplicarea microundelor, pentru creșterea eficienței procesului;
- Evaluarea eficienței și performanțelor aplicării electrotehnologiei propuse pentru uscarea piersicilor.

Metodologia cercetărilor din teza de master. La soluționarea problemelor formulate în teza de master au fost utilizate: metodele standard de analiză sistemică; tehnica de calcul cu soft-urile „Microsoft Excel“, „StatGraphics“, experimentul, metodele de procesare a datelor experimentale.

Rezultatele principale obținute ale tezei de master și semnificația lor. În baza cercetărilor efectuate în teza de master au fost sporită eficiența procesului de uscare a piersicilor prin perfecționarea electrotehnologiei de uscare, pe exemplul întreprinderii specializate Coperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni, preponderent cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică.

Rezultatele obținute în teza de master sunt utile atât pentru Cooperativa de Întreprinzător „FRUITMOL GROUP”, din s. Sireți, r. Strășeni, cât și pentru alte întreprinderi specializate din domeniul, pentru a crește eficiența în procesele de uscare a fructelor sîmburoase.

BIBLIOGRAFIE

- [1] 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.
- [2] Jajcevic D., Siegmann E., Radeke C., Khinast J. Large-scale CFD–DEM simulations of fluidized granular systems. *Chemical Engineering Science*, 2013, vol. 98, pp. 298–310.
- [3] 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.
- [4] Horabik J., Molenda 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.
- [5] 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.
- [6] Zhu H., Zhou Z., Yang R., Yu A. Discrete particle simulation of particulate systems: Theoretical developments. *Chemical Engineering Science*, 2007, vol. 62, nr. 13, pp. 3378–3396, doi: 10.1016.2006.12.089.
- [7] 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.
- [8] Popescu V. Analysis of factors of influence on the reliability of power systems. *Acta Electrotehnica*, 2013, vol. 54, nr. 6, pp. 193-197.
- [9] Popescu V., Malai L., Rotari V. Nadeojnaia sistema dlea pererabotki seliskohozeistvennoi produktii [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.

- [10] 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.
- [11] Scram J., Hall D., Stuckey D. Bioethanol from grapes in the European community. *Biomass and Bioenergy*, 1993, vol. 5, nr. 5, pp. 347–358, doi: 10.1016/0961-9534(93)90014.
- [12] Matsen J., Hovmand S., Davidson J. Expansion of fluidized beds in slug flow. *Chemical Engineering Science*, 1969, vol. 24, nr. 12, pp. 1743–1754, doi: 10.1016/0009-2509(69)87018-1.
- [13] Ranjbaran M., și Zare D. Simulation of energetic- and exergetic performance of microwave- assisted fluidized bed drying of soybeans. *Energy*, 2013, vol. 59, pp. 484–493, doi: 10.1016/j.energy.2013.06.057.
- [14] 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.
- [15] Popescu V. Malai L. Estimarea parametrilor sistemului fiabil pentru prelucrarea produselor agricole. *Știința agricolă-Agricultural science*, 2019, nr. 2, pp. 109-113..
- [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] Tsuji Y., Kawaguchi T., Tanaka T. Discrete particle simulation of two-dimensional fluidized bed. *Powder Technology*, 1993, vol. 77, nr. 1, pp. 79–87, doi: 10.1016/0032-5910(93)85010-7.
- [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] Jin G., Zhang M., Fang Z., Cui Z., Song C. 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.
- [21] Lane W., Storlie C., Montgomery C., Ryan E. Numerical modeling and uncertainty quantification of a bubbling fluidized bed with immersed horizontal tubes. *Powder Technology*, 2014, vol. 253, pp. 733–743, 10.1016.2013.11.037.
- [22] Castrica M., Rebucci R., Giromini C., Tretola M., Cattaneo D., Baldi A. Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products. *Italian Journal of Animal Science*, 2019, vol. 18, nr. 1, pp. 336–341, doi: 10.1080/1828051X.2018.1529544.
- [23] Popescu V. Facteurs qui influence la fiabilité des systèmes de distribution d'énergie électrique dans le secteur agricole. *Intellectus*, 2016, nr. 3, pp. 90-93.
- [24] Daud W. Fluidized Bed Dryers — Recent Advances. *Advanced Powder Technology*, 2008, vol. 19, nr. 5, pp. 403–418, 10.1016/S0921-8831(08)60909-7.
- [25] 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.
- [26] Sharma Y., Mangla S., Patil p., Liu S., When challenges impede the process: For circular economy-driven sustainability practices in food supply chain. *Management Decision*, 2019, vol. 57, nr. 4, pp. 995–1017, doi: 10.1108/MD-09-2018-1056.
- [27] Popescu V. Système fiable pour la transformation des produits d'origine agricole. *Intellectus*, 2016, nr. 1, pp. 94-97.
- [28] 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.
- [29] Horabik J., Molenda 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.

- [30] Chou S., Chua K. New hybrid drying technologies for heat sensitive foodstuffs. *Trends in Food Science & Technology*, 2016, vol. 12, p. 359–369, Bucharest, doi: 10.1016/S0924-2244(01)00102-9.
- [31] Haseeb M., Zandi G., Hartani H., Pahi M., Nadeem S. Environmental Analysis of the Effect of Population Growth Rate on Supply Chain Performance and Economic Growth of Indonesia. *Ekoloji*, 2019, vol. 28, nr. 107, pp. 417–426.
- [32] Syahrul S., Hamdullahpur F., Dincer I. Thermal analysis in fluidized bed drying of moist particles. *Applied Thermal Engineering*, 2002, vol. 22, nr. 15, pp. 1763–1775, doi: 10.1016/S1359-4311(02)00079-0.