



Universitatea Tehnică a Moldovei

Programul de masterat **Electrotehnologii în mediul rural**

**PERFEȚIONAREA
ELECTROTEHNOLOGIEI DE USCARE A
MERELOR LA COOPERATIVA AGRICOLĂ**

Teză de master

Masterand: Mihail MOLDOVAN

Conducător: dr.conf. Veaceslav ȘAPOVALOV

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 MERELOR LA COOPERATIVA AGRICOLĂ

Teză de master

Masterand: _____ (Moldovan Mihail)

Conducător: _____ (Șapovalov Veaceslav)

Chișinău – 2023

REZUMAT

Teza conține: 65 pagini, 23 ilustrații, 9 tabele, 32 surse bibliografice.

Cuvențe cheie: electrotehnologie de uscare, deshidratarea merelor, eficiență energetică, convecție forțată.

Astfel, *obiectul cercetărilor din teza de master* îl constituie procesul de uscare a merelor în cadrul unei întreprinderi specializate în domeniu.

Scopul tezei de master constă în perfecționarea electrotehnologiei de uscare a merelor cu aplicarea convecției forțate, la Cooperativa de Producție pentru creșterea eficienței procesului, preponderent cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică la întreprindere.

Obiectivele tezei de master: Analiza stării actuale din domeniul tezei de master și a tehnologiilor moderne de uscare a fructelor sămânțoase; Analiza proceselor de la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei și precăutarea soluțiilor de eficientizare a proceselor de uscare a fructelor; Propunerea spre implementare a electrotehnologiei de uscare a merelor cu aplicarea convecției forțate, pentru eficientizarea procesului; Evaluarea eficienței și performanțelor aplicării electrotehnologiei propuse pentru uscarea merelor la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei.

Metodologia cercetărilor din teza de master. La soluționarea problemelor formulate în teza de master au fost utilizate: metodele de analiză, de sinteză; tehnica de calcul cu soft-urile „Microsoft Excel”, 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 merelor prin aplicarea convecției forțate, pe exemplul unei întreprinderi specializate preponderent cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică.

SUMMARY

The thesis contains: 65 pages, 23 illustrations, 9 tables, 32 bibliographical sources.

Keywords: drying electrotechnology, apple dehydration, energy efficiency, forced convection.

Thus, *the object of research* in the master's thesis is the process of drying apples in a company specialized in the field.

The aim of the master's thesis consists in perfecting the electrotechnology of drying apples with the application of forced convection, at the Production Cooperative to increase the efficiency of the process, mainly with: increasing the speed of dehydration, reducing the duration of heat treatment and reducing the consumption of electricity at the enterprise.

Objectives of the master's thesis: Analysis of the current state in the field of the master's thesis and modern technologies for drying pome fruits; Analysis of the processes at the "Tusedor-Agro" Production Cooperative from the village of Trebujeni, Orhei r. and the search for solutions to make the fruit drying processes more efficient; The proposal for the implementation of the electrotechnology for drying apples with the application of forced convection, to make the process more efficient; Evaluation of the efficiency and performance of the application of the proposed electrotechnology for drying apples at the "Tusedor-Agro" Production Cooperative from Trebujeni village, Orhei district.

Research methodology from the master's thesis. To solve the problems formulated in the master's thesis, the following methods of analysis and synthesis were used; the calculation technique with the "Microsoft Excel" software, the experiment, the experimental data processing methods.

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 apple drying process was increased by applying forced convection, on the example of a company specialized mainly with: increasing the speed of dehydration, reducing the duration of heat treatment and reducing the consumption of electricity.

CUPRINS

REZUMAT.....	pag 5
INTRODUCERE.....	pag 8

1. ANALIZA PARTICULARITĂȚILOR ACTUALE CU PRIVIRE LA PRODUCEREA ȘI USCAREA MERELOR LA COPERATIVA DE PRODUCȚIE „TUSEDOR-AGRO”, DIN S. TREBUJENI, R. ORHEI

1.1. Particularitățile producerii merelor la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei.....	pag 11
1.2. Soiurile de măr cultivate la Cooperativa de Producție	pag 16
1.3. Aspecte privind creșterea productivității la Cooperativa de Producție.....	pag 21
1.4. Problemele cu privire la uscarea merelor la Cooperativa de Producție și tendințele de perfecționare a procesului de uscare.....	pag 32
1.5. Concluzii la capitolul 1.....	pag 33

2. METODICA DE CERCETARE A PARTICULARITĂȚILOR USCĂRII MERELOR ÎN CADRUL COPERATIVEI DE PRODUCȚIE „TUSEDOR-AGRO”, DIN S. TREBUJENI, R. ORHEI

2.1. Analiza proprietăților merelor ca materiale de studiu.....	pag 35
2.2. Metodica analizei distribuției fluxului de aer în procesul de uscare cu aplicarea convecției forțate.....	pag 36
2.3. Metodica stabilirii geometriei camerei de uscare.....	pag 38
2.4. Metodica de analiză a vitezei aerului în camera de uscare.....	pag 41
2.5. Analiza distribuției temperaturii în camera de uscare.....	pag 43
2.6. Concluzii la capitolul 2.....	pag 46

3. REZULTATELE PRIVIND EFICIENȚA ELECTROTEHNOLOGIEI DE USCARE A MERELOR LA COPERATIVA DE PRODUCȚIE „TUSEDOR-AGRO”, DIN S. TREBUJENI, R. ORHEI

3.1. Îmbunătățirea cineticii procesului de uscare a merelor cu aplicarea convecției forțate.....	pag 48
3.2. Creșterea eficienței energetice a procesului de uscare a merelor..	pag 53
3.3. Creșterea calității merelor cu aplicarea electrotehnologiei propuse.....	pag 55
3.4. Concluzii la capitolul 3.....	pag 60

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	pag 61
BIBLIOGRAFIE.....	pag 63

INTRODUCERE

Actualitatea și relevanța temei. La moment, în țara noastră sunt cultivate zeci de soiuri de mere pe arii extinse, însă producția de fructe nu este eficient utilizată, în conformitate cu potențialul ei valoros, atât pentru industria alimentară autohtonă, cât și pentru export.

Problema constă în lipsa electrotehnologiilor eficiente de procesare primară și de conservare, care frânează utilizarea acestor fructe, care prezintă interes pentru consumatori.

La moment sunt multe electrotehnologii de prelucrare primară a produselor agroalimentare, însă toate au alor neajunsuri. Neajunsurile caracteristice electrotehnologiilor de uscare existente 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.

Formularea problemei cercetării. O problemă esențială este și lipsa unei electrotehnologii eficiente de uscare a merelor, la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei, care ar permite creșterea vitezei de deshidratare, reducerea timpului de tratare tehnologică și reducerea consumului de energie electrică.

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

Astfel, *obiectul cercetărilor din teza de master* îl constituie procesul de uscare a merelor de la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei.

Subiectul cercetărilor din teza de master îl constituie electrotehnologia de uscare a merelor de la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei.

Scopul tezei de master constă în perfecționarea electrotehnologiei de uscare a merelor cu aplicarea convecției forțate, la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei, pentru creșterea eficienței procesului, preponderent cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică la întreprindere.

Obiectivele tezei de master:

- Analiza stării actuale din domeniul tezei de master și a tehnologiilor moderne de uscare a fructelor sămânțoase;
- Evidențierea particularităților și a problemelor caracteristice proceselor de uscare a fructelor și în deosebi a merelor;
- Analiza proceselor de la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei și precăutarea soluțiilor de eficientizare a proceselor de uscare a fructelor;
- Propunerea spre implementare a electrotehnologiei de uscare a merelor cu aplicarea convecției forțate, pentru eficientizarea procesului;
- Evaluarea eficienței și performanțelor aplicării electrotehnologiei propuse pentru uscarea merelor la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei.

Metodologia cercetărilor din teza de master. La soluționarea problemelor formulate în teza de master au fost utilizate: metodele de analiză sistemică; tehnica de calcul cu soft-urile „Microsoft Excel”; 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 merelor prin aplicarea convecției forțate, pe exemplul unei întreprinderi specializate și anume la Cooperativa de Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei, 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 Producție „Tusedor-Agro”, din s. Trebujeni, r. Orhei, cât și pentru alte întreprinderi

specializate din domeniul, pentru a crește eficiența în procesele de uscare a fructelor sămânțoase.

Totodată rezultatele tezei de master pot fi utile pentru perfecționarea procesului de instruire din universitate, prin introducerea de noi subiecte la lecțiile teoretice și practice la studierea electrotehnologiilor agricole.

La fel, rezultatele pot fi utile la perfecționarea procesului de cercetare a metodelor inovative de uscare a fructelor, pentru speciile autohtone de fructe sămânțoase.

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.
- [9] Popescu V., Rotari V. Nadeojnaia sistema dlea pererabotki seliskohozeaistvennoi 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., Wongwiset 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.
- [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.
- [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, doi: 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.