



Universitatea Tehnică a Moldovei

Programul de masterat **Electrotehnologii în
mediul rural**

**PERFEȚIONAREA
ELECTROTEHNOLOGIEI DE USCARE
A GRÂULUI LA GOSPODĂRIA
ȚĂRĂNEASCĂ**

Teză de master

Masterand: Daniel MOROZAN

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 GRÂULUI LA GOSPODĂRIA
ȚĂRĂNEASCĂ**

Teză de master

Masterand: ____ (Morozan Daniel)

Conducător: ____ (Popescu Victor)

Chișinău – 2023

Cuprins

REZUMAT	6
INTRODUCERE.....	8
1. ANALIZA PARTICULARITĂȚILOR ACTUALE CU PRIVIRE LA PRODUCEREA ȘI PĂSTRAREA GRÂULUI LA GOSPODĂRIA ȚĂRĂNEASCA „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, DIN S. ISACOVA, R. ORHEI.....	10
1.1. Particularitățile producerii grâului la Gospodăria Țărănească.....	10
1.2. Parametrii de calitate a grâului produs la Gospodăria Țărănească	11
1.3. Soiurile cultivate mai des la Gospodăria Țărănească „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei.....	15
1.4. Aspecte privind creșterea producției de grâu la Gospodăria Țărănească .	17
1.5. Particularitățile păstrării grâului la Gospodăria Țărănească	22
1.6. Concluzii la capitolul 1.....	27
2. METODICA DE CERCETARE A PARTICULARITĂȚILOR USCĂRII GRÂULUI LA GOSPODĂRIA ȚĂRĂNEASCĂ „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, DIN S. ISACOVA, R. ORHEI	29
2.1. Analiza boabelor de grâu ca materiale de cercetare.....	29
2.2. Aparate și materiale utilizate.....	32
2.3. Determinarea proprietăților aerodinamice ale boabelor de grâu	35
2.4. Instalația de uscare a grâului în strat fluidizat.....	38
2.5. Determinarea calității boabelor de grâu	39
2.6. Concluzii la capitolul 2	43
3. REZULTATELE PRIVIND EFICIENȚA IMPLEMENTĂRII ELECTROTEHNOLOGIEI DE USCARE A GRÂULUI LA GOSPODĂRIA ȚĂRĂNEASCĂ „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, DIN S. ISACOVA, R. ORHEI”	45
3.1. Îmbunătățirea cineticii procesului de uscare a grâului cu aplicarea stratului fluidizat	45
3.2. Creșterea calității grâului cu aplicarea electrotehnologiei de uscare în strat fluidizat.....	49
3.3. Reducerea consumului de energie electrică.....	50
3.4. Creșterea fiabilității utilajului	51
3.5. Concluzii la capitolul 3	53
CONCLUZII GENERALE	55
RECOMANDĂRI PRACTICE.....	56
BIBLIOGRAFIE	57

REZUMAT

Teza conține: 60 pagini, 18 ilustrații, 12 tabele, 35 surse bibliografice.

Cuvenete cheie: electrotehnologie de uscare, deshidratarea grâului, eficiență energetică, strat fluidizat.

Obiectul cercetărilor din teza de master îl constituie procesul de uscare a grâului în cadrul Gospodăriei Țărănești „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei.

Scopul tezei de master constă în perfecționarea electrotehnologiei de uscare a grâului în cadrul Gospodăriei Țărănești „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei, pentru creșterea eficienței procesului, îndeosebi cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică.

Sarcinile tezei de master: Analiza particularităților actuale cu privire la producerea și păstrarea grâului la Gospodăria Țărănească „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei; Evidențierea neajunsurilor și a problemelor caracteristice proceselor de păstrare a grâului; Analiza particularităților procesului de uscare a grâului și precăutarea soluțiilor de eficientizare a acestui proces; Propunerea spre implementare a electrotehnologiei de uscare a grâului cu aplicarea stratului fluidizat, pentru creșterea eficienței procesului; Evaluarea eficienței și performanțelor aplicării electrotehnologiei propuse pentru uscarea grâului.

Metodologia cercetărilor din teza de master. Au fost utilizate: metodele de analiză, de sinteză; 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. A fost sporită eficiența procesului de uscare a grâului, prin aplicarea electrotehnologiei de uscare în strat fluidizat, în deosebi 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 creșterea eficienței tehnico-economice la Gospodăriile Țărănești, cât și pentru alte întreprinderi specializate din domeniul, pentru a crește eficiența în procesele de uscare a grâului.

SUMMARY

The thesis contains: 60 pages, 18 illustrations, 12 tables, 35 bibliographical sources.

Keywords: drying electrotechnology, wheat dehydration, energy efficiency, fluidized bed.

The object of research in the master's thesis is the wheat drying process in the "MOROZAN DANIEL MIRCEA" Țărănești Farm from Isacova village, Orhei district.

The aim of the master's thesis is to improve the wheat drying electrotechnology within the "MOROZAN DANIEL MIRCEA" Țărănești Farm from Isacova village, Orhei district, to increase the efficiency of the process, especially with: increasing the speed of dehydration, reducing the duration of heat treatment and reducing electricity consumption.

The tasks of the master's thesis: Analysis of the current particularities regarding the production and preservation of goose at the "MOROZAN DANIEL MIRCEA" Farm in Isacova village, Orhei district; Highlighting the shortcomings and problems characteristic of wheat storage processes; Analysis of the particularities of the wheat drying process and the search for solutions to make this process more efficient; The proposal for the implementation of the wheat drying electrotechnology with the application of the fluidized layer, to increase the efficiency of the process; Evaluation of the efficiency and performance of the proposed electrotechnology application for wheat drying.

Research methodology from the master's thesis. The following were used: analysis and synthesis methods; calculation technique with "Microsoft Excel", "StatGraphics" software, the experiment, experimental data processing methods.

The main results obtained of the master's thesis and their significance. The efficiency of the wheat drying process has been increased, by applying fluidized bed drying electrotechnology, especially with: increasing the speed of dehydration, reducing the duration of thermal treatment and reducing the consumption of electricity.

INTRODUCERE

Actualitatea și relevanța temei. În Republica Moldova, grâul este cultura care ocupă cea mai mare pondere în suprafețele cultivate, la moment fiind sunt cultivate zeci de soiuri pe arii extinse, iar grâul fiind utilizat atât în industria alimentară autohtonă, cât și pentru export.

În prezent, în Republica Moldova, problema principală în domeniul culturii grâului constă în lipsa tehnologiilor eficiente de prelucrare primară. Neajunsurile specifice tehnologiilor de uscare a grâului în ansamblu sunt: viteza mică de deshidratare, timpul îndelungat de tratare termică, consum sporit de energie și costuri esențiale de procesare. Mai mult decât atât, tehnologiile influențează și asupra calității grâului, care la rândul său determină și prețul de cost pentru comercializare.

Formularea problemei cercetării. O problemă importantă în acest context este și lipsa unei electrotehnologii eficiente de uscare a grâului la Gospodăria Țărănească „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei, care ar permite creșterea vitezei de deshidratare, reducerea timpului de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică.

Rezolvarea acestei probleme prin perfecționarea electrotehnologiei de uscare a grâului, ar favoriza nemijlocit creșterea eficienței energetice și reducerea costurilor în procesul de uscare, ceea ce ar permite și creșterea calității grâului pentru păstrare sau comercializare.

Astfel, *obiectul cercetărilor din teza de master* îl constituie procesul de uscare a grâului din cadrul Gospodăriei Țărănești „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei.

Subiectul cercetărilor din teza de master îl constituie electrotehnologia de uscare a grâului din cadrul Gospodăriei Țărănești „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei.

Scopul tezei de master constă în perfecționarea electrotehnologiei de uscare a grâului din cadrul Gospodăriei Țărănești „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei, pentru creșterea eficienței procesului, îndeosebi cu: creșterea vitezei deshidratării, reducerea duratei de tratare termică și reducerea consumului de energie electrică.

Sarcinile tezei de master:

- Analiza particularităților actuale cu privire la producerea și păstrarea grâului la Gospodăria Țărănească „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei;
- Evidențierea neajunsurilor și a problemelor caracteristice proceselor de păstrare a grâului;
- Analiza particularităților procesului de uscare a grâului și precăutarea soluțiilor de eficientizare a acestui proces;

- Propunerea spre implementare a electrotehnologiei de uscare a grâului cu aplicarea tratării în strat fluidizat, pentru creșterea eficienței procesului;
- Evaluarea eficienței și performanțelor aplicării electrotehnologiei propuse pentru uscarea grâului.

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

Rezultatele principale obținute ale tezei de master și semnificația lor. Sporirea eficienței procesului de uscare a grâului, prin perfecționarea electrotehnologiei de uscare cu aplicarea tratării în strat fluidizat, în deosebi 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 creșterea eficienței tehnico-economice la Gospodăria Țărănească „MOROZAN DANIEL MIRCEA”, din s. Isacova, r. Orhei, cât și pentru alte întreprinderi specializate din domeniul, pentru a crește eficiența în procesele de uscare a grâului.

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] Popescu V. Automatizarea proceselor în agricultură. Chișinău, 2015.
- [3] Popescu Victor. Electrificarea rurală și rezidențială. Chișinău, 2013.
- [4] 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.
- [5] Popescu V. Analysis of factors of influence on the reliability of power systems. *Acta Electrotehnica*, 2013, vol. 54, nr. 6, pp. 193-197.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] Popescu V., Malai L., 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] Popescu V. Malai L. Estimarea parametrilor sistemului fiabil pentru prelucrarea produselor agricole. *Știința agricolă-Agricultural science*, 2019, nr. 2, pp. 109-113..
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.

- [15] 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.
- [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.
- [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] 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.
- [21] Daud W. Fluidized Bed Dryers — Recent Advances. *Advanced Powder Technology*, 2008, vol. 19, nr. 5, pp. 403–418, doi: 10.1016/S0921-8831(08)60909-7.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [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. Systeme 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] 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.
- [32] Popescu V. Automatizarea proceselor tehnologice în sectorul agrar, Chişinău 2014.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] 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.
- [85] O. Sipahioğlu și S. A. Barringer, „Dielectric Properties of Vegetables and Fruits as a Function of Temperature, Ash, and Moisture Content”, *J. Food Sci.*, vol. 68, pp. 234–239, iul. 2006, doi: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb14145.x.
- [86] P. Tatarov, *Chimia produselor alimentare*. Chişinău: s.n., 2017.
- [87] E. Garcia și D. M. Barrett, „Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables”, în *Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market*, 2002, pp. 267–303.
- [88] G. A. Gonzalez-Aguilar, S. Ruiz-Cruz, H. Soto-Valdez, F. Vazquez-Ortiz, R. Pacheco-Aguilar, și C. Y. Wang, „Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 40, nr. 4, pp. 377–383, apr. 2005, doi: 10.1111/j.1365-2621.2004.00940.x.
- [89] Q. He și Y. Luo, „Enzymatic browning and its control in fresh-cut produce”, *Stewart Postharvest Rev.*, vol. 3, pp. 1–7, dec. 2007, doi: 10.2212/spr.2007.6.3.

- [91] A. Kader și A. Chordas, „Evaluating the browning potential of peaches”, *Hilgardia*, vol. 38, nr. 3, pp. 14–15, mar. 1984.
- [92] C. Y. Lee și J. R. Whitaker, Ed., *Enzymatic Browning and Its Prevention*, vol. 600. Washington, DC: American Chemical Society, 1995. doi: 10.1021/bk-1995-0600.
- [93] M. Mohammadi și H. Kazemi, „Changes in peroxidase and polyphenol oxidase activities in susceptible and resistant wheat heads inoculated with *Fusarium graminearum* and induced resistance”, *Plant Sci.*, vol. 162, nr. 4, pp. 491–498, apr. 2002, doi: 10.1016/S0168-9452(01)00538-6.
- [94] E. Núñez-Delicado, M. Serrano-Megías, A. J. Pérez-López, și J. M. López-Nicolás, „Polyphenol Oxidase from Dominga Table Grape”, *J. Agric. Food Chem.*, vol. 53, nr. 15, pp. 6087–6093, iul. 2005, doi: 10.1021/jf050346z.
- [95] M. Özdemir, „Foods Browning and Its Control”, undefined, 1997, Data accesării: mai 26, 2021. [Online]. Disponibil la: [/paper/Foods-Browning-and-Its-Control-%C3%96zdemir/65c05450e65f82f54e6db6f003c603348c0b9433](#)
- [96] M. Patnaik și U. Basak, „Enzymatic antioxidant activities in eight wild edible fruits of Odisha”, ian. 2015.
- [97] C. Queiroz, M. L. Mendes Lopes, E. Fialho, și V. L. Valente-Mesquita, „Polyphenol Oxidase: Characteristics and Mechanisms of Browning Control”, *Food Rev. Int.*, vol. 24, nr. 4, pp. 361–375, sep. 2008, doi: 10.1080/87559120802089332.
- [98] E. R. Stadtman, „Protein oxidation and aging”, *Science*, vol. 257, nr. 5074, pp. 1220–1224, 1992.
- [99] P. Thipnate și S. Sukhonthara, „Control of Enzymatic Browning in Apple and Potato Purees by Using Guava Extract”, *Sci. Eng. Health Stud.*, pp. 59–68, sep. 2015.
- [101] D.-N. Ahmed et al., „Different Drying Methods: Their Applications and Recent Advances”, vol. 4, pp. 34–42, ian. 2013.
- [102] „Изучение кинетики радиационно-конвективной сушки персиков при импульсном энергоподводе”. <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-kinetiki-radiatsionno-konvektivnoy-sushki-persikov-pri-impulsnom-energopodvode/viewer> (data accesării mai 27, 2021).
- [104] S. P. M. Germer, M. R. Queiroz, J. M. Aguirre, S. A. G. Barbari, și V. D. Anjos, „Process variables in the osmotic dehydration of sliced peaches”, *Ciênc. E Tecnol. Aliment.*, vol. 30, nr. 4, pp. 940–948, dec. 2010, doi: 10.1590/S0101-20612010000400016.
- [105] A. C. Johnson și E. M. Ali Al Mukhaini, „Drying studies on peach and strawberry slices”, *Cogent Food Agric.*, vol. 2, nr. 1, feb. 2016, doi: 10.1080/23311932.2016.1141654.

- [107] K. Movagharnejad și S. Pouya, „The Effect of the Drying Method on the Quality of Dried Kiwi Slices”, *Int. J. Health Med.*, vol. 2, nr. 1, p. 1, mar. 2017, doi: 10.24178/ijhm.2017.2.1.01.
- [108] M. V. Shynkaryk, T. Ji, V. B. Alvarez, și S. K. Sastry, „Ohmic Heating of Peaches in the Wide Range of Frequencies (50 Hz to 1 MHz)”, *J. Food Sci.*, vol. 75, nr. 7, pp. E493–E500, sep. 2010, doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01778.x.
- [109] J. Wang și K. Sheng, „Far-infrared and microwave drying of peach”, *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 39, nr. 3, pp. 247–255, apr. 2006, doi: 10.1016/j.lwt.2005.02.001.