

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**Cu titlul de manuscris
C.Z.U: 664.8.047.38:634.25(043)**

VIȘANU VITALI

**ELABORĂRI TEORETICE ȘI PRACTICE PRIVIND METODA
COMBINATĂ DE DESHIDRATARE A FRUCTELOR DE
PIERSIC**

253.05 PROCESE ȘI APARATE ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești

CHIȘINĂU 2023

Teza a fost elaborată în cadrul Departamentului Inginerie Mecanică a
Universității Tehnice a Moldovei

Conducător științific:

ȚISLINSKAIA Natalia, dr., conf. univ., UTM

Referenți oficiali:

GHENDOV –MOȘANU Aliona, dr.hab.conf. univ., UTM

COZMIC Radu – dr.conf. cercetător, IP Institutul Științifico-practic de
horticultura și tehnologii alimentare

CERNICA Ion – dr., cercetător științific coordanator, Institutul de Fizică
Aplicată

Comisia de doctorat:

Președinte: STURZA Rodica –m.c. al AȘM, dr.hab., prof.univ., UTM,

Secretar științific: BOEȘTEAN Olga, dr., conf. univ.

Membru: TÎRȘU Mihai – dr., cercetător științific coordanator, IE, UTM

Membru: ȚISLINSKAIA NATALIA, dr., conf. univ., UTM

Referent: GHENDOV – MOȘANU Aliona - dr.hab.conf. univ., UTM

Referent: COZMIC Radu - dr. conf., ISPHTA

Referent: CERNICA Ion, dr., cercetător științific coordanator, Institutul
de Fizică Aplicată

Susținerea va avea loc pe data de 25.08.2023 la ora 14.00, în ședința
Comisiei de doctorat din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, FTA,
str. Studenților 9/9, blocul de studii nr.5, aud. 120, MD-2045, Chișinău,
Republica Moldova.

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la biblioteca Universității
Tehnice a Moldovei și pe pagina web a ANACEC.

Rezumatul a fost expeditat pe 14.07.2023

Secretar științific al Comisiei de doctorat,

BOEȘTEAN Olga, dr., conf. univ.

semnătura



Conducător științific:

ȚISLINSKAIA Natalia, dr., conf. univ.

semnătura



Autor

Vișanu Vitali

semnătura



© Vișanu Vitali, 2023

CUPRINS

Reperete conceptuale ale cercetării	4
Actualitatea temei.....	4
Ipoteza de cercetare:.....	4
Scopul cercetării:.....	5
Obiectivele lucrării:.....	5
Metodologia de cercetare	5
Noutatea și originalitatea științifică.....	5
Problema științifică soluționată:	5
Valoarea aplicativă a lucrării.....	5
Implementarea rezultatelor științifice.....	5
Aprobarea lucrării la foruri științifice.....	6
Conținutul tezei	7
1. Aspectele teoretice ale procesului de deshidratare a piersicilor	7
2. Materiale și metode de cercetare	8
3. Cercetarea cineticii procesului de deshidratare a fructelor de piersic	11
4. Influența procedurilor de deshidratare asupra calității piersicilor	17
Concluzii generale și recomandări	22
Bibliografie.....	25
Lista publicațiilor	30
ADNOTARE	32
АННОТАЦИЯ.....	33
ANNOTATION.....	34

Reperle conceptuale ale cercetării

Dezvoltarea dinamică a industriei alimentare se desfășoară prin schimbări profunde în tehnologii și tehnici. În prezent, progresul tehnic în industria alimentară se bazează pe investigații științifice. Din punct de vedere teoretic și aplicativ, asigurarea stabilității calității alimentare din fructe prin procesul de deshidratare prezintă o problemă de importanță majoră. Deshidratarea fructelor este un proces tehnologic prin care se elimină o cantitate de apă până la $a_w < 0,6$, care duce la distrugerea microorganismelor, inactivarea enzimelor și reducerea vitezelor reacțiilor chimice în produsul finit, (Rockland et al., 2020; Tatarov 2017). Tehnica și tehnologia de deshidratare clasică, tradițională are diverse dezavantaje: de aceea s-au realizat un șir de cercetări teoretice și experimentale în scopul obținerii cunoștințelor noi despre procedee care permit obținerea fructelor deshidratate de calitate. Una din direcțiile de perspectivă în asigurarea stabilității fructelor prezintă metoda de conservare a acestora prin deshidratare în câmp electro-magnetic de înaltă frecvență. În scopul modernizării sistemelor tehnologice și tehnice de uscare a fructelor și legumelor, au fost desfășurate cercetări științifice de mai mulți savanți din diferite țări, inclusiv din Republica Moldova, savanți ca: Carajia V., Lupașco A., Bernic M., Carabulea B., Țislinscaia N., Ghendov-Moșanu A., și alții, care au adus un impact semnificativ în rezolvarea problemelor legate de deshidratarea alimentelor.

În prezent, valorificarea și optimizarea sortimentului de fructe deshidratate prezintă o preocupare permanentă a specialiștilor din agricultură și industria alimentară. Plantațiile de piersic ocupă al treilea loc după suprafață și volum de producție în Republica Moldova. În ultimii ani, predominant în zona de sud, cantități enorme de piersici nu au fost culese, au fost alterate, din motive că sunt fructe perisabile. În prezent în Republica Moldova cât și peste hotarele ei, piersicile uscate ar prezenta un produs nou strategic pe piața fructelor uscate. Un produs strategic deoarece ar fi unul competitiv și care nu ar avea concurență cu alte fructe uscate.

Actualitatea temei: constă în direcția prioritară de reînnoire și aplicarea în industria alimentară a tehnologiilor și utilajului modern, procedeele și sistemelor de fabricație a produselor alimentare de calitate, cu conținut redus de energie.

Ipoteza de cercetare: *Reducerea consumului de energie și ameliorarea calității produselor în procesul de eliminare a apei libere și apei legate fizico-chimic din fructe pe parcursul procesului de uscare poate fi realizată prin metoda*

combinată, care include convecție forțată și tratarea cu microunde în câmp electromagnetic.

Scopul cercetării: Elaborări teoretice și practice a procesului de obținere a fructelor deshidratate de calitate prin aplicarea metodei combinate de uscare: deshidratarea fructelor prin convecție forțată în combinație cu tratarea fructelor cu microunde orientate perpendicular față de obiectul de uscare și determinarea modificărilor fizico-chimice și senzoriale ale fructelor de piersic uscate obținute prin metoda combinată.

Obiectivele lucrării: proiectarea și elaborarea instalației de cercetare; descrierea construcției și verificarea funcționării instalației; aprecierea influenței caracteristicilor fizice ale aerului asupra dinamicii modificării umidității piersicilor în procesul de uscare; analiza cineticii procesului de deshidratare a piersicilor; determinarea consumului de energie în procesul de uscare a piersicilor; determinarea modificărilor fizice, fizico-chimice și senzoriale ale piersicilor în procesul de uscare; modelarea matematică a procesului de uscare a fructelor de piersic în funcție de parametri de calitate ai produsului finit.

Metodologia de cercetare include cercetări teoretice a transferului de masă și căldură în procesul de deshidratare a fructelor de piersici; metode experimentale fizice, chimice și fizico-chimice a procesului de uscare prin metoda combinată, metode fizico-chimice și senzoriale de apreciere a calității piersicilor uscate.

Noutatea și originalitatea științifică. Constă în argumentarea teoretică și realizări practice a eficacității metodei combinate de uscare a fructelor de piersic cu aplicarea convecției forțate și tratarea cu microunde, estimate pe baza modelelor matematice elaborate, care reflectă consumul rațional de energie, concomitent cu protejarea calității fructelor uscate de caramelizare și oxidare.

Problema științifică soluționată: s-a demonstrat că în procesul de deshidratare a fructelor tăiate sub formă de placă cu dimensiuni limitate, viteza difuziei umidității din centru la suprafața mostrelor, depinde de temperatura și dimensiunile fructelor tăiate, în urma acțiunii microundelor cu frecvența 2450 MHz, în regim de impulsuri cu durata de 7 - 10 secunde și intervalul de pauză timp de $\Delta\tau = 23 - 20$ secunde.

Valoarea aplicativă a lucrării. S-au deus 2 cereri de brevet privind procedul de deshidratare a fructelor de piersici prin metoda convecției forțate, nr. 2424 din 10.04.2023 și cu aplicarea microundelor nr.2423 din 10.04.2023.

Implementarea rezultatelor științifice: A fost proiectată și elaborată instalația de laborator pentru uscarea fructelor și legumelor, brevet MD.1295 Z

2019.07.31. De asemenea rezultatele obținute au fost implementate pentru modernizarea unei instalații de uscare din raionul Edineț.

Aprobarea lucrării la foruri științifice. Rezultatele obținute pe parcursul realizării lucrării au fost prezentate și discutate la conferințe, simpozioane și saloane de invenție: Euroaliment, Inventcor, Euroinvent, Inventica, Proinvent, Ugalinvent, Infoinvent, etc.

Sumarul capitolelor tezei: Lucrarea este expusă pe 116 pagini text de bază și include următoarele: adnotare în limbile română, rusă și engleză, introducere, 4 capitole, concluzii și bibliografie cu 207 de titluri, lucrarea este ilustrată cu 83 de figuri și 15 tabele.

În introducere sunt relevate metoda ca obiect de cercetare, actualitatea și importanța temei, scopul și obiectivele, ipotezele științifice, metodologia de cercetare, importanța teoretică și inovația științifică, valoarea aplicativă a rezultatelor obținute și sumarul capitolelor tezei.

Capitolul 1. Aspectele teoretice moderne ale procesului de uscare a fructelor de piersic, ale teoriei transferului de masă și căldură, ale tratării cu microunde, schimbări fizico - chimice în procesul de uscare, perfecționări ale tehnicii și tehnologiei de uscare, cercetarea piersicului ca obiect de studiu.

Capitolul 2. Materiale și metode de cercetare, se descrie materia primă, reactivi și materiale de laborator, standul experimental, metoda de măsurare a scăderii de masă și temperatură, parametri mediului, se descrie metoda de uscare a piersicilor prin convecție, cu aplicarea microundelor și combinată, se descriu metodele de determinare a indicilor de calitate a fructelor de piersic, s-a elaborat simularea curgerii fluidului prin camera de uscare.

Capitolul 3. Cercetarea cineticii procesului de deshidratare a fructelor de piersic, sunt elaborate simulări ale curgerii fluidului, s-a determinat răspândirea câmpului de temperaturi la aplicarea microundelor, este descrisă cinetica procesului de uscare a piersicilor prin convecție, microunde și combinată; s-a determinat consumul de energie, s-au elaborat modele matematice.

Capitolul 4. Influența procedeele de uscare asupra calității fructelor de piersic, s-a efectuat analiza senzorială a mostrelor de piersici uscate prin diferite aporturi de energie, modelarea matematică în funcție de parametri de calitate ai produsului finit, s-a determinat conținutul de zaharuri la metoda convecției s-a determinat conținutul de polifenoli și activitatea antioxidantă ale piersicilor uscate pentru diferite regimuri termice.

Cuvinte cheie: Convecție, SHF, metodă combinată, cinetica, model matematic, polifenoli, calitate..

Conținutul tezei

1. Aspectele teoretice ale procesului de deshidratare a fructelor de piersic

În capitolul dat s-a analizat principiile de bază ale teoriei transferului de masă și căldură în procesul de uscare a produselor cu structură capilar – poroasă. În acest context s-a realizat un studiu pentru corpurile capilar poroase la care se referă și piersicile, un fruct strategic pentru Republica Moldova datorită condițiilor favorabile de cultivare în această zonă. Un interes deosebit pentru acest tip de produse este difuzia umidității prin aceste capilare care a fost studiat pe baza cercetărilor efectuate de inginerul rus Lykov, (Lykov 1975). Pe plan mondial un aport important în descrierea fenomenelor de transfer au fost inginerii Bird, Stewart, și Lightfoot, (Bird et al., 1960). Mecanismul de transfer în procesul de uscare a produselor poroase este investigat de multipli savanți folosind diferite metode și simulări într-un spectru larg de aplicații (Kumar et al., 2012; Bonnet et al., 2019; Tartakovsky et al., 2019; Rosti et al., 2020).

Dezvoltarea unui model matematic capabil să prezică comportamentul transferului prin structurile poroase se datorează inginerului francez Henry Darcy care a propus o relație directă dintre debit și diferența de presiune. În ultimii ani, s-au dezvoltat teorii mai complexe pentru a descrie procesul transferului simultan de căldură și masă la scară microscopică, pe baza teoriei difuziei (Tartakovsky et al., 2019), teoriei fluxului capilar (Ismail, N. et al., 2019) și teoriei condensării prin evaporare (Bonnet et al., 2019). Modelul Whitaker a devenit o abordare populară pentru modelarea teoretică a uscării produselor poroase, în deosebi pentru produsele alimentare care reprezintă un mediu hidroscopic poros (Plumb et al., 1985; Nasrallah et al., 1988; Constant et al., 1996; Di Blasi, 1998; Quintard et al., 2000). Modelul Whitaker a fost completat cu noțiunile de porozitate și saturație echivalentă a apei pentru diferite cazuri particulare cum ar fi procesul de prăjire și răcire a chipsurilor tortilla, (Yamsaengsung et al., 2002), pentru prăjirea chipsurilor de cartofi; (Feng et al., 2001), uscarea merelor; (Ni et al., 1999), uscarea cu microunde (Dincov et al., 2004; Datta, et al., 2002, 2007), pentru coacerea pâinii (Datta, 2001; Zhang, et al., 2005, 2006). O concretizare importantă au făcut Halder Amit, Ashim Datta, Roger M. Spanswick (Halder et al., 2011), pe parcursul uscării apa se deplasează concomitent pe două căi: extracelulare (prin intermediul porilor și capilarelor) și intercelulare (prin intermediul membranelor celulare). Fenomenul de transfer la nivel de celulă poate fi caracterizat de mai multe mecanisme interne: transportul apei prin pereții și membranele celulare în spațiul intercelular – difuzia între membranele spațiului intercelular și eliberarea locală a apei prin membrane datorită diferenței

de presiune; transportul de apă liberă de la celulă la celulă – difuzia în cadrul matricei celulare și eliberarea apei între celule din porii locali din structura celulelor (Whitaker et al., 1969; Marinos-Kouris et al., 2006; Silva, et al., 2012; Onwude et al., 2016).

S-au studiat aspecte moderne ale tratării cu microunde, necesitatea utilizării lor, s-a descris fenomenul de polarizare, determinarea puterii necesare a microundelor în procesul de uscare a produselor vegetale umede este și la moment o problemă actuală (Feng et al., 2002; Tang et al., 2002; Tang, 2005; Sipahioğlu et al., 2006; Ghanem, 2010; Jiang et al., 2014).

S-au analizat modificări fizico - chimice ce au loc pe parcursul deshidratării, cum ar fi efectul de brunificare, tipurile, cauzele apariției, factorii de intensificare, etc., (Garcia et al., 2002; Gonzalez-Aguilar et al., 2005; Tatarov, 2017).

S-au cercetat tehnica și tehnologia modernă destinate deshidratării în deosebi a fructelor, accent s-a pus pe metodele combinate de uscare, în urma analizei s-au identificat unele direcții de perspectivă, metodele hibride, Eco – Friendly, etc., (Wang, et al., 2006; Germer et al., 2010; Golisz et al., 2013; Ahmed, 2014; Moses et al., 2014; Maican, 2015, Gîdei et al., 2016; Johnson et al., 2016; Movagharnejad et al., 2017; Schraud et al., 2021).

Drept materie primă pentru deshidratare au servit piersicii deoarece prezintă a treia specie pomicolă, ca perspectivă de cultivare, în funcție de suprafață și volumul de producție după măr și prun. Piersicile sunt apreciate pentru consumul în stare proaspătă, fiind utilizate și sub formă prelucrată în compoturi, nectar, gem, dulceață, etc, (Rajarathnam, 2011; Davim et al., 2015), Valoarea nutritivă ridicată a piersicilor se datorează compoziției complexe și echilibrate de apă (87 - 90%), substanțe uscate totale (10 - 12,5%), conținut de zahăr (8,4g / 100g de produs), aciditate titrabilă (0,5%) și pH-ul 4. (Emadi et al., 2011; Pérez-López et al., 2014; Espinoza et al., 2015).

2. Materiale și metode de cercetare

În cercetare s-au utilizat piersicii soiurile Springcrest, Cardinal, Redhaven, recoltate în RM în perioada anilor 2015 – 2022, având inițial un conținut de umiditate în jur de 88 - 90%, masa în jur de 90 - 110g, fermitatea în jur de 0,8– 1,2 kgf/cm² și pH – ul circa 3,5 (Popa, et al, 2016), reactivii și materialele de laborator au fost alese conform standardului ISO. Cercetarea procesului de deshidratare a piersicilor a avut loc la instalația proiectată, elaborată și brevetată la UTM, brevet MD 1295 Z 2019.07.31, figura 2.1.

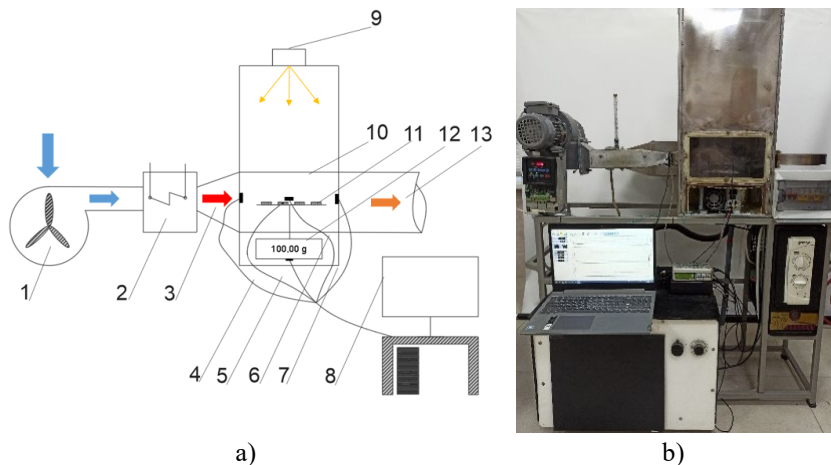


Fig.2.1. Instalația de cercetare, a) schema funcțională, b) vederea reală

Pentru măsurarea parametrilor tehnologici în timpul procesului de uscare, (temperatura, umiditatea, viteza aerului) standul de cercetare a fost dotat cu senzori, (DALLAS 8820 – eroarea $\pm 0,10C$) și (DALLAS 8820 – eroarea $\pm 0,5\%$), figura 2.2.

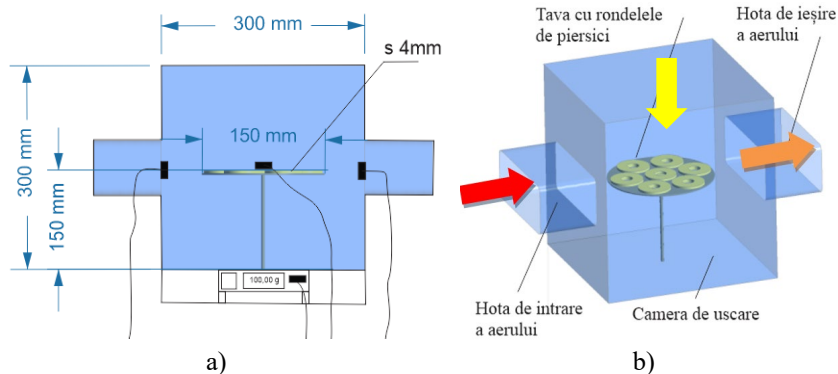


Fig.2.2. Camera de uscare, a) gabarite, b) principiu de lucru

Senzorii de temperatură, umiditate și viteză a agentului termic cât și cântarul electronic digital s-au conectat la un dispozitiv electronic, prin intermediul acestuia și a softului IgiCOM, la fel elaborat la UTM toți parametri indicați pot fi monitorizați direct și/sau înregistrați la calculator. Ca urmare rezultatele obținute sunt prelucrate în urma căreia se studiază cinetica de uscare, figura 2.3.

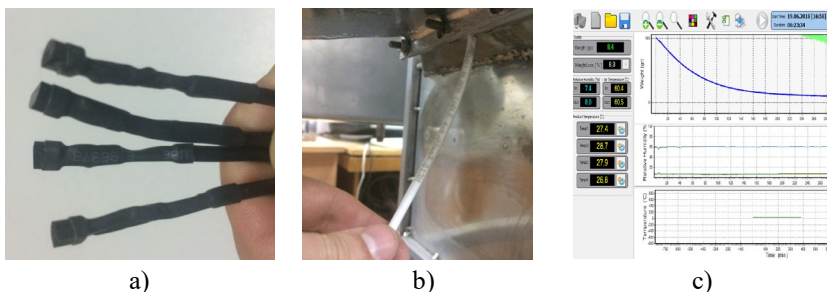


Fig.2.3. a) Senzorii de temperatură, b) senzor de umiditate, c) Softul IgiCOM &UTM Dryer –V.2.0

Pentru deshidratare piersicile au fost spălate sub un șuvoi de apă de temperatura camerei, șterși cu un șervețel uscat și examinate vizual și tactil să nu poseze urme de mucegai, corpuri străine, urme de vătămări, după care au fost tăiate în jumătate pentru scoaterea sâmburelui, apoi sunt tăiate în rondele de grosime bine determinată, 3 - 4 mm. Se alege și se cântărește o porție de rondele în așa mod ca greutatea să atingă $100 \pm 0,1$ g și se aranjează pe suportul din camera de uscare, după care începe uscarea.

Uscarea prin convecție - s-a utilizat ventilatorul centrifugal și tenul electric, în calitate de agent termic s-a folosit aerul din încăperea cu temperatura inițială $20-25^{\circ}\text{C}$, umiditatea relativă a aerului $55-60\%$, presiunea atmosferică normală, pentru cercetare deshidratarea a avut loc la diferite temperaturi $50 - 90^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, la diferite viteze ale aerului de la $0,5 - 2,5 \pm 0,1\text{m/s}$, și la diferite grosimi ale produsului 2, 4, 6, 8 și 10 mm în camera de uscare cu dimensiunile de gabarit $300 \times 300 \pm 0,5$ mm. (Zhu et al., 2014; Vișanu, 2018; Karaaslan et al., 2021).

Uscarea cu microunde – s-a utilizat ventilatorul centrifugal și microunda cu magnetronul cu puterea totală de 600 W pentru cercetare s-au stabilit diferite regimuri de intensitate de 120 – 490 W, pentru magnetronul de 900 W – 180 – 360 W, viteza aerului de $2,0 \pm 0,1$ m/s, grosimea rondelilor 3 - 4 mm (Wang, et al., 2006b; Roknul et al., 2019; Vișanu, 2022).

Uscarea combinată – grosimea rondelilor de 3 - 4 mm, viteza aerului $2 \pm 0,1$ m/s, temperatura optimă de uscare de $60 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, și s-a combinat cu regimurile optime de uscare cu puterea magnetronului de 180, 225, 270 W, după care s-a cercetat combinarea puterii de 225 W și temperatura convecției de 50, 60 și $70 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, ca fiind regimuri și parametri optimi de uscare, (Maskan, 2001b; Ismail, et al., 2017; Țislinscaia et al., 2021).

3. Cercetarea cineticii procesului de deshidratare a fructelor de piersic

Pentru a determina poziția optimă de amplasare a tăvii cu produs s-a elaborat simularea curgerii fluxului de aer cu viteza de 2 m/s, s-a observat zonele unde valoarea fluxului se reduce sau se majorează, s-au identificat pierderile de viteză datorită rezistențelor opuse, etc., figura 3.1, 3.2. și compararea rezultatelor reale figura 3.3. și 3.4.

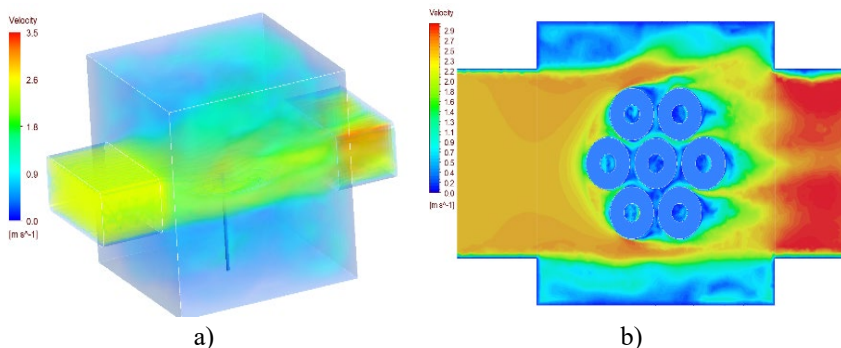


Fig.3.1. Distribuția vitezei fluidului, a) în volum, b) secțiune

Pentru a compara veridicitatea rezultatelor obținute în urma simulărilor s-a măsurat viteza aerului cu anemometru cu fir TESTO în diferite puncte în camera de uscare conform cărora se poate de confirmat similitudinea rezultatelor în 95%, figura 3.2

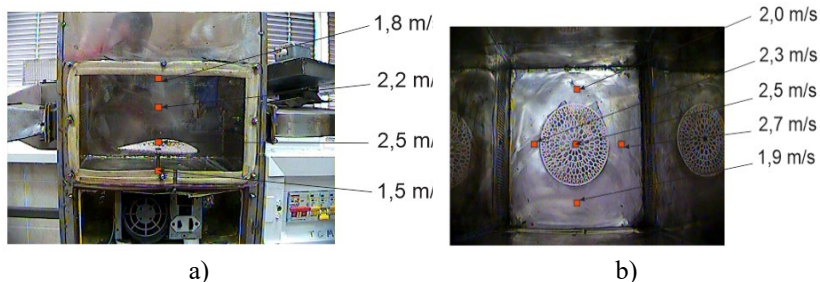


Fig.3.2. Distribuția vitezei fluidului, a) în volum, b) secțiune

De asemenea s-a analizat și simulat curgerea fluidului cu viteza de 2 m/s și cu temperatura inițială de 60°C, unde s-a observat răspândirea câmpului de temperaturi, figura 3.3.

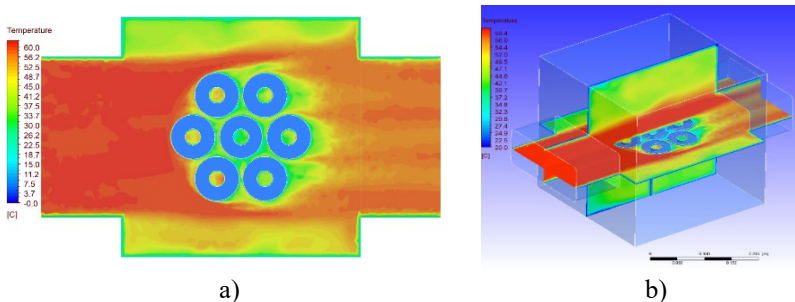


Fig.3.3. Câmpul de temperatură, a) în planul x-y; b) secțiune x – y - z

În urma simulării s-a cercetat această răspândire la instalația experimentală în condiții reale, conform figurii 3.4 tava pentru amplasarea produsului este orientată în poziția optimă, în centrul câmpului de temperaturi.

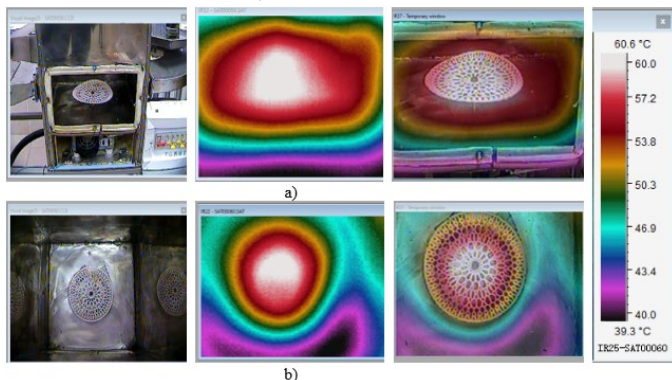


Fig.3.4. Câmpul de temperatură în camera de uscare (orizontal și frontal)

La uscarea cu aplicarea microundelor, o problemă actuală este determinarea răspândirii câmpului de temperaturi în interiorul camerei de uscare, în urma experiențelor s-a prezentat eficiența funcționării ghidajelor de microunde, figura 3.5.

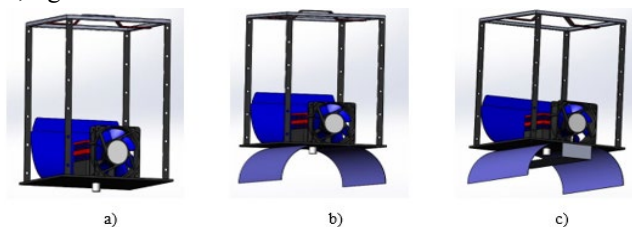


Fig.3.5. Magnetronului: a) fără ghidaj; b) un ghidaj; c) două ghidaje

Experiențele s-au petrecut pentru 3 cazuri, conform figurii 3.10: magnetronul fără ghidaje (A), cu un ghidaj (B) și cu două ghidaje de reflectare ale microundurilor (C) și ulterior s-au elaborat graficele de distribuție ale câmpului de temperaturi în cele 16 zone, figura 3.6.

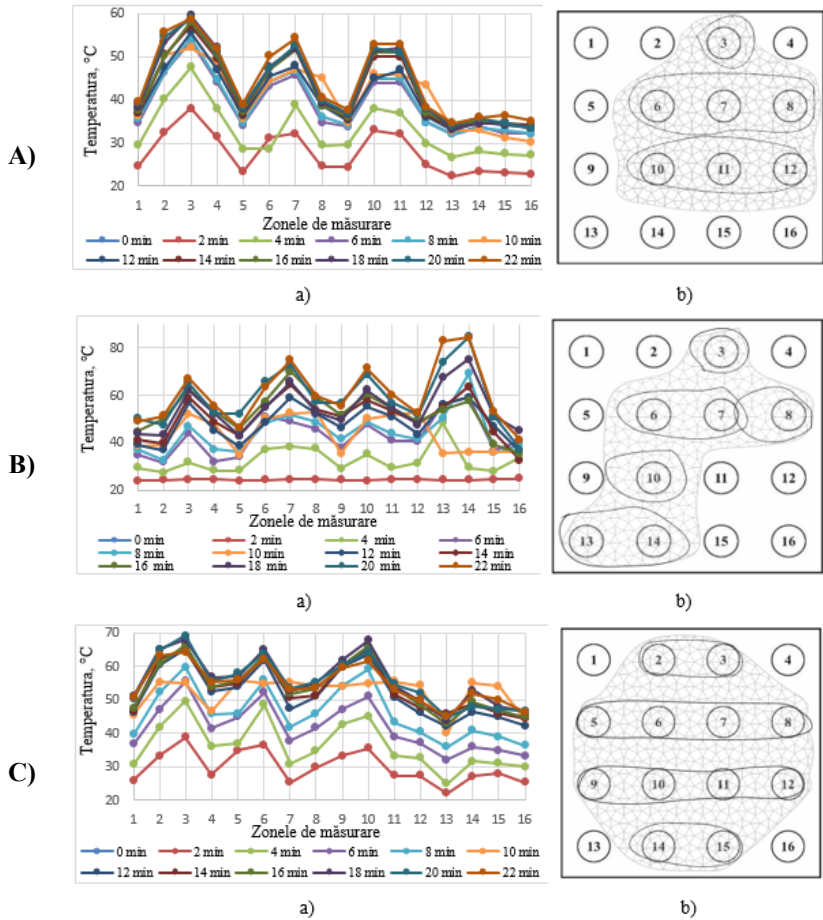


Fig. 3.6. A) Utilizarea magnetronului fără ghidaj de reflecție, B) Utilizarea magnetronului cu un ghidaj de reflecție, C) Utilizarea magnetronului cu două ghidaje de reflecție, distribuția câmpului de temperaturi, a) interpretarea grafică; b) interpretarea zonală

În urma experiențelor concluzionăm, că datorită utilizării reflectoarelor câmpul de temperaturi este repartizat mai uniform. Folosirea corectă a ghidajelor

de propagare cu o construcție și poziție de amplasare corectă duce la reducerea cheltuielilor de energie datorită excluderii mecanismelor de acționare auxiliare de rotire a tăvii sau a reflectoarelor pentru microunde, (Li et al., 2011; Hazervazifeh et al., 2021; Jeon et al., 2022; Shen et al., 2022).

Pentru determinarea metodei și parametrilor optimi de tratare termică s-a elaborat și studiat cinetica de uscare a piersicilor. Cinetica procesului de uscare prin convecție: la diferite temperaturi ale aerului - figura 3.11, diferite grosimi ale produsului - figura 3.12 și pentru diferite viteze ale aerului - figura 3.13.

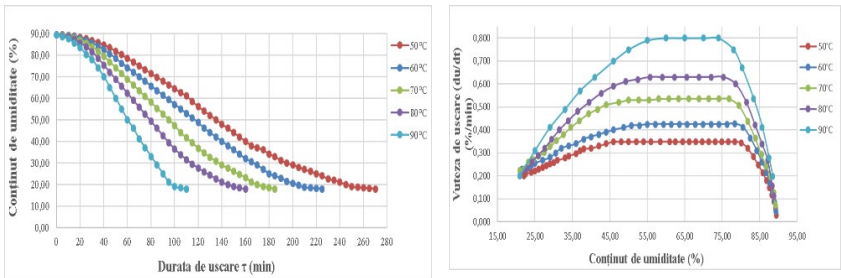


Fig.3.7. Curbele de uscare prin convecție a piersicilor la diferite temperaturi

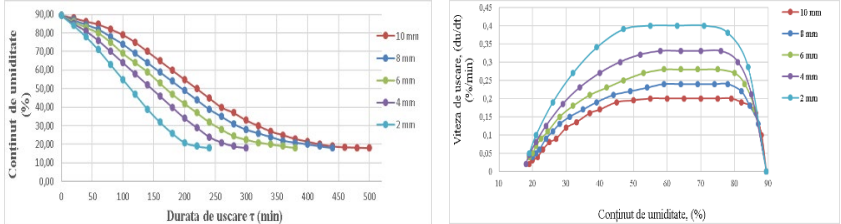


Fig.3.8. Curbele de uscare a piersicilor la diferite grosimi a rondelilor

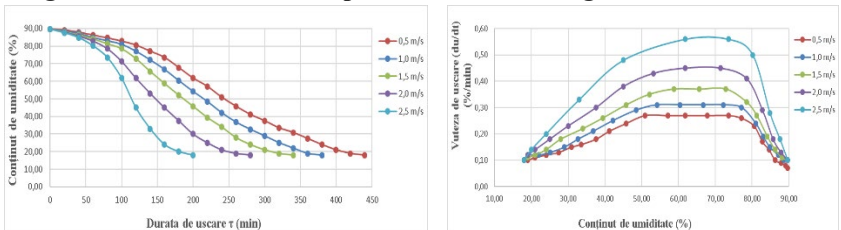


Fig.3.9. Curbele de uscare a piersicilor la diferite viteze a aerului

Cinetica procesului de uscare a fructelor de piersic cu utilizarea undelor electromagnetice cu frecvența de 2450 MHz, la diferite puteri ale magnetronului

de 600 W - figura 3.9 și 900 W - figura 3.10, (Bernic, 2008; Bernic, et al., 2011; Țîlinscaia et al., 2020).

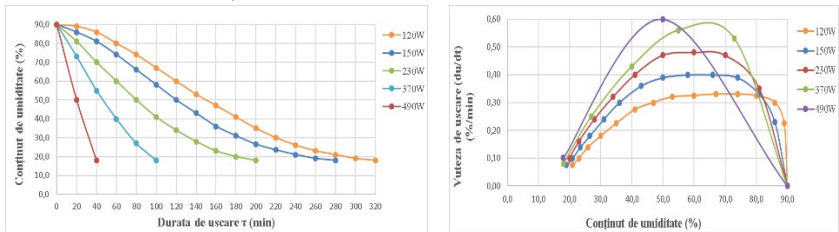


Fig.3.10. Curbele de uscare a piersicilor cu magnetron 600W

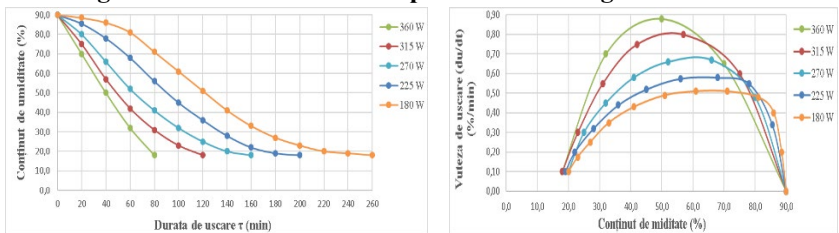


Fig.3.11. Curbele de uscare a piersicilor cu magnetron 900W

Ca metodă de uscare s-a stabilit combinarea simultană a convecție și cu microunde, (Demirel et al., 2017; Hii et al., 2021; Țîlinscaia et al., 2021), temperatura aerului 60°C și microundele la 180W, 225W și 270W, figura 3.27.

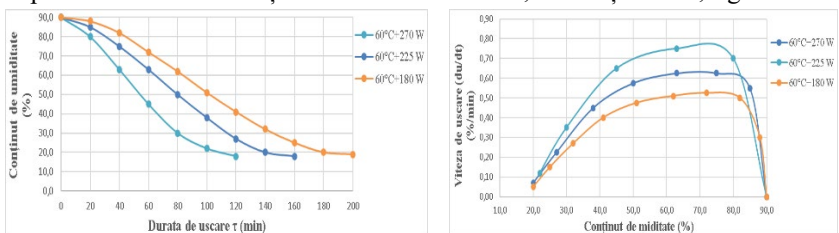


Fig.3.12. Curbele de uscare a piersicilor prin metoda combinată, convecție + SHF

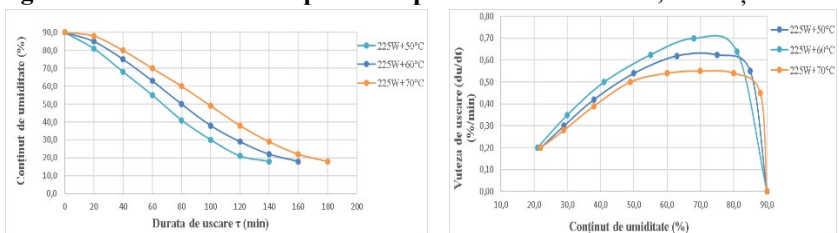


Fig.3.13. Curbele de uscare a piersicilor prin metoda combinată, SHF + convecție

În urma realizării procesului de uscare a piersicilor s-a determinat consumul de energie electrică la uscare prin convecție, microunde și metoda combinată, viteza aerului de 2,0 m/s și grosimea produsului de 4 mm, se mențin pentru toate metodele, figura 3.14 – 3.17.

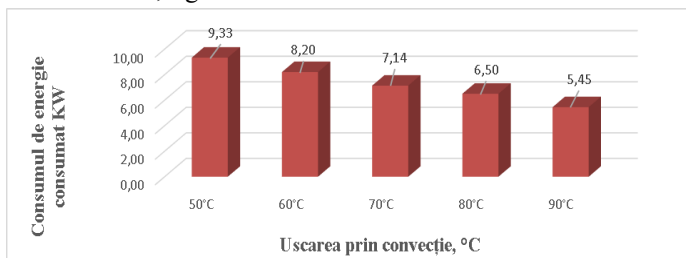


Fig.3.14. Consumul de energie la uscare prin convecție

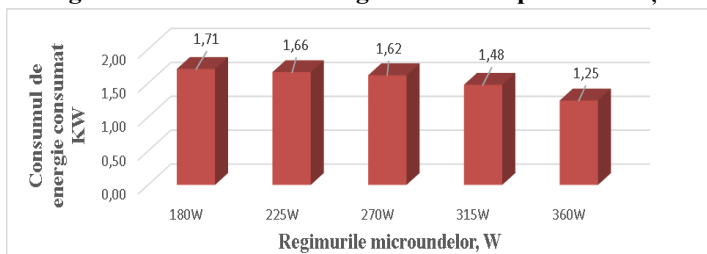


Fig.3.15. Consumul de energie la uscare cu microunde

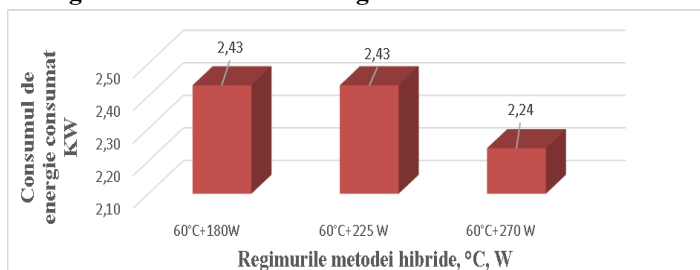


Fig.3.16. Consumul de energie pentru metoda combinată

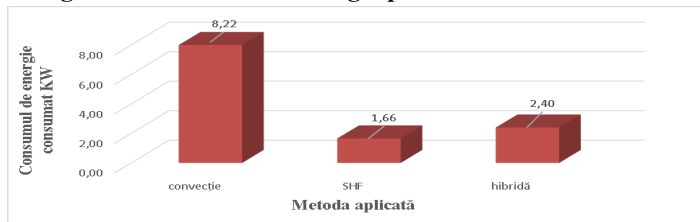


Fig.3.17. Consumul de energie pentru convecție, SHF și combinată

S-au elaborat 2 modele matematice:

modelul I prezintă transferul de temperatură și umiditate, în instalațiile cu microunde ecuația 3.1 și 3.2

$$T = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{p=1}^{\infty} C_{mp}(y) \left[\cos(k_{zp} * z) - \frac{\alpha}{\lambda_d k_{zp}} \sin(k_{zp} z) \right] \cdot \quad (3.1)$$

$$\cos(k_{xm} x) \\ U = \sum_{i=1}^{\infty} \cdot \sum_{j=1}^{\infty} A_j(y) \left(\cos(k_{zj} z) - \frac{\beta}{\alpha_m k k_{zj}} \cdot \sin k_{zj} z \cdot \cos k_{xi} x \right) \quad (3.2)$$

modelul II prezintă cantitatea de căldură necesară în procesul de uscare pentru a extrage o anumită cantitate de umiditate din produs, ecuația 3.3.

$$Q_{(70\%)} = 2.0 \cdot 10^9 e^{(-0.021 \cdot T)} \quad (3.3)$$

$$Q_{(50\%)} = 1.9 \cdot 10^9 e^{(-0.021 \cdot T)}$$

$$Q_{(30\%)} = 1.0 \cdot 10^9 e^{(-0.019 \cdot T)}$$

$$Q_{(20\%)} = 9 \cdot 10^8 e^{(-0.019 \cdot T)}$$

$$Q_{(10\%)} = 8.5 \cdot 10^8 e^{(-0.019 \cdot T)}$$

$$Q_{(5\%)} = 4.5 \cdot 10^8 e^{(-0.017 \cdot T)}$$

4. Influența procedurilor de deshidratare asupra calității piersicilor

Pentru stabilirea condițiilor optime de uscare din punct de vedere a calității și valorii biologice a fructelor de piersic s-au utilizat metodele: convecția forțată; aplicarea microundelor și metoda combinată (convecție și microunde) (Deseatnicova, et al., 2022). Pentru determinarea parametrilor optimi de uscare ai convecției s-a efectuat analiza senzorială. Prima probă s-au analizat feliile de piersici uscate cu diferite grosimi, de la 2 la 10 mm. Conform rezultatelor obținute s-a constatat că proba cu grosimea de 4 mm a obținut din maxim 20 de puncte calificativul foarte bun cu media 19,44 puncte, urmat de proba cu grosimea de 2 mm, 18,0 puncte cu calificativul bun, figura 4.1.

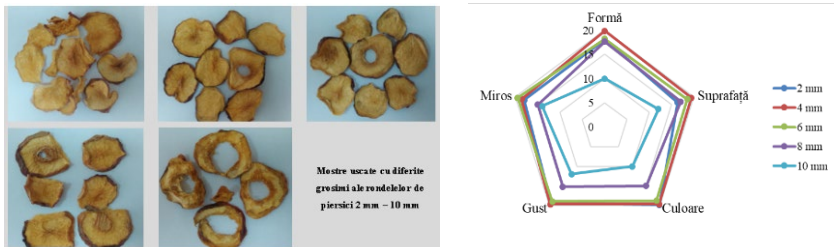


Fig.4.1. Feliile de piersici uscate la diferite grosimi

Conform analizei senzoriale probele uscate la viteza aerului de 2 m/s a obținut 19,66 puncte cu calificativul foarte bun, urmat de proba uscată la viteza de 1,5 m/s cu 18,0 puncte și proba cu viteza aerului de 2,5 m/s cu calificativul bun cu 17,34 puncte. În cazul dat viteza aerului de la 1,50 – 2,50 m/s prezintă calitative ridicate, punctajul acumulat practic nu diferă, deci pot fi aplicate în uscare, figura 4.2.

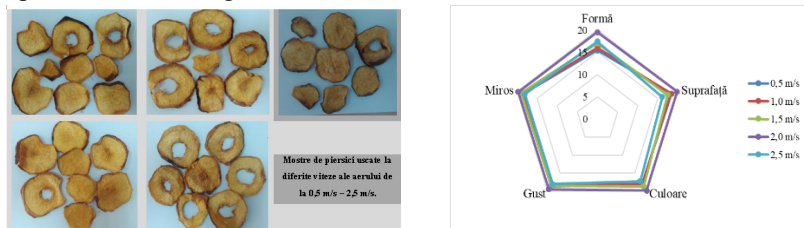


Fig.4.2. Feli de piersici deshidratate la diferite viteze ale aerului

În urma analizei senzoriale proba uscată la 70°C a obținut valoarea maximă de 19,74 puncte, 60°C - 19,02 puncte, 50°C cu 18 puncte și calificativul bun. Concluzionând, se poate afirma, că utilizarea valorilor temperaturii mai mici de 60°C și valorile mai înalte a temperaturii de 70°C diminuează aspectul exterior al produsului uscat, la temperaturile de 80 și 90°C are loc o intensificare a procesului de brunificare și ca urmare o schimbare radicală a culorii, figura 4.3.

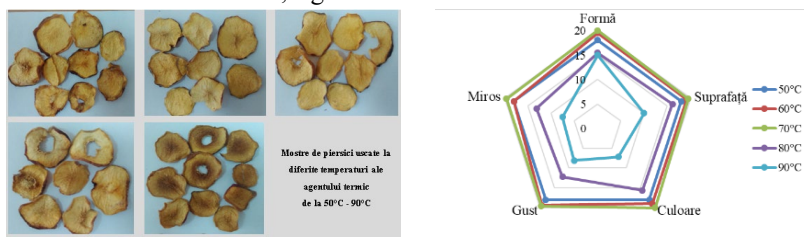


Fig.4.3. Feli piersici deshidratate la diferite temperaturi ale aerului

Conform analizei senzoriale calificativul foarte bun a primit proba uscată la puterea magnetronului de 270 W cu punctajul 19,86 puncte și 225 W cu 19,24 puncte, practic ambele probe sunt identice după formă, culoare, miros și gust. Proba uscată la puterea magnetronului de 180 W a obținut 18 puncte cu calificativul bun. Probele obținute în urma tratării la puterea de 315 și 360 W au obținut calificativul necorespunzător și nesatisfăcător din motivul unui câmp prea intensiv ce a cauzat arderea și deteriorarea produsului, fig.4.4.

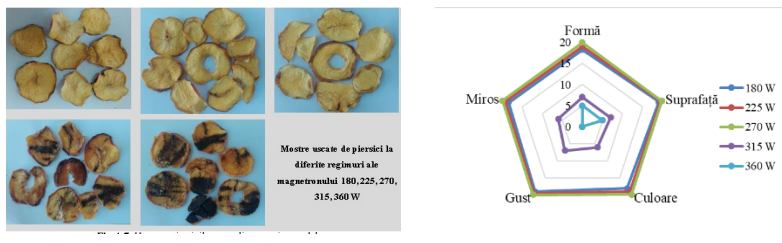


Fig.4.4. Feli de piersici deshidratate la diferite puteri ale magnetronului

Piersicile deshidratate la temperatura de 60°C și puterea magnetronului de 270 W a primit punctajul maxim de 20, 225 W – 19 puncte și pentru 180 W – 18,48 puncte. La puterea magnetronului de 225 W în combinație cu uscarea la temperatura de 50°C s-a obținut 19,20 puncte, pe când regimul cu puterea de 225W și temperatura de 70°C care a primit calificativul nesatisfăcător – 7 puncte, figura 4.5.

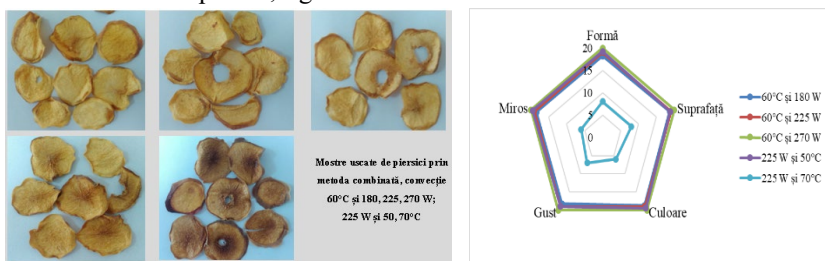


Fig.4.5. Feli de piersici deshidratate prin metoda combinată

Modelarea matematică a procesului de uscarea a fructelor de piersic în funcție de parametri de calitate ai produsului finit. În scopul obținerii piersicilor uscați calitativ din punct de vedere al aspectului exterior.

Pentru convecția forțată:

$$K_{convecția} = 0,765 * (-0,0011t^2 + 0,1332t - 2,8589) * (-0,1857v^2 + 0,52v + 0,8152) * (0,0114\delta + 0,956) \quad (3.4)$$

Pentru microunde:

$$K_{UHF} = 0,624 * (-9 \cdot 10^{-5} \cdot W^2 + 0,0424W - 3,2987) * (-0,0205\delta^2 + 0,1378\delta + 0,7262) \quad (3.5)$$

Pentru metoda combinată:

$$K_{con+UHF} = 1,2 * (-0,0038t^2 + 0,4123t - 10,21) * (-6 \cdot 10^{-5}W^2 + 0,0258W - 1,883) * (-0,0743\delta^2 + 0,2296\delta + 0,7698) * (0,0236v + 1,0166) \quad (3.6)$$

Modificarea aspectului fructelor de piersici în funcție de temperatura de uscare

S-a examinat influența diferitor valori ale temperaturii asupra conținutului total de mono și dizaharide. Scopul cercetărilor a fost efectuat pentru identificarea temperaturii optime în păstrarea conținutului maxim de mono și dizaharide în compoziția chimică a piersicilor deshidratate.

Conform rezultatelor obținute în urma deshidratării prin metoda convecției forțate, la temperatura agentului termic de $60 \pm 0,5^\circ\text{C}$ s-a obținut conținutul maxim sumar de mono și dizaharide, de circa $67,05 \text{ g}/100 \text{ g}$, în comparație cu tratarea la temperatura de 50°C fiind $55,96 \text{ g}/100 \text{ g}$. Este evident că uscarea piersicilor la temperaturi ridicate ca $70 - 90^\circ\text{C}$ conduce la reducerea conținutului total de glucide în rezultatul procesului de caramelizare și reacției Maillard. Totodată majorarea concentrației de mono și dizaharide la temperatura $60 \pm 0,5^\circ\text{C}$ prezintă un efect specific care necesită o analiză detaliată în domeniu chimiei alimentare (Tatarov 2017).

Conținutul și activitatea antioxidantă ale polifenoli în fructele de piersic în funcție de temperatura uscării

Scopul cercetărilor a fost aprecierea influenței condițiilor de uscare a piersicilor asupra valorii biologice și activității antioxidante a probelor uscate. S-a determinat conținutul total de polifenoli în piersicii care au fost uscate prin trei metode: convecție, microunde și metoda combinată. Inițial s-a determinat conținutul total de polifenoli în piersicile proaspete care a fost de circa $4,66 \text{ mg AG/g}$ de produs.

Conținutul total de polifenoli și activitatea antioxidantă în piersicile uscate prin convecție la diferite temperaturi ale aerului:

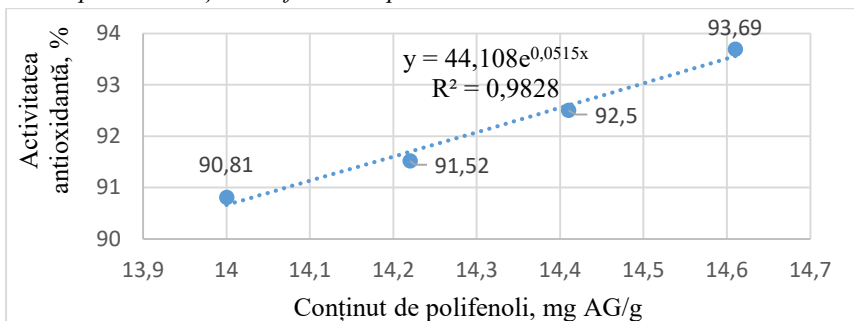


Fig.4.6. Dependența activității antioxidante a polifenolilor variază în limitele 91 – 94%

Conținutul total de polifenoli și activitatea antioxidantă în piersicile uscate cu microunde la diferite puteri ale magnetronului:

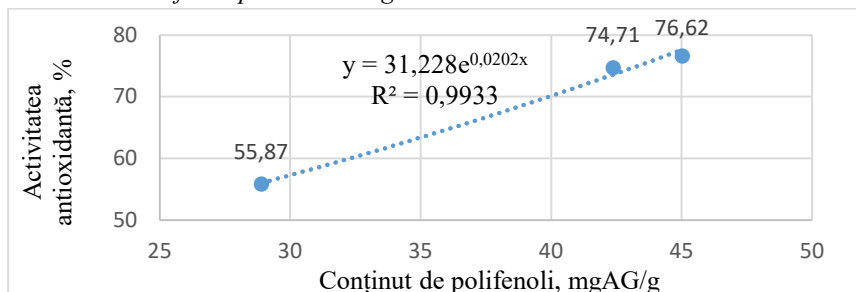


Fig.4.7. Dependența activității antioxidante de conținutul de polifenoli

Conținutul total de polifenoli și activitatea antioxidantă în piersicile uscate prin metoda combinată:

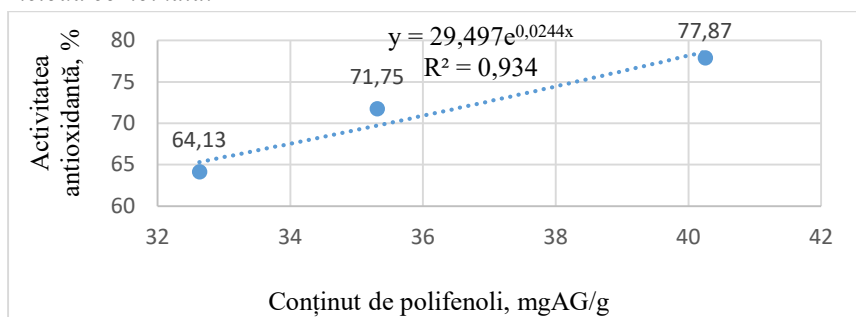


Fig.4.8. Dependența activității antioxidante de conținutul de polifenoli

Analiza corelației activității antioxidante și conținutului total de polifenoli se atestă o dependență exponențială cu precizia înaltă a rezultatelor 0,95, 0,98 și 0,99. La rândul său conținutul de polifenoli este influențat de temperatură și regimurile termice ale microundelor, în așa mod că odată cu creșterea temperaturii scade conținutul de polifenoli, o dependență invers proporțională, tabelul 4.7, însă la aplicarea microundelor dependența este direct proporțională, tabelul 4.8. Efectul negativ al temperaturii majorate asupra diminuării conținutului de polifenoli este descris în literatură (Tatarov, 2017; Deng et al., 2020; Eyenga et al., 2020).

Concluzii generale și recomandări

Cercetările teoretice și experimentale efectuate în cadrul tezei au condus la formularea următoarelor concluzii:

1. S-a proiectat și s-a elaborat instalația pentru cercetări experimentale a procesului de uscare a fructelor prin metoda combinată, în câmp electromagnetic concomitent cu deshidratarea prin convecție. Aparatul este dotat cu un sistem electronic și un soft pentru monitorizarea și înregistrarea temperaturii, umidității, presiunii, modificarea masei fructului în procesul de uscare, viteza aerului, parametrii câmpului electromagnetic, nr. brevetului de invenție MD 1295 Z 2019.07.31, subcapitol 2.3 (Bernic et al., 2018).
2. S-au determinat particularitățile teoretice ale proceselor de transfer de masă și căldură în procesul de uscare a persicilor prin metoda combinată. Au fost stabilite relații funcționale matematice a consumului de energie în dependență de umiditatea fructelor și parametrii procesului de uscare, subcapitol 3.7 (Țislinscaia et al., 2021; Ivanov et al., 2022).
3. S-a determinat că viteza difuziei umidității din centru la suprafața fructelor tăiate sub formă de placă cu demisiuni limitate, aranjate paralel fluxului de aer și perpendicular acțiunii microundelor, depinde de câmpul electromagnetic cu acțiunea microundelor la frecvență 2450 MHz, în regim de impulsuri cu durata de 7,5 - 10 secunde și intervalul de pauză timp de $\Delta\tau = 20 - 22,5$ secunde, subcapitol 3.4 (Vișanu et al., 2022).
4. S-a constatat că uscarea persicilor cu aplicarea metodei combinate prin convecție și microunde duce la reducerea duratei de uscare cu 40 - 60 minute, în cazul în care parametrul echivalent al fructului sub formă de placă, cu grosimea de 4 mm, temperatura aerului de 60 – 65°C, viteza aerului de 2 ± 0,1 m/s, tratate cu microunde la puterea magnetronului de 180 – 270 W, rezultă un consum de energie circa 3 kW pentru uscarea 1 kg de fructe de piersic, subcapitol 3.6 (Țislinscaia et al., 2021; Țislinscaia et al., 2022).
5. În urma aprecierii calității persicilor uscate prin metoda combinată s-a constatat că umiditatea finală constituie 16 – 18 %. Conținutul de glucoza, fructoza și zaharoza în piersicile uscate la temperatura 50 - 60°C constituie circa 55 -67 %. Conținutul total de polifenoli variază în limitele de 14,0 – 14,6 mg AG/g și activitatea antioxidantă determinată prin metoda DPPH a fost 71 -78 %, subcapitol 4.3 (Deseatnicova et al., 2022; Vișanu et al., 2022).
6. S-a determinat existența corelației funcționale ($R^2 = 0,96$) dintre activitatea antioxidantă și conținutul total de polifenoli în fructe de piersic uscate. Datorita acestei corelații ridicate viteza reacției de oxidare a fost redusă, prin

urmare, aspectul suprafeței mostrelor de piersici uscate a fost identic culorii fructelor native, subcapitol 4.4 (Deseatnicova et al., 2022).

7. Pentru aprecierea consumului de energie totală a procesului de uscare a piersicilor și calitatea piersicilor deshidratate, au fost elaborate trei modele matematice. Modelul I prezintă transferul de temperatură și umiditate în procesul de uscare a piersicilor. Modelul II prezintă dependența consumului de căldură în funcție de volumul evaporării apei din produs. Modelul matematic III prezintă dependența calității piersicilor uscate de parametrii procesului de uscare, subcapitol 3.7 (Ivanov et al., 2022), subcapitol 4.2.

Recomandări

Recomandări tehnice privind instalația de cercetare:

Consum sporit de energie, pierderi de căldură (căldura cedată prin pereții camerei de uscare, prin produsul uscat, la operațiile de încărcare/descărcare, la reciclare, cu evacuarea gazului de ardere): înlocuirea energiei electrice cu altă sursă de energie mai ecoomă, regenerabilă; izolare eficientă; recircularea parțială a agentului termic; posibilitatea adaptării la un circuit închis; automatizarea instalației, tenului electric pentru menținerea temperaturii constante; utilizarea temperaturilor $\leq 70^{\circ}\text{C}$; utilizarea vitezelor aerului $\leq 3,5$ m/s; spațiul camerei de uscare să fie utilizat la 90 – 95%.

Lucru manual sporit (la încărcare / descărcare produsului): automatizarea instalației.

curentul de aer unidirecțional (va însemna contact numai din partea de trecere a curentului de aer, celelalte laturi ajung numai parțial a fi încălzite): orientarea fluxului de aer perpendicular pe suprafața cea mai mare a produsului sau așezarea produsului cu suprafața cea mai mare perpendicular spre fluxul de aer în camera de uscare.

Crearea turbulențelor de aer în instalație (distribuirea unui câmp neuniform de temperatură): evitarea schimbării mărimilor și forme geometrice a secțiunilor de trecere a curentului de aer.

Lipsa controlului temperaturii și umidității aerului/produsului (în timpul uscării produsul este supus doar controlului tactil și vizual): dotarea cu senzori de temperatură, umiditate, viteză, masa pentru aer și produs, conectarea la calculator, monitorizarea și înregistrarea datelor momentan.

Recomandări tehnice privind tehnologia de uscare:

contact neuniform (uscarea neuniformă - suprafețele situate în curentul efectiv de aer primesc o proporție ridicată de energie și se vor usca mai rapid decât celelalte suprafețe): aranjarea produsului într-un singur strat, alegerea potrivită a formei produsului, rondele.

deformare – (acolo unde are loc contracția produsului, suprafața expusă curentului de aer se contractă mai întâi, cauzând deformare): alegerea unei grosimi corespunzătoare (pentru rondele 3-4 mm); produsul supus uscării să fie totalmente pe tavă.

ciclu lung (acolo unde are loc contracția, structura poroasă se va închide încetinind trecerea vaporilor de apă): alegerea soiurilor potrivite pentru uscare (piersici cu sâmbure aderent); alegerea potrivită a perioadei de recoltare în funcție de perioada de maturitate; alegerea produselor cu fermitate înaltă, piersici $\geq 1 \text{ kgf/cm}^2$.

formarea crustei (suprafețele, contractându-se împiedică eliberarea vaporilor de apă din produs lăsând o masă umedă sub crustă): alegerea vitezei și temperaturii agentului de uscare potrivite - 2 - 3 m/s și 50-70°C respectiv.

Recomandări tehnice privind metodologia de uscare:

Se recomandă pentru procesul de uscare a piersicilor: Se aleg piersici copti, fermitatea 1 – 1,2 kgf/cm², soiul Redhaven, diametrul 75 – 100 mm, cu sâmburele ușor aderent de la pulpă; după pregătirea piersicilor pentru uscare se recomandă a fi tăiați în rondele cu grosimea de 3 - 4 mm; uscarea piersicilor prin convecție forțată (la temperatura de 60 – 70°C, grosimea produsului 3 – 4 mm, viteza agentului termic de 2 – 2,5 m/s, umiditatea finală a produsului 16 – 18%); uscarea cu microunde (microunde la puterea magnetronului de 180 – 270 W, grosimea produsului 3 – 4 mm, viteza aerului de 2 – 2,5 m/s, umiditatea finală a produsului 16 – 18%); uscarea combinată (convecție la temperatura de 60°C, puterea magnetronului de 180 – 270 W, grosimea feliilor de 3 – 4 mm, viteza agentului termic de 2 – 2,5 m/s, umiditatea finală a produsului 16 – 18%).

Bibliografie

- AHMED, D.-N. Comparative study of effect of different drying methods on nutritional quality of peach cultivars during storage, februarie, 2014.
- BERNIC M., ȚISLINSCAIA N., BALAN M., VIȘANU V., MELENCIUC M. *Instalația de uscare a fructelor și legumelor*. Brevet de invenție MD 1295 Z 2019.07.31 Nr. depozit s 2018 0014. Data depozit 2018 03.06. Publicat 2018.12.31, BOPI nr. 12/2018
- BERNIC, M. Aspecte teoretice ale fenomenelor de transfer în procesele de uscare, 2008.
- BERNIC, M.P., LUPASHKO, A.S., IVANOV, L.D., et al. Teoreticheskoe obosnovanie impul'snogo podvoda vnutrennego istochnika tepla v processah sushki vlazhnyh materiallov. *Naukovi praci [Odes'koï nacional'noi akademii harchovih tehnologij]*, nr. 39(2), 2011: pp.26–30.
- BIRD, R.B., STEWART, W.E., și LIGHTFOOT, E.N. *Transport Phenomena*. New York: Wiley, 1960.
- BONNET, F., MELICH, M., PUECH, L., et al. On Condensation and Evaporation Mechanisms in Disordered Porous Materials. *Langmuir* 35 (15), 2019: pp.5140–50.
- CHEAIB, D., EL DARRA, N., RAJHA, H.N., et al. Systematic and Empirical Study of the Dependence of Polyphenol Recovery from Apricot Pomace on Temperature and Solvent Concentration Levels. *The Scientific World Journal* 2018 (ianuarie), 2018: pp.e8249184. <https://doi.org/10.1155/2018/8249184>.
- CONSTANT, T., MOYNE, C., și PERRÉ, P. Drying with Internal Heat Generation: Theoretical Aspects and Application to Microwave Heating. *AIChE Journal* 42 (2), 1996: pp.359–68. <https://doi.org/10.1002/aic.690420206>.
- COȘCIUG, L., și DUPOUY, E. Ghid metodic pentru lucrări de laborator la disciplina "Controlul tehnico-chimic al produselor alimentației publice" pentru studenții specialității 541.1 „Tehnologia și managementul alimentației publice”, 2007.
- DATTA, A. K. Porous media approaches to studying simultaneous heat and mass transfer in food processes. II: Property data and representative results. *Journal of food engineering* 80 (1), 2007: pp.96–110.
- DATTA, Ashim K. *Handbook of microwave technology for food application*. CRC Press, 2001.
- DAVIM, ANDRADE, OLIVEIRA, C., et al. Development of Fruit Jams and Juices Enriched with Fructooligosaccharides. *International Journal of Fruit Science* 15 (ianuarie), 2015. <https://doi.org/10.1080/15538362.2014.948749>.
- DEMIREL, F., și İSMAİL, O. Investigation of the effect of a hybrid drying method on the color quality of nectarine slices and energy consumption. *Studia universitatis babes-bolyai chemia* 62 (1), 2017. <https://doi.org/10.24193/subbchem.2017.1.21>.
- DENG, L.-Z., MUJUMDAR, A.S., YANG, W.-X., et al. Hot Air Impingement Drying Kinetics and Quality Attributes of Orange Peel. *Journal of Food Processing and Preservation* 44 (1), 2020: pp.e14294. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14294>.
- DESEATNICOVA Olga, COVALIOV Eugenia, VIȘANU Vitali, TISLINSCAIA Natalia. Impact of drying proceses on peach quality. *International Conference Modern Technologies In The Food Industry – 2022*. Ch.: UTM, 2022. ISBN. ISBN 978-9975-45-851-1

- DI BLASI, C. Multi-Phase Moisture Transfer in the High-Temperature Drying of Wood Particles. *Chemical Engineering Science* 53 (2), 1998: pp.353–66.
- DINCOV, D.D., PARROTT, K.A., și PERICLEOUS, K.A. Heat and Mass Transfer in Two-Phase Porous Materials under Intensive Microwave Heating. *Journal of Food Engineering*, 2004.
- EMADI, B., ABOLGHASEMI, R., AGHKHANI, M.H., et al. *Physical and Mechanical Properties of Peach*, 2011.
- ESPINOZA, H.B., SALAZAR, P.N., ROMERO, I.T., et al. Physical-Chemical Characteristics of The Downy Peach Grown in the Colonia Tovar, Aragua State, Venezuela 2 (4), 2015: pp.8.
- EYENGA, M., FOTSO YOUOVOP, J., L. NGONDI, J., et al. Temperature Dependent Studies on Nutritional, Total Polyphenols, Flavonoids Content and Antioxidant Activities of Aframomum Citratum (C.Pereira) K.Schum and Tetrapleura Tetraptera (Schum. & Thonn.) Taub. Fruits. *BASE*, ianuarie, 2020.
- FENG, H., TANG, J., și CAVALIERI, R.P. 2001. Dielectric properties of dehydrated apples as affected by moisture and temperature. *Trans. ASAE*, f.a., 129–35.
- FENG, H., TANG, J., și CAVALIERI, R.P. 2002. Dielectric properties of dehydrated apples as affected by moisture and temperature. *Trans. ASAE*, f.a., 129–35.
- GARCIA, E., și BARRETT, D.M. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. În *Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market*, pp.267–303, 2002.
- GERMER, S.P.M., QUEIROZ, M.R., AGUIRRE, J.M., et al. Process Variables in the Osmotic Dehydration of Sliced Peaches. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30 (4), 2010: pp.940–48. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400016>.
- GHANEM, T.H. Dielectric properties of liquid foods affected by moisture contents and temperatures. *Misr Journal of Agricultural Engineering* 27 (2), 2010: pp.688–98.
- GÎDEI, I., COJOCARU, I., și CARTOFEANU, V. Surse regenerabile de energie utilizate în instalații de uscare, 2016., 4.
- GOLISZ, E., JAROS, M., și KALICKA, M. Analysis of convectional drying process of peach. *Technical Sciences*, 2013., 11.
- GONZALEZ-AGUILAR, G.A., RUIZ-CRUZ, S., SOTO-VALDEZ, H., et al. Biochemical Changes of Fresh-Cut Pineapple Slices Treated with Antibrowning Agents. *International Journal of Food Science and Technology* 40 (4), 2005: pp.377–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00940.x>.
- HALDER, A., DATTA, A.K., și SPANSWICK, R.M. Water Transport in Cellular Tissues during Thermal Processing. *AIChE Journal* 57 (9), 2011: pp.2574–88. <https://doi.org/10.1002/aic.12465>.
- HAZERVAZIFEH, A., NIKBAKHT, A.M., și NAZARI, S. Industrial Microwave Dryer — An Effective Design to Reduce Non-Uniform Heating — 14 (4), 2021: pp.12.
- HII, C.L., ONG, S.P., YAP, J.Y., et al. Hybrid drying of food and bioproducts: a review. *Drying Technology* 39 (11), 2021: pp.1554–76. <https://doi.org/10.1080/07373937.2021.1914078>.

- ISMAIL, N., SOEPARMAN, S., DENNY, W., et al. The influence of pores size and type of aggregate on capillary heat and mass transfer in porous. *Journal of Applied Engineering Science* 17 (ianuarie), 2019: pp.8–17. <https://doi.org/10.5937/jaes17-18090>.
- ISMAIL, O., KIPCAK, A.S., DOYMAZ, İ., et al. Thin-Layer Drying Kinetics of Nectarine Slices Using IR, MW and Hybrid Methods, 2017., pp 92 - 100.
- IVANOV, L.; VISANU, V.; TISLINSKAIA, N.; BALAN, M.; MELENCIUC, M. The mathematical model of mass and heat transfer for microwave installations. In: Proceedings of the International Conference Modern Technologies in the Food Industry–2022 MTFI – 2022. Ch.: UTM, 2022, p. 33. ISBN. ISBN 978-9975-45-851-1 (PDF). https://mtfi.utm.md/files/Materialele_Conferintei_MTFI-2022.pdf.
- JEON, S., KIM, J., și YANG, D. Design of Large-Scale Microwave Cavity for Uniform and Efficient Plastic Heating. *Polymers* 14 (3), 2022: pp.541. <https://doi.org/10.3390/polym14030541>.
- LANG, H., ZHANG, M., MUJUMDAR, A.S., et al. Changes of Microwave Structure/Dielectric Properties during Microwave Freeze-Drying Process Banana Chips. *International Journal of Food Science & Technology* 49 (4), 2014: pp.1142–48. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12410>.
- JOHNSON, A.C., și ALI AL MUKHAINI, E.M. Drying Studies on Peach and Strawberry Slices. Ed. Yildiz. *Cogent Food & Agriculture* 2 (1), 2016. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1141654>.
- KUMAR, C., KARIM, A., JOARDDER, M.U.H., et al. Modeling Heat and Mass Transfer Process during Convection Drying of Fruit. În *Proceedings of the 4th International Conference on Computational Methods*, ed. Gu și Saha, pp.1–8. Australia: Queensland University of Technology, 2012. <https://eprints.qut.edu.au/55423/>.
- LI, Z.Y., WANG, R.F., și KUDRA, T. Uniformity Issue in Microwave Drying. *Drying Technology* 29 (6), 2011: pp.652–60. <https://doi.org/10.1080/07373937.2010.521963>.
- LYKOV, A.V. Systems of Differential Equations of Heat and Mass Transfer in Capillary-Porous Bodies (Review). *International Journal of Heat and Mass Transfer* 18 (1), 1975: pp.1–14. [https://doi.org/10.1016/0017-9310\(75\)90002-2](https://doi.org/10.1016/0017-9310(75)90002-2).
- MAHN, A., și RUBIO, M.P. Evolution of Total Polyphenols Content and Antioxidant Activity in Broccoli Florets during Storage at Different Temperatures. *Journal of Food Quality* 2017 (octombrie), 2017: pp.e3742183. <https://doi.org/10.1155/2017/3742183>.
- MAICAN, E. Sisteme de energii regenerabile. București 2015. Editura PRINTECH 134.
- MARINOS-KOURIS, D., și MAROULIS, Z. 4 Transport Properties in the Drying of Solids. *Handbook of Industrial Drying*, noiembrie, 2006. <https://doi.org/10.1201/9781420017618.ch4>.
- MASKAN, M. Drying, Shrinkage and Rehydration Characteristics of Kiwifruits during Hot Air and Microwave Drying. *Journal of Food Engineering* 48 (2), 2001b: pp.177–82. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00155-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00155-2).
- MOSES, J.A., NORTON, T., ALAGUSUNDARAM, K., et al. Novel Drying Techniques for the Food Industry. *Food Engineering Reviews* 6 (3), 2014: pp.43–55. <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9078-7>.

- MOVAGHARNEJAD, K., și POUYA, S. The Effect of the Drying Method on the Quality of Dried Kiwi Slices. *International Journal of Health and Medicine* 2 (1), 2017: pp.1. <https://doi.org/10.24178/ijhm.2017.2.1.01>.
- NASRALLAH, S.B., și PERRÉ, P. Detailed Study of a Model of Heat and Mass Transfer during Convective Drying of Porous Media. *Undefined*, 1988. /paper/Detailed-study-of-a-model-of-heat-and-mass-transfer-Nasrallah-Perr%C3%A9/c715ac418340760587812293b2c6b88654dc96fb.
- NI, H., DATTA, A.K., și TORRANCE, K.E. Moisture transport in intensive microwave heating of biomaterials: a multiphase porous media model. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 42 (8), 1999: pp.1501–12.
- ONWUDE, D.I., HASHIM, N., JANIUS, R.B., et al. Modeling the Thin-Layer Drying of Fruits and Vegetables: A Review: Thin-Layer Models of Fruits and Vegetables... *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15 (3), 2016: pp.599–618. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12196>.
- PÉREZ-LÓPEZ, A., CHÁVEZ-FRANCO, S.H., VILLASEÑOR-PEREA, C.A., et al. Respiration Rate and Mechanical Properties of Peach Fruit during Storage at Three Maturity Stages. *Journal of Food Engineering* 142, f.a.: pp.111–17.
- PLUMB, O.A., SPOLEK, G.A., și OLMSTEAD, B.A. Heat and Mass Transfer in Wood during Drying. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 28 (9), 1985: pp.1669–78. [https://doi.org/10.1016/0017-9310\(85\)90141-3](https://doi.org/10.1016/0017-9310(85)90141-3).
- POPA S., Manziuc V., Braghiș A., Cumpanici A. *Producerea piersicilor*. Chișinău, 2016.
- QUINTARD, M., și WHITAKER, S. Theoretical Analysis of Transport in Porous Media. În *Handbook of Porous Media, Second Edition*, ed. Vafai și Hadim, pp.1–52. CRC Press, 2000. <https://doi.org/10.1201/9780824741501.pt1>.
- RAJARATHNAM, S. *Advances in Preservation and Processing Technologies of Fruits and Vegetables*. New India Publishing, 2011.
- ROCKLAND, L.B., și BEUCHAT, L.R., ed. *Water Activity: Theory and Applications to Food*. CRC Press Taylor & Francis Group, 2020.
- ROSTI, M.E., PRAMANIK, S., BRANDT, L., et al. The Breakdown of Darcy's Law in a Soft Porous Material. *Soft Matter* 16 (4), 2020: pp.939–44. <https://doi.org/10.1039/C9SM01678C>.
- SCHRAUD, A., și DRESSLER, W. Device for cleaning and heat recovery from the exhaust gases in heat treatment and drying installations, mai, 2021.
- SHARMA, K., KO, E.Y., ASSEFA, A.D., et al. Temperature-Dependent Studies on the Total Phenolics, Flavonoids, Antioxidant Activities, and Sugar Content in Six Onion Varieties. *Journal of Food and Drug Analysis* 23 (2), 2015: pp.243–52. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.10.005>.
- SHEN, L., GAO, M., FENG, S., et al. Analysis of Heating Uniformity Considering Microwave Transmission in Stacked Bulk of Granular Materials on a Turntable in Microwave Ovens. *Journal of Food Engineering* 319 (aprilie), 2022: pp.110903. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110903>.

- SILVA, W.P. DA, SILVA, C.M.D.P.S. E, FARIAS, V.S.O., et al. Diffusion Models to Describe the Drying Process of Peeled Bananas: Optimization and Simulation. *Drying Technology* 30 (2), 2012: pp.164–74. <https://doi.org/10.1080/07373937.2011.628554>.
- SIPAHIOLU, O., și BARRINGER, S.A. Dielectric Properties of Vegetables and Fruits as a Function of Temperature, Ash, and Moisture Content. *Journal of Food Science* 68 (Iulie), 2006: pp.234–39. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb14145.x>.
- TANG, J. Dielectric properties of foods. *The Microwave Processing of Foods*, Iulie, 2005, 22–40. <https://doi.org/10.1533/9781845690212.1.22>.
- TANG, J., FENG, H., și LAU, M. Microwave heating in food processing. *Advances in Bioprocessing Engineering*, mai, 2002. https://doi.org/10.1142/9789812706584_0001.
- TARTAKOVSKY, D.M., și DENTZ, M. Diffusion in Porous Media: Phenomena and Mechanisms. *Transport in Porous Media* 130 (1), 2019: pp.105–27. <https://doi.org/10.1007/s11242-019-01262-6>.
- TATAROV, P. *Chimia produselor alimentare*. Chișinău: s.n., 2017.
- ȚİSLINSCAIA, N., LUPAȘCO, A., și BERNIC, M. *Modelarea matematică a fenomenelor de transfer în procesele de uscare*. Universitatea Tehnică a Moldovei, 2020. <http://repository.utm.md/handle/5014/14943>.
- ȚİSLINSCAIA, Natalia; VIȘANU, Vitali; BALAN, Mihail; MELENCIUC, Mihail. Practical Developments Regarding Drying Peaches through Hybrid Method, 2021. <http://repository.utm.md/handle/5014/17711>.
- ȚİSLINSCAIA, Natalia; VIȘANU, Vitali; BALAN, Mihail; MELENCIUC, Mihail. Practical Developments Regarding Drying Peaches through Hybrid Method, 2021. <http://repository.utm.md/handle/5014/17711>.
- VIȘANU, Vitali; ȚİSLINSCAIA, Natalia; DODON, Adelina; BALAN, Mihail; MELENCIUC, Mihai. Determinarea parametrilor tehnici optimi la uscarea prin convecție și cu aplicarea microundelor în procesul deshidratării piersicilor. In: *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, 2022, nr. 2(65), pp. 37-44. ISSN 1857-0461. DOI: 10.52673/18570461.22.2-65.01
- WANG, Jun, și SHENG, K. Far-Infrared and Microwave Drying of Peach. *LWT - Food Science and Technology* 39 (3), 2006a: pp.247–55. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.02.001>.
- WANG, Jun, și SHENG, K. Far-Infrared and Microwave Drying of Peach. *LWT Food Science and Technology* 39 (3), 2006b: pp.247–55. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.02.001>.
- WHITAKER, T H. J. BARRE, și HAMDY M. Y.. Theoretical and Experimental Studies of Diffusion in Spherical Bodies with a Variable Diffusion Coefficient. *Transactions of the ASAE* 12 (5), 1969: pp.0668–72. <https://doi.org/10.13031/2013.38924>.
- YAMSAENGSUNG, R., și MOREIRA, R.G. Modeling the Transport Phenomena and Structural Changes during Deep Fat Frying: Part I: Model Development. *Journal of Food Engineering* 53 (1), 2002: pp.1–10. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00134-0](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00134-0).
- ZHANG, J., DATTA, A.K., și MUKHERJEE, S. Transport processes and large deformation during baking of bread. *AIChE Journal* 51 (9), 2005: pp.2569–80.
- ZHANG, J., și DATTA, A.K. Mathematical modeling of bread baking process. *Journal of Food Engineering* 75 (1), 2006: pp.78–89.

Lista publicațiilor

Articole în reviste științifice

1. **VIȘANU VITALI**, Peaches convective drying. *Journal of Engineering Science*, Vol. XXV, no. 3 (2018), pp. 100 – 110, ISSN 2587-3474, DOI: 10.5281/zenodo.2557337. https://jes.utm.md/wpcontent/uploads/sites/20/2019/02/JES-2018-3_100-110.pdf.
2. ȚILINSCAIA, Natalia; POPESCU, Victor; **VIȘANU, Vitali**; TOFAN, Grigore; BALAN, Mihail; MELENCIUC, Mihail. Metodă de deshidratare a fructelor cu consum redus de energie. In: *Intellectus*, 2022, nr. 1, pp. 113-117. ISSN 1810-7079. DOI: 10.56329/1810-7087.22.1.12
3. **VIȘANU, Vitali**; ȚILINSCAIA, Natalia; DODON, Adelina; BALAN, Mihail; MELENCIUC, Mihai. Determinarea parametrilor tehnici optimi la uscarea prin convecție și cu aplicarea microundelor în procesul deshidratării piersicilor. In: *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, 2022, nr. 2(65), pp. 37-44. ISSN 1857-0461. DOI: 10.52673/18570461.22.2-65.01
4. POPA, Sergiu; **VIȘANU, Vitali**; BALAN, Mihail; MELENCIUC, Mihail; MALAI, Cristian. Sistem pentru deshidratarea fructelor cu eficiență energetică înaltă. In: *Știința Agricolă*, 2022, nr. 1, pp. 97-102. ISSN 1857-0003. DOI: 10.55505/sa.2022.1.14
5. POPESCU, Victor; ȚIRȘU, Mihai; ȚILINSCAIA, Natalia; **VIȘANU, Vitali**; BALAN, Mihail; MELENCIUC, Mihai. Sporirea eficienței procesului de uscare a fructelor tratate cu SHF. In: *Problemele Energeticii Regionale*, 2022, nr. 3(55), pp. 130-139. ISSN 1857-0070. DOI: 10.52254/1857-0070.2022.3-55.10

Articole în lucrările conferințelor și altor manifestări științifice

1. BERNIC, M., ȚILINSCAIA, N., ZAVIALOV, V., **VIȘANU, V.**, BALAN, M., MELENCIUC, M. *Dryng-efficient method of peaches storage*. /proceedings of internațional conference ” Modern technologies in the food industry” ch.: Tehnica info 2016. – p.19 – 24 – ISBN, 978–9975–87–138-9; http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/6842/MTEI_2016_pg19-24.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. BERNIC, M., ȚILINSCAIA, N., RĂDUCAN, M., **VIȘANU, V.**, BALAN, M., MELENCIUC, M. Peaches drying specifics. ”Euro-Aliment 2017” Galați University Press 2017. – p.80-81- ISSN, 1843-5114. <http://www.euroaliment.ugal.ro/old-site/Programme-EA17.pdf>
3. BERNIC, M., ȚILINSCAIA, N., DESEATNICOVA, O. **VIȘANU, V.**, BALAN, M., MELENCIUC, M., Peaches drying process particularities. ”Biotechnologies, present and perspectives” Suceava University Press 2018. – p.11- ISSN, 2068-0819.
4. IVANOV LEONID, **VIȘANU VITALI**. Electrodynamics, mass and heat transfer limit problem for microwave system. Modern Technologies, in the Food Industry-2018. http://www.repository.utm.md/bitstream/handle/5014/3666/Conf_Tehno1_2018_pg23_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. BERNIC, M., ȚILINSCAIA, N., **VIȘANU, V.**, BALAN, M., MELENCIUC, M. Researches in the drying field of peaches /proceedings of internațional conference ” Euro-Aliment 2019” ch.: Galați University Press 2019. – p.66 – ISSN, 1843–5114. https://www.researchgate.net/publication/336916308_RESEARCHES_IN_THE_DRYING_FIELD_OF_PEACHES
6. ȚILINSCAIA, Natalia; **VIȘANU, Vitali**; BALAN, Mihail; MELENCIUC, Mihail. Practical developments regarding drying peaches through hybrid method. In: *Intelligent*

Valorisation of Agro-Food Industrial Wastes, 7-8 octombrie 2021. Chişinău: Tipografie „MS Logo” SRL, 2021, R, p. 26. ISBN 978-9975-3464-2-9.

7. IVANOV, L.; **VIŞANU, V.**; TISLINSKAIA, N.; BALAN, M.; MELENCIUC, M. The mathematical model of mass and heat transfer for microwave installations. In: *Proceedings of the International Conference Modern Technologies in the Food Industry–2022 MTFI–2022*. Ch.: UTM, 2022, p. 33. ISBN. ISBN 978-9975-45-851-1 (PDF). https://mtfi.utm.md/files/Materialele_Conferintei_MTFI-2022.pdf.
8. DESEATNICOVA Olga, COVALIOV Eugenia, **VIŞANU Vitali**, TISLINSKAIA Natalia. Impact of drying proceses on peach quality. *International Conference Modern Technologies In The Food Industry – 2022*. Ch.: UTM, 2022. ISBN. ISBN 978-9975-45-851-1

Brevete de invenție și alte obiecte de proprietate intelectuală (OPI)

1. BERNIC, Mircea, LUPAȘCO, Andrei, TISLINSKAIA, Natalia, IVANOV, Leonid, BALAN, Mihail, MELENCIUC, Mihail, **VIŞANU, Vitali**. *Dispozitiv pentru distribuirea uniformă a aerului în uscătorul tunel*. Brevet de invenție MD 935 Z 2016.02.29; https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ro&user=i11ANuQAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=i11ANuQAAAAAJ:qjMakFHDy7sC
2. Universitatea Tehnică a Moldovei, BERNIC, Mircea, TISLINSKAIA, Natalia, BALAN, Mihail, POPESCU, Victor, **VIŞANU, Vitali**, MELENCIUC, Mihail, EMILIANOV Ion. *Instalație de prelucrare prin electropasmoliză a produselor vegetale*. MD 1244 din 15.09.2018. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ro&user=i11ANuQAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=i11ANuQAAAAAJ:WA5NYHcadZ8C
3. BERNIC, Mircea, TISLINSKAIA, Natalia, BALAN, Mihail, **VIŞANU, Vitali**, MELENCIUC, Mihail. *Instalație de uscare pentru fructe și legume*. MD 1295 Z 2019.07.31. <http://cris.utm.md/bitstream/5014/71/1/Brevet-202018200014.pdf>
4. BERNIC, Mircea, TISLINSKAIA, Natalia, BALAN, Mihail, **VIŞANU, Vitali**, MELENCIUC, Mihail. *Dispozitiv pentru distribuirea uniformă a fluxului de aer în uscătorul-tunel*. HOTĂRĂRE pozitivă de acordare nr. 9884 din 2021.09.24. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ro&user=i11ANuQAAAJ&citation_for_view=i11ANuQAAAAAJ:EkHepimYqZsC
5. **VIŞANU, Vitali**, TISLINSKAIA, Natalia, BALAN, Mihail, MELENCIUC, Mihail, GÎDEI, Igor., ȚURCANU, Dinu, POPESCU, Victor. *Procedeu de uscare a piersicilor prin metoda convecției forțate*. Cerere BI nr. 2243 din 2021.09.27. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ro&user=DQKIkmlIAAAAJ&sortBy=pubdate&citation_for_view=DQKIkmlIAAAAJ:7T2F9Uy0os0C
6. BERNIC, Mircea, TISLINSKAIA, Natalia, **BALAN, Mihail**, VIŞANU, Vitali, MELENCIUC, Mihail. *Instalație de uscare a produselor granulate în strat de suspensie*. Brevet de invenție MD 1481 Y, A23N 12/08. Universitatea Tehnică a Moldovei. Nr. depozit s 2019 0094. Data depozit 02.09.2019. Publicat 31.01.2021. In: BOPI. 2021, nr. 1, pp. 51-52.
7. **VIŞANU, Vitali**, TISLINSKAIA, Natalia, BALAN, Mihail, MELENCIUC, Mihail, GÎDEI, Igor., ȚURCANU, Dinu, POPESCU, Victor. *Procedeu de uscare a piersicilor cu aplicarea microundelor*. Cerere BI nr. 2244 din 2021.09.27.
8. BALAN, Mihail, TISLINSKAIA, Natalia, **VIŞANU, Vitali**, MELENCIUC, Mihail, ȚURCANU, Dinu, POPESCU, Victor. *Instalație de uscare modulară*. Cerere BI nr. 2245 din 2021.09.27.

ADNOTARE

Vișanu Vitali: Elaborări teoretice și practice privind metoda combinată de deshidratare a fructelor de piersic, teză de doctor în științe inginerești, Chișinău, 2023.

Structura tezei: Constă din introducere, 4 capitole, concluzii, recomandări, bibliografie cu 230 surse. Textul de bază conține 116 pagini format A4, inclusiv 83 de figuri și 15 tabele.

Cuvinte cheie: Convecție, SHF, metoda combinată, cinetica, model matematic, polifenoli, calitate.

Scopul lucrării: Elaborări teoretice și practice a procesului de obținere a fructelor deshidratate de calitate prin aplicarea metodei combinate de uscare: deshidratarea fructelor prin convecție forțată în combinație cu tratarea fructelor cu microunde orientate perpendicular față de obiectul de uscare și determinarea modificărilor fizico-chimice și senzoriale ale fructelor de piersic uscate obținute prin metoda combinată.

Obiectivele lucrării: Proiectarea și elaborarea instalației destinată procesului de deshidratare a fructelor prin metoda combinată; descrierea construcției și verificarea funcționării instalației experimentale; aprecierea influenței caracteristicilor fizice ale aerului asupra dinamicii modificării umidității piersicilor în procesul de uscare; analiza cineticii procesului de deshidratare a piersicilor în dependență de parametri metodei aplicate; determinarea consumului de energie în procesul de uscare a piersicilor; determinarea modificărilor fizice, fizico-chimice și senzoriale ale piersicilor în procesul de uscare; modelarea matematică a procesului de uscare a fructelor de piersic în funcție de parametri de calitate ai produsului finit.

Noutatea și originalitatea științifică: Constă în argumentarea teoretică și realizări practice a eficacității metodei combinate de uscare a fructelor de piersic cu aplicarea *convecției forțate și tratarea cu microunde*, estimate pe baza modelelor matematice elaborate, care reflectă consumul rațional de energie, concomitent cu protejarea calității fructelor uscate de caramelizare și oxidare.

Rezultate principale: S-a elaborat o nouă metodă combinată de deshidratare a produselor vegetale cu stabilizarea aspectului natural și valorii nutritive obținute la un consum redus de energie, metoda presupune combinarea simultană a convecției forțate cu temperatura agentului termic cuprinsă între 50 - 70°C, viteza agentului 2,0 – 2,5 m/s și utilizarea curenților de frecvență supra înaltă 2450 MHz în regimuri de impulsuri active 7 – 10 secunde cu puterea magnetronului de 900 W, produsul supus cercetărilor au servit piersicile fiind feliate în rondele cu grosimea de 3 – 4 mm.

Semnificația teoretică: Semnificația teoretică: s-a descris fenomenul de transfer de masă și căldură (Lykov); fenomenul difuziei la nivel celular (Amit, Datta și Spanswick); fenomenul de transfer pentru starea de schimb de fază (Darcy, Bird și Fick); s-a determinat răspândirea optimă a câmpului de temperaturi și vitezei aerului prin simularea numerică, software ANSYS și experimental; s-a elaborat modelul matematic al transferului de temperatură și umiditate la uscarea cu microunde (Maxwell și Lykov); s-a elaborat modelul matematic care poate determina cantitatea de căldură necesară evaporării umidității din produs (Brandon); s-a elaborat o metodă nouă de uscare, care presupune deshidratarea produsului prin combinarea simultană a convecției forțate și a microundelor.

Valoare aplicativă: S-au depus 2 cereri de brevet de invenție cu privire la procedeul de deshidratare a fructelor de piersici, prin metoda convecției forțate, nr. 2424 din 10.04.2023 și cu aplicarea microundelor nr.2423 din 10.04.2023.

Implementarea rezultatelor științifice: A fost proiectată și elaborată instalația de laborator pentru uscarea fructelor și legumelor, brevet MD.1295 Z 2019.07.31. Rezultatele obținute au fost implementate pentru modernizarea unei instalații de uscare de tip tunel din raionul Edineț.

АННОТАЦИЯ

Вишану Виталий: Теоретические и практические разработки комбинированного метода обезвоживания плодов персика, кандидатская диссертация по техническим наукам, Кишинев, 2023.

Структура диссертации: Состоит из введения, 4 глав, выводов, рекомендаций, библиографии из 230 источников. Основной текст содержит 105 страниц формата А4, в том числе 83 рисунка и 15 таблиц.

Ключевые слова: конвекция, СВЧ, комбинированная сушка, кинетика, математическая модель, полифенолы, качество.

Цель работы: Теоретическая и практическая проработка процесса получения качественных сушеных плодов с применением комбинированного метода сушки: обезвоживание плодов принудительной конвекцией в сочетании с обработкой плодов микроволнами, направленными перпендикулярно объекту сушки и определением физико-химических и органолептических изменения сушеных персиков, полученных комбинированным способом.

Задачи работы: Проектирование и разработка установки для обезвоживания плодов комбинированным способом; описание конструкции и проверки работы экспериментальной установки; оценка влияния физических характеристик воздуха на динамику изменения влажности персиков в процессе сушки; анализ кинетики процесса обезвоживания персика в зависимости от параметров применяемого метода; определение энергозатрат в процессе сушки персиков; определение физических, физико-химических и органолептических изменений персиков в процессе сушки; математическое моделирование процесса сушки персика по параметрам качества готового продукта.

Научная новизна и оригинальность: заключается в теоретическом обосновании и практических достижениях эффективности комбинированного способа сушки персиков с применением принудительной конвекции и СВЧ-обработки, оцененной на основе разработанных математических моделей, отражающих рациональное потребление энергии, сохраняя при этом качество фруктов, высушенных путем карамелизации и окисления.

Основные результаты: Разработан новый комбинированный способ обезвоживания овощной продукции со стабилизацией естественного вида и пищевой ценности, полученной при малых энергозатратах, способ предполагает одновременное сочетание принудительной конвекции с температурой теплового агента 50 - 70°C, скорость агента 2,0 – 2,5 м/с и использование токов высокой частоты выше 2450 МГц в активных импульсных режимах 7 – 10 секунд при мощности магнетрона 900 Вт, исследуемым продуктом служили нарезанные персики. на крути толщиной 3 – 4 мм.

Теоретическая значимость: Теоретическая значимость: описано явление массотеплообмена (Лйков); явление диффузии на клеточном уровне (Амит, Датта и Спанвик); явления передачи состояния с изменением фазы (Дарси, Бёрд и Фик); оптимальный разброс температурного поля и скорости воздуха определялся численным моделированием в программе ANSYS и экспериментально; разработана математическая модель переноса температуры и влаги при СВЧ-сушке (Максвелл, Лйков); разработана математическая модель, позволяющая определить количество тепла, необходимое для испарения влаги из продукта (Брэндон); разработан новый метод сушки, который заключается в обезвоживании продукта за счет одновременного сочетания принудительной конвекции и микроволн.

Прикладное значение: поданы 2 патентные заявки на процесс обезвоживания персиков методом принудительной конвекции, №. № 2424 от 10.04.2023 и с применением СВЧ № 2423 от 10.04.2023.

Внедрение научных результатов: Разработана и разработана лабораторная установка для сушки фруктов и овощей, патент МД.1295 Z 2019.07.31. Полученные результаты были реализованы для модернизации сушильной установки тоннельного типа в Единецком районе.

ANNOTATION

Vișanu Vitali: Theoretical and practical elaborations on the combined method of peach fruit dehydration, PhD thesis in engineering sciences, Chisinau, 2023.

Structure of the thesis: Consists of introduction, 4 chapters, conclusions, recommendations, bibliography with 230 sources. The main text contains 105 A4 pages, including 83 figures and 15 tables.

Keywords: Convection, SHF, combined drying, kinetics, mathematical model, polyphenols, quality.

The purpose of the paper: Theoretical and practical elaborations of the process of obtaining quality dehydrated fruits by applying the combined drying method: dehydration of fruits by forced convection in combination with the treatment of fruits with microwaves oriented perpendicular to the drying object and the determination of physical-chemical and sensory changes of dried peaches obtained by the combined method.

The objectives of the work: The design and development of the plant intended for the fruit dehydration process by the combined method; description of the construction and verification of the operation of the experimental facility; assessment of the influence of the physical characteristics of the air on the dynamics of changes in the humidity of peaches during the drying process; analysis of the kinetics of the peach dehydration process depending on the parameters of the applied method; determination of energy consumption in the process of drying peaches; determining the physical, physico-chemical and sensory changes of peaches in the drying process; mathematical modeling of the peach drying process according to quality parameters of the finished product.

Scientific novelty and originality: It consists in the theoretical argumentation and practical achievements of the effectiveness of the combined method of drying peaches with the application of forced convection and microwave treatment, estimated on the basis of developed mathematical models, which reflect the rational consumption of energy, while protecting the quality of the fruits dried by caramelization and oxidation.

Main results: A new combined method of dehydrating vegetable products was developed with the stabilization of the natural appearance and nutritional value obtained at a low energy consumption, the method involves the simultaneous combination of forced convection with the temperature of the thermal agent between 50 - 70°C, the speed of the agent 2.0 – 2.5 m/s and the use of high frequency currents above 2450 MHz in active pulse regimes 7 – 10 seconds with the magnetron power of 900 W, the product under research served peaches being sliced into rounds with a thickness of 3 – 4 mm.

Theoretical significance: Theoretical significance: the phenomenon of mass and heat transfer (Lykov) was described; the phenomenon of diffusion at the cellular level (Amit, Datta and Spanswick); phase change state transfer phenomena (Darcy, Bird and Fick); the optimal spread of temperature field and air velocity was determined by numerical simulation, ANSYS software and experimentally; the mathematical model of temperature and moisture transfer during microwave drying was developed (Maxwell and Lykov); the mathematical model that can determine the amount of heat needed to evaporate moisture from the product was developed (Brandon); a new drying method was developed, which involves dehydrating the product through the simultaneous combination of forced convection and microwaves.

Applicative value: 2 patent applications have been submitted regarding the process of dehydrating peaches, using the forced convection method, no. 2424 of 10.04.2023 and with the application of microwaves no. 2423 of 10.04.2023.

Implementation of scientific results: The laboratory installation for drying fruits and vegetables was designed and developed, patent MD.1295 Z 2019.07.31. The obtained results were implemented for the modernization of a tunnel-type drying facility in Edineț district.

VIȘANU VITALI

**ELABORĂRI TEORETICE ȘI PRACTICE PRIVIND METODA
COMBINATĂ DE DESHIDRATARE A FRUCTELOR DE PIERSIC**

253.05 PROCESE ȘI APARATE ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești

Aprobat spre tipar: <i>30.06.2023</i>	Formatul hârtiei 60x84 1/16
Hârtie ofset. Tipar ofset.	Tiraj 50 ex.
Coli de tipar.: 2,25	Comanda nr. ...

UTM, MD 2004, mun. Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, nr. 168.

Editura „TEHNICA-UTM”

MD 2045, mun. Chișinău, str. Studenților 9/9