

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**



Cu titlu de manuscris

CZU: 664:613.26:634.11(043)

**CEȘKO TATIANA**

**TEHNOLOGII DE OBȚINERE A FIBRELOR ALIMENTARE  
DIN SURSE HORTICOLE**

**Specialitatea 253.01 Tehnologia produselor alimentare de origine vegetală**

Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești

**CHIȘINĂU, 2025**

Teza a fost elaborată în cadrul Departamentului Tehnologia Produselor Alimentare, Școala Doctorală a Universității Tehnice a Moldovei.

**Conducător științific:**

GHENDOV-MOȘANU Aliona, dr. hab., conf. univ.

**Comisia de îndrumare:**

STURZA Rodica, dr. hab., prof. univ., m.c. AȘM

GUREV Angela, dr., conf. univ.

POPESCU Liliana, dr., conf. univ.

**Componența Comisiei de susținere publică a tezei de doctor:**

BALAN Valerian, președinte, doctor habilitat, profesor universitar, UTM

COVALIOV Eugenia, secretar științific, doctor, conferențiar universitar, UTM

GHENDOV-MOȘANU Aliona, membră, doctor habilitat, conferențiar universitar, UTM

CECLU Liliana, membră, doctor, conferențiar universitar, Universitatea de Stat „Bogdan Petriceicu Hașdeu” din Cahul

STURZA Rodica, referent oficial, doctor habilitat, profesor universitar, m.c. AȘM, UTM

SAVA Parascovia, referent oficial, doctor habilitat, conferențiar cercetător, IP Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare

DODON Adelina, referent oficial, doctor, conferențiar universitar, ASM

Susținerea va avea loc la data de 06.03.2025, ora 14<sup>00</sup>, în ședința Comisiei de susținere publică a tezei de doctor, la Universitatea Tehnică a Moldovei pe adresa: str. Studenților 9/9, blocul de studii nr. 5, aud. 5-1, 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 ([www.anacec.md](http://www.anacec.md)).

Rezumatul a fost expediat la 01.02.25

Secretar științific al Comisiei de doctor,

COVALIOV Eugenia, dr., conf. univ.

Conducător științific,

GHENDOV-MOȘANU Aliona, dr. hab., conf. univ.

Autor: CEȘKO Tatiana

© Ceșko Tatiana, 2025

## CUPRINS

<b>REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII</b>	4
<b>CONȚINUTUL TEZEI</b>	7
<b>1. TESCOVINA DE MERE - SURSĂ IMPORTANTĂ DE FIBRE ALIMENTARE ȘI FITONUTRIENȚI PENTRU INDUSTRIA ALIMENTARĂ</b>	7
<b>2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE</b>	7
<b>3. METODE NECONVENȚIONALE DE EXTRAȚIE A PECTINEI DIN TESCOVINA DE MERE ȘI CARACTERISTICA FIZICO-CHIMICĂ A ACESTEIA</b>	8
3.1 Studiul cineticii procesului de uscare a tescovinei de mere în funcție de temperatura agentului termic	8
3.2 Analiza influenței agentului termic asupra CBA în tescovina de mere	10
3.3 Extracția asistată de ultrasunete (UAE) a pectinei din tescovina de mere	11
3.4 Extracția asistată de microunde (MAE) a pectinei din tescovina de mere	12
3.5 Analiza informației mutuale a extracției a pectinei din tescovina de mere cu aplicarea ultrasunetelor și microundelor	14
3.6 Compararea rezultatelor obținute prin extracție UAE și MAE a pectinei din tescovina de mere	15
<b>4. UTILIZAREA PECTINEI ȘI TESCOVINEI DE MERE ÎN FABRICAREA PRODUSELOR ALIMENTARE NOI</b>	17
4.1. Utilizarea pectinei în fabricarea batoanelor vegetale	17
4.2. Utilizarea tescovinei de mere în fabricarea iaurtului	19
4.3 Utilizarea tescovinei de mere în fabricarea biscuiților	22
<b>CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI</b>	25
<b>BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ</b>	27
<b>LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI</b>	29
<b>ADNOTARE</b>	31
<b>ABSTRACT</b>	32
<b>АННОТАЦИЯ</b>	33

## REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

**Motivația alegerii subiectului.** Reutilizarea deșeurilor agroindustriale are o importanță semnificativă atât din punct de vedere ecologic, cât și economic și social. Tescovina de mere (TM) ce se formează în urma procesării sucului reprezintă o sursă de deșeuri agroindustriale bogată în carbohidrați, vitamine, minerale, compuși biologic activi (CBA) și, desigur, fibre alimentare solubile și insolubile (Erșova et al., 2024). Utilizarea tescovinei de mere în scopuri alimentare include producția de gemuri și marmelade, băuturi alcoolice, ingrediente utilizate în industria de panificație, cofetărie și carne, etc (Shalini & Gupta 2010). Reutilizarea TM pentru extracția pectinei reprezintă un exemplu excelent de valorificare a deșeurilor agroindustriale. Pectina extrasă din TM este un ingredient natural, apreciat pentru proprietățile sale gelifiante și stabilizatoare în industria alimentară. Utilizarea pectinei ca filme de protecție reprezintă o gamă vastă de avantaje, fiind un produs biodegradabil, o alternativă ecologică de ambalare a produselor alimentare. De asemenea, filmele de protecție sunt utilizate ca barieră în stabilitatea microbiologică a alimentelor (Gurev et al., 2023a). Extracția pectinei prin metode neconvenționale implică tehnici inovative care sunt mai eficiente, mai rapide și mai ecologice față de cele convenționale. Avantajele acestor metode sunt: procesul de extracție - ecologic; reducerea timpului de extracție și consumului de solvent; randament de extracție ridicat cu păstrarea CBA în produs; obținerea produsului de calitate.

**Actualitatea și importanța temei abordate.** Fibrele alimentare obținute din deșeurile agroindustriale ar putea fi valorificate pentru realizarea unor compoziții de textură cu scopul substituirii aditivilor sintetici alimentari ca agenți de îngroșare, gelificare, stabilizatori, etc (Vendruscolo et al., 2008). TM reprezintă un produs secundar al industriei de obținere a sucului sau cidrului de mere, fiind o sursă bogată de fitonutrienți. (Erșova et al., 2024). În acest context, au fost inițiate cercetări privind utilizarea TM ca ingredient funcțional în diferite tipuri de alimente cu scopul fortificării, creșterii valorii nutritive și biologice a acestora (Bhushan et al., 2008). Pectina, prezintă o fibră alimentară solubilă, cu aplicații multifuncționale în industria alimentară, farmaceutică etc. (Harholt et al., 2010). O serie de factori ca: pH-ul, prezența altor substanțe dizolvate, masa moleculară, gradul de metoxilare, numărul și aranjarea lanțurilor laterale și densitatea de sarcină moleculară - influențează activitatea de gelificare a pectinei. În industria alimentară, pectina este utilizată în gemuri, alimente congelate și, mai recent, în alimente cu conținut scăzut de energie, ca înlocuitor de grăsimi sau zahăr (Schmidt et al., 2015). Pentru extracția pectinei din deșeuri agro-alimentare sunt utilizate diverse tehnologii emergente, cum ar fi extracția asistată de enzime, extracția cu fluide subcritice, extracție asistată de ultrasunete (UAE) și extracția asistată de microunde (MAE) sau o combinație a mai multor metode (Adetunji et al., 2017). Extracția prin metodele neconvenționale (MAE și UAE) se caracterizează printr-un randament ridicat de extracție a pectinei cu grad de esterificare mare, care cu succes poate fi utilizată în industria alimentară. Varietatea parametrilor de extracție: hidromodul (RSL), compoziția solvenților, temperatura de extracție, pH-ul, durata de aplicare a ultrasunetelor și a microundelor, permit obținerea pectinei cu diferite proprietăți (Pereira et al., 2016). Potrivit Organizației pentru Alimentație și Agricultură, Organizației Națiunilor Unite și Uniunii Europene, pectina de calitate standardizată trebuie să conțină

≥ 65% acid galacturonic (GalA). Grupările carboxil ale moleculelor GalA pot fi metilate, iar ponderea unităților GalA metilate determină gradul de metoxilare (Chalapud et al., 2023).

**Scopul cercetării** constă în evaluarea compoziției TM, extragerea pectinei cu valoare biologică ridicată prin metode neconvenționale de extracție - UAE, MAE și utilizarea acestora în fabricarea produselor alimentare noi.

**Obiectivul general** al lucrării constă în obținerea pectinei din TM cu valoarea biologică și antioxidantă ridicată prin metode neconvenționale de extracție UAE și MAE; utilizarea tescovinei ca ingredient funcțional și a pectinei ca agent de legare și acoperire în fabricarea produselor alimentare noi.

Pentru realizarea scopului au fost formulate următoarele **obiective operaționale**:

1. Cercetarea influenței temperaturii agentului termic asupra cineticii de uscare convectivă, caracteristicilor cinetice, valorii biologice și antioxidante a tescovinei de mere ca sursă de obținere a pectinei.

2. Stabilirea modelelor matematice a cineticii procesului de uscare a tescovinei de mere la diferite temperaturi ale agentului termic pe baza modelelor matematice empirice.

3. Determinarea influenței condițiilor UAE (duratei de aplicare a ultrasunetelor ( $\tau_{UAE}$ )) și MAE (duratei de aplicare a microundelor ( $\tau_{MAE}$ ), puterii magnetronului), pH-ul solventului și raportul dintre TM și solvent (RSL) asupra parametrilor fizico-chimici (randamentului de extracție, masei echivalente, conținutului de grupe metoxil, gradului de esterificare, conținutului de acid anhidrogalacluronic), valorii biologice (conținutului total de polifenoli (CTP)) și activității antioxidante (AA) a pectinei din TM, precum și stabilirea condițiilor optime de extracție.

4. Compararea metodelor de extracție neconvențională UAE și MAE a pectinei din tescovina de mere din punct de vedere a caracteristicilor fizico-chimice, valorii biologice și activității antioxidante.

5. Aplicarea pectinei în calitate de agent de legare și acoperire în fabricarea batoanelor vegetale și cercetarea influenței ei asupra calității senzoriale, parametrilor fizico-chimice, stabilității microbiologice, valorii biologice și antioxidante a produsului finit pe perioada de depozitare.

6. Influența pudrei din TM în calitate de stabilizator în fabricarea iaurtului asupra caracteristicilor senzoriale, parametrilor fizico-chimici, texturali, de culoare și activității antioxidante pe perioada de păstrare a produsului fermentat.

7. Efectul pudrei din TM la substituirea zahărului în fabricarea biscuiților asupra calității senzoriale, parametrilor fizico-chimice și de culoare pe perioada de păstrare a produsului de cofetărie.

**Ipoteza de cercetare** constă în faptul, că atât TM, cât și pectina, care se conține în tescovină în cantități importante fiind extrasă prin metode neconvenționale de extracție, pot fi aplicate ca ingrediente funcționale (agent de legare, acoperire, stabilizare și înlocuitor de zahăr) în fabricarea produselor alimentare noi. Problema de bază constă în modelarea condițiilor de extracție astfel încât pectina obținută să fie de calitate standardizată.

**Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese.** Pentru realizarea lucrării au fost aplicate metode fizico-chimice tradiționale și neconvenționale, precum extracția UAE și MAE. Pentru caracterizarea extractelor de TM, pectină și produselor obținute au fost aplicate spectroscopia UV/Vis și electroforeza capilară. Activitatea antioxidantă (DPPH) a fost determinată atât pentru extractele vegetale, cât și pentru produsele alimentare elaborate. Au fost aplicate metode de analiză: senzorială, fizico-chimică, a parametrilor texturali și de culoare, stabilității microbiologice. S-au aplicat metode de prelucrare statistică și modelarea matematică a rezultatelor experimentale.

**Importanța teoretică și inovația științifică a lucrării** constă în determinarea condițiilor optime de conservare a TM prin uscare convectivă cu păstrarea valorii biologice și activității antioxidante; identificarea condițiilor optime de extracție prin MAE și UAE a pectinei din TM de calitate standardizată cu potențial antioxidant ridicat; argumentarea utilizării tescovinei de mere și a pectinei în calitate de aditivi naturali în fabricarea produselor alimentare noi.

**Semnificația teoretică:** pentru prima dată a fost realizată modelarea cineticii procesului de uscare convectivă a tescovinei de mere de soiul Golden Delicious la diferite temperaturi ale agentului termic, cu aplicarea a șapte modele matematice empirice; au fost stabilite condiții optime de UAE și MAE a pectinei din TM și aplicarea analizei informației mutuale privind influența condițiilor de extracție asupra caracteristicilor fizico-chimice, valorii biologice și activității antioxidante a pectinei; au fost elaborate tehnologii de fabricare a produselor noi în care tescovina de mere și pectina au fost aplicați în calitate de aditivi alimentari naturali cu diferite acțiuni.

Lucrarea a fost efectuată în baza cercetărilor și experienței acumulate la realizarea următoarelor proiecte de cercetare naționale și internaționale:

**20.80009.5107.09** Proiectului de Stat „Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară” (2020-2023).

**AUF-ECO\_RI\_SRI\_2021\_20\_USAMVIIBI\_ZERODECHET** ”Deșeurii horticole în beneficiul sănătății și al mediului, o nouă abordare a principiului ”zero deșeurii”” (2021-2022).

**AUF - DRECO-7863\_SER-ECO\_USVIIBI\_DECHETJUS** ”Reutilizarea totală a deșeurilor de fructe și legume din producția de suc: pigmenți și antioxidanți pentru alimente funcționale și biomateriale pentru purificarea apei” (2023-2024).

**Aprobarea lucrării la foruri științifice naționale și internaționale.** Rezultatele obținute pe parcursul realizării lucrării au fost prezentate și discutate la 12 conferințe naționale și internaționale.

**Publicații la tema tezei.** Rezultatele cercetării și problemele abordate în teză au fost publicate în 19 lucrări științifice, inclusiv 2 capitole în monografie colectivă, 6 articole științifice, 2 brevete de invenție, 9 articole în culegeri și rezumate la manifestări științifice naționale și internaționale.

**Sumarul capitolelor tezei.** Lucrarea este expusă pe 118 pagini dactilografiate și include următoarele capitole: adnotare în limbile română, engleză și rusă, introducere, 4 capitole, concluzii și recomandări, bibliografie cu 316 surse. Lucrarea este ilustrată cu 34 tabele și 46 figuri.

**Cuvinte-cheie:** tescovina de mere, extracția asistată de ultrasunete, extracția asistată de microunde, pectina, compuși biologic activi, modelare matematică, batoane vegetale, iaurt, biscuiți, calitate.

## CONȚINUTUL TEZEI

### 1. TESCOVINA DE MERE - SURSĂ IMPORTANTĂ DE FIBRE ALIMENTARE ȘI FITONUTRIENȚI PENTRU INDUSTRIA ALIMENTARĂ

Primul capitol reprezintă analiza informației legată de caracteristica generală a TM cu descrierea compoziției fizico-chimice a ei, conținutul de fitonutrienți, beneficiile asupra organismului uman și utilizarea acesteia în fabricarea produselor alimentare noi sau fortificarea lor. Totodată este reflectată studiul informației ce caracterizează pectina ca fibră solubilă extrasă din TM, descrierea metodelor convenționale și neconvenționale de extracție a pectinei, influența parametrilor de extracție asupra randamentului de extracție și proprietățile fizico-chimice a pectinei extrase, beneficiile pectinei pentru sănătatea consumatorului și utilizarea ei la fabricarea alimentelor noi. Capitolul unu se încheie cu concluzii și formularea obiectivelor, bazate pe analiza surselor bibliografice, care reflectă problema reutilizării TM ca deșeu agro-industrial și extracția pectinei din ea prin metode neconvenționale. Studiul bibliografic a demonstrat posibilitatea utilizării tescovinei de mere și a pectinei în formarea produselor alimentare noi cu valoare biologică ridicată.

### 2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Capitolul 2 conține descrierea materiei prime utilizată pentru obținerea TM, materiei prime și auxiliare pentru fabricarea produselor alimentare noi cu pudră din TM sau pectină extrasă din ea, reactivii și metodele ce au fost aplicate pentru determinarea caracteristicilor senzoriale, parametrilor fizico-chimici și de culoare, proprietăților reologice și stabilității microbiologice. TM pentru cercetare a fost obținută după stoarcerea sucului din mere de soiul Golden Delicious. Pentru cercetarea cineticii procesului de uscare a TM au fost aplicate următoarele temperaturi ale agentului termic: 60, 70 și 80 °C. Rezultatele obținute au fost prelucrate cu ajutorul metodelor grafice și matematice, în baza cărora au fost construite curbele de uscare și vitezei de uscare a tescovinei de mere în funcție de temperatura agentului termic. Au fost calculați coeficienții de uscare în prima și a doua perioada de uscare  $K_I$  și  $K_{II}$ . Pentru obținerea pectinei din TM s-au utilizat metode neconvenționale de extracție UAE și MAE. S-a cercetat influența condițiilor de UAE: durata de aplicare a ultrasunetelor ( $\tau_{UAE}$  - 15 și 30 min), pH-ul solventului (1,5; 2,0; 2,5, ajustat cu acid citric) și hidromodulul (RSL - 1:10; 1:15; 1:20) asupra randamentului de extracție, masei echivalente (ME), conținutului de grupe metoxil (OMe), gradului de esterificare (GE), conținutului de acid anhidrogalacturonic (AUA), CTP și AA a pectinei din TM. În cazul microundelor s-a luat în considerare influența duratei de aplicare a microundelor ( $\tau_{MAE}$  - 5 și 10 min), puterea magnetronului (450 și 650 W), pH-ul solventului (1,5; 2,0; 2,5) și hidromodulul (RSL - 1:10; 1:15; 1:20).

Pentru fabricarea batoanelor vegetale a fost utilizată materia vegetală autohtonă fructele uscate de mere, vișine, prune și pudra de măcesse. Pectina extrasă prin metoda MAE a fost utilizată ca agent de legare și acoperire. Pentru fabricarea iaurtului s-a utilizat lapte cu conținut de grăsime de 2,5%, culturi starter liofilizate de tip FD-DVS și YAB 352B. Pudra din TM a fost utilizată în calitate de stabilizator în cantități de 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8% și 1% în raport cu masa iaurtului. Pentru fabricarea biscuiților s-a utilizat materia primă: făină de grâu de calitate superioară, unt din smântână dulce cu conținut de grăsime de 82,5%, zahăr cristal și praf de copt. Pudra din TM a fost utilizată ca substituție a zahărului în cantități de 25%, 50%, 75% și 100%. Pentru produsele fabricate s-au analizat calitățile senzoriale, parametrii fizico – chimici, reologici, de culoare, stabilitatea microbiologică și AA.

Calcululele au fost efectuate în trei repetări și sunt prezentate ca valori medii  $\pm$  eroarea standard a mediei. Pentru prelucrarea statistică s-a utilizat programul Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft, Redmond, WA, SUA). Analiza unidirecțională a varianței (ANOVA) conform testului Tukey la un nivel de semnificație de  $p \leq 0,05$  a fost calculată cu software-ul Statgraphics, Centurion XVI 16.1.17 (Statgraphics Technologies, Inc., The Plains, VA, SUA). Pentru analiza mutuală a rezultatelor obținute și modelarea matematică a cineticii procesului de uscare a tescovinei de mere pe baza modificărilor conținutului redus de umiditate (MR) s-a aplicat programul MATLAB (MathWorks, Inc., Natick, MA, SUA).

### **3. METODE NECONVENȚIONALE DE EXTRAȚIE A PECTINEI DIN TESCOVINA DE MERE ȘI CARACTERISTICA FIZICO-CHIMICĂ A ACESTEIA**

În acest capitol a fost cercetată cinetica procesului de uscare a TM (curbele de uscare și curbele vitezei de uscare) și determinați coeficienții  $K_I$  și  $K_{II}$  la diferite temperaturi ale agentului termic. S-a analizat influența condițiilor de uscare asupra conținutului de CBA și AA. Au fost stabilite șapte modele matematice empirice care descriu curbele de uscare a tescovinei de mere la diferite temperaturi. Din TM uscată a fost extrasă pectina prin metode neconvenționale (UAE și MAE) în diferite condiții de extracție. S-a cercetat influența condițiilor de extracție asupra caracteristicilor fizico-chimice, valorii biologice și AA a pectinei extrase.

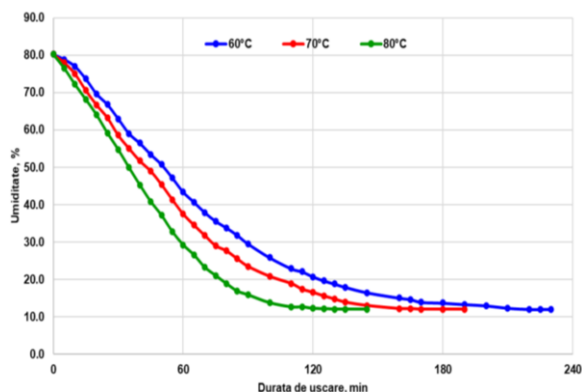
#### **3.1 Studiul cineticii procesului de uscare a tescovinei de mere în funcție de temperatura agentului termic**

TM, având o umiditate ridicată, este supusă unor procese microbiologice nedorite (mușcăire) și biochimice (processe de fermentare), ce pot afecta calitatea și siguranța pectinei extrase. Una din metodele de conservare a tescovinei este uscarea convectivă care are anumite avantaje: păstrarea valorii biologice a CBA (polifenolilor, flavonoidelor, taninurilor, carotenoizilor etc.) și AA (Heras-Ramírez et. al., 2012); degradarea enzimelor ce sunt responsabile de degradarea oxidativă a pigmentilor de culoare (ElGamal et.al., 2023); împiedicarea dezvoltării coloniilor de microorganisme patogene și a proceselor fermentative.

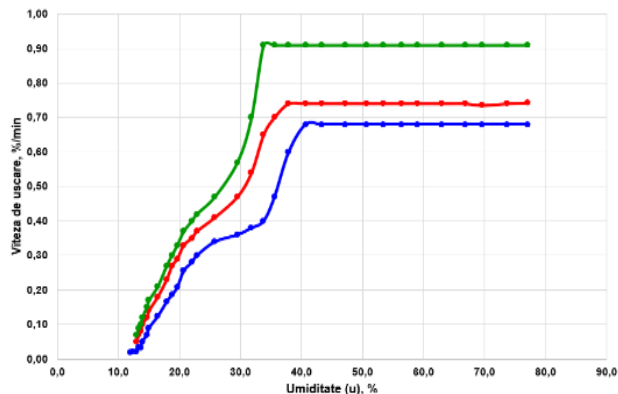
Pentru uscarea convectivă a TM, s-a utilizat temperatura agentului termic în diapazonul 60 - 80 °C, viteza agentului termic fiind de  $1,5 \pm 0,1$  m/s. Umiditatea inițială a tescovinei a fost



80,22±0,05 %, iar umiditatea finală - 12,00±0,05%. În fig. 3.1 sunt prezentate curbele de uscare a tescovinei de mere uscate la temperaturi de 60, 70 și 80 °C.



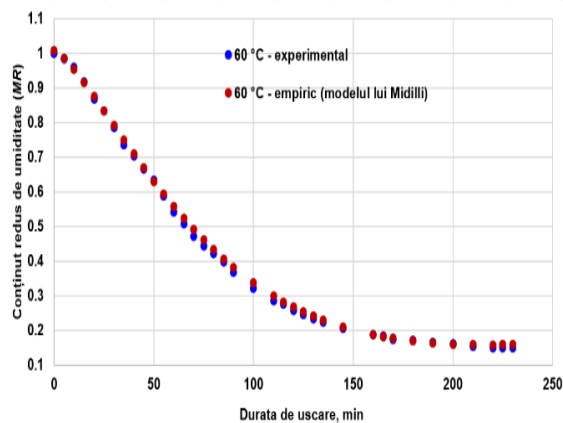
**Fig. 3.1. Curbele de uscare a tescovinei de mere la diferite temperaturi ale agentului.**



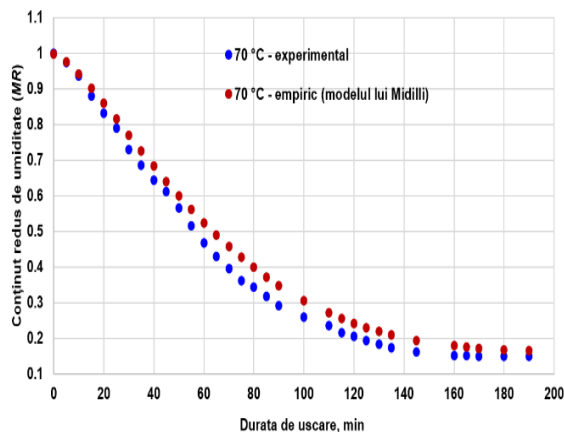
**Fig. 3.2. Curbele vitezei de uscare a tescovinei de mere la diferite temperaturi ale agentului termic.**

Analizând curbele de uscare a TM se constată micșorarea duratei de uscare în dependență de creșterea temperaturii agentului termic. Pentru temperatura de 60 °C durata de uscare a fost de 230 min, pentru 70 °C – s-a redus până la 190 min, iar pentru 80 °C – 145 min. Astfel, modificarea temperaturii agentului termic de la 60 la 80 °C a redus durata de uscare de 1,6 ori. În fig. 3.2 sunt prezentate curbele vitezei de uscare a TM la diferite temperaturi ale agentului termic. Procesul de uscare prin convecție cu aer cald include atât transfer de căldură, cât și transfer de masă, în timp ce apa este eliminată prin difuzie (Calín-Sánchez et al., 2020). Curbele vitezei de uscare au demonstrat prezența perioadei vitezei constante de uscare (prima perioadă) și perioada vitezei variabile de uscare (a doua perioadă). În urma analizei curbelor vitezei de uscare s-a evidențiat creșterea vitezei de uscare în prima perioadă de 1,36 ori (0,66 %/min – 60 °C; 0,72 %/min – 70 °C; 0,90 %/min – 80 °C). Totodată, se atestă o creștere a coeficientului de uscare în prima perioadă  $K_I$  de 1,04 ori și în cea de-a doua perioadă  $K_{II}$  de 1,49 ori. În baza rezultatelor și graficelor curbelor de uscare și curbelor vitezei de uscare au fost calculate caracteristicile cinetice ale procesului de uscare. Rezultatele denotă că odată cu mărirea temperaturii agentului termic de la 60 la 80 °C, s-a redus durata de uscare în prima perioadă cu 15,4%, iar în cea de-a doua – cu 45,4%. Modificarea temperaturii de uscare nu a influențat semnificativ caracterul general al curbelor vitezei de uscare. Analiza graficelor curbelor vitezei de uscare, în perioada vitezei variabile de uscare, a evidențiat al doilea punct critic care s-a deplasat de la 34% (60 °C) la 26% (80 °C). Aceasta a demonstrat, că odată cu creșterea temperaturii agentului termic, are loc creșterea valorilor caracteristicilor cinetice. În intervalul temperaturilor ale agentului termic 60 - 80 °C, în cazul coeficientului  $K_I$  valorile au crescut cu 4%, iar pentru  $K_{II}$  cu 44%, astfel, demonstrând influență asupra perioadei vitezei variabile de uscare (perioada a doua). Se atestă, că în timpul uscării convective, se împiedică eliminarea umezelii din tescovina de mere datorită orientării opuse a gradientului de temperatură și de umiditate în cazul uscării convective (Calín-Sánchez et al., 2020).

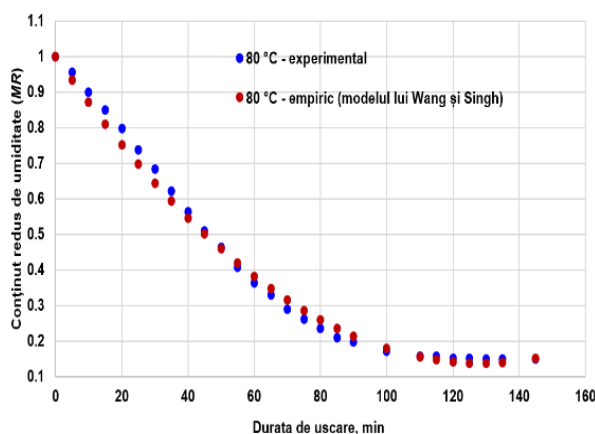
Modelarea matematică a cineticii procesului de uscare a tescovinei de mere, a fost realizată pe modificările MR. Au fost determinate valorile coeficienților de determinare ( $R^2$ ) și erorii rădăcinii medie pătrată (RMSE) pentru șapte modele empirice la diferite temperaturi al agentului termic. În fig. 3.3, se prezintă comparația dintre MR experimental și empiric conform modelului lui Midilli (a și b) pentru temperaturile de 60 și 70 °C și modelului lui Wang și Singh (c) pentru 80 °C.



a)



b)



c)

**Fig. 3.3. Comparația dintre MR experimental și empiric conform modelului lui Midilli pentru cele două temperaturi studiate: a) 60 °C; b) 70 °C și lui Wang și Singh: c) 80 °C.**

Valorile  $R^2$ , care indică eficacitatea procesului de uscare la diferite temperaturi ale agentului termic, au fost cuprinse între 0,9848 și 0,9996 (la temperatura de 60 °C); 0,9862 și 0,9996 (la temperatura de 70 °C) și 0,9813 și 0,9937 (la temperatura de 80 °C). Valorile RMSE au fost calculate în intervalul de la 0,0056 până la 0,0349 (la 60 °C); de la 0,0061 până la 0,0324 (la 70 °C) și de la 0,0234 până la 0,0394 (la 80 °C). Fidelitatea maximă față de datele experimentale au fost obținute prin modelul Midilli, fundamentată printr-o valoare ridicată de  $R^2$  care a constituit 0,9996 (pentru 60 și 70 °C) și modelul Wang și Singh,  $R^2$  fiind 0,9937 (pentru 80 °C).

RMSE preminent înregistrat în cadrul acestor modele a variat în intervalul 0,0234 – 0,0061, afirmând congruența optimă a acestora cu datele empirice.

### 3.2. Analiza influenței agentului termic asupra CBA în tescovina de mere

TM este o sursă bogată în CBA, nutrienți benefici pentru sănătate având AA, antiinflamatorie, antibacteriană și antivirală (Skinner et al., 2018). S-a cercetat influența temperaturii agentului termic asupra CTP, conținutului total de carotenoizi (CTC), conținutului de taninuri (CT) și AA. Rezultatele cercetării sunt prezentate în tabelul 3.1 (Ceșko et al., 2023a). În urma analizei tescovinei de mere uscate prin metoda convectivă la temperatura agentului termic

60 - 80 °C, s-a demonstrat ca temperatura de 70 °C este optimă la care s-a înregistrat cel mai ridicat randament a CBA.

**Tabelul 3.1. Influența temperaturii agentului termic asupra conținutului de CBA în tescovina de mere\***

Temperatura, °C	Conținut total de polifenoli, mg GAE/ 100 g s.u.	Conținut de taninuri, mg TAE/ 100 g s.u.	Conținut total de caratenoide, mg/100g s.u.	Activitate antioxidantă (DPPH), μmol TE/100g s.u.
80	586,93±22,36 <sup>a</sup>	63,54±3,40 <sup>a,b</sup>	3,66±0,64 <sup>a,b</sup>	62,45±1,20 <sup>a</sup>
70	728,82±28,50 <sup>c</sup>	78,91±1,28 <sup>c</sup>	4,93±0,13 <sup>c</sup>	74,94±1,08 <sup>b</sup>
60	611,44±26,41 <sup>a,b</sup>	66,14±2,18 <sup>b</sup>	3,19±1,20 <sup>a</sup>	62,90±1,05 <sup>a</sup>

\*Valorile din tabel reprezintă mediile a trei încercări replicate ± abaterea standard. Litere (<sup>a-c</sup>) desemnează rezultate diferite din punct de vedere statistic ( $p \leq 0,05$ ).

Astfel, CTP a fost 728,82 mg GAE/100 g s.u., CT - 78,91 mg TAE/100 g s.u., CTC - 4,94 mg/100 g s.u. și AA - 74,94 μmol TE/100g s.u. Temperatura de 70 °C a fost considerată optimă deoarece, îndeplinește un echilibru între eficiența procesului de uscare și menținerea calității, asigură conservarea CB și nu provoacă caramelizarea zaharurilor. Analiza corelației între CTP, CT, CTC și AA în tescovina de mere uscată în intervalul temperaturilor agentului termic 60-80 °C a demonstrat că toate corelațiile între CBA și AA sunt foarte bune, coeficientul de determinare  $R^2$  fiind de 0,983 (CTP-AA), 0,984 (CT-AA) și 0,915 (CTC-AA). Pentru TM uscată la temperatura optimă de 70 °C, la care au fost obținute valori ridicate a conținutului de CBA și AA, s-a determinat conținutul de glucide simple: fructoză și glucoză și acizi organici: (malic, lactic, citric, succinic). Astfel, uscarea tescovinei de mere prin metoda convectivă la diferite temperaturi manifestă o influență importantă asupra conținutului de CBA și AA.

### 3.3. Extracția asistată de ultrasunete (UAE) a pectinei din tescovina de mere

TM conține o varietate de fibre alimentare și se utilizează pentru extracția pectinei, care la interacțiunea cu apa se gelifică, iar în combinație cu zahărul poate fi utilizată ca agent de îngroșare. UAE este un proces mai puțin distructiv pentru obținerea CBA, care contribuie la creșterea valorii biologice a pectinei atunci când este utilizată ca aditiv natural. În UAE rezultatul depinde de influența mai multor parametri de proces, principali fiind: amplitudinea ultrasonică, frecvența, temperatura, durata de aplicare și interacțiunea solvent-probă (De Oliveira et al., 2015). Scopul studiului a fost de a cerceta influența condițiilor de UAE: durata de aplicare a ultrasunetelor ( $\tau_{UAE}$  - 15 și 30 min), pH-ul solventului (1,5; 2,0; 2,5) și hidromodul (RSL – 1:10; 1:15; 1:20) asupra randamentului de extracție, ME, OMe, GE, AUA, CTP și AA a pectinei din tescovina de mere.

Randamentul de extracție al pectinei cu UAE este influențat de pH-ul soluției și timpul de extracție. S-a constatat că cel mai mare randament de extracție al pectinei (9,91%) s-a obținut la  $\tau_{UAE}$  30 min, amplitudinea 100% și frecvența de 37 kHz, RSL de 1:20 și la un pH de 1,5. Cel mai mic randament de extracție a pectinei s-a înregistrat pentru pH 2,5 și  $\tau_{UAE}$  15 min. ME a pectinei

este un indicator al capacității de formare a gelului. Analiza ME pentru pectina extrasă a demonstrat că valorile descresc odată cu micșorarea pH-ului soluției, dar cresc la reducerea  $\tau_{UAE}$  și mărirea RSL. Valoarea maximă a ME - 1927g/mol pentru condiții (pH~2,5, RSL 1:15 (m/v) și  $\tau_{UAE}$  15 min), iar valoarea minimă a ME a fost de 378,3 g/mol în condiții (pH~1,5, RSL 1:20 (m/v) și  $\tau_{UAE}$  30 min). OMe exprimă raportul dintre grupările carboxil metil-esterificate și cantitatea totală de unități de acid galacturonic, fiind unul dintre parametrii cheie legați de capacitatea de gelificare a pectinei (Xu F., 2023). S-a constatat că cea mai mare valoare a fost de 6,81% pentru (pH~2,5, RSL 1:20 (m/v),  $\tau_{UAE}$  - 15 min), iar cea mai mică valoarea a conținutului de OMe a fost de 5,05% în cazul (pH~1,5, RSL 1:20 (m/v),  $\tau_{UAE}$  30 min). Puritatea pectinei extrase din tescovină se determină după AUA, care trebuie să prezinte valori mai mari de 65% (National Academia, 1996). S-a constatat că AUA crește odată cu micșorarea pH-ului, cu mărirea RSL și timpul de aplicare a ultrasunetelor. Se atestă că valoarea maximă a AUA (78,71%) a fost obținută în condițiile (pH~1,5, RSL 1:20 (m/v),  $\tau_{UAE}$  30 min), iar valoarea minimă (49,16%) la (pH~2,5, RSL 1:15 (m/v),  $\tau_{UAE}$  15 min). GE prezintă un parametru important pentru aplicațiile pectinei în industrie în baza caracteristicilor tehnologice ale solubilității pectinei, capacității de emulsionare și capacității polizaharidelor de a forma geluri (De Oliveira et al., 2015). S-a demonstrat că GE, determinat pentru pectina extrasă prin metoda UAE a avut valori cuprinse între 36,47 % (pH~1,5; RSL 1:20 (m/v),  $\tau_{UAE}$  30 min) și 73,78 % (pH~2,5; RSL 1:15 (m/v),  $\tau_{UAE}$  15 min), fiind influențat mai mult de mărirea valorii pH-ului solventului decât de  $\tau_{UAE}$  și RSL. Analiza CBA au demonstrat că este important ca selectarea parametrilor optimali în UAE (durata de aplicare, pH solventului și RSL) să fie în concordanță cu materialul vegetal ales pentru cercetare. Analiza CTP și AA în pectina extrasă a demonstrat influența atât a pH -ului solventului extractant cât și a  $\tau_{UAE}$ . Astfel, în pectina extrasă cu ultrasunete, valoarea maximă a fost de 12,98 mg GAE/g s.u. (pH~2,5; RSL 1:10 (m/v),  $\tau_{UAE}$  30 min), iar minimă de 2,16 mg GAE/g s.u. (pH~1,5; RSL 1:20 (m/v),  $\tau_{UAE}$  30 min). AA (DPPH) a pectinei a înregistrat valorile între 5,53 (pH~1,5; RSL 1:20 (m/v)) și 18,86  $\mu$ mol TE/g s.u. (pH~2,5; RSL 1:15 (m/v)) pentru  $\tau_{UAE}$  15 min și valorile între 4,32 (pH~1,5; RSL 1:20 (m/v)) și 18,32  $\mu$ mol TE/100 g s.u. (pH~2,5; RSL 1:10 (m/v)) pentru  $\tau_{UAE}$  30 min.

#### **3.4. Extracția asistată de microunde (MAE) a pectinei din tescovina de mere**

Extracția pectinei prin MAE este o metodă neconvențională caracterizată prin rapiditate, consum redus de solvenți și energie precum și prin acțiunea mai puțin distructivă asupra constituenților termolabili (Prakash et al., 2013). MAE îmbunătățește capacitatea de absorbție a apei și a componentelor capilar-poroase ale părților de plante iar aceste modificări contribuie la intensificarea proceselor de hidroliză și la creșterea randamentului de extracție a celulozei, hemicelulozei și pectinei (Maran et al., 2014). S-a cercetat influența condițiilor de extracție al pectinei din TM în funcție de durata de aplicare a microundelor 5 și 10 min, puterea magnetronului 450 W și 650 W la frecvența de 2450 MHz. În conformitate cu rezultatele obținute se atestă că la aplicarea MAE la puterea magnetronului de 450 W, cel mai mare randament de pectină (19,88%) a fost obținut la (RSL 1:20 (m/v) și un pH de 2,5,  $\tau_{MAE}$  10 min), iar minimum 4,50% la

(RSL 1:10 (*m/v*) la pH 1,5 în  $\tau_{MAE}$  5 min). În cazul puterii magnetronului de 650 W,  $\tau_{MAE}$  5 min, randamentul maximum de 25,23 % a fost obținut la (RSL 1:15 (*m/v*) și la pH 1,5), iar cel mai mic 3,15 % la (RSL 1:10 (*m/v*) la pH 2,0). S-a demonstrat că există o corelație între pH solventului și puterea magnetronului. Astfel, s-a demonstrat că randamentul de extracție a pectinei a crescut pe măsură mării puterii magnetronului și scăderii pH solventului (Maric et al., 2018). ME este un parametru fizico-chimic important pentru structura pectinei în determinarea comportamentului funcțional a ei. Cele mai mari valori a ME au fost înregistrate pentru (pH 2,5, la puterea 450 W,  $\tau_{MAE}$  5 min și RSL 1:10 - 1:20 (*m/v*)), având valorile de 1879 – 2262 g/mol. În cazul extracției pectinei la puterea magnetronului de 650 W cele mai ridicate valori al ME au fost înregistrate la pH 2 și  $\tau_{MAE}$  10 min având valoarea de 1185 g/mol. Conținutul de grupe metoxil din pectină este influențat de parametrii aplicați la MAE. Cel mai mare conținut de OMe a fost obținut la puterea magnetronului de 450 W, (la pH~2,5, RSL 1:20 (*m/v*) și  $\tau_{MAE}$  5 min) constituit 6,39%, iar în cazul puterii de 650 W, (la pH~ 1,5, RSL 1:15 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  10 min), fiind 8,92%. Cel mai mic conținut de OMe a fost obținut în următoarele condiții: puterea magnetronului-450W, (pH~ 1,5, RSL 1:20 (*m/v*) și  $\tau_{MAE}$  10 min), fiind 4,88%, la puterea magnetronului de 650W – (pH- 2,0, RSL 1:15 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  10 min), fiind 2,00%. Rezultă că la pH mic, timpul de acțiune a microundelor îndelungat și o putere mai mare a magnetronului are loc deesterificarea mai avansată a pectinei. Analiza conținutului de AUA a demonstrat că valorile cresc odată cu micșorarea pH-lui, mărirea RSL și  $\tau_{MAE}$ . Astfel, la puterea magnetronului de 450 W, ( $\tau_{MAE}$  10 min, la pH ~ 1,5 și RSL 1:20 (*m/v*)), s-a înregistrat valoarea maximă de AUA - 73,02%, iar ( $\tau_{MAE}$  5 min, pH ~ 2,5, RSL 1:10 (*m/v*)) valoarea minimă 47,31%. În cazul puterii magnetronului de 650W și  $\tau_{MAE}$  10 min, valoarea minimă de AUA a fost de 41,85%, fiind obținută (la pH ~ 2, RSL 1:10 (*m/v*)) și maximă de 79,89% la (pH ~ 1,5 și RSL 1:15 (*m/v*)). Extracția cu microunde a pectinei din TM poate micșora GE prin încălzirea rapidă a moleculelor polare de apă, care în prezența acidului vor desface mai ușor legăturile esterice din macromoleculele de pectină. Scăderea valorilor GE a pectinei are loc la mărirea  $\tau_{MAE}$  și RSL și micșorarea pH-lui solventului. Astfel, GE a pectinei extrase la puterea magnetronului de 450 W a înregistrat valorile minime de 38,69% (pH 1,5, RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  10 min) și maxime de 71,37% (pH~2,5, RSL 1:10 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  5 min). Pentru pectina extrasă la puterea 650 W s-a înregistrat valoarea minimă de 33,87% (pH~1,5, RSL 1:10 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  5 min) și maximă de 73,29% (pH~2, RSL 1:10 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  10 min).

Datele experimentale înregistrate demonstrează că CTP și AA a pectinei de mere depind mai puțin de RSL în aceleași condiții de extracție. Se atestă că în condițiile de extracție: la puterea magnetronului de 450 W și  $\tau_{MAE}$  5 min, (la pH~2, RSL 1:10 (*m/v*)), valoarea minimă a CTP a fost de 2,28 mg GAE/g s.u. și maximă de 13,05 mg GAE/g s.u. la (pH~2,5, RSL 1:20 (*m/v*)). Pentru pectina extrasă la puterea 650 W s-a înregistrat valoarea minimă de 1,83 mg GAE/g s.u. (pH~2, RSL 1:15 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  5 min) și maximă de 5,75 mg GAE/g s.u. (pH~2, RSL 1:15 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  10 min). AA a pectinei extrase prin MAE la puterea magnetronului 450 W și  $\tau_{MAE}$  5 min, a înregistrat valoarea minimă de 7,85  $\mu$ mol TE/g s.u. (pH~2, RSL 1:10 (*m/v*) și maximă de 16,39  $\mu$ mol TE/g s.u. (pH~2,5, RSL 1:20 (*m/v*)  $\tau_{MAE}$  5 min), fiind influențate de creșterea valorilor

pH și RSL. Pentru pectina extrasă la puterea 650W, valoarea minimă a AA a fost 7,01  $\mu\text{mol TE/g s.u.}$  (pH~1,5, RSL 1:10 (*m/v*),  $\tau_{\text{MAE}}$  5 min) și maximă - 10,27  $\mu\text{mol TE/g s.u.}$  (pH~2, RSL 1:15 (*m/v*),  $\tau_{\text{MAE}}$  10 min).

### 3.5. Analiza informației mutuale a extracției pectinei din tescovina de mere cu aplicarea ultrasunetelor și microundelor

Analiza mutuală a informației a fost aplicată pentru determinarea influenței pH-ului asupra randamentului, ME, OMe, AUA, GE, CTP și AA a pectinei obținute prin extracție asistată de ultrasunete (UAE) și microunde (MAE) la toate hidromodulele (1:10, 1:15, 1:20 (*m/v*)). Datele din Tabelul 3.2 demonstrează că în extracția UAE, timp de 15 și 30 min, pH-ul influențează semnificativ ME a pectinei (informație mutuală fiind 0,998 biți pentru ambele cazuri), GE (0,995 și 0,996 biți) și concentrația OMe (0,958 și 0,836 biți), respectiv. Urmează în ordine descendentă influența asupra randamentului pectinei (0,885 și 0,873 biți) și asupra conținutului de AUA (0,836 și 0,985 biți), respectiv. În cazul unui timp mai scurt de acțiune a ultrasunetelor (15 min), CTP nu crește proporțional cu mărirea pH-ului mediului (0,491 biți).

**Tabelul 3.2 Rezultatele analizei mutuale a influenței pH-ului mediului (1,5; 2,0; 2,5) asupra proprietăților pectinei în toate hidromodulele (1:10; 1:15; 1:20)**

Proprietăți	Influența pH-ului asupra proprietăților pectinei, biți			
	Extracție asistată de ultrasunete		Extracție asistată de microunde	
	15 min	30min	5 min	10 min
Randament	0,885	0,873	0,998	0,998
Masă echivalentă	0,998	0,998	0,996	0,982
Grad de metoxilare	0,958	0,836	0,755	0,755
Conținut de acid anhidrogalacturonic	0,836	0,985	0,821	0,645
Grad de esterificare	0,995	0,996	0,996	0,591
Conținut total de polifenoli	0,491	0,812	0,916	0,522
Activitate antioxidantă	0,684	0,915	0,325	0,101

Prelungirea timpului de acțiune a ultrasunetelor la 30 min atestă o influență semnificativă a pH-ului asupra AA (0,915 biți) și mai puțin asupra CTP (0,812 biți).

În extracția cu microunde timp de 5 și 10 min la toate hidrovolumele, randamentul pectinei scade proporțional cu creșterea pH-ului mediului (0,998 biți), ME scade odată cu micșorarea pH-ului (0,996 și 0,982 biți, respectiv), iar OMe este mai puțin influențat de schimbarea pH-ului (0,755 biți).

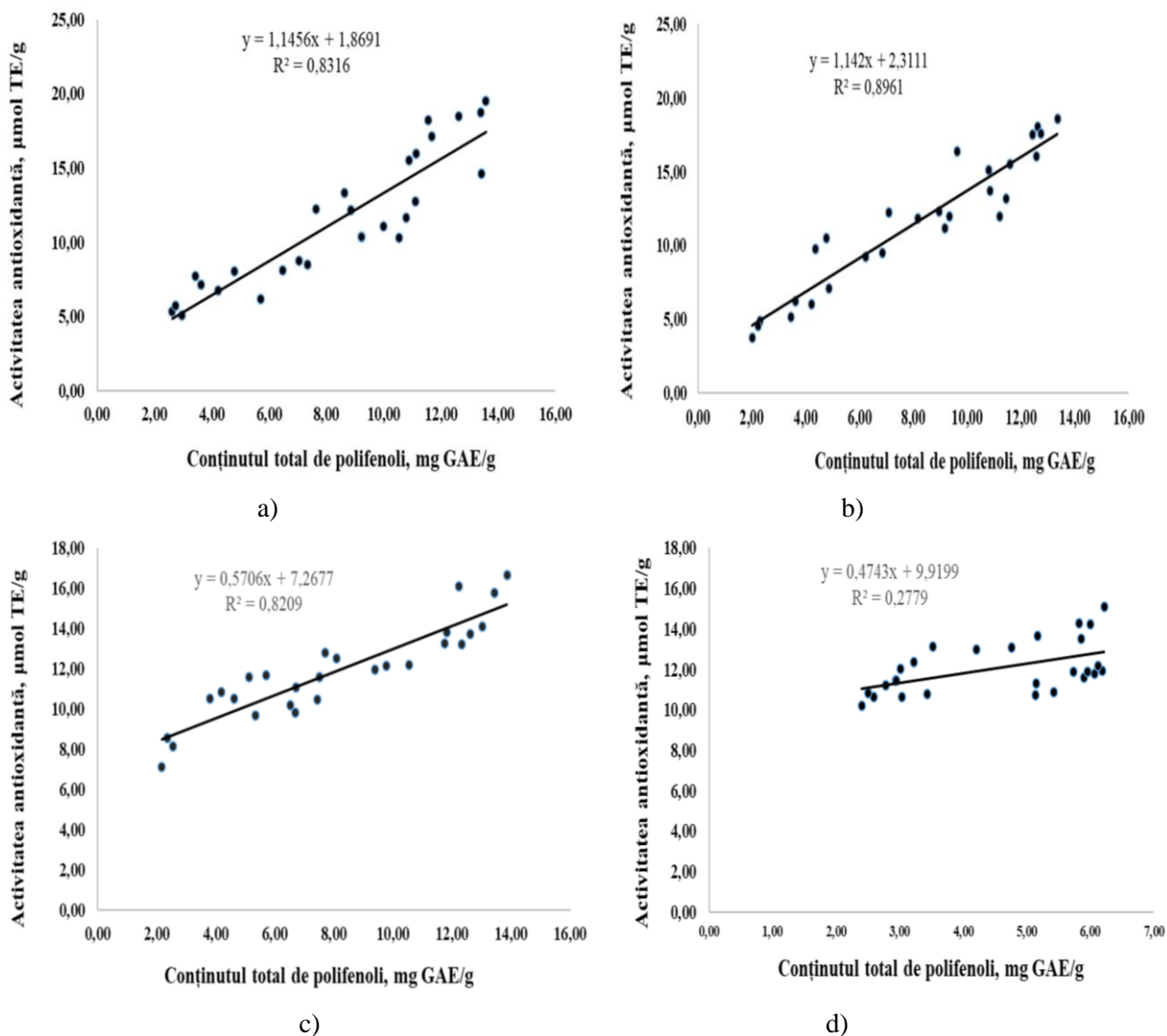
La aplicarea microundelor timp de 5 min, pH-ul influențează mai mult GE (0,996 biți), CTP (0,916 biți) și mai puțin concentrația AUA (0,821 biți) și AA (0,325 biți) a pectinei. Rezultatele analizei informaționale arată că la prelungirea timpului de acțiune a microundelor la 10 min, se observă o influență redusă a pH-ului asupra CTP (0,522 biți) precum și o influență nesemnificativă asupra AA a pectinei (0,101 biți).

### 3.6. Compararea rezultatelor obținute prin extracție UAE și MAE a pectinei din tescovina de mere

Analiza cercetărilor efectuate au demonstrat influența metodei de extracție UAE sau MAE și parametrilor de extracție pH-ul solventului, RSL și durata de extracție asupra randamentului de extracție, asupra ME, OMe, AUA, GE, CTP și AA a pectinei extrase. Astfel, pentru (pH 1,5 și RSL 1:20 (*m/v*)), randamentul pectinei obținut prin UAE la  $\tau_{UAE}$  30 min a constituit 9,91%, iar în cazul MAE la  $\tau_{MAE}$  10 min și puterea magnetronului 450 W a fost 19,88%, adică a crescut de 2,01 ori. În extracția MAE are loc generarea căldurii care accelerează procesul de extracție creând creșterea mobilității moleculelor și perturbarea celulelor vegetale. Rezultatele obținute în urma analizei ME au demonstrat că în pectina extrasă prin UAE și MAE, ME descrește odată cu micșorarea pH-ului, creșterea timpului de extracție și cu mărirea RSL înregistrând valorile pentru UAE - 1927 g/mol (pH~2,5; RSL 1:15 (*m/v*),  $\tau_{UAE}$  15 min), iar pentru MAE 2261 g/mol (pH~2,5; RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  5 min) adică mărirea ME cu 85%. Durata mică de expunere la extracția cu microunde nu a influențat semnificativ asupra modificării proprietăților pectinei extrase. Conținutul de OMe, determinat în pectina extrasă din tescovina merelor prin UAE a avut o concentrație mai sporită, comparativ cu pectina extrasă prin MAE. Gradul de metoxilare a crescut odată cu mărirea pH-ului și micșorarea timpului de extracție, însă fiind mai puțin influențat de RSL. La extracția MAE (450 W) s-a înregistrat valoarea maximă de 6,39 % (pH~2,5; RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  5 min) iar pentru UAE de 6,81% (pH~2,5; RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{UAE}$  15 min) adică de 1,06 ori mai mică, fiind în dependență de masa echivalentă a pectinei extrase. Analiza conținutului de AUA, în pectina obținută prin metode UAE și MAE, variază de la o probă la alta fiind în dependență nu numai de metoda aplicată, dar și de condițiile de extracție. Puritatea pectinei extrase a crescut odată cu micșorarea pH-ului, cu mărirea RSL și timpului de extracție. Pectina obținută prin UAE s-a caracterizat printr-un conținut mai mare de AUA, comparativ cu pectina prin MAE și a constituit 78,71 % (pH~1,5; RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{UAE}$  30 min) și 73,02 % (pH~1,5; RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  10 min) respectiv, fiind de 1,07 ori mai mare. Datorită extracției UAE a avut loc menținerea integrității AUA, iar MAE a influențat asupra structurii celulare eliberând cantități mai mari de pectină, care a scindat mai puțin în AUA. GE determinat pentru pectina obținută prin UAE a înregistrat valoarea maximă 73,78 % (pH~2,5; RSL 1:15 (*m/v*),  $\tau_{UAE}$  15 min), comparativ cu pectina extrasă prin MAE, cu 71,37 % (pH~2,5; RSL 1:10 (*m/v*), 5 min). În ambele tehnici, GE a înregistrat reducerea valorilor odată cu micșorarea pH-ului, creșterea timpului de extracție și RSL. GE a pectinei extrase prin UAE este de 1,03 ori mai mare decât în cazul metodei MAE.

Datele experimentale au demonstrat că CTP și AA a pectinei au fost într-o dependență mai mică de RSL la aceași parametri de extracție. S-a constatat că CTP a pectinei descrește odată cu micșorarea pH-ului, cu mărirea timpului de extracție și respectiv, cu micșorarea ME. În pectina extrasă prin UAE, CTP maximal a fost de 12,98 mg GAE/g s.u (pH~2,5; RSL 1:10 (*m/v*)  $\tau_{UAE}$  30 min) ce constituie 1,3 %, iar pectina extrasă prin MAE avea valoare de 13,05 mg GAE/g s.u. (pH~2,5; RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  5 min) sau 1,31 %. Probabil, în matricea complexă a macromoleculelor pectinei brute cu ME mare au fost reținuți mai mulți antioxidanți fenolici.

AA a pectinei obținută prin UAE și MAE evoluat în mod diferit. AA a pectinei extrase la aceeași frecvență a ultrasunetelor, timp de 15 și 30 min, a crescut proporțional ( $R^2=0,8316$  și  $R^2=0,8961$ ) cu CTP, care sunt responsabili pentru efect antioxidant, figurile 3.4(a) și 3.4(b). AA a pectinei extrase timp de 5 min prin MAE a crescut proporțional cu concentrația polifenolilor ( $R^2=0,8209$ ), fig. 3.4(c). În cazul pectinei extrase prin MAE timp de 10 min, AA nu a crescut proporțional cu CTP ( $R^2=0,2779$ ), fig. 3.4(d). Aceasta se explică prin reacțiile de depolimerizare avansată a pectinei cu eliberarea grupelor funcționale (carbonil, carboxil) responsabile de efectul AA.



**Fig. 3.4** Corelația dintre conținutul total de polifenoli și activitatea antioxidantă a pectinei obținută prin UAE timp de 15 min (a) și 30 min (b); MAE timp de 5 min (c) și 10 min (d).

Rezultatele cercetărilor au demonstrat că metodele neconvenționale de extracție UAE și MAE sunt ușor de controlat și pot fi aplicate pentru obținerea pectinei cu proprietăți prognozate.

Pectina, care conține compuși polifenolici, obținută prin UAE și MAE și aplicată în compoziții în calitate de agent de legare și acoperire va avea un spectru mai larg de activitate biologică, la care se mai adaugă și activitatea antioxidantă (Gurev et al., 2023b).



#### 4. UTILIZAREA PECTINEI ȘI TESCOVINEI DE MERE ÎN FABRICAREA PRODUSELOR ALIMENTARE NOI

Obiectivul principal al cercetărilor în capitolul dat constă în elaborarea tehnologiei de fabricare a batoanelor vegetale, cu utilizarea pectinei extrase din TM ca agent de legare și de acoperire; utilizarea pudrei din TM pentru fabricarea iaurtului, în calitate de agent de îngroșare și stabilizator, și biscuiților la substituirea zahărului în calitate de îndulcitor. Cercetările au fost efectuate în următoarele direcții: determinarea influenței duratei de păstrare de 360 zile asupra calității senzoriale și parametrilor fizico-chimice, valorii biologice a batoanelor din fructe uscate cu utilizarea pectinei ca agent de legare și acoperire; stabilirea influenței perioadei de păstrare de 20 zile asupra calității senzoriale, parametrilor fizico-chimici, de textură și valorii biologice a iaurtului cu adaos de pudra din TM; elaborarea tehnologiei de fabricare a biscuiților cu pudra din TM prin substituirea zahărului și determinarea calității senzoriale și parametrilor fizico-chimici a biscuiților.

##### 4.1. Utilizarea pectinei în fabricarea batoanelor vegetale

Batoanele vegetale constituie un amestec de fructe uscate (prune, vișine, mere și pudră de măceșe) având ca agent de legare și acoperire pectina, obținută în condiții optime de extracție MAE: pH~2, RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  10 min și puterea magnetronului 450 W, care au fost fabricate conform (Ceško et al., 2022a; Gurev et al., 2023b). Pudra de măceșe a fost aplicată pentru a menține stabilitatea microbiologică a batoanelor vegetale în timpul păstrării. Analiza calității senzoriale, parametrilor fizico-chimici, stabilității microbiologice și valorii biologice (CTP, CTF și AA) a batoanelor s-a făcut la fiecare 90 zile.

##### **Influența duratei de păstrare asupra parametrilor senzoriali ai batoanelor vegetale.**

Utilizarea pectinei ca agent de legare și de acoperire, a influențat favorabil atât calitatea senzorială, cât și parametrii fizico-chimici, stabilitatea microbiologică și valoarea biologică a batoanelor păstrați 360 zile. Caracteristicile senzoriale a batoanelor vegetale s-au apreciat pe baza calității fructelor uscate ce intră în componența lor în conformitate cu cerințele de calitate a fructelor uscate. Au fost apreciate aspectul, consistența, culoarea, mirosul și gustul. În timpul păstrării, calitatea senzorială a batoanelor nu s-a modificat esențial cu excepția gustului, care la finele duratei de păstrare (360 zile) avea predominant în gust de fructe de vișine. Aplicarea pectinei a minimalizat nivelul de deteriorare al batoanelor și a permis păstrarea lor îndelungată.

**Evoluția parametrilor fizico-chimici în batoane vegetale pe perioada de păstrare.** Pe parcursul păstrării (360 zile), cu interval de 3 luni, au fost analizați parametrii fizico-chimici, stabilitatea microbiologică, valoarea biologică și activitatea antioxidantă a batoanelor vegetale, care sunt prezentați în tabelul 4.1. Rezultatele obținute demonstrează, ca parametrii fizico-chimici, stabilitatea microbiologică, valoarea biologică și AA a batoanelor vegetale nu s-au modificat semnificativ în timpul depozitării. **Conținutul de umiditate** în timpul păstrării batoanelor a scăzut treptat de la 30,0% (în prima zi) la 23,6% (a 360-a zi), adică cu 21,3%. Aceasta s-a datorat proprietății pectinei de a gelifica și de a reține umiditatea în interiorul batoanelor. Filmul protector de pectină de pe suprafața batoanelor a avut rol de barieră în controlul retenției de umiditate, a redus procesele de interacțiune dintre moleculele alimentului și mediul înconjurător (Gurev et al., 2023a).

**Tabelul 4.1. Evoluția parametrilor fizico-chimici, valorii biologice, activității antioxidante și stabilității microbiologice în batoane pe perioada de păstrare**

Parametrii	Durata de depozitare, zile				
	1	90	180	270	360
Conținut de umiditate, %	30,0 ± 0,1 <sup>e</sup>	28,5 ± 0,1 <sup>d</sup>	26,4 ± 0,0 <sup>c</sup>	25,1 ± 0,1 <sup>b</sup>	23,6 ± 0,1 <sup>a</sup>
pH	3,61 ± 0,03 <sup>a</sup>	3,61 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,64 ± 0,0 <sup>a</sup>	3,75 ± 0,02 <sup>b</sup>	3,95 ± 0,01 <sup>c</sup>
Aciditate titrabilă, % raportat la acid citric	1,12 ± 0,02 <sup>c</sup>	1,08 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,05 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,84 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,83 ± 0,02 <sup>a</sup>
Activitatea apei, a.u.	0,571 ± 0,002 <sup>d</sup>	0,565 ± 0,003 <sup>d</sup>	0,543 ± 0,001 <sup>c</sup>	0,510 ± 0,002 <sup>b</sup>	0,496 ± 0,001 <sup>a</sup>
Conținut total de polifenoli, mg GAE/100 g s.u.	7,68 ± 0,12 <sup>c</sup>	7,63 ± 0,13 <sup>c</sup>	7,57 ± 0,11 <sup>c</sup>	6,24 ± 0,13 <sup>b</sup>	5,59 ± 0,07 <sup>a</sup>
Conținut total de flavonoide, mg QE/100 g s.u.	2,75 ± 0,05 <sup>d</sup>	2,71 ± 0,09 <sup>d</sup>	2,48 ± 0,02 <sup>c</sup>	2,13 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,85 ± 0,05 <sup>a</sup>
Activitate antioxidantă (DPPH), % inhibare	84,09 ± 1,33 <sub>d,e</sub>	82,62 ± 1,35 <sub>d,e</sub>	77,9 ± 0,48 <sub>c,d</sub>	72,29 ± 0,39 <sup>b</sup>	67,80 ± 0,56 <sup>a</sup>
Activitate antioxidantă (DPPH), μmol TE/100 g s.u.	24,85 ± 0,14 <sub>d</sub>	24,80 ± 0,09 <sup>d</sup>	23,52 ± 0,05 <sup>c</sup>	22,31 ± 0,07 <sup>b</sup>	20,14 ± 0,0 <sup>a</sup>
Stabilitatea microbiologică, CFU/g	0 ± 0 <sup>a</sup>	2,0 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,0 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,0 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,0 ± 0,1 <sup>b</sup>

Valorile din tabel reprezintă mediile a trei încercări replicate ± abaterea standard. Litere (<sup>a-e</sup>) desemnează rezultate diferite din punct de vedere statistic ( $p \leq 0,05$ ).

**Evoluția pH-ului** în batoanele vegetale în timpul păstrării s-a datorat fructelor de prune și vișine, acidului citric folosit în formarea suspensiei de pectină și pudrei de măceșe utilizate pentru stabilitatea microbiologică. Pe parcursul a 3 luni, valoarea pH-ului nu s-a schimbat esențial. S-a observat o ușoară creștere a pH-ului de la 3,64 (în a 180-a zi) la 3,95 (în a 360-a zi), iar **aciditatea titrabilă** probelor a scăzut de la 1,12% (în prima zi) până la 0,83% raportat la acid citric (a 360-a zi), datorită transformărilor fizico-chimice ale compușilor care au avut loc în batoanele vegetale în timpul păstrării.

**Activitatea apei** ( $a_w$ ) determinată în batoanele vegetale pe o perioadă de 360 de zile s-a modificat de la 0,571 până la 0,496 u.c., indicând o scădere de 14%. Valorile  $a_w$  demonstrează conservarea corespunzătoare a batoanelor vegetale, precum și efectul protector și stabilizator al pectinei ca agent de legare și de acoperire. Pectina a menținut cantitatea de apă necesară pentru a păstra prospețimea batoanelor vegetale.

Din punct de vedere al **stabilității microbiologice** reducerea conținutului de umiditate din fructele uscate utilizate, valorile scăzute ale pH-ului, utilizarea pectinei atât ca agent de legare, cât și ca stratul protector, precum și ambalarea în vid au stopat creșterea microorganismelor în timpul depozitării, astfel fiind asigurată o stabilitate microbiologică pe toată perioada de depozitare.

**Analiza compușilor biologic activi** în batoane a demonstrat că includerea fructelor uscate și pudrei de măceșe în compoziția alimentului, împreună cu utilizarea pectinei ca agent de legare și de acoperire, a avut o influență pozitivă asupra evoluției conținutului de antioxidanți în timpul depozitării. CTP, inclusiv CTF, în primele șase luni de depozitare au rămas aproape de valorile inițiale: 7,68 mg GAE/100 g s.u. (CTP) și 2,75 mg QE/100 g s.u. (CTF). Totuși, spre finele păstrării, conținutul CBA a scăzut la 5,59 mg GAE/100 g s.u. (CTP) și 1,85 mg QE/100 g s.u. (CTF). Pectina, cu aport de antioxidant, a marcat un rol de stabilizator și barieră de protecție, reducând semnificativ procesul de degradare a CBA în timpul păstrării batoanelor (Ceško et al, 2022c; Gurev et al., 2023a).

**Activitatea antioxidantă** (DPPH) în batoanele a avut inițial valoare de 24,85  $\mu\text{mol TE}/100 \text{ g s.u.}$ , care a scăzut ușor în primele 6 luni și a ajuns la 20,14  $\mu\text{mol TE}/100 \text{ g s.u.}$  la sfârșitul unui an de păstrare în condiții adecvate. Aceste valori nu au suferit modificări semnificative în perioada de păstrare datorită conținutului crescut de polifenoli din batoanele vegetale și aportului de antioxidanți din fructe și pectina. Cercetările prezentului studiu au demonstrat că pectina extrasă prin MAE utilizată ulterior ca agent de legare și acoperire în procesul tehnologic de fabricare a batoanelor vegetale, a menținut AA și valoarea funcțională ridicată a alimentului pe parcursul a 12 luni de păstrare.

#### **4.2. Utilizarea tescovinei de mere în fabricarea iaurtului**

Iaurtul joacă un rol esențial în recomandările dietetice deoarece îndeplinește funcția de furnizare a nutrienților și compușilor bioactivi esențiali pentru sănătate: vitamine și săruri minerale, lactoză, proteine bioactive, lipide și bacterii lactice vii benefice pentru tractul gastrointestinal (Gómez-Gallego et al., 2018). Factorii principali ce afectează structura și textura iaurtului sunt: conținutul de proteine și grăsimi, procesul tehnologic și proprietățile ingredientelor adăugate (în special stabilizatori). Fabricarea iaurtului cu adaos de pudră din tescovina de mere (PTM) are ca scop cercetarea influenței concentrației de PTM asupra caracteristicilor senzoriale, parametrilor fizico-chimici și de textură și activității antioxidante a lui pe perioada de păstrare. Utilizarea PTM a permis dezvoltarea unui iaurt cu o structură și textură îmbogățită cu fibre alimentare și CBA fiind totodată și ca stabilizator (Popescu et al., 2022).

Pentru fabricarea iaurtului s-a utilizat laptele pasteurizat de 2,5% grăsime, PTM și cultura starter liofilizată de tip FD-DVS și YAB 352B. Probele de iaurt au fost obținute utilizând 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 și 1% PTM (0,2% ITM, 0,4% ITM, 0,6% ITM, 0,8% ITM și 1,0% ITM) (Popescu et al., 2022). Pentru a atinge  $\text{pH} \sim 4,6$ , durata de fermentare a probelor de iaurt a variat între 7 și 8 h. S-a constatat ca adaosul de PTM a redus durata de fermentare de la 8 h până la 7,5 h în cazul probei de iaurt (ITM 0,4%) și (ITM 0,6%) și până la 7 h în cazul (ITM 0,8%) și (ITM 1,0%). În cazul (ITM 0,2%) nu au fost observate schimbări esențiale în timpul de fermentare. Reducerea duratei de fermentare în cazul probelor (ITM 0,4% - ITM 1,0 %) probabil s-a datorat caracterului acid al TM din cauza prezenței acizilor organici (malic, lactic, citric și succinic).

Probele de iaurt au fost evaluate în prima zi de la producere (calitatea senzorială, parametrii fizico-chimică, cromatici și AA) și în timpul păstrării în a 7, 14, 17 și 20 zi (calitatea senzorială, pH și

parametrii de textură). Analiza senzorială a probelor de iaurt cu și fără PTM a demonstrat că caracteristicile corespund cerințelor de calitate pentru lapte și produse lactate. Cel mai ridicat punctaj al acceptabilității generale au obținut probele (ITM 0,6%) și (ITM 0,8%), care s-au caracterizat prin coagul de consistență fermă și cremoasă, miros și gust specific de iaurt, cu caractere specifice fermentației lactice și măr.

**Analiza fizico-chimică** a probelor de iaurt a inclus determinarea conținutului de substanță uscată, de grăsime, conținutului total de fibre alimentare și insolubile, precum și AA. **Conținutul de substanță uscată** din iaurt a variat între 14,40% (PM) și 15,04% (ITM 1%). Mărirea conținutului de PTM a determinat o creștere neesențială a **conținutului de grăsime** de la 0,15% (PM) până la 0,18% (ITM 1%). TM în proporție de 1% a condiționat creșterea nivelului de fibre insolubile în iaurt cu 0,14% în comparație cu PM. Celuloza, lignina, protopectina, etc. care fac parte din fibre insolubile în iaurtul cu PTM, sunt distribuite în faza serică a rețelei de cazeină. Acestea, fiind rehidratate, au contribuit semnificativ la reținerea și imobilizarea zerului, formând astfel niște rețele coloidale. Ambele interacțiuni posibile sugerează că TM acționează ca un filer activ cu o stabilizare suplimentară a fazei serice în cazeină. În ceea ce privește **conținutul total de fibre alimentare**, valoarea a crescut cu aproximativ de 0,25% (ITM 0,4%) și cu 0,63% (ITM 1%) în raport cu PM. În mod similar, creșterea conținutului de PTM în probe de iaurt a determinat o creștere a **activității antioxidante**. În cazul (ITM 1,0%), AA a atins valoarea de 29,8  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g probă}$ . Chiar și cea mai mică cantitate de TM (0,2%) a provocat o creștere de 0,3 ori a AA în comparație cu PM, iar o cantitate de 1% de TM a demonstrat o creștere de 56 ori.

**Culoarea iaurtului** este un indicator important care influențează calitatea, valoarea comercială și acceptabilitatea produsului. Pe măsură ce cantitatea de PTM a crescut de la 0,2 – 1%, valorile luminozității ( $L^*$ ) a probelor au scăzut de 1,05 ori, valorile componentei roșu-verde sunt situate în domeniu negativ, ceea ce confirmă faptul prezența tonului verde în toate probele analizate. În cazul componentei galben-albastru ( $b^*$ ), în toate probele analizate a predominat culoarea galbenă datorită adaosului de PTM. Diferența globală de culoare ( $\Delta E^*$ ) a probelor de iaurt cu PTM a crescut de la 0,77 (ITM 0,2%) până la 4,5 (ITM 1,0%). Astfel, s-a demonstrat că în funcție de valorile  $\Delta E^*$  - (ITM 0,2%) a fost clasificat cu diferențe de culoare imperceptibile (0,5-1,5), (ITM 0,4%) - cu diferențe doar vizibile (1,5-3,0); (ITM 0,6%; ITM 0,8% și ITM 1,0%) cu diferențe marcate de culoare (3,0-6,0).

**În timpul duratei de păstrare**, calitatea senzorială a probelor de iaurt nu s-a schimbat esențial, cu excepția probei de ITM 1,0%. În a 20-a zi de păstrare, probele de iaurt ITM 0,4%, ITM 0,6% și ITM 0,8% au fost apreciate cu cel mai ridicat punctaj 4,82-4,83, deoarece s-a păstrat coagul de consistență cremoasă, miros și gust specific iaurtului și tescovinei de mere.

**Evoluția pH-ului** în timpul păstrării, de asemenea, este determinată de dezvoltarea bacteriilor lactice provenite din cultura starter și de PTM în iaurt. Durata de păstrare la rece a condus la scăderea pH-ului treptat în toate probele analizate, iar cea mai mică valoare a pH-ului s-a înregistrat în a 20-a zi, valorile fiind în intervalul 4,24 (ITM 1%) - 4,47 (PM).

Cunoașterea **proprietăților reologice** și în special texturale a iaurturilor este deosebit de importantă din punct de vedere tehnologic. Adăugarea PTM a condus la scăderea pH-ului de gelifiere

și a scurtat timpul de fermentație (în special pentru ITM 1%), dezvoltând un gel mai ferm și mai consistent în timpul depozitării la rece. PTM a influențat în mod semnificativ proprietățile texturale ale iaurtului. Pe măsura creșterii cantității de pudre de la 0,2 până la 1% valorile **fermității** au crescut de la 1297 g până la 1944 g. **Adezivitatea** iaurturilor cu tescovină a arătat o tendință de scădere de la 1306 g·s (ITM 0,2%) până la 1219 g·s (ITM 1,0%). Se consideră că valoarea adezivității iaurtului este invers proporțională cu calitatea de consum a iaurtului (Popescu et al., 2022). **Coeziunea** este corelată cu acceptabilitatea iaurtului de către consumatori și este un parametru important pentru analiza texturii iaurtului. S-a demonstrat că valorile coeziunii a probelor de iaurt au crescut odată cu mărirea concentrației de PTM adăugate, valoarea maximă (0,703%) fiind înregistrată în cazul ITM 1%. Creșterea coeziunii a probelor de iaurt cu PTM s-ar putea datora vâscozității conferite de tescovină, care ar putea oferi rezistență structurii iaurtului. S-a constatat că **elasticitatea** iaurtului a crescut odată cu creșterea nivelului de adaos PTM, iar valoarea maximă a fost înregistrată la iaurturile cu adaos de 0,8-1,0%. Nivelul **gumenozității** în iaurt influențează acceptabilitatea consumatorului și poate varia de la o persoană la alta. Rezultatele analizei texturale în timpul depozitării au sugerat că adăugarea PTM a condus la formarea unui sistem stabil și unei rețele tridimensionale puternice în iaurt. Prin urmare, s-a demonstrat creșterea gradului de reticulare a rețelei de gel și ca rezultat formarea unei structuri de gel mai fermă (Bulgaru et al., 2023). Pe parcursul perioade de păstrare (20 de zile) probele de iaurturi fortificate cu PTM au prezentat o fermitate, elasticitate și coeziune îmbunătățite, indicând o întărire a structurii gelurilor de cazeină.

**Sinereza** apare din cauza incapacității gelului de iaurt de a reține faza serică și a slăbirii rețelei de cazeină ce duce la eliberarea zerului (Lucey, 2004). Astfel, cea mai mare valoare de 26,65% a fost înregistrată pentru PM. Adaosul de PTM în structura iaurtului a redus capacitatea de separare a zerului. În (ITM 1,0%), valoarea sinerezei a fost cea mai mică fiind 24,38%, deoarece a fost cea mai bună reținere a zerului. Vianna et al., (2017) au raportat că creșterea conținutului total de substanțe solide influențează pozitiv densitatea rețelei și reduce sinereza laptelui fermentat. Sinereza PM a prezentat o tendință de creștere, în timp ce sinereza probelor de iaurt cu adaos de pudră s-a redus constant pe parcursul celor 20 de zile de păstrare la rece. Oliveira et al., (2015) a stabilit că modificarea sinerezei poate fi legată de interacțiune dintre polifenoli-proteine, deoarece primii au o afinitate mare pentru cazeina. Interacțiunile covalente sau necovalente dintre polifenoli și proteine conduc la formarea complexelor solubile stabile. Interacțiunile promovează puterea rețelei de cazeină (interacțiune hidrofobă) și formarea legăturilor de hidrogen. O influență mai puternică asupra parametrilor a fost observată la concentrații mai mari de TM.

În general, parametrii texturali au corelat cu caracteristicile senzoriale, cu excepția probei ITM 1,0%. Această probă a demonstrat valorile ridicate a parametrilor texturali dar din punct de vedere senzorial a fost apreciată cu un scor redus ca rezultat al apariției senzației grosiere a particulelor de TM în cavitatea bucală. Adaosul de PTM în proporție de 0,6-0,8% a condus la obținerea unui iaurt cu textură fermă, elasticitate și coezivitate sporită, gumezitate și adezivitate

redușă și acceptabilitate ridicată ceea ce sugerează că acestea sunt concentrații optime pentru fabricare industrială.

**Analiza informației mutuale** privind influența diferitelor concentrații de PTM adăugată în probele de iaurt asupra acceptabilității generale și parametrilor texturali a demonstrat că concentrațiile de PTM în probe de iaurt au influențat în mod esențial calitatea senzorială a iaurtului și parametrii texturali, tabelul 4.2.

**Tabelul 4.2 Influența duratei de păstrare și a concentrației de PTM (0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1%) asupra parametrilor de textură și a acceptabilității generale a probelor de iaurt**

Parametru	Valorile analizei informaționale, biți	
	Influența duratei de păstrare	Influența concentrației de pudră de tescovină de mere
Fermitatea	0,122	0,595
Elasticitatea	0,109	0,631
Coezivitatea	0,141	0,890
Adezivitatea	0,165	0,477
Gumozitatea	0,105	0,986
Sinereza	0,120	0,398
Acceptabilitatea generală	0,199	0,965

Gumozitatea a fost cea mai mult influențată (0,986 biți), urmată de coeziune (0,890 biți) și elasticitate (0,631 biți). Pentru sinereză, valoarea analizei informației mutuale a fost cea mai mică (0,398 biți). Concentrațiile de PTM au influențat în mare măsură calitatea probelor de iaurt, deoarece valoarea analizei informației mutuale pentru acceptabilitatea generală a fost de 0,965 biți. S-a demonstrat că durata de păstrare (20 zile) a iaurtului fără și cu adaos de PTM în concentrații (0,2-1%) nu a influențat în mod esențial acceptabilitatea generală și parametrii texturali a produsului. Valorile analizei informaționale pentru caracteristicile texturali au variat de la (0,105 biți) pentru gumozitate până la (0,165 biți) - adezivitate, iar pentru acceptabilitatea generală a fost de (0,199 biți).

Influența adaosului de PTM și a duratei de păstrare asupra analizei senzoriale, indicatorilor fizico-chimice și parametrilor texturali a probelor de iaurt a fost analizată constatându-se acceptabilitatea de utilizare a pudrei din TM în producerea unui nou iaurt îmbogățit cu fibre alimentare și cu CBA (Popescu et al., 2022).

### 4.3. Utilizarea tescovinei de mere în fabricarea biscuiților

Biscuiții sunt produse făinoase dulci, cu o durată îndelungată de conservare, obținuți prin coacerea unui aluat afânat preparat din făină de grâu, apă, zahăr, grăsimi, ouă, afânatori chimici și diverse alte tipuri de materie care îmbogățesc valoarea alimentară (Banu, 2002). Pentru prepararea biscuiților s-a utilizat rețeta clasică a biscuiților care include: făină de grâu de calitate superioară, zahăr cristal, unt, sare alimentară și praf de copt. Pentru cercetare PTM a fost utilizată în calitate de înlocuitor al zahărului cristal în rețeta biscuiților. Probele de biscuiți au fost codificate în felul următor: PM - proba-martor cu zahăr 100%; PTM1 - substituirea zahărului de 25% cu PTM; PTM2 - substituirea zahărului de 50% cu PTM; PTM3 - substituirea zahărului de 75% cu PTM; PTM4 - proba cu PTM 100%. Au fost evaluate calitățile senzoriale ca aspect exterior și în secțiune, culoare,

aromă și gust care corespund cerințelor de calitate pentru produse de cofetărie. S-a menționat că adaosul de PTM prin substituirea zahărului în probele de biscuiți PTM1 și PTM2 nu s-au deosebit esențial de PM. În probele de biscuiți PTM3 și PTM4 au avut loc modificarea culorii, acesta fiind mai închis, iar în gustul lor s-a prelevat o notă de fructe de mere cu scăderea din dulceața inițială. Mirosul a fost pronunțat de mere. În aspectul exterior și în secțiune deosebiri esențiale nu au fost evidențiate.

**Culoarea** este un indicator important al calității care este atribuită principalelor semne a însușirilor organoleptice pentru biscuiți. S-a constatat că valorile  $L^*$  a biscuiților a prezentat o tendință de scădere de la 78,87 (PM) până la 58,08 (PTM4), adică cu 26,3% odată cu creșterea nivelului de înlocuire a zahărului cu pudră din TM. Valorile mai mici ale  $L^*$  au indicat că biscuiții au avut o culoare mai închisă la niveluri mai ridicate de substituție a zahărului cu PTM în comparație cu PM. Valorile parametrului  $a^*$  au fost între 2,45 (PM) până la 10,72 (PTM4), iar valorile  $b^*$  au variat de la 29,83 (PM) până la 34,96 (PTM4), demonstrând predominanța culorii roșii față de verde și culorii galbene, în defavoarea albastrului, respectiv. Culoarea rezultată a biscuiților a fost galben deschis (PTM 1) și galben închis (PTM 2, PTM 3 și PTM 4). Probele PTM 3 și PTM 4 au avut un conținut mai mare de tescovina de mere, ceea ce a facilitat rumenirea lor. Modificarea valorilor cromatice  $C^*$  de la 29,93 (PM) până la 36,57 (PTM4), a demonstrat creșterea intensității culorii biscuiților odată cu mărirea concentrației PTM. Valorile unghiului de nuanță  $H^*$  pentru toate probele se află în primul cadran trigonometric, dar pentru probele PM și PTM1 predomină tonalitatea culorii galbene deschise, iar pentru PTM2, PTM3 și PTM4 - tonalitatea culorii galbene închise.  $\Delta E^*$  reprezintă un parametru adimensional, rezultat din combinarea valorilor  $L^*$ ,  $a^*$  și  $b^*$  ale perechilor de probe, care indică dacă există sau nu diferențe în culorile percepute de ochiul uman. Pentru PTM1, valoarea  $\Delta E^*$  a fost în intervalul  $6 < \Delta E^* < 12$ , demonstrând o diferență mare de culoare, iar pentru probele PTM2- PTM4 valorile  $\Delta E^*$  au fost  $> 12$ , adică culori complet diferite. Compoziția PTM a influențat semnificativ valorile  $\Delta E^*$ , deoarece condițiile de coacere au fost aceleași pentru toate probele obținute.

Analiza calității fizico-chimice (conținut de umiditate, indice de îmbibare și alcalinitate) s-a făcut pentru a cerceta influența înlocuirii zahărului cu PTM asupra acești indicatori, tabelul 4.3. **Conținutul de umiditate** a biscuiților cu PTM a scăzut de la 10,12% (PM) până la 8,08% (PTM 4). Probabil, această scădere a fost influențată de timpul de coacere, care a crescut odată cu mărirea concentrației de substituție a zahărului cu PTM. **Indicele de îmbibare** reflectă aspecte legate de calitatea, funcționalitatea și acceptabilitatea produsului. Indicele de îmbibare a probelor de biscuiți a crescut de la 114 % (PM) până la 132 % (PTM 4), adică cu 15,8%. Substituția zahărului cu PTM în cantitate de 25%, 50%, 75% și 100%, mărește conținutul de fibrele alimentare în biscuiți, reprezentați de celuloză, hemiceluloză și de substanțe pectice care au capacitate de absorbi și de a reține apa în interiorul biscuiților, măbind masa produsului. Valorile obținute pentru **alcalinitate** au fost sub limita admisibilă și nu au depășit normele prevăzute în actele normative. În conformitate cu datele obținute se atestă că valorile alcalinității scad odată cu mărirea cantității de PTM de la 1,98 (PM) până la 1,8 (PTM 4).

Pe perioada de păstrare a biscuiților timp de 30 de zile, probele PTM 1 și PTM 2 nu au manifestat schimbări semnificative a calităților senzoriale, iar PTM 3 și PTM 4 au devenit mai sfărâmicioși. Probabil, în timpul păstrării (30 zile), conținut ridicat de fibre alimentare din TM au eliberat apa legată fizico-chimic, influențând structura produsului finit.

**Tabelul 4.3 Evoluția parametrilor fizico-chimici a biscuiților cu pudra din tescovina de mere la substituirea zahărului în prima zi de fabricare și pe perioada de depozitare de 30 zile**

Nr.	Indicatori fizico-chimici	Denumirea probelor	Rezultatele obținute în prima zi de fabricare	Rezultatele obținute după 30 zile de depozitare
1	Umiditatea, %	PM	10,12±0,01 <sup>h</sup>	10,06±0,01 <sup>h</sup>
		PT1	9,68±0,01 <sup>f</sup>	9,70±0,01 <sup>f</sup>
		PT2	9,17±0,02 <sup>e</sup>	9,28±0,02 <sup>e</sup>
		PT3	8,52±0,01 <sup>c</sup>	8,77±0,01 <sup>d</sup>
		PT4	8,08±0,01 <sup>a</sup>	8,30±0,01 <sup>b</sup>
2	Alcalinitatea, grade	PM	1,98±0,01 <sup>h</sup>	1,96±0,01 <sup>g,h</sup>
		PT1	1,93±0,01 <sup>f,g</sup>	1,90±0,01 <sup>e,f</sup>
		PT2	1,90±0,01 <sup>e,f</sup>	1,88±0,01 <sup>d,e</sup>
		PT3	1,87±0,01 <sup>d,e</sup>	1,85±0,01 <sup>c,d</sup>
		PT4	1,80±0,01 <sup>b</sup>	1,78±0,01 <sup>a</sup>
3	Indicele de îmbibare, %	PM	114±1 <sup>b</sup>	111±1 <sup>a,b</sup>
		PT1	120±2 <sup>c,d</sup>	116±2 <sup>b,c</sup>
		PT2	124±2 <sup>d,e</sup>	119±3 <sup>c,d</sup>
		PT3	128±3 <sup>e,f</sup>	122±1 <sup>d</sup>
		PT4	132±0 <sup>f</sup>	125±2 <sup>d,e</sup>

\*Valorile din tabel reprezintă mediile a trei încercări replicate ± abaterea standard. Litere (a-h) desemnează rezultate diferite din punct de vedere statistic ( $p \leq 0,05$ ).

Durata de păstrare a influențat valorile **conținutului de umiditate** în probele studiate. În PM acest indicator s-a redus cu 0,6%, în raport cu valorile determinate în prima zi de la producere. În cazul probelor în care zahărul a fost substituit cu PTM, conținut de umiditate a crescut în raport cu valorile determinate în prima zi de la producere: PTM 1 cu 0,21%, PTM 2 cu 1,19%, PTM 3 cu 2,93% și PTM 4 cu 2,97 %, probabil datorită fibrelor alimentare din compoziția pudrei vegetale care au reținut apa în interiorul produsului. În perioada de păstrare **alcalinitatea** biscuiților a scăzut de la 1,96 grade (PM) până la 1,78 grade (PTM 4). Probabil, creșterea conținutului de umiditate și prezența acizilor organici din TM a condus la neutralizarea prafului de copt în timpul păstrării biscuiților. În cazul PM, **indicele de îmbibare** s-a redus cu 2,63%, PMT 1 cu 3,33%, PMT 2 cu 4,03%, PMT 3 cu 4,69% și PMT 4 cu 5,30 %. **Valorile  $a_w$** , a probelor de biscuiți păstrați 30 de zile, au variat în intervalul 0,249 - 0,337 u.c. Ghendov-Mosanu et al., (2023) au raportat că valorile  $a_w$  mai mici de 0,60 previn deteriorarea microbiană și demonstrează o stabilitate microbiologică a produsului. Analiza numărului total de microorganisme din biscuiți a evidențiat valori acceptabile pentru perioada de păstrare 30 de zile, care s-au încadrat în limitele admise.

Rezultatele cercetării denotă că înlocuirea zahărului cu pudra din TM în concentrații optime de 25 și 50% (PTM 1 și PTM 2) au permis obținerea biscuiților în conformitate cu documentele normative. Biscuiții bogați în fibre alimentare cu conținut redus de zahăr pot fi recomandați consumatorilor care suferă de unele maladii netransmisibile și copiilor.



## CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Problemele abordate în teză au vizat valorificarea rațională a deșeurilor agro-industriale, în special a tescovinei de mere și obținerea pectinei cu scopul utilizării în formularea unor produse alimentare noi. În baza principalelor rezultate ale cercetărilor au fost formulate următoarele concluzii:

1. În procesul de uscare convectivă a tescovinei de mere creșterea temperaturii agentului termic în intervalul 60-80 °C a condus la reducerea timpului de uscare de 1,6 ori. Analiza curbelor de uscare a demonstrat reducerea duratei de uscare în prima perioada cu 15,4%, iar în a doua – cu 45,4%. Valorile vitezei de uscare s-au majorat de 1,36 ori, iar coeficientul de uscare  $K_{II}$  a crescut de 1,49 ori (Ceško et al., 2023a; subcapitolul 3.1).

2. Au fost aplicate 7 modele matematice empirice care au descris cinetica procesului de uscare convectivă a TM pe baza modificărilor MR. Fidelitatea maximă față de datele experimentale a fost obținută prin modelul Midilli, valoarea  $R^2$  a constituit 0,9996 (60 și 70 °C) și modelul Wang și Singh,  $R^2$  fiind 0,9937 (80 °C) (subcapitolul 3.1).

3. Temperatura agentului termic a influențat conținutul CBA și AA a tescovinei de mere uscate. Cele mai optime valori ale CBA s-au înregistrat la temperatura de uscare de 70 °C. Corelațiile între CBA și AA sunt ridicate, coeficientul de determinare  $R^2$  fiind de 0,983 (CTP-AA), 0,984 (CT-AA) și 0,915 (CTC-AA) (Ceško et al., 2023a; subcapitolul 3.2).

4. Parametrii fizico-chimici și valoarea biologică a pectinei extrase prin metode neconvenționale au fost influențați semnificativ de valoarea pH, de hidromodulul (RSL) și durata de extracție ( $\tau$ ). Randamentul maxim de extracție a fost obținut în cazul MAE - 19,88 %, iar în cazul UAE - 9,91%. În metoda MAE cele mai mari valori au fost determinate pentru ME (2261 g/mol) și CTP (13,05 mg GAE/g s.u.), iar AA a constituit 16,39  $\mu$ mol TE/g s.u. La extracția pectinei prin UAE, valori mai ridicate au avut OMe (6,81%), AUA (78,71 %), GE (73,78 %) și AA (18,86  $\mu$ mol TE/g s.u.) (Gurev, Ceško et al., 2023a; subcapitolul 3.2 și 3.3).

5. Analiza informației mutuale a influenței pH a mediului de extracție în metoda UAE cu  $\tau_{UAE}$  15 min și 30 min la toate RSL a demonstrat că ME și GE au fost influențate considerabil, valorile variind în intervalul (0,995-0,998 biți), iar CTP a fost influențat moderat, valorile variind între (0,491 – 0,812 biți). În cazul MAE cu aplicarea microundelor  $\tau_{MAE}$  5 min și 10 min, pH a influențat semnificativ randamentul – (0,998 biți), însă mai puțin AA (0,101-0,325 biți) (Gurev, Ceško et al., 2023b; subcapitolul 3.2 și 3.3).

6. Metoda și durata de extracție au influențat în mod diferit AA a pectinei. Valorile AA obținute prin UAE timp de 15 și 30 min au crescut proporțional cu CTP, ( $R^2=0,8316$  și  $R^2=0,8961$ ). În cazul MAE, la aplicarea microundelor de 5 min, AA a crescut proporțional cu concentrația polifenolilor ( $R^2=0,8209$ ), iar pentru 10 min, nu s-a evidențiat o corelație directă dintre AA și CTP ( $R^2=0,2779$ ). (Gurev, Ceško et al., 2023b; subcapitolul 3.5).

7. S-a demonstrat aplicabilitatea pectinei drept agent de legare și acoperire a batoanelor vegetale. Pe o durată de păstrare de 360 zile nu s-au manifestat schimbări esențiale în calitatea

senzorială; conținutul de umiditate și AA a batoanelor s-au redus de 1,4 ori și 1,23 ori, respectiv; pH a crescut de 1,08 ori, iar activitatea apei practic nu s-a modificat. Pectina a influențat pozitiv parametri fizico-chimici și stabilitatea microbiologică a batoanelor. (Gurev, Ceșko et al., 2023a; Ceșko et al., nr.10140 din 06.10.2022a, subcapitolul 4.1).

8. Analiza calității senzoriale a iaurtului fortificat cu pudră din tescovină de mere (ITM 0,6% și 0,8%) în timpul păstrării (20 de zile) a demonstrat o consistență fermă, cremoasă, cu miros și gust specific de iaurt și măr. Creșterea conținutului de TM a condus la reducerea timpului de fermentare cu 1 h; la majorarea valorilor fermității de 1,61 ori, coeziunii - de 2,43 ori, elasticității de 2,06 ori și la reducerea semnificativă a sinerezei - de 1,17 ori, adezivității de 1,15 ori și gumenozității de 2,5 ori în raport cu PM. S-a demonstrat creșterea semnificativă a AA, de 56 ori pentru ITM 1,0% în raport cu PM (Popescu, Ceșko et al., 2022; subcapitolul 4.2).

9. Pudră din TM a fost aplicată la producerea biscuiților cu înlocuirea zahărului în proporție de 25 - 100%. În timpul păstrării biscuiților (30 de zile) nu au fost atestate schimbări esențiale în culoare, gust, miros și aspect, umiditatea și alcalinitatea au scăzut de 1,25 și 1,12 ori respectiv, iar indicele de îmbibare a crescut de 1,08 ori datorită proprietății fibrelor din tescovină de mere de a reține umiditatea. Stabilitatea microbiologică în perioada de păstrare a indicat valori care s-au încadrat în limitele admise. (Ceșko, 2021; subcapitolul 4.3).

Pe baza cercetărilor efectuate au fost formulate următoarele **recomandări practice**:

Au fost stabilite condiții optime de conservare prin uscare convectivă a tescovinei de mere, care asigură păstrarea valorii biologice și potențialului antioxidant, temperatura fiind de 70 °C.

**Extracția pectinei** din tescovina de mere poate fi realizată prin metode neconvenționale UAE și MAE. Pentru obținerea unui randament sporit de pectină prin UAE sunt recomandați următorii parametri de extracție: frecvența 37 kHz, pH~1,5; RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{UAE}$  30 min, iar pentru MAE se recomandă puterea magnetronului de 450 W, pH~1,5 sau 2; RSL 1:20 (*m/v*),  $\tau_{MAE}$  10 min, care permit extracția pectinei cu randament ridicat și valoare biologică corespunzătoare.

În cadrul tezei au fost elaborate o serie de procedee de fabricare a produselor alimentare noi, recomandate pentru implementare în industria alimentară.

**Tehnologia de fabricare a batoanelor vegetale cu utilizarea pectinei ca agent de legare și acoperire** – conform brevetului de invenție.

**Tehnologia de fabricare a iaurtului cu adaos de pudră din tescovina de mere.** Se recomandă concentrațiile optime de 0,6 și 0,8 % de pudră din tescovina de mere pentru a obține un iaurt cu o consistență fermă, cremoasă, un miros și gust specific de iaurt și măr.

**Tehnologia de fabricare a biscuiților.** Înlocuirea zahărului cu pudră din tescovina de mere în cantitate de 25 și 50 % permite obținerea unui produs cu un nivel scăzut de calorii, dar bogat în fibre alimentare, fiind recomandat consumatorilor afectați de unele maladii netransmisibile și copiilor.

## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- ADETUNJI L. R., ADEKUNLE A., ORSAT V., RAGHAVAN V. Advances in the pectin production process using novel extraction techniques. In *Food Hydrocolloids*. 2017, 62, pp. 239–250, DOI:10.1016/j.foodhyd.2016.08.015, ISSN: 1873-7137.
- BANU, C., Manualul inginerului de industrie alimentara, Vol II, Editura Tehnica, Bucuresti, 2002, p.1615, ISBN: 978-973-720-165-2.
- BHUSHAN, S., KALIA, K., SHARMA, M., SINGH, B., AHUJA, P.S. Processing of apple pomace for bioactive molecules. In *Critical Reviews in Biotechnology*. 2008, 28(4), pp. 285-296. DOI: 10.1080/07388550802368895.
- BULGARU, V., CUȘMENCO, T., POPESCU, L., **CEȘKO, T.**, SAVCENCO, A., BAERLE, A., ȚĂRNA, R., MACARI, A., STURZA, R., GHENDOV-MOȘANU, A., SANDULACHI, E., GUREV, A., TATAROV, P. CAPITOLUL VI. Tehnologii de fabricare a produselor lactate fermentate cu adaosuri vegetale (capitolul 6). In: *Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară*. Tehnica-UTM, Chișinău, 2023, pp. 136-165, ISBN 978-9975-45-988-4.
- CALÍN-SÁNCHEZ, A., LIPAN, L., CANO-LAMADRID, M., KHARAGHANI, A., MASZTALERZ, K., CARBONELL-BARRACHINA, A., FIGIEL, A. Comparison of Traditional and Novel Drying Techniques and Its Effect on Quality of Fruits, Vegetables and Aromatic Herbs. In *Foods*. 2020, 9(9), 1261, ISSN: 2304-8158.
- CEȘKO, T.**, DICUSAR, G., STURZA, R., GHENDOV-MOȘANU, A. The influence of the heating agent temperature on the kinetics of the convective drying process and the content of bioactive compounds in apple pomace. In *Journal of Engineering Science*. 2023a, 30(3), pp. 134 – 144, doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(3).09, ISSN 2587-3474.
- CEȘKO, T.**, STURZA, R., GUREV, A., GHENDOV-MOȘANU A. Procedeu de fabricare a batoanelor din fructe uscate. Brevet de invenție de scurtă durată. MD 1653 Y 2022.12.31. BOPI 12/2022a. Disponibil: <http://cris.utm.md/handle/5014/2494>.
- CEȘKO, T.**, DASCAL, A. Efectul utilizării pectinei de mere în tehnologia fabricării batoanelor vegetale. In: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor, Universitatea Tehnică a Moldovei*. Chișinău, Republic of Moldova, 2022c, 1, p. 461. ISBN 978-9975-45-828-3.
- CHALAPUD, M.C., MA, DE SALGADO-CRUZ, BAÜMLER, E.R., CARELLI, A.A., MORALES-SÁNCHEZ, E., CALDERÓN-DOMÍNGUEZ, G., GARCÍA-HERNÁNDEZ, A.B. Study of the physical, chemical, and structural properties of low- and high-methoxyl pectin-based film matrices including Sunflower Waxes. In *Membranes*. 2023, 13, p. 846. ISSN: 2077-0375.
- DE OLIVEIRA, C.F., GIORDANI, D., GURAK, P.D., CLADERA-OLIVERA, F., MARCZAK, L.D.F. Extraction of pectin from passion fruit peel using moderate electric field and conventional heating extraction methods. In *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2015, 29, 201–208, DOI: 10.1016/j.ifset.2015.02.005, ISSN: 1878-5522.
- ELGAMAL, R., SONG, C., RAYAN, AHMED M., LIU, C., AL-REJAIE, S., ELMASRY, G. Thermal Degradation of Bioactive Compounds during Drying Process of Horticultural and Agronomic Products: A Comprehensive Overview. In *Agronomy*. 2023, 13(6), 1580, ISSN: 2073-4395.
- ERȘOVA, S., SUHOVICI, D., **CEȘKO, T.**, BARBAROȘ, M.-M., POPESCU, L., GHENDOV-MOSANU, A. Possibilities of obtaining and valorizing dietary fibers in the context of the circular bioeconomy. In *Journal of Engineering Science*. 2024, pp. 75-96, doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31(1).07, ISSN 2587-3474.
- GHENDOV-MOSANU, A., NETREBA, N., BALAN, G., COJOCARI, D., BOESTEAN, O., BULGARU, V., GUREV, A., POPESCU, L., DESEATNICOVA, O., RESITCA, V. Effect of Bioactive Compounds from Pumpkin Powder on the Quality and Textural Properties of Shortbread Cookies. In *Foods*. 2023, 12, pp. 3907. Doi:10.3390/foods12213907, ISSN: 2304-8158.
- GÓMEZ-GALLEGO, C., GUEIMONDE, M., SALMINEN, S. The Role of Yogurt in Food-Based Dietary Guidelines In *Nutritional Review* 2018, 76, pp. 29–39, DOI: 10.1093/nutrit/nuy059.
- GUREV, A., **CEȘKO, T.**, DRAGANCEA, V., GHENDOV-MOSANU, A., PINTEA, A., STURZA, R. Ultrasound- and Microwave-Assisted Extraction of Pectin from Apple Pomace and Its Effect on the Quality of Fruit Bars. In *Foods*. 2023a, 12, 2773. <https://doi.org/10.3390/foods12142773>, ISSN: 2304-8158.

GUREV, A., CEȘKO, T., BAERLE, A., DRAGANCEA, V., GHENDOV-MOȘANU A., STURZA, R., NETREBA, N., BOEȘTEAN, O., HARITONOV, S. Valorificarea substanțelor biologice active și a biopolimerilor din deșeurile agroindustriale (capitolul 3). In: *Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară*. Tehnica-UTM, Chișinău, 2023b, pp. 58-80, ISBN 978-9975-45-988-4.

HARHOLT J., SUTTANGKAKUL A., SCHELLER H.V. Biosynthesis of Pectin. In *Plant Physiology*. 2010, 153, pp. 384–395, PMCID: PMC2879803, DOI: 10.1104/pp.110.156588.

HERAS-RAMÍREZ, M.E., QUINTERO-RAMOS, A., CAMACHO-DÁVILA, A. A., BARNARD J., TALAMÁS-ABBUD, R., TORRES-MUÑOZ, J. V., SALAS-MUÑOZ, E. Effect of Blanching and Drying Temperature on Polyphenolic Compound Stability and Antioxidant Capacity of Apple Pomace. In *Food Bioprocess Technol.* 2012, 5, pp. 2201–2210 DOI 10.1007/s11947-011-0583-x, ISSN: 1935-5149.

LUCEY, J. Cultured Dairy Products: An Overview of Their Gelation and Texture Properties. In *International Journal of Dairy Technology*. 2004, 57, pp. 77-84. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2004.00142.x, ISSN:1471-0307.

MARAN, J.P., VENKATACHALAM, S., THIRUGNANASAMBANDHAM, K., SRIDHAR, R. Microwave assisted extraction of pectin from waste Citrullus lanatus fruit rinds. In *Carbohydrate Polymers*. 2014, 101, pp. 786-791, ISSN: 1879-1344.

MARIĆ, M., GRASSINO, A.N., ZHU, Z., BARBA, F.J., BRNČIĆ, M., BRNČIĆ, S.R. An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and by-products: Ultrasound-, microwaves-, and enzyme-assisted extraction. In *Trends in Food Science & Technology*. 2018, 76, pp. 28–37, DOI: 10.1016/j.tifs.2018.03.022, ISSN: 1879-3053.

National Academy of Sciences Food Chemical Codex. *IV monographs (according to the specifications on purity characteristics of the Joint FAO/WHO Expert 302 Committee on Food Additives and the European Commission)*; National Academy Press. Washington, DC, 1996, p. 882.

OLIVEIRA, A., ALEXANDRE, E. M., COELHO, M., LOPES, C., ALMEIDA, D. P., PINTADO M. Incorporation of strawberries preparation in yoghurt: Impact on phytochemicals and milk proteins. In *Food Chemistry*. 2015, 171, 370-378. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.107>, ISSN: 1873-7072.

PEREIRA, P.H., OLIVEIRA, T. Í., ROSA, M.F., CAVALCANTE, F.L., MOATES, G.K., WELLNER, N., WALDRON, K.W., AZEREDO, H.M.C. Pectin extraction from pomegranate peels with citric acid. In *International Journal of Biological Macromolecules*. 2016, 88, pp. 373-379, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.03.074.

POPESCU, L., CEȘKO, T., GUREV, A., GHENDOV-MOSANU, A., STURZA, R., TARNA, R., Impact of Apple Pomace Powder on the Bioactivity, and the Sensory and Textural Characteristics of Yogurt. In *Foods*. 2022, 11(22), 3565. doi: 10.3390/foods11223565, ISSN: 2304-8158.

PRAKASH, M. J., SIVAKUMAR, V., THIRUGNANASAMBANDHAM, K., SRIDHAR, R. Optimization of microwave assisted extraction of pectin from orange peel. In *Carbohydrate Polymers*. 2013, 97, pp.703–709, DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.05.052. ISSN: 1879-1344.

SCHMIDT, U.S., SCHMIDT, K., KURZ, T., ENDREß, H.-U., SCHUCHMANN, H.P. Pectins of different origin and their performance in forming and stabilizing oil-in-water-emulsions. In *Food Hydrocolloids*. 2015, 46, pp. 59-66, DOI:10.1016/j.foodhyd.2014.12.012, ISSN: 1873-7137.

SHALINI, R., GUPTA, D.K. Utilization of pomace from apple processing industries: A review. In *Journal of Food Science and Technology*. 2010, 47, 365–371. doi: 10.1007/s13197-010-0061-x, ISSN: 0975-8402.

VENDRUSCOLO, F., ALBUQUERQUE, P. M., STREIT, F., ESPOSITO, E., NINOW, J. L. Apple pomace: a versatile substrate for biotechnological applications. In *Critical Reviews in Biotechnology*. 2008, 28(1), pp. 1–12. DOI: 10.1080/07388550801913840.

VIANNA, F.S., CANTO, A.C.V.C.S., DA COSTA-LIMA, B.R.C., SALIM, A.P.A.A., COSTA, M.P., BALTHAZAR, C.F., OLIVEIRA, B.R., RACHID, R.P., FRANCO, R.M., CONTE-JUNIOR, C.A., SILVA, A.C.O. Development of New Probiotic Yoghurt with a Mixture of Cow and Sheep Milk: Effects on Physicochemical, Textural and Sensory Analysis. In *Small Ruminant Research*. 2017, 149, pp. 154-162, DOI:10.1016/j.smallrumres.2017.02.013.

## LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI

### 1. Monografii/Capitole în monografii

1. GUREV, A., CEȘKO, T., BAERLE, A., DRAGANCEA, V., GHENDOV-MOȘANU A., STURZA, R., NETREBA, N., BOEȘTEAN, O., HARITONOV, S. Valorificarea substanțelor biologice active și a biopolimerilor din deșeuri agroindustriale (capitolul 3). In: *Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară*. Tehnica-UTM, Chișinău, 2023, pp. 58-80, ISBN 978-9975-45-988-4.
2. BULGARU, V., CUȘMENCO, T., POPESCU, L., CEȘKO, T., SAVCENCO, A., BAERLE, A., ȚĂRNA, R., MACARI, A., STURZA, R., GHENDOV-MOȘANU, A., SANDULACHI, E., GUREV, A., TATAROV, P. CAPITOLUL VI. Tehnologii de fabricare a produselor lactate fermentate cu adaosuri vegetale (capitolul 6). In: *Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară*. Tehnica-UTM, Chișinău, 2023, pp. 136-165, ISBN 978-9975-45-988-4.

### 2. Articole în reviste științifice

#### 2.1 în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS

1. OPRIȘ, O., LUNG, I., SORAN, M.-L., STEGARESCU, A., CEȘKO, T., GHENDOV-MOSANU, A., PODEA, P., STURZA, R. Efficient Extraction of Total Polyphenols from Apple and Investigation of Its SPF Properties. In: *Molecules*. 2022, 27, 1679. <https://doi.org/10.3390/molecules27051679>, ISSN: 1420-3049. (I.F. 4.927)
2. POPESCU L., CEȘKO, T., GUREV, A., GHENDOV-MOSANU, A., STURZA, R., TARNA R. Impact of Apple Pomace Powder on the Bioactivity, Rheology and Sensory Properties of Yoghurt. In: *Foods* 2022, 11 (22), 3565. Doi:10.3390/foods11223565, ISSN: 2304-8158. (I.F. 5,561) .
3. GUREV, A., CEȘKO, T., DRAGANCEA, V., GHENDOV-MOSANU, A., PINTEA, A., STURZA, R. Ultrasound- and Microwave-Assisted Extraction of Pectin from Apple Pomace and Its Effect on the Quality of Fruit Bars. In: *Foods* 2023, 12, 2773. <https://doi.org/10.3390/foods12142773>, ISSN: 2304-8158. (I.F. 5,561).

#### 2.2. în reviste din alte baze de date acceptate de către ANACEC

1. CEȘKO, T., DICUSAR, G., STURZA, R., GHENDOV-MOȘANU, A. The influence of the heating agent temperature on the kinetics of the convective drying process and the content of bioactive compounds in apple pomace. In: *Journal of Engineering Science* 2023, 30 (3), pp. 134 – 144. doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(3).09. ISSN 2587-3474. (B+).
2. ERȘOVA, S., SUHOVICI, D., CEȘKO, T., BARBAROȘ, M.-M., POPESCU, L., GHENDOV-MOSANU, A. Possibilities of obtaining and valorizing dietary fibers in the context of the circular bioeconomy. In: *Journal of Engineering Science* 2024, 31 (1), pp. 75-96. doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31(1).07, ISSN 2587-3474. (B+).

### 3. Articole în lucrările conferințelor și altor manifestări științifice

#### 3.3. în lucrările manifestărilor științifice incluse în Registrul materialelor publicate în baza manifestărilor științifice organizate din Republica Moldova

- 1 CEȘKO, T. Tendințe moderne de utilizare a fibrelor alimentare din surse horticoale pentru fortificarea produselor alimentare In: *Conferința Tehnico-Științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*, UTM, 2020, pp. 473-476. Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/8604>. ISBN: 978-9975-45-632-6.

### 4. Alte lucrări și realizări specific diferitor domenii științifice

#### 4.1 teze în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

1. CEȘKO, T. Possibilities for valorization of grape food in the food industry. In: *VI Міжнародна науково-технічна конференція ТК-2020*, Ucraina, iunie 2020, p. 54.
2. STURZA, R., GUREV, A., CEȘKO T., PATRAȘ, A., GHENDOV-MOȘANU, A. Optimizing the extraction of pectin from apple pomace. In: *13th International Conference Processes in Isotopes and Molecules*, 22-24 September 2021, Cluj-Napoca, România, p. 45. Disponibil <http://cris.utm.md/handle/5014/1065>

#### 4.2 teze în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

1. **CEȘKO, T.**, GUREV, A., DRAGANCEA, V., GHENDOV-MOSANU, A. Yield and physico-chemical properties of pectin obtained from apple pomace in non-traditional ways. In: *International Conference "Modern Technologies, in the Food Industry – 2022"*, MTFI – 2022, p. 107. Disponibil: [https://conferinte.stiu.md/sites/default/files/evenimente/Materialele%20Conferin%C8%9Bei%20MTFI-2022\\_MAX.pdf](https://conferinte.stiu.md/sites/default/files/evenimente/Materialele%20Conferin%C8%9Bei%20MTFI-2022_MAX.pdf)
2. DRAGANCEA, V., GUREV, A., **CEȘKO, T.**, GHENDOV-MOSANU, A. The antioxidant properties of pectin obtained from fresh, frozen, and dried apple pomace. In: *International Conference "Modern Technologies, in the Food Industry – 2022"*, MTFI – 2022, p. 93. ISBN 978-9975-45-851-1. Disponibil: [https://conferinte.stiu.md/sites/default/files/evenimente/Materialele%20Conferin%C8%9Bei%20MTFI-2022\\_MAX.pdf](https://conferinte.stiu.md/sites/default/files/evenimente/Materialele%20Conferin%C8%9Bei%20MTFI-2022_MAX.pdf)
3. **CEȘKO, T.**, DICUSAR, G., GHENDOV – MOSANU, A. Kinetics of the drying process of apple pomace by convective method. In: *Conferință Științifică Internațională "Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației" USC, Cahul, 2022*, pp. 345-346. Disponibil: [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/Volumul\\_IX-Part\\_1\\_2022.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Volumul_IX-Part_1_2022.pdf)
4. **CEȘKO, T.**, GHENDOV-MOȘANU A., STURZA, R., ȚISLINSCAIA, N., TURCULEȚ, N. Influence of heat treatment on the yield of extraction of bioactive compounds in apple pomace. In: *Proceedings of the International Conference Intelligent valorisation of agro-industrial wastes, 7-8 October 2021*, p. 69. Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/17728>

#### 4.3 teze în lucrările conferințelor științifice naționale-3

1. **CEȘKO, T.**, CEBOTAREAN, V. Influența tescovinei de mere asupra caracteristicilor organoleptici, fizico-chimici și reologici a iaurtului. In: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor, Universitatea Tehnică a Moldovei, 2023*, Chișinău, Republic of Moldova, vol. II., p. 485. ISBN: 978-9975-45-956-3. Disponibil: <http://81.180.74.21:8080/handle/5014/24060>.
2. **CEȘKO, T.**, DASCAL, A. Efectul utilizării pectinei de mere în tehnologia fabricării batoanelor vegetale. In: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor, Universitatea Tehnică a Moldovei. 2022*, Chișinău, Republic of Moldova, 2022, 1, p. 461. ISBN 978-9975-45-828-3. Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/20753>.
3. **CEȘKO, T.** Utilizarea pudrei din coaja de mere în fabricarea biscuiților zaharoși. *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor, Universitatea Tehnică a Moldovei. 2021*, Chișinău, Republic of Moldova, I, p. 409. ISBN 978-9975-45-700-2. Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/16236>.

#### 5. Brevete de invenții, materiale la saloanele de invenții

- 5.1. **CEȘKO, T.**, STURZA, R., GUREV, A., GHENDOV-MOȘANU A. Procedeu de fabricare a batoanelor din fructe uscate. Brevet de invenție de scurtă durată. MD 1653 Y 2022.12.31. BOPI 12/2022. Disponibil: <http://cris.utm.md/handle/5014/2494>
- 5.2. SUHODOL, N., **CEȘKO, T.**, DESEATNICOVA O., RUSEVA O., REȘITCA, VI., GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R. Procedeu de fabricare a produselor gelatinoase dulci cu valoare biologică înaltă. Brevet de invenție de scurtă durată. MD 1661 Y 2023.01.31. BOPI 1/2023. Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/24252>
- 5.3. SUHODOL, N., **CEȘKO, T.**, DESEATNICOVA, O., RUSEVA, O., REȘITCA, V., GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R. Manufacturing process of sweet gelatin products with high biological value. UGAL INVENT, 9-10 noiembrie 2023. **Medalie de argint.** Disponibil: <https://www.invent.ugal.ro/ROcatalogue2023.html>

## ADNOTARE

**Ceșko Tatiana: „Tehnologii de obținere a fibrelor alimentare din surse horticoale”, teză de doctor în științe inginerești, Chișinău 2025.**

**Structura tezei:** constă din introducere, 4 capitole, concluzii și recomandări, bibliografie cu 316 titluri. Textul de bază conține 118 pagini, inclusiv 46 de figuri și 34 de tabele.

Rezultatele obținute sunt publicate în 19 lucrări științifice.

**Cuvinte-cheie:** tescovina de mere, extracția asistată de ultrasunete, extracția asistată de microunde, pectina, compuși biologic activi, modelare matematică, batoane vegetale, iaurt, biscuiți, calitate.

**Scopul lucrării:** constă în evaluarea compoziției tescovinei de mere, extragerea pectinei cu valoare biologică ridicată prin metode neconvenționale de extracție - UAE, MAE și utilizarea acestora în fabricarea produselor alimentare noi

**Obiectivele lucrării:** cercetarea influenței temperaturii agentului termic asupra cineticii de uscare convectivă, caracteristicilor cinetice, valorii biologice și antioxidante a tescovinei de mere ca sursa de obținere a pectinei; stabilirea modelelor matematice a cineticii procesului de uscare a tescovinei de mere la diferite temperaturi ale agentului termic pe baza modelelor matematice empirice; determinarea influenței condițiilor de UAE și MAE asupra parametrilor fizico-chimici, valorii biologice și activității antioxidante a pectinei din TM; determinarea influenței condițiilor optime de extracție și compararea eficienței acestor metode; aplicarea pectinei în calitate de agent de legare și acoperire în fabricarea batoanelor vegetale și cercetarea influenței ei asupra calității senzoriale, fizico-chimice, stabilității microbiologice, valorii biologice și activității antioxidante pe perioada de păstrare; influența pudrei din TM în calitate de stabilizator în fabricarea iaurtului asupra caracteristicilor senzoriale, parametrilor fizico-chimici, texturali, de culoare și activității antioxidante pe perioada de păstrare; efectul pudrei din TM în substituirea zahărului în fabricarea biscuiților asupra calității senzoriale, parametrilor fizico-chimici și de culoare pe perioada de păstrare a produsului de cofetărie.

**Noutatea și originalitatea științifică:** pentru prima dată a fost realizată modelarea cineticii procesului de uscare convectivă a tescovinei de mere din soiul Golden Delicious la diferite temperaturi ale agentului termic, cu aplicarea a șapte modele matematice empirice; au fost stabilite condiții optime de UAE și MAE a pectinei din tescovina de mere prin aplicarea analizei informației mutuale privind influența condițiilor de extracție asupra caracteristicilor fizico-chimice, valorii biologice și activității antioxidante a pectinei; au fost elaborate tehnologii de fabricare a produselor alimentare noi în care tescovina de mere și pectina au fost utilizate drept aditivi alimentari naturali cu diferite acțiuni.

**Rezultatele principale:** uscarea convectivă a tescovinei la temperatura optimă a agentului termic a permis păstrarea valorii biologice și potențialului antioxidant; s-a realizat modelarea cineticii procesului de uscare convectivă a tescovinei de mere, cu aplicare a șapte modele matematice empirice; s-a argumentat utilizarea metodelor UAE și MAE și influența condițiilor de extracție asupra parametrilor fizico-chimici, valorii biologice și activității antioxidante a pectinei din tescovina de mere, precum stabilirea condițiilor optime pentru fiecare metodă; s-a efectuat analiza informației mutuale privind influența UAE și MAE asupra caracteristicilor fizico-chimice, valorii biologice și activității antioxidante a pectinei; concentrației pudrei de tescovina de mere și duratei de păstrare a probelor de iaurt asupra acceptabilității generale și parametrilor texturali; s-a argumentat aplicarea pectinei în calitate de agent de legare și acoperire în fabricarea batoanelor vegetale; s-a demonstrat efectul pudrei din tescovina de mere drept stabilizator pentru iaurt; s-a elucidat efectul pudrei din tescovina de mere la substituirea zahărului în fabricarea biscuiților.

**Semnificația teoretică:** pentru prima dată a fost realizată modelarea cineticii procesului de uscare convectivă a tescovinei de mere de soiul Golden Delicious la diferite temperaturi ale agentului termic, cu aplicare a șapte modele matematice empirice; au fost stabilite condiții optime de UAE și MAE a pectinei din tescovina de mere cu analiza informației mutuale a condițiilor de extracție asupra caracteristicilor fizico-chimice, valorii biologice și activității antioxidante a pectinei; au fost elaborate tehnologii de fabricare a produselor noi în care tescovina de mere și pectina au fost aplicate în calitate de aditivi alimentari naturali cu diferite acțiuni tehnologice.

**Valoarea aplicativă:** au fost realizate procedee de obținere a produselor alimentare noi. Au fost obținute 2 brevete de invenție și un act de implementare a tehnologiei de fabricare industrială a biscuiților zaharoși cu tescovina de mere.

## ABSTRACT

**Ceșko Tatiana: "Technologies for obtaining dietary fibers from horticultural sources",  
PhD thesis in engineering sciences, Chisinau 2025.**

**Structure of the thesis:** consists of introduction, 4 chapters, conclusions and recommendations, bibliography with 316 titles. The main text contains 118 pages, including 46 figures and 34 tables. The obtained results are published in 19 scientific papers.

**Keywords:** apple pomace, ultrasound-assisted extraction, microwave-assisted extraction, pectin, biologically active compounds, mathematical modeling, vegetable bars, yogurt, crackers, quality.

**The purpose of the work:** evaluation of apple pomace and obtaining pectin with high biological value by unconventional extraction methods UAE, MAE and their use in the manufacture of new food products.

**The objectives of the paper:** the research of the influence of the temperature of the thermal agent on the kinetics of convective drying, the kinetic characteristics, the biological and antioxidant value of apple pomace as a source of obtaining pectin; establishing the mathematical models of the kinetics of the process of drying apple pomace at different temperatures of the thermal agent based on empirical mathematical models; determining the influence of UAE and MAE conditions on the physico-chemical parameters, biological value and antioxidant activity of pectin from apple pomace, establishing the optimal extraction conditions and comparing these extraction methods; the application of pectin as a binding and covering agent in the manufacture of vegetable bars and the research of its influence on the quality, microbiological stability and biological value during the storage period; the influence of apple pomace powder, as a stabilizer in yogurt manufacturing, on quality, textural parameters, color and antioxidant activity during storage; the effect of apple pomace powder when replacing sugar in biscuit manufacturing on quality and color during storage.

**Scientific novelty and originality:** for the first time, the modeling of the kinetics of the process of convective drying of the apple core of the Golden Delicious variety at different temperatures of the thermal agent was carried out, with the application of seven empirical mathematical models; optimal conditions of UAE and MAE of pectin from apple pomace were established and the application of mutual information analysis regarding the influence of extraction conditions on the physico-chemical characteristics, biological value and antioxidant activity of pectin; new food manufacturing technologies were developed in which apple pomace and pectin were applied as natural food additives with different actions.

**Main results:** convective drying of the gooseberry at the optimal temperature of the thermal agent allowed the preservation of the biological value and the antioxidant potential; the modeling of the kinetics of the process of convective drying of apple pomace was carried out, with the application of seven empirical mathematical models; the use of the UAE and MAE methods and the influence of the extraction conditions on the physico-chemical parameters, biological value and antioxidant activity of pectin from apple pomace were argued, as well as establishing the optimal conditions for each method; the analysis of mutual information regarding the influence of UAE and MAE on the physico-chemical characteristics, biological value and antioxidant activity of pectin was carried out; of apple pomace powder concentration and storage time of yogurt samples on overall acceptability and textural parameters; the application of pectin as a binding and coating agent in obtaining vegetable bars was argued; the effect of apple pomace powder as a stabilizer in yogurt production was demonstrated; the effect of apple pomace powder on the substitution of sugar in the manufacture of biscuits was elucidated.

**Theoretical significance:** for the first time, modeling of the kinetics of the process of convective drying of Golden Delicious apple cores at different temperatures of the thermal agent was carried out, with the application of seven empirical mathematical models; optimal conditions of UAE and MAE of pectin from apple pomace were established and the application of mutual information analysis regarding the influence of extract conditions on the physico-chemical characteristics, biological value and antioxidant activity of pectin; new product manufacturing technologies were developed in which apple pomace and pectin were applied as natural food additives with different action.

**Applicative value:** procedures for obtaining new food products were realized 2 invention patents were obtained an act of implementation of the technology of industrial manufacturing of sugar cookies and apple purée were obtained. procedures for obtaining new food products were realized.



## АННОТАЦИЯ

**Чешко Татьяна: «Технологии получения пищевых волокон из садоводческих источников», диссертация на соискание ученой степени доктора инженерных наук, Кишинэу, 2025.**

**Структура диссертации:** состоит из введения, 4 глав, выводов и рекомендаций, библиография в 316 наименованиях. Основной текст содержит 118 страниц, в том числе 46 рисунков и 34 таблицы.

Полученные результаты опубликованы в 19 научных статьях.

**Ключевые слова:** яблочные выжимки, ультразвуковая экстракция, микроволновая экстракция, пектин, биологически активные вещества, математическое моделирование, фруктовые батоны, йогурт, печенье, качество.

**Цель работы:** оценка яблочных выжимок и получение пектина с высокой биологической ценностью нетрадиционными методами экстракции - УЗЭ, МЭ и их использование при производстве новых пищевых продуктов.

**Задачи работы:** исследование влияния температуры термического агента на кинетику конвективной сушки, кинетические характеристики, биологическую и антиоксидантную ценность яблочных выжимок как источника получения пектина; создание математических моделей кинетики процесса сушки яблочных выжимок при различных температурах термического агента на основе эмпирических математических моделей; определение влияния условий УЗЭ и МЭ на физико-химические параметры, биологическую ценность и антиоксидантную активность пектина из яблочных выжимок, установление оптимальных условий экстракции и сравнение этих методов экстракции; применение пектина в качестве связующего и покрывающего агента при производстве фруктовых батончиков и исследование его влияния на качество, микробиологическую стабильность и биологическую ценность в период хранения; влияние порошка яблочных выжимок как стабилизатора при производстве йогурта на качество, текстурные параметры, цвет и антиоксидантную активность при хранении; влияние порошка яблочных выжимок при замене сахара в производстве печенья на качество и цвет при хранении.

**Научная новизна и оригинальность:** впервые проведено моделирование кинетики процесса конвективной сушки выжимки яблок сорта Голден Делишес при различных температурах термического агента с применением семи эмпирических математических моделей; установлены оптимальные условия УЗЭ, и МЭ пектина из яблочных выжимок и применение взаимного информационного анализа относительно влияния условий экстракции на физико-химические характеристики, биологическую ценность и антиоксидантную активность пектина; были разработаны технологии производства новых пищевых продуктов, в которых яблочные выжимки и пектин использовались в качестве натуральных пищевых добавок различного действия.

**Основные результаты:** конвективная сушка яблочных выжимок при оптимальной температуре термического агента позволила сохранить биологическую ценность и антиоксидантный потенциал; выполнено моделирование кинетики процесса конвективной сушки яблочных выжимок с применением семи эмпирических математических моделей; обосновано использование методов УЗЭ, и МЭ и влияние условий экстракции на физико-химические показатели, биологическую ценность и антиоксидантную активность пектина из яблочных выжимок, а также установлены оптимальные условия для каждого метода; проведен анализ взаимной информации относительно влияния УЗЭ, и МЭ на физико-химические характеристики, биологическую ценность и антиоксидантную активность пектина; концентрации порошка яблочных выжимок и продолжительности хранения образцов йогурта на общую приемлемость и текстурные параметры; аргументировано применение пектина в качестве связующего и покрывающего агента при получении фруктовых батончиков; продемонстрировано влияние порошка яблочных выжимок в качестве стабилизатора при производстве йогурта; выяснено влияние порошка яблочных выжимок на замену сахара при производстве печенья.

**Теоретическая значимость:** впервые проведено моделирование кинетики процесса конвективной сушки яблочных выжимок сорта Голден Делишес при различных температурах термического агента с применением семи эмпирических математических моделей; установлены оптимальные условия УЗЭ, и МЭ пектина из яблочных выжимок и применение взаимного информационного анализа влияния условий экстракта на физико-химические характеристики, биологическую ценность и антиоксидантную активность пектина; разработаны технологии производства новых продуктов питания, в которых в качестве натуральных пищевых добавок различного действия применяются яблочные выжимки и пектин.

**Прикладное значение:** реализованы способы получения новых пищевых продуктов. Получено 2 патента на изобретения и акт на внедрение технологии промышленного производства сахарного печенья с добавлением яблочных выжимок.

**CEȘKO TATIANA**

**TEHNOLOGII DE OBȚINERE A FIBRELOR ALIMENTARE  
DIN SURSE HORTICOLE**

**Specialitatea 253.01 Tehnologia produselor alimentare de origine vegetală**

**Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești**

---

Aprobat spre tipar: 21.01.2025

Formatul hârtiei 60x84 1/16

Hârtie ofset. Tipar RISO.

Tiraj 50 ex.

Coli de tipar: 2,0

Comanda nr. 15

---

MD-2004, Chișinău, Bd. Ștefan cel Mare și Sfânt 168, UTM  
MD-2045, Chișinău, str. Studenților 9/9. Editura "Tehnica-UTM"