

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris

C.Z.U. 664:(667.27+678.048):613.2(043.2)

GHENDOV-MOȘANU ALIONA

**OBTINEREA ȘI STABILIZAREA UNOR COLORANȚI,
ANTIOXIDANȚI ȘI CONSERVANȚI DE ORIGINE VEGETALĂ
PENTRU ALIMENTE FUNCȚIONALE**

253.01 - Tehnologia produselor alimentare de origine vegetală

Rezumatul tezei de doctor habilitat în științe inginerești

CHIȘINĂU, 2021

Teza a fost elaborată în cadrul Departamentului Tehnologia Produselor Alimentare,
Universitatea Tehnică a Moldovei

Consultant științific:

STURZA Rodica, doctor habilitat în științe tehnice, profesor universitar

Componența Comisiei de susținere publică a tezei de doctor habilitat:

1. GAINA Boris, doctor în științe tehnice, profesor universitar, academician, Academia de Științe a Moldovei – **președinte**
2. DESEATNICOVA Olga, doctor în științe tehnice, profesor universitar, Universitatea Tehnică a Moldovei – **secretar științific**
3. SOCACIU Carmen, doctor în chimie, profesor universitar emerit, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca, România – **membru**
4. STURZA Rodica, doctor habilitat în științe tehnice, profesor universitar, Universitatea Tehnică a Moldovei – **membru**
5. VIZIREANU Camelia, doctor inginer, profesor universitar, Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați, România – **referent oficial**
6. PINTEA Adela, doctor în chimie, profesor universitar, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca, România – **referent oficial**
7. BALAN Valerian, doctor habilitat în științe agricole, profesor universitar, Universitatea Agrară de Stat din Moldova – **referent oficial**
8. ARÎCU Aculina, doctor habilitat în științe chimice, conferențiar cercetător, Institutul de Chimie – **referent oficial**

Susținerea va avea loc la 03.06.2021, ora 14⁰⁰, în ședința Comisiei de susținere publică a tezei de doctor habilitat, la Universitatea Tehnică a Moldovei pe adresa: str. Studenților 9/9, blocul de studii nr.5, aud. 120, MD-2045, Chișinău, Republica Moldova.

Teza de doctor habilitat și rezumatul pot fi consultate la Biblioteca Universității Tehnice a Moldovei și pe pagina web a ANACEC (www.anacec.md).

Rezumatul a fost expediat la _____ 2021.

Secretar științific al Comisiei de susținere publică a tezei de doctor habilitat,
DESEATNICOVA Olga, dr., prof. univ.

Consultant științific,
STURZA RODICA, dr. hab., prof. univ.

Autor
GHENDOV-MOȘANU ALIONA, dr., conf. univ.

© Ghendov-Moșanu Aliona, 2021

CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII	5
CONȚINUTUL TEZEI	14
1. Utilizarea CBA din surse horticoale pentru alimente funcționale – tendințe actuale	14
2. Materiale și metode de cercetare	14
3. Optimizarea condițiilor de extracție a CBA din materia vegetală	15
3.1. Determinarea condițiilor de extracție a complexului hidrosolubil din materia vegetală	15
3.1.1. Determinarea hidromodulului optim pentru extracția complexului hidrosolubil din materia vegetală	15
3.1.2. Influența compoziției solventului asupra randamentului de extracție a CBA	18
3.1.3. Influența temperaturii asupra randamentului de extracție a CBA	21
3.2. Determinarea condițiilor de extracție a complexului liposolubil din fructe de cătină și de măceș	25
4. Influența pretratării asupra randamentului de extracție a CBA	30
4.1. Influența câmpului electric pulsatoriu asupra randamentului de extracție a compușilor fenolici din deșeuri viti-vinicole	30
4.2. Influența microundelor asupra randamentului de extracție a complexului hidrosolubil din materia vegetală	31
4.3. Influența ultrasunetelor asupra randamentului de extracție a CBA din materia vegetală	33
5. Tehnologii de stabilizare, activitatea antimicrobiană și bioaccesibilitatea CBA	37
5.1. Influența pH asupra activității antioxidante și stabilizării culorii ai extractelor vegetale	37
5.2. Efectul ionilor metalici din alimente asupra stabilizării culorii și activității antioxidante ai extractelor vegetale din fructe de aronia și tescovina de struguri	41
5.3. Activitatea microbiostatică a materiei vegetale asupra microorganismelor patogene	43
5.4. Bioaccesibilitatea carotenoidelor din fructe de cătină, măceș și scoruș	45
6. Tehnologii de fabricare a produselor funcționale făinoase și zaharoase	46
6.1. Elaborarea tehnologiei de fabricare a pastelor făinoase din făina de grâu cu adăugarea pudrelor vegetale din fructe de măceș și de aronia	46
6.1.1. Influența adaosului vegetal asupra proceselor biochimice și reologice ale aluatului din făina de grâu	46
6.1.2. Influența concentrației de pudre de măceș și de aronia asupra indicatorilor de calitate ai pastelor făinoase	48
6.2. Produse de cofetărie făinoase cu adaos de materie vegetală din fructe de cătină, măceș și de păducel	49
6.3. Produse de cofetărie zaharoase funcționale cu adaos de materie vegetală	50
6.3.1. Elaborarea tehnologiei de fabricare a bomboanelor de tip jeleu funcționale	50
6.3.2. Elaborarea tehnologiei de fabricare a maselor de cofetărie funcționale	50
7. Tehnologii de fabricare a produselor lactate cu CBA	51
7.1. Studiul privind influența adaosului de CBA la fabricare a iaurtului	51
7.2. Studiul privind influența adaosului de CBA la fabricarea cremei de brânză	52

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	54
PROPUNERI DE UTILIZARE A REZULTATELOR OBȚINUTE ÎN DOMENIILE ECONOMICE	57
SUGESTII PRIVIND POTENȚIALELE DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	59
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	60
LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI	64
ADNOTĂRI	70

LISTA ABREVIERELOR

a*	componenta roșu/verde.	IA	indice de aciditate.
AA	activitate antioxidantă.	IP	indice de peroxid.
AAE	echivalenți de acid ascorbic.	IR	infraroșie.
AAM	activitate antimicrobiană.	L*	luminozitate.
AASH	activitate antioxidantă a substanțelor hidrosolubile.	MAE	extracția asistată de microunde.
ABTS	2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonic).	ME	echivalenți de glicozidă de malvidol.
b*	componenta galben/albastru.	n	număr de impulsuri.
C	concentrație.	OMS	Organizația Mondială a Sănătății.
C*	cromaticitate.	ONU	Organizația Națiunilor Unite.
CBA	compuși biologic activi.	PCL	test fotochimiluminiscent.
CIELab	spațiu tridimensional de reprezentare a culorilor.	PEF	câmp electric pulsatoriu.
CMB	concentrație minimă bactericidă.	PEPA	proba cu extract și pudra de aronia.
CMI	concentrație minimă inhibitoare.	PEPC	proba cu extract și pudra de cătină
CSUH	conținut de substanță uscată hidrosolubilă.	PM	proba-martor.
CT	conținut de taninuri.	R ²	coeficient de determinare.
CTA	conținut total de antocieni.	RMSE	eroarea rădăcinii medii pătrat.
CTC	conținut total de carotenoide.	RP-HPLC	cromatografie de lichide de înaltă performanță cu fază inversă.
CTF	conținut total de flavonoide.	s. u.	substanță uscată.
CTP	conținut total de polifenoli.	t	temperatură.
DPPH	2,2-diphenil-1-picrilhidrazil.	TAE	echivalenți de acid tanic.
EtOH	alcool etilic.	TE	echivalenți trolox.
FAO	Food and Agriculture Organization.	U	tensiune curentului electric.
GAE	echivalenți de acid galic.	UAE	extracția asistată de ultrasunete.
H _{optim}	hidromodul optim.	UV/Vis	ultraviolet-vizibil.
HPLC	cromatografie de lichide de înaltă performanță.	ε'	constantă dielectrică.
HPSA	capacitate de inhibare a peroxidului de hidrogen.	ΔE*	diferență globală de culoare.

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Asigurarea cu alimentele este una dintre problemele globale la toate etapele dezvoltării societății umane. Potrivit experților OMS, starea sănătății umane este determinată în proporție de 50% de stilul individual de viață; 20% - de condițiile de mediu; alte 20% - de ereditate și doar 10% de serviciile medicale, rolul principal revenind modului individual de viață și în special alimentației [1]. În prezent, alimentele sunt fabricate prin tehnologii și procedee avansate, care asigură o conservabilitate pe o perioadă îndelungată, cu proprietăți senzoriale atractive. Modificarea compoziției produselor alimentare prin introducerea unui număr mare de aditivi alimentari poate avea un impact profund asupra echilibrului biochimic unic al organismului consumatorului [2]. În acest context, apare o mare necesitate de elaborare a produselor alimentare funcționale, care se în funcție de grupul alimentar din care fac parte (produse cerealiere, cofetărie, lactate etc.); de bolile pe care pot să le prevină sau să le atenueze (cancerul, diabetul etc.); de efectele fiziologice (activitate antitumorală, digestie, imunologie etc.), de categoria compușilor biologic activi (CBA) (antioxidanți, vitamine, probiotice, lipide etc.), de proprietățile fizico-chimice, senzoriale sau de procesele utilizate la producerea lor (uscarea, înghețare etc.) [3].

Conceptul de alimente funcționale a fost inițial promovat din anul 1984 de către oamenii de știință din Japonia, care deține peste 39,0% din piața mondială de fabricare a alimentelor funcționale [4]. În unele țări sunt realizate programe naționale orientate spre îmbunătățirea sănătății populației prin elaborarea și fabricarea ingredientelor alimentare, care corectează compoziția biochimică a alimentelor pentru consumul curent [5]. În prezent, piața mondială de consum a alimentelor funcționale este formată din produse lactate 50 – 65%, făinoase 9 – 10%, băuturi funcționale 3 – 5% și altor produse alimentare 20 – 25%. Se atestă o creștere anuală de 5 – 40% pentru consumul anumitor tipuri de alimente funcționale [6]. Astfel, există o creștere constantă a interesului pentru utilizarea ingredientelor vegetale în realizarea alimentelor funcționale.

Substituirea aditivilor sintetici cu compuși de origine naturală obținuți din fructe de cătină, măceș, scoruș, păducel, aronia și tescovina de struguri în produse alimentare este actuală. Cercetările efectuate *in vivo* și *in vitro* au demonstrat că CBA din aceasta materia vegetală au diferite efecte pozitive asupra sănătății consumatorilor și se caracterizează printr-un spectru larg de efecte farmacologice: imunomodulatoare, antiinflamatorie, antidiabetice, antiaterogenă etc. [7]. Spre deosebire de coloranții sintetici, pigmenții naturali sunt sensibili la factori chimici și fizici, necesită să fie stabiliți, astfel, prezentând o problemă strategică. Procedurile neconvenționale de extracție a CBA de origine vegetală, cu păstrarea funcționalității și îmbunătățirea biodisponibilității, vor permite obținerea unei game largi de coloranți naturali

pentru industria alimentară și constituie o bază pentru creșterea economică durabilă. Activitatea antioxidantă și microbiostatică ai extractelor vegetale, bogate în polifenoli și carotenoide, reprezintă o sursă promițătoare de soluții alternative pentru utilizarea lor în scopul substituirii anumitor antioxidanți și conservanți alimentari de origine sintetică.

Elaborarea și implementarea unor tehnologii de fabricare a alimentelor funcționale cu CBA din resursele naturale răspândite în Republica Moldova, dar și a unor subproduse ale industriei alimentare pe post de coloranți, antioxidanți și conservanți este foarte actuală, deoarece contribuie la diminuarea stresului oxidativ și a alergiilor nutriționale prin integrarea conceptului de alimentație optimizată și sporirea competitivității întreprinderilor locale.

Scopul și obiectivele cercetării. Lucrarea se înscrie în conceptul de bază al bioeconomiei circulare, în strategia FAO/OMS de reducere a pierderilor de materie primă și în programul de nutriție umană al ONU privind elaborarea și implementarea alimentelor funcționale cu componenți bioactivi naturali, care constituie o cale de sporire a siguranței și calității alimentelor, punct de reper în alimentația optimizată.

Obiectivul general al lucrării de față constă în stabilirea principiilor teoretice și practice de obținere și stabilizare a unor coloranți, antioxidanți și conservanți de origine naturală prin elucidarea transformărilor chimice, fizico-chimice și biochimice care au loc în condiții de extracție, păstrare și la adiționarea materiei vegetale în produse alimentare, cu formularea tehnologiei unor alimente funcționale.

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

1. Cercetări teoretice și experimentale privind determinarea hidromodulului optim pentru extragerea complexului hidrosolubil, care permite obținerea extractelor vegetale cu un conținut majorat de CBA și consum optim de solvent. Aplicarea modelelor matematice empirice pentru descrierea cineticii procesului de extracție a complexului hidrosolubil din pudre vegetale.

2. Elucidarea influenței condițiilor de extracție (compoziției solventului și a temperaturii) asupra randamentului CBA din fructe de pădure și tescovina de struguri, activității antioxidante determinate prin teste PCL, DPPH și HPSA și parametrilor cromatici CIELab, în scopul elaborării tehnologiilor de fabricare a unor alimente funcționale autohtone. Identificarea și cuantificarea polifenolilor, antocienilor și acizilor organici în extractele hidroalcoolice. Aplicarea analizei informației mutuale, de corelație canonică și funcții spline pentru determinarea influenței condițiilor de extracție asupra parametrilor analizați și dependența dintre CBA și activitatea antioxidantă.

3. Cercetări teoretice și experimentale privind influența condițiilor de extracție a complexului liposolubil din fructe de cătină și măceș și a duratei de păstrare asupra dinamicii acumulării produșilor primari și secundari ai oxidării lipidice, conținutului de pigmenți

carotenoidici, indicilor fizico-chimici de calitate, activității antioxidante și parametrilor cromatici CIELab ai extractelor liposolubile. Aplicarea analizei informației mutuale și mulțimilor fuzzy pentru stabilirea influenței duratei de păstrare asupra indicilor fizico-chimici de calitate și activității antioxidante ai extractelor liposolubile.

4. Aprecierea influenței diferitor tehnici de „*extracții verzi*”, în special a câmpului electric pulsatoriu (PEF), extracție asistată de microunde (MAE) și extracție asistată de ultrasunete (UAE) asupra randamentului de recuperare a CBA, activității antioxidante și parametrilor cromatici CIELab în extractele vegetale. Apelarea la analiza de sensibilitate (indicele Sobol de ordinul I) pentru a determina nivelul de influență a diferitor condiții de extracție (PEF, MAE, UAE, concentrației EtOH și temperaturii) asupra randamentului CBA și activității antioxidante în extractele vegetale.

5. Evaluarea influenței tratărilor termice (congelării și diferitor condiții de uscare) a fructelor de cătină, măceș și scoruș asupra randamentului CBA și AA în extractele obținute prin UAE. Identificarea și cuantificarea carotenoidelor în extractele nesaponificate și saponificate din pulpele congelate de fructe de cătină, măceș și scoruș prin RP-HPLC.

6. Cercetări teoretice și experimentale privind influența pH asupra stabilității culorii pigmentilor, evaluarea parametrilor cromatici CIELab și activității antioxidante în extractele hidroalcoolice din cătină, măceș, aronia și tescovină de struguri cu scopul determinării interacțiunilor CBA – matrice în timpul procesării alimentelor.

6. Aprecierea efectului ionilor metalici prezenți în medii alimentare asupra stabilității culorii și activității antioxidante ai extractelor de antocieni din fructe de aronia și tescovină de struguri în vederea aplicării lor în formularea alimentelor funcționale pentru substituirea coloranților sintetici.

7. Cercetarea activității antimicrobiene și determinarea concentrației minime inhibitorii (CMI), a concentrației minime bactericide (CMB) și a efectului bactericid a pudrelor vegetale din fructe de cătină, măceș, păducel, aronia și tescovina de struguri asupra microorganismelor patogene Gram-pozitive - *Staphylococcus aureus* și Gram-negative: *Escherichia coli* și *Klebsiella pneumoniae* cu scopul substituirii conservanților de sinteză în formularea unor alimente funcționale.

8. Aprecierea *in vitro* a bioaccesibilității carotenoidelor și profilului lor individual în extracte de cătină, măceș și scoruș în vederea identificării matricelor alimentare promițătoare pentru eliberarea carotenoidelor, a condițiilor de procesare și păstrare a produselor alimentare.

9. Determinarea parametrilor tehnologici și optimizarea procedeelelor de adăugare a extractelor și pudrelor vegetale în formularea unor alimente funcționale.

10. Aprecierea influenței adăririi extractelor și pudrelor vegetale asupra indicatorilor de calitate, parametrilor cromatici și activității antioxidante *in vitro* în alimentele elaborate și evoluția lor în timpul pastrării.

Ipoteza de cercetare. *Plantele și derivații acestora conțin o mare varietate de metaboliți secundari care pot fi extrași cu menținerea funcționalității și ameliorarea bioaccesibilității lor. Aceștia se caracterizează prin capacitate importantă de colorare, prin activitate antioxidantă sporită, fiind capabili de a inhiba radicalii liberi în procese oxidative, dar și prin activitate antimicrobiană, manifestată prin stagnarea dezvoltării microorganismelor patogene care cauzează alterarea alimentelor. Respectiv, unii dintre acești CBA pot fi recomandați în formularea alimentelor funcționale pentru substituirea aditivilor sintetici (coloranți, antioxidanți și conservanți).*

Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese. Pentru realizarea lucrării au fost aplicate metode fizico-chimice tradiționale și netriviale, precum extracția în PEF, MAE și UAE. Pentru caracterizarea componentei extractelor au fost aplicate: spectroscopia UV/Vis, IR, HPLC (separarea polifenolilor, antocienelor), RP-HPLC (identificarea carotenoidelor) și metoda de electroforeză capilară (cuantificarea acizilor organici). Capacitatea antioxidantă a fost determinată atât pentru extractele obținute (metode DPPH, HPSA, PCL, ABTS, cu stabilizarea nanoparticulelor de Ag), cât și pentru produsele alimentare elaborate (*in situ*). Au fost aplicate metode de analiză microbiologică, conform protocoalelor experimentale adecvate cercetărilor cu implicarea microorganismelor patogene (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*). Pentru cercetări *in situ*, pe matrice alimentare au fost utilizate metode senzoriale, fizico-chimice, reologice, microbiologice, spectroscopia UV/Vis și HPLC.

Importanța teoretică și inovația științifică a lucrării: pentru prima dată au fost examinate toate etapele de obținere și stabilizare a CBA din fructe de pădure autohtone și tescovină de struguri cu utilizarea metaboliților secundari din materia vegetală cu proprietăți de colorare, antioxidante și antimicrobiene pentru substituirea coloranților, antioxidanților și conservanților de origine sintetică în formularea unor alimente funcționale (produse făinoase, zaharoase și din lapte). Aceasta problemă a fost soluționată prin realizarea următoarelor cercetări:

- în premieră a fost determinat hidromodulul optim pentru extracția CBA hidrosolubili din fructe de cătină, măceș, păducel, scoruș, aronia și tescovina de struguri de origine autohtonă și au fost aplicate modelele empirice Peleg, Page și de putere pentru optimizarea procesului de extracție în sistem solid-lichid;

- în premieră s-a determinat bioaccesibilitatea carotenoidelor (*in vitro*) și s-au identificat carotenoizii individuali din pudre de fructe autohtone de cătină, măceș și scoruș;

- originalitatea lucrării constă în argumentarea teoretică și experimentală, în analiza informației mutuale și în elaborarea modelelor matematice de corelația canonică și funcții spline privind influența condițiilor de extragere asupra randamentului CBA hidrosolubili și liposolubili, activitatea antioxidantă și parametrilor cromatici CIELab în extracte din fructe de pădure și tescovină de struguri;

- originalitatea lucrării constă în utilizarea diferitor tehnici de „*extracții verzi*”, PEF, MAE și UAE pentru recuperarea CBA, determinarea activității antioxidante și parametrilor cromatici ai extractelor; stabilirea influenței condițiilor de extracție a CBA prin aplicarea analizei de sensibilitate;

- au fost obținute informații științifice noi despre influența pH și a ionilor metalici din medii alimentare asupra stabilizării culorii pigmentilor prin analiza CIELab și activității antioxidante ai extractelor vegetale din fructe de pădure și tescovina de struguri cu aplicarea analizei informaționale;

- s-a argumentat teoretic și experimental activitatea antimicrobiană a pudrelor vegetale față de microorganismele care cauzează alterarea alimentelor, Gram-pozitive și Gram-negative;

- au fost elaborate tehnologii de fabricare a unor alimente funcționale cu extracte și pudrele din fructe de pădure și tescovină de struguri pentru substituirea coloranților, antioxidanților și conservanților de sinteză;

- au fost argumentate științific beneficiile produselor funcționale obținute din punct de vedere a calității și stabilității microbiologice la păstrare, a calității senzoriale și activității antioxidante determinante *in situ* și *in vitro*.

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

19.00208.1908.05 Obținerea și stabilizarea unor coloranți, antioxidanți și conservanți de origine vegetală pentru alimente funcționale (2019-2020).

19.80015.5007.232T Implementarea tehnologiei de prelucrare avansată a fructelor de măceș și altor fructe uscate pentru obținerea pudrelor cu valoarea biologică sporită în scopul utilizării lor în industria alimentară (2019-2020).

20.80009.5107.09 Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară (2020-2023).

18.51.07.01A/PS Diminuarea contaminării materiei prime și produselor alimentare cu microorganisme patogene (2018-2020).

COST CA Action CA 15136 European network to advance carotenoid research and applications in agro-food and health (EUROCAROTEN) (2018-2020).

16.80013.5107.22/Ro Substituirea aditivilor alimentari sintetici cu componenți bioactivi extrași din resurse naturale regenerabile, 2016-2018

Bursa postdoctorat "Eugen Ionescu". Proiect "Eco procédés pour la récupération des antioxydants à partir de déchets et produits horticoles", Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", AUF (01.03.-31.05.2015).

BECO- 2012-53-U-56135FT205. Formation de préparation et de perfectionnement à l'analyse moderne des composés chimiques bioactifs dans les produits agro-alimentaires d'origine végétale. AUF (2013 – 2014).

Valoarea aplicativă a lucrării:

- în baza rezultatelor experimentale obținute au fost elaborate procedee de obținere și de stabilizare a culorii extractelor hidroalcoolice din tescovina de struguri;
- au fost obținute procedee de obținere a extractelor hidroalcoolice și liposolubile din fructe de cătină, măceș, păducel și aronia.
- au fost elaborate și brevetate tehnologiile de fabricare a următoarelor alimentelor funcționale:
 - produse făinoase cu extracte uleioase din fructe de cătină, măceș și scoruș;
 - cremă de brânză cu extracte liposolubile din fructe de cătină, măceș și păducel;
 - desert de brânză cu extracte hidroalcoolice din fructe de cătină, măceș, păducel și aronia;
 - iaurt cu extracte hidroalcoolice din fructe de cătină, măceș, păducel și aronia;
 - înghețată cu pudre și extracte din fructe de cătină, măceș, păducel și aronia;
- au fost elaborate tehnologii de fabricare a produselor zaharoase (jeleuri și masele de cofetărie) cu extracte hidroalcoolice din fructe de pădure și tescovina de struguri;
- a fost elaborată, aprobată și transmisă întreprinderilor documentația tehnologică și normativă pentru obținerea pudrei, extractelor vegetale și fabricarea unor alimente funcționale;
- au fost elaborate și plasate pe site-ul SRL „Rose Line,, <https://roseline.org/ru/blog/>, care este producător de pudre și extracte vegetale, recomandări practice de utilizare acestora pentru formularea alimentelor funcționale;

- a fost elucidat impactul pudrelor, extractelor hidroalcoolice și liposolubile din fructe de pădure și tescovină de struguri asupra indicatorilor de calitate, a parametrilor senzoriali, a stabilității microbiologice, duratei de păstrare și activității antioxidante (*in vitro*) a unor alimente funcționale elaborate.

Aprobarea lucrării la foruri științifice naționale și internaționale. Rezultatele obținute pe parcursul realizării lucrării au fost prezentate și discutate la 37 conferințe naționale și internaționale: Conferința Internațională ”Modern Technologies in the Food Industry”, Chișinău (2012, 2014, 2016, 2018); XX International Scientific and Technical Conference “Engineering and Technosphere of the XXI century”, 2013, Sevastopol; Simpozionul Științific ”Horticultura - Știință, Calitate, Diversitat și Armonie”, 24-26 mai 2013; Simpozion Internațional “EuroAliment”, Galati, Romania (2013, 2015, 2019); Work-shop “L’*extraction des composés phénoliques à partir de produits horticoles*” USAMV, Iași, 8 mai 2015; The 9th edition of International Conference of Applied Sciences, CISA-2015, 04-06 June 2015, Bacau, Romania; International Scientific Congress ”Soil and food resources for a healthy life”, 22-24 October 2015, Iasi, Romania; 8th International Congress ”Pigments in Food. Colored Food for Health Benefits”, 28 June-01- July 2016, Cluj-Napoca, Romania; CISA-2016, Conference Proceedings. Abstracts, Vasile Alecsandri University of Bacau, Romania, June 02-04 2016; International Conference “Processes in Isotopes and Molecules”, Cluj-Napoca, Romania, 27-29 septembrie 2017; International Conference Biotechnologies, Present and Perspectives, 24th - 25th November 2017, Suceava, Romania; Conferința științifică internațională „Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”, Universitatea de Stat „B.P. Hașdeu” din Cahul, 7 iunie 2017; Colloque franco-roumain de chimie appliquee, CoFrRoCA-2018, 27-29 Juin 2018; Conference on Applied and Industrial Mathematics, CAIM-2018, 20-23 September 2018; Simpozion francofon AUF/UDJG. Y-a-t-il besoin d'une nouvelle éducation nutritionnelle?, Galați, România, 13-14 decembrie, 2018; Conferința „Zilele Academiei de Științe Tehnice din România”, 17-19 octombrie 2019; VI International Scientific and Technical Conference TC-2020 ”Progressive Directions of Technological Complexes Development”, Lutsk, Ukraine, June 2-4 2020; Conferința Științifico-Practică Națională „Inovația: factor al dezvoltării social-economice” ediția a V-a 17 decembrie 2020; International scientific conference ”Yesterday’s heritage – implications for the development of tomorrow’s sustainable society”, February, 2021; International conference ”Intelligent valorisation of agro-food industrial wastes (INTELWASTES)” 7-8 October 2021; International Exhibition of Research, Innovations and Inventions ”PROINVENT”, Cluj-Napoca, Romania (2018 - 2020); International Exhibition of Inventics “INVENTICA”, Iași, Romania (2018, 2019); European Exhibition of Creativity and

Innovation „EUROINVENT”, Iași, Romania (2018 – 2021); International Specialized Exhibition ”InfoInvent-2019”, Chișinău, Moldova; Târgul de Invenții și Inovații Alimentare ”INOVALIMENT 2020”, București, România.

Publicații la tema tezei. Rezultatele cercetării și problemele abordate în teză au fost publicate în 72 lucrări științifice, inclusiv o monografie, un capitol în monografie, 20 articole științifice, 8 brevete de invenție, 11 articole în culegeri și rezumate la manifestări științifice naționale și internaționale.

Sumarul capitolelor tezei. Lucrarea este expusă pe 212 pagini dactilografiate și include următoarele capitole: adnotare în limbile română și engleză, introducere, 7 capitole, concluzii generale, propuneri de utilizare a rezultatelor obținute în domeniile economice, sugestii privind potențialele direcții viitoare de cercetare, bibliografie cu 488 surse și 9 anexe. Lucrarea este ilustrată cu 69 tabele și 99 figuri.

Capitolul 1, Utilizarea CBA din surse horticole pentru alimente funcționale – tendințe actuale, cuprinde descrierea componentelor de bază a alimentelor funcționale, sunt expuse tendințele moderne aplicate în elaborarea alimentelor funcționale (făinoase, zaharoase și produse lactate), caracteristica CBA din surse horticole și impactul lor asupra sănătății. De asemenea, sunt analizate diverse tehnologii pentru optimizarea extracției CBA (PEF, MAE și UAE) și posibilitățile de substituție a unor aditivi alimentari sintetici (coloranți, antioxidanți și conservanți) prin CBA, extrași din surse vegetale în vederea obținerii unor alimente funcționale.

În **Capitolul 2, Materiale și metode de cercetare,** sunt descrise tipurile de materie primă vegetală și date privind conținutul de CBA în acestea, caracteristica altor tipuri de materii prime utilizate și a reactivilor, sunt descrise metodele de obținere a extractelor vegetale din surse horticole, metodele de analize chimice, fizico-chimice și microbiologice ale extractelor hidroalcoolice și liposolubile. Este descrisă metodologia de determinare a indicilor de calitate a alimentelor funcționale elaborate, precum și metodologia prelucrării statistice și a modelării matematice a rezultatelor experimentale.

În **Capitolul 3, Optimizarea condițiilor de extracție a compușilor biologic activi din materia vegetală,** sunt determinate hidromodulele optime pentru extracția complexului hidrosolubil din materia vegetală și modele matematice empirice care descriu procesul de extracție în sisteme solid-lichid. Este cercetată influența compoziției solventului și temperaturii asupra randamentului de extracție a CBA. Sunt determinate condițiile de extracție a complexului liposolubil, indicii fizico-chimici de calitate și parametrii cromatici CIELab ai extractelor liposolubile din fructe de cătină și măceș. S-a analizat dinamica acumulării produșilor primari și secundari ai oxidării lipidice, evoluția

modificării conținutului de carotenoide, a activității antioxidante și parametrilor cromatici CIELab în extracte liposolubile din fructe de cătină și măceș pe parcursul stocării.

În **Capitolul 4, Influența pretratării asupra randamentului de extracție a CBA**, este cercetată influența PEF asupra randamentului de extracție a compușilor fenolici din deșeuri viti-vinicole. S-a investigat influența MAE, compoziția solventului și a temperaturii asupra randamentului de extracție a complexului hidrosolubil, activitatea antioxidantă și parametrii cromatici CIELab ai extractelor hidroalcoolice vegetale. Au fost determinate condițiile de UAE și influența tratărilor termice asupra randamentului CBA, activității antioxidante și parametrilor CIELab pentru extractele din fructe de pădure și tescovină de struguri.

În **Capitolul 5, Tehnologii de stabilizare, activitatea antimicrobiană și bioaccesibilitatea CBA** sunt cercetate influența pH și a ionilor metalici, prezenți în medii alimentare - Na⁺, K⁺ și Ca²⁺ asupra stabilizării culorii și activității antioxidante a extractelor din fructe de pădure și tescovină de struguri. S-a investigat activitatea microbiostatică a materiei vegetale asupra microorganismelor patogene. S-a determinat bioaccesibilitatea carotenoidelor din fructe de cătină, măceș și scoruș.

În **Capitolul 6, Tehnologii de fabricare a produselor funcționale făinoase și zaharoase**, sunt descrise tehnologiile de fabricare a pastelor făinoase, a turtelor dulci glazurate, a bomboanelor de tip jeleu și a maselor de cofetărie cu adăugarea materiei vegetale. Au fost determinați parametrii tehnologici optimi, indicatorii de calitate, stabilitatea microbiologică, termenul de valabilitate, parametrii cromatici CIELab și activitatea antioxidantă *in vitro*.

În **Capitolul 7, Tehnologii de fabricare a produselor lactate cu CBA**, sunt descrise tehnologiile de fabricare a iaurtului funcțional și cremei de brânză cu adăugarea extractelor hidroalcoolice și liposolubile din fructe de pădure cu determinarea parametrilor tehnologici optimi, indicatorilor de calitate, stabilității microbiologice, termenului de valabilitate, parametrilor cromatici CIELab și activității antioxidante *in vitro*.

Cuvinte-cheie: extracte, pudre vegetale, compuși biologic activi, coloranți, antioxidanți, conservanți, alimente funcționale, calitate.

CONȚINUTUL TEZEI

1. Utilizarea CBA din surse horticole pentru alimente funcționale – tendințe actuale

Cercetările științifice realizate în prezent atestă că alimentele au rol nu numai pentru a satisface foame și asigura cu un aport de nutrienți pe consumator, dar au oportunitatea de a preveni bolile legate de nutriție și pot îmbunătăți bunăstarea fizică și mentală. Consumul alimentelor, numite funcționale, contribuie astfel la menținerea sănătății consumatorilor.

Fabricarea alimentelor funcționale prezintă un obiectiv actual al industriei alimentare moderne. În țările dezvoltate sunt realizate programe orientate spre îmbunătățirea sănătății populației prin elaborarea și fabricarea ingredientelor alimentare. CBA de origine vegetală pot fi aplicați în formularea produselor alimentare funcționale pentru substituirea aditivilor sintetici (coloranți, antioxidanți, conservanți), pentru creșterea duratei de valabilitate și lărgirea sortimentului de produse alimentare.

În lucrare sunt elucidate principale direcții de dezvoltare și de formulare a produselor alimentare funcționale (făinoase, zaharoase și lactate), orientate spre fortificarea produselor cu CBA de origine vegetală; îmbogățirea cu fibre alimentare; mărirea biodisponibilității CBA sau reducerea pierderilor acestora, sporirea valorii biologice și reducerea valorii lor energetice.

Pentru lucrarea de față au fost alese fructe de cătină, măceș, scoruș, păducel, aronia și tescovină obținută după procesarea strugurilor, care conțin fitonutrienți cu beneficii semnificative asupra sănătății. Fructele de pădure și tescovina conțin CBA cu compoziție chimică variată, care se caracterizează printr-un spectru larg de efecte farmacologice, manifestă activitatea antioxidantă și antimicrobiană împotriva microorganismelor patogene.

Pentru optimizarea extracției CBA din materia vegetală au fost analizate particularitățile diferitor tehnici de "extracții verzi" (PEF, MAE, UAE), care se caracterizează prin manipularea minimă a probelor, îmbunătățirea eficacității de extracție, timpuri operaționale mai mici și prin obținerea extractelor de calitate.

Au fost analizate caracteristicile unor aditivi sintetici și impactul lor asupra sănătății consumatorilor și posibilitățile de substituire a unor aditivi alimentari sintetici prin CBA în vederea obținerii alimentelor funcționale.

2. Materiale și metode de cercetare

Obiectele principale de cercetare sunt fructe uscate de pădure: cătină (*Hippophae rhamnoides* L.), măceșe (*Roza canina* L.), scorușe (*Sorbus aucuparia* L.), păducel (*Crataegus monogyna*), aronia (*Aronia melanocarpa*) și tescovina de struguri (*Vitis vinifera* L.) din soiuri

roșii recoltați în perioada anilor 2011-2018. Au fost obținute, analizate și utilizate ulterior extracte hidroetanolice și liposolubile a CBA obținute prin diferite metode - convenționale (macerare), PEF, MAE și UAE, precum și produse alimentare (făinoase, zaharoase și lactate) elaborate în baza extractelor și a pudrelor vegetale.

A fost determinată metodologia de obținere ai extractelor hidrosolubile și liposolubile din materia vegetală prin macerare, PEF, MAE, UAE și caracterizarea CBA prin utilizarea metodelor instrumentale noi netriviiale, cu evidențierea compușilor individuali în funcție de condițiile de pretratare și extracție.

A fost stabilită metodologia de cercetare a produselor alimentare funcționale elaborate în baza materiei vegetale din punct de vedere a calității (analiza senzorială, fizico-chimică și microbiologică), determinării termenului de valabilitate a acestora și activității antioxidante *in vitro*.

Au fost determinată metodologia de calcul a caracteristicilor statistice de ordinul I și de elaborare a modelelor matematice pentru descrierea cineticii procesului de extracție, modele bazate pe analiza informațională, de sensibilitate, pe modele matematice polinomiale și pe mulțimi fuzzy.

3. Optimizarea condițiilor de extracție a CBA din materia vegetală

3.1. Determinarea condițiilor de extracție a complexului hidrosolubil din materia vegetală

Extracția compușilor bioactivi din matricea vegetală este un proces complex, fiind influențat de condițiile de extracție, în special de hidromodul, compoziția solventului și temperatura de extracție. Sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind extracția complexului hidrosolubil din materia vegetală - fructe de aronia, cătină, măceș, scoruș, păducel și tescovină de struguri.

3.1.1. Determinarea hidromodulului optim pentru extracția complexului hidrosolubil din materia vegetală

Hidromodulul optim (H_{optim}) este un parametru care asigură un randament sporit de extragere a complexului hidrosolubil. În calitate de solvent s-a utilizat apa distilată, deoarece contribuie la o mai bună separare a țesuturilor și la ruperea pereților celulari ai materiilor vegetale, facilitând astfel procesul de difuzie a compușilor hidrosolubili [8]. Fig. 1. prezintă cinetica procesului de extragere a substanțelor uscate hidrosolubile (CSUH) (a), gradul de extracție a CSUH (b) și determinarea H_{optim} (c) din pudrele vegetale cercetate. S-a demonstrat că CSUH în extract crește în timp până la atingerea concentrației de echilibru, durata optimă de extracție fiind de 90 min. Caracterul general al curbelor cineticii de extracție a CSUH în extracte în funcție de hidromol pentru toate probele este comun (fig. 1a). Fig. 1b indică faptul, că odată cu creșterea hidromodulului, CSUH în extract scade, datorită diluării. La modificarea

hidromodulului de la 4 la 20, CSUH în extractele cercetate s-a redus pentru scorușe de 2,4 ori, cătină, măceșe și aronia de 2,3 ori, tescovina de struguri – 2,2 ori și pentru păducel de 2,1 ori în intervalul hidromodulului 8 - 24. La creșterea hidromodulului de la 4 la 20, gradul de extracție a CSUH se majorează pentru tescovina de struguri de 2,2 ori, cătină, măceșe și aronia de 2,1 ori și pentru scorușe de 2,0 ori; pentru păducel creșterea gradului de extracție a fost de 2,4 ori la variația hidromodulului de la 8 la 24. Creșterea gradului de extracție se datorează, probabil, faptului că un volum mai mare de solvent reacționează cu particulele pudrelor vegetale, ceea ce facilitează trecerea în solvent a CSUH [9].

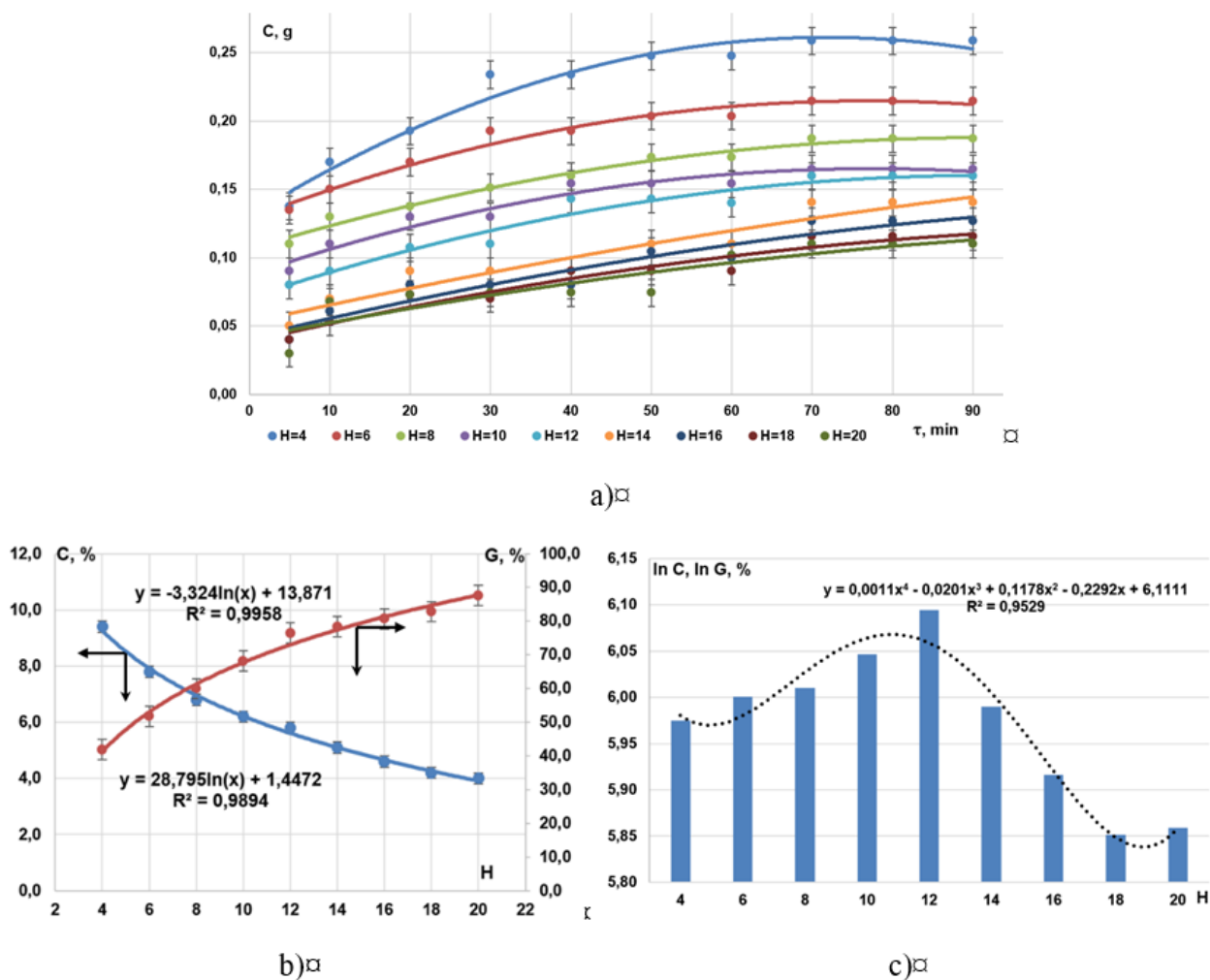


Fig. 1. Determinarea caracteristicilor de extracție a CSUH din pudră de cătină în apă:
a) cinetica procesului de extragere a CSUH; b) dependența conținutului și gradului de extracție a CSUH de hidromodul; c) dependența logaritmului concentrației și gradului de extracție a CSUH de hidromodulul aplicat

Fig. 1c prezintă dependența logaritmilor concentrației și gradului de extracție a CSUH în funcție de hidromodulul aplicat. S-a constatat, că H_{optim} pentru pudrele vegetale constituie: 8 pentru tescovina de struguri; 12 – cătină, măceșe, scorușe; 14 - aronia și 20 pentru păducel,

asigurând un randament sporit de extragere a CSUH cu costuri mici la concentrare [10].

Pentru descrierea cineticii procesului de extracție în sisteme solid-lichid, au fost utilizate trei modele matematice empirice - Peleg, Page și modelul de putere [11-13]. Valorile coeficientului de determinare (R^2) și erorile rădăcinii medie pătrate (RMSE), atestă ca modelele empirice au demonstrat o concordanță bună a datelor experimentale cu datele de aproximare pentru pudrele vegetale, tab. 1.

Tabelul 1. Valorile constantelor, R^2 și RMSE determinate pentru modele empirice Peleg, Page și de putere care descriu procesul de extracție a CSUH din pudră vegetală în apă la hidromodulul optim

Caracteristici	Pudre vegetale					
	Tescovină de struguri	Cătină	Măceșe	Scorușe	Aronia	Păducel
Hidromodul optim	8	12	14	14	14	20
Model empiric Peleg						
K_1	23,3±	50,18±	54,57±	55,33±	85,57±	130,46±
	7,92	22,32	2,45	25,82	41,81	68,6
K_2	5,25±	5,97±	6,96±	6,93±	6,05±	6,76±
	0,30	0,65	0,70	0,77	0,99	1,48
R^2	0,979	0,952	0,957	0,950	0,940	0,926
RMSE	0,008	0,011	0,009	0,010	0,012	0,012
Model empiric Page						
k	2,57±	3,18±	3,29±	3,31±	3,78±	4,18±
	0,14	0,30	0,32	0,36	0,66	0,73
n	-0,10±	-0,12±	-0,11±	-0,11±	-0,15±	-0,16±
	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
R^2	0,970	0,950	0,939	0,927	0,908	0,916
RMSE	0,005	0,007	0,007	0,008	0,011	0,009
Model empiric de putere						
k	0,08±	0,05±	0,04±	0,04±	0,03±	0,02±
	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
n	-0,18±	-0,26±	-0,26±	-0,26±	-0,35±	-0,39±
	0,03	0,05	0,06	0,07	0,10	0,11
R^2	0,970	0,957	0,942	0,930	0,907	0,928
RMSE	0,005	0,006	0,006	0,007	0,011	0,009

Modelele empirice Peleg, Page și de putere pot fi aplicate pentru modelarea și optimizarea procesului de extracție în sisteme solid-lichid a CSUH din pudre de cătină, măceșe, scorușe, păducel, aronia și tescovină de struguri, deoarece există o concordanță înaltă între datele experimentale și cele de calcul.

3.1.2. Influența compoziției solventului asupra randamentului de extracție a CBA

S-a analizat influența concentrației EtOH asupra CTP (conținutului total de polifenoli) în toate probele vegetale, CTA (conținutului total de antocieni) în pudre de aronia și tescovină de struguri, precum și CT (conținutul de taninuri) în tescovina de struguri. S-a cercetat evoluția activității antioxidante a substanțelor hidrosolubile (AASH), determinate prin metoda de fotochemiluminescență (PCL), în funcție de concentrația solventului. De asemenea, s-a evaluat activitatea antioxidantă, determinată prin teste DPPH și HPSA în mediu acid și bazic în funcție de concentrația soluției EtOH.

Influența compoziției solventului (20%-80% (v/v)) asupra randamentului complexului hidrosolubil se manifestă prin majorarea CTP în extracte la mărirea concentrației EtOH în de la 20% până la 60% (v/v) și o ulterioară scădere către concentrația EtOH de 80% (v/v). Astfel, valorile maxime ale CTP extrași cu soluția hidroalcoolică de 60% (v/v) din pudre vegetale au constituit (valorile sunt prezentate în ordine descrescătoare): pentru aronia – 17,39 mg GAE/g s.u.; măceșe – 12,31 mg GAE/g s.u.; scorușe – 6,44 mg GAE/g s.u.; cătină – 5,80 mg GAE/g s.u.; păducel – 5,57 mg GAE/g s.u. și tescovină de struguri – 3,66 mg GAE/g s.u., fig. 2.

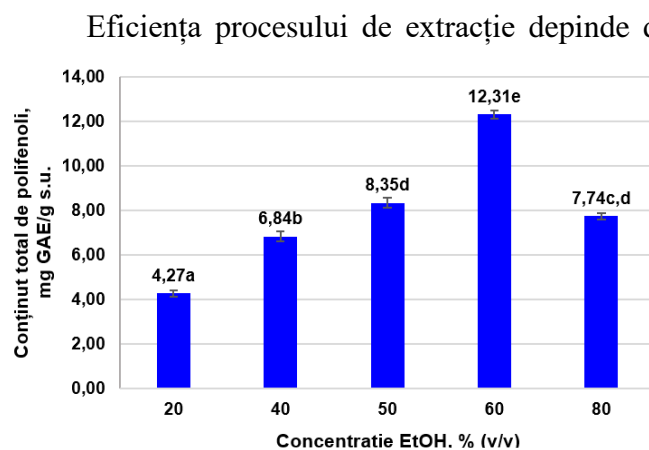


Fig. 2. Influența concentrației EtOH asupra conținutului total de polifenoli în extracte din fructe de măceș

pudre vegetale. Solubilitatea polifenolilor poate fi explicată prin stereochemia lor (fragmentul polar și nepolar al moleculelor) și forțele intermoleculare (în principal legături de hidrogen), care apar între aceștia și solvent [14].

Concentrația soluției EtOH influențează randamentul de extracție a compușilor fenolici, are loc diminuarea punctului de fierbere a extractului la concentrare și se reduce rata degradării compușilor bioactivi [15].

Antocienii, având în compoziția chimică grupări fenolice, pot fi eficient extrași cu soluții hidroetanolice, precum și în cazul polifenolilor. Valorile maxime ale CTA în extracte de aronie și de tescovină au fost atinse la concentrația EtOH de 60% (v/v), constituind 1,80 mg ME/g s.u. și 0,38 mg ME/g s.u. respectiv. Se atestă, că EtOH pur nu este preferabil pentru extracția antocienilor hidrofili din cauza prezenței unei cantități mici de apă, necesară pentru extragerea lor [16]. EtOH pur poate să cauzeze deteriorarea structurii interne a antocienilor [17]. S-a demonstrat o creștere semnificativă a CTA în extractele de aronie și tescovină de struguri odată cu mărirea concentrației

EtOH în apă la 60% (v/v), iar creșterea suplimentară a procentului de alcool a condus la reducerea conținutului total de antocieni, 1,69 mg ME/g s.u. (aronia) și 0,27 mg ME/g s.u. (tescovină de struguri). Scăderea CTA extrași din soluții de 80% (v/v) se datorează faptului, că antocienii hidrofilii nu mai sunt extrași, datorită reducerii conținutului de apă și a degradării structurii interne a antocienilor [18].

Evoluția CT în tescovina de struguri în funcție de concentrația soluției EtOH se prezintă în fig. 3. S-a demonstrat creșterea CT extrași de la 0,25±0,01 mg TAE/g s.u. până la 0,45±0,01 mg TAE/g s.u. odată cu mărirea concentrației EtOH până la 60% (v/v). Ulterior aceasta a scăzut odată cu mărirea fracției volumice EtOH (96% v/v) până la 0,1 mg TAE/g s.u. Acest fenomen se datorează solubilității diferite a componentelor, procianidinele fiind solubile în faza apoasă, iar catehinele - în partea organică a solventului [19]. O contribuție importantă o are gradul de polimerizare, din cauza creșterii numărului de grupări hidroxil [20].

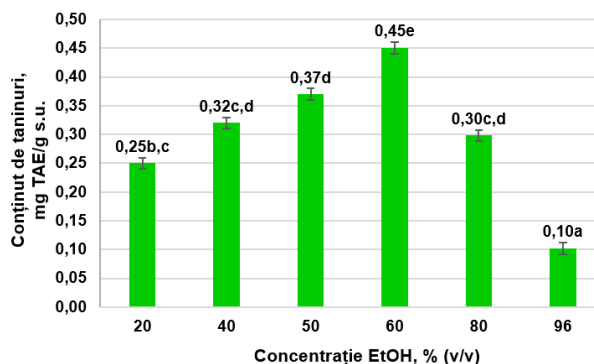


Fig. 3. Influența concentrației EtOH asupra CT din tescovina de struguri

Datorită caracterului hidrofil a polifenolilor din fructe de pădure și tescovina de struguri, acestea pot influența AASH, determinată prin testul PCL. S-a constatat, că în probele extractelor vegetale AASH se află în concordanță cu valorile CTP, adică probele cu cel mai mare CTP sunt în conformitate cu probele cu cea mai mare AASH. În extracte hidroalcoolice cu concentrația de 60% (v/v) AASH constituie (ordine descrescătoare): aronia - 119,65 μmol AAE/g s.u., măceș - 98,67 μmol AAE/g s.u., scoruș - 47,92 μmol AAE/g s.u., cătină - 39,41 μmol AAE/g s.u., păducel - 35,91 μmol AAE/g s.u. și tescovina de struguri - 19,67 μmol AAE/g s.u.

Corelația între CTP și AASH în extractele studiate este foarte bună, iar valorile R^2 variază între 0,90 - 0,98. În cazul corelației CTA-AASH și CT-AASH aceasta este bună, constituind $R^2=0,67$ - 0,81 și $R^2=0,71$ respectiv. Aceasta corelație poate fi explicată prin compoziția chimică a compușilor fenolici extrași, care având o entalpie de disociere osmolitică a legăturilor -OH și potențialul de ionizare scăzut, a influențat pozitiv activitatea lor antioxidantă [21, 22].

S-a evaluat influența pH asupra stabilității CBA în extracte vegetale prin determinarea activității antioxidante pe baza testelor DPPH și HPSA. Se atestă că toate extractele EtOH prezintă AA importantă prin neutralizarea radicalilor liberi DPPH și H_2O_2 atât în mediu acid (pH 2,0±0,1), cât și bazic (pH 8,0±0,1), fig. 4. Cel mai mare % de inhibare a radicalului DPPH în mediu acid au avut extractele cu un randament maxim de extragere a compușilor polifenolici din

soluția hidroalcoolică de 60% (v/v): cătină – 93,06%; măceș – 84,38%; scoruș – 83,21%; păducel – 81,1%, aronia – 87,7% și tescovina de struguri – 89,7% DPPH inhibat. Valoarea redusă a pH a contribuit la stabilizarea polifenolilor, în special a antocienilor, deoarece în acest interval de pH=1,5-2 în structura lor chimică apare un cation flavilium, foarte stabil [23]. De asemenea, în aceste condiții, crește conținutul de antocieni prin eliberarea antocienilor monomerici de la cei polimerici, prin perturbarea macromoleculor, și în rezultat, se mărește valoarea AA [24].

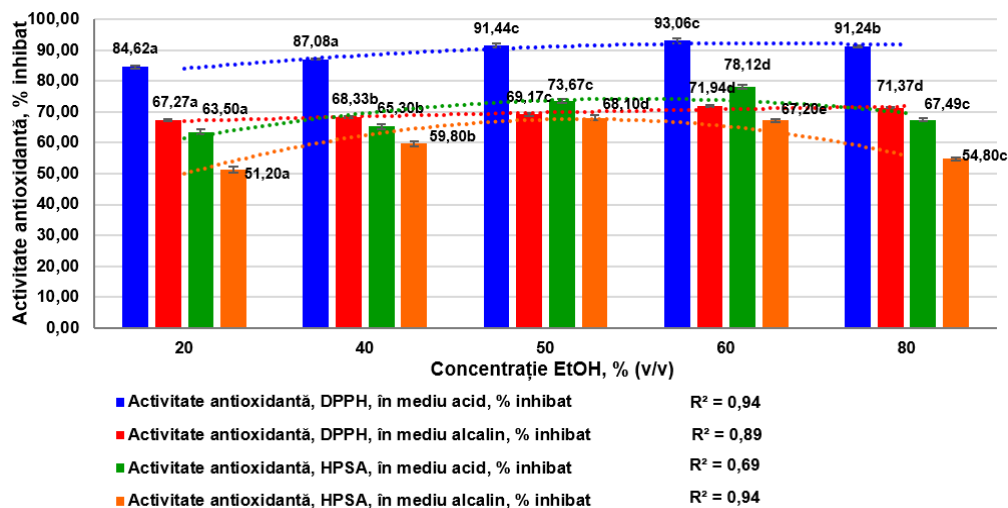


Fig. 4. Evoluția AA în mediu acid și alcalin, determinate după teste DPPH și HPSA în funcție de concentrația soluției EtOH în extracte din fructe de cătină

În mediu bazic % de inhibare a radicalului DPPH a fost mai mic în comparație cu valorile obținute în mediul acid și constituie: pentru cătină – 71,9%, măceșe – 77,8%, scorușe – 71,7%, păducel – 69,0%, aronia 71,9% și tescovina de struguri – 76,9% inhibat. Acest fenomen se explică prin diminuarea stabilității polifenolilor în mediu alcalin. Iar în cazul antocienilor, reducerea stabilității se datorează modificărilor structurale ale cationului de flavilium la o calconă incoloră, care este mai puțin stabilă [23], contribuind la scăderea valorii AA. Valorile % inhibat de H₂O₂ în mediu acid și bazic sunt mai mici decât în cazul testului DPPH. Aceasta se explică prin

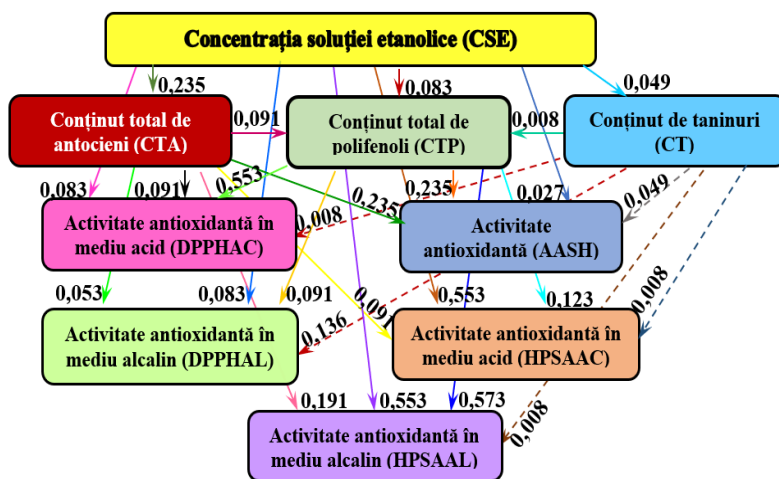


Fig. 5. Analiza informației mutuale privind influența CSE asupra CTP, CTA, CT și AA în extractele din tescovina de struguri

faptul că H₂O₂ este un agent de oxidare slab și poate inactiva direct unele enzime, prin oxidarea grupărilor principali de tiol (-SH) care se conțin în materia vegetală vegetală studiată.

Analiza informației mutuale a stabilit influența concentrației soluției etanolice asupra CBA și activității antioxidante, la cele 6 tipuri de materii vegetale, fig. 5. Graficul pentru extractele de tescovină demonstrează impactul major al concentrației EtOH asupra antocienilor, iar cel mai mic - asupra activității antioxidante, fig. 5.

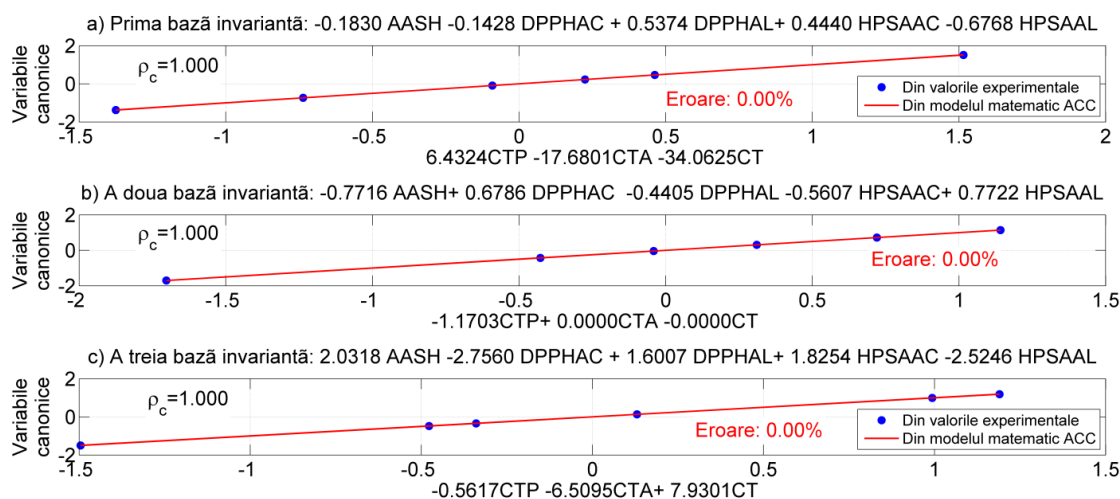


Fig. 6. Analiza de corelație canonică privind stabilirea modelului matematic cu relații dintre conținutul de CBA și AA în extractele de tescovină de struguri: a) prima bază invariantă; b) a doua bază invariantă; c) a treia bază invariantă

S-a constatat că interdependențele între mărimi sunt mai accentuate decât dependențele dintre concentrația etanolului ca factor de influență vizat și mărimi. Apelând la analiza de corelație canonică a fost stabilit modelul matematic care permite determinarea dependenței dintre conținutul de CBA și AA în extractele de tescovină de struguri, fig. 6.

3.1.3. Influența temperaturii asupra randamentului de extracție a CBA

Temperatura prezintă un factor important de influență asupra randamentului de extracție a CBA. În general, creșterea temperaturii are un efect pozitiv asupra extracției compușilor polifenolici din surse vegetale [25, 26], fapt explicat prin mărirea solubilității polifenolilor în solvent, prin creșterea difuzivității moleculelor extrase, îmbunătățirea transferului de masă din materia vegetală și reducerea vâscozității solventului. De asemenea, temperaturile ridicate de extracție conduc la modificarea matricei vegetale, iar căldura mărește permeabilitatea pereților celulari, facilitând procesul de extracție [9].

S-a cercetat influența temperaturii de extracție 30, 45 și 65°C timp de 90 min asupra randamentului de extracție a compușilor polifenolici și AA în extracte din fructe de pădure și

tescovină de struguri. În calitate de solvent s-a utilizat apa și soluția EtOH în concentrații de 40%-96% (v/v). S-a demonstrat, că în toate probele cercetate, la mărirea temperaturii de la 30 la 65°C, conținutul CBA crește cu variația concentrației EtOH până la 60% (v/v) și apoi se reduce către 96% (v/v). La 65°C valorile maxime ale conținutului de CBA s-au atestat pentru soluțiile hidroalcoolice de 60% (v/v). În cazul CTP, valorile au constituit (în ordine descrescătoare): pentru măceșe – 73,57 mg GAE/g s.u.; aronia – 55,22 mg GAE/g s.u.; cătină – 32,33 mg GAE/g s.u.; scorușe – 15,23 mg GAE/g s.u.; păducel – 14,89 mg GAE/g s.u. și tescovină de struguri – 11,02 mg GAE/g s.u. Pentru CTF ordinea s-a modificat puțin: prima este aronia, cu 50,71 mg GAE/g s.u., urmată de măceșe – 46,22 mg GAE/g s.u.; cătină – 29,65 mg GAE/g s.u.; scorușe – 10,79 mg GAE/g s.u.; păducel – 10,64 mg GAE/g s.u. și tescovină de struguri – 7,76 mg GAE/g s.u. Valorile CT, aranjate în ordine descrescătoare, sunt similare ordinii pentru polifenoli: măceșe – 7,33 mg TAE/g s.u.; aronia – 5,49 mg TAE/g s.u.; cătină – 3,20 mg TAE/g s.u.; scorușe – 1,59 mg TAE/g s.u.; păducel – 1,45 mg TAE/g s.u. și tescovină de struguri – 1,37 mg TAE/g s.u. Extractele de aronia au avut cel mai mare CTA, constituind 4,12 mg ME/g s.u, urmate de extractele de tescovină, cu 0,97 mg ME/g s.u.

La temperaturi ridicate, degradarea antocienilor este cauzată în principal de oxidarea sau de ruperea legăturilor covalente și poate conduce la formarea unei varietăți de compuși în funcție de puterea și natura încălzirii. Degradarea termică a antocienilor implică deschiderea inelului de piriliu și formarea calconei, care fiind instabilă, degradează rapid în acidul fenolic și aldehydă, fig. 7.

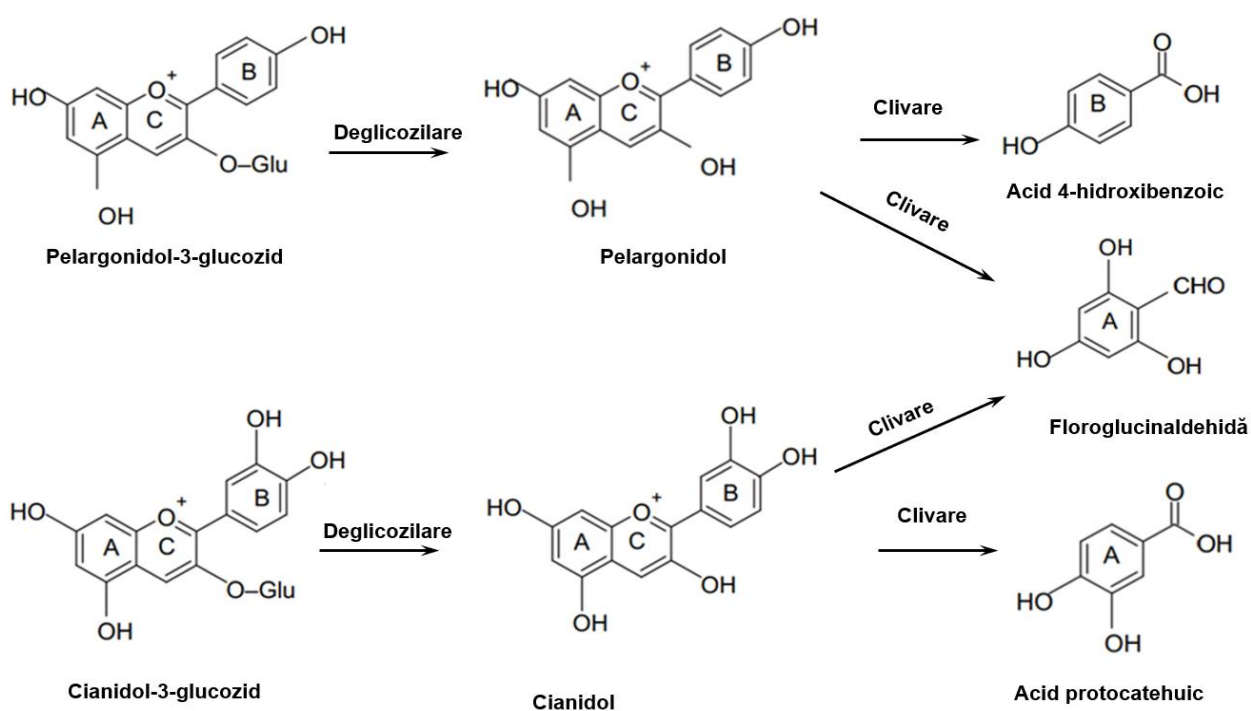


Fig. 7. Mecanisme posibile de degradare termică a antocienilor [27]

Temperatura de extracție este unul dintre cei mai importanți factori care influențează activitatea antioxidantă în extractele vegetale. S-au demonstrat tendințe similare a evoluției activității antioxidante, determinate prin testul DPPH în funcție de temperatura de extracție. La mărirea temperaturii de la 30 la 65°C, AA a crescut concomitent cu variația concentrației soluției EtOH până la 60% (v/v), apoi a scăzut până la concentrația de 96% (v/v). Valorile maxime ale AA în extractele vegetale au fost atestate pentru 65°C și concentrația soluției EtOH de 60% (v/v). Valorile AA în extracte sunt prezentate în ordine descrescătoare: măceșe - 97,86%; tescovină de struguri - 91,55%; păducel - 89,23%; aronia 88,35%, scorușe - 87,27% și cățina - 84,46% inhibat. Temperatura de 65°C a permis menținerea AA a compușilor polifenolici din fructe de pădure și tescovină de struguri, datorită efectului combinat al reacțiilor nonenzimatice și stabilității compușilor polifenolici [28]. Corelația dintre CTP - AA, CTF-AA și CT-AA în extractele studiate este foarte bună, iar valorile R^2 variază între 0,914 - 0,971, 0,916 - 0,973 și 0,74 - 0,94 respectiv. Acest fenomen poate fi explicat prin faptul, că evoluția activității antioxidante în extracte în funcție de temperatură a fost similară cu evoluția CTP, CTF și CT, ceea ce sugerează ideea, că anume acești compuși captează radicalii liberi și manifestă AA. Corelația dintre CTA-AA (extractele de aronia și de tescovină) este pozitiv moderată, valorile coeficientului R^2 variază între 0,566 - 0,760. În acest caz asupra corelației a influențat nu doar temperatura de extracție, dar și structura CBA.

Polifenolii individuali au fost identificați prin metoda HPLC în extractele hidroetanolicе obținute la concentrația de 60% (v/v) și la temperatura de extracție de 65°C. S-a constatat, că extractele conțin cantități importante de derivați ai acizilor hidroxibenzoic, hidroxicinamic, flavone, flavonoide și esterul metilic al acidului ferulic. În extractele hidroetanolicе din fructe de aronia și tescovină de struguri s-a identificat compoziția antocienilor individuali prin metoda HPLC. În extractul de aronia, cel mai sporit conținut au fost cianidol-3-galactozidul (64,0%) și cianidol-3-arabinozidul (30,5%). Nivelul de cianidol-3-glucozidul (2,8%) și petunidol-3-glucozidul (2,7%) a fost mai redus. Malvidolul-3-glucozid (53,6%) este principalul antocien identificat în extractul de tescovină de struguri, după care urmează malvidolul-3-acetilglucozid (12,3%), peonidolul-3-glucozid (8,6%), petunidolul-3-glucozid (8,2%), delphinidolul-3-glucozid (5,3%) și malvidol-3-cumarilglucozidul (5,1%). În plus, diferențele de structură chimică au evidențiat o extracție selectivă a antocienilor: monoglucozidele au fost mai bine extrase decât glucozidele acetilate și cumarilglucozidele. De asemenea, grupările metoxilice și hidroxilice, probabil, afectează polaritatea și stabilitatea antocienilor, deoarece malvidolul a fost extras în cantități mai mari decât peonidolul>petunidolul>delphinidolul>cianidolul, din cauza numărului mai mare a grupărilor metoxilice și hidroxilice [29].

În extractele hidroalcoolice din fructe de pădure și tescovină de struguri s-au identificat acizii organici: malic, citric, ascorbic și acetic în diferite cantități. Astfel, în cantități importante, acidul malic se conține în extractele de scorușe (3337,0 mg/L) și cătină (2151,0 mg/L), acidul citric – în extractul de măceșe (1684,0 mg/L), acidul ascorbic în extractele de măceșe (486,0 mg/L) și cătină (146,7 mg/L) și acidul acetic – în tescovina de struguri (92,95 mg/L). Cel mai mare conținut de acid succinic a fost identificat în extractul de cătină (153,20 mg/L), urmat de scorușe (128,40 mg/L) și de măceșe (56,89 mg/L). Acidul lactic a fost identificat numai în două extracte hidroalcoolice: cătină (92,64 mg/L) și măceșe (30,54 mg/L), iar acidul tartric a fost determinat numai în tescovina de struguri (795,90 mg/L).

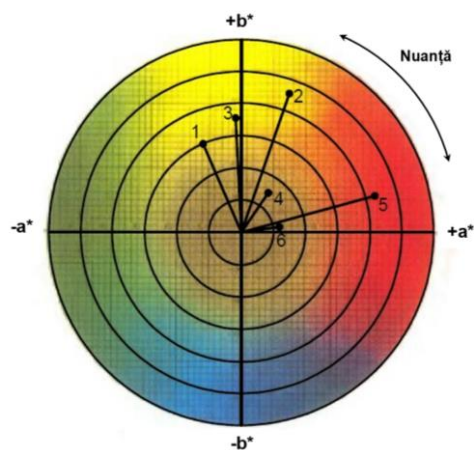


Fig. 8. Reprezentarea nuanței culorilor extractelor conform sistemului CIELab: 1- cătină; 2- măceșe; 3- scoruș; 4- păducel; 5- aronia; 6- tescovină de struguri

Culoarea extractelor vegetale este o caracteristică extrem de importantă. Reprezentarea nuanței culorilor extractelor conform sistemului CIELab atestă că în extractele de aronia și tescovină predomină tonalitatea culorii roșii; în extractele de păducel și măceșe - nuanța portocalie, iar în extractele de scorușe și cătină - culoarea galbenă, fig. 8.

S-a apelat la funcții spline cubice pentru stabilirea modelului matematic cu coeficienți variabili pentru valorile conținutului total de polifenoli în extractele de tescovina de struguri, la diferite temperaturi și concentrații ale soluției EtOH, fig. 9.

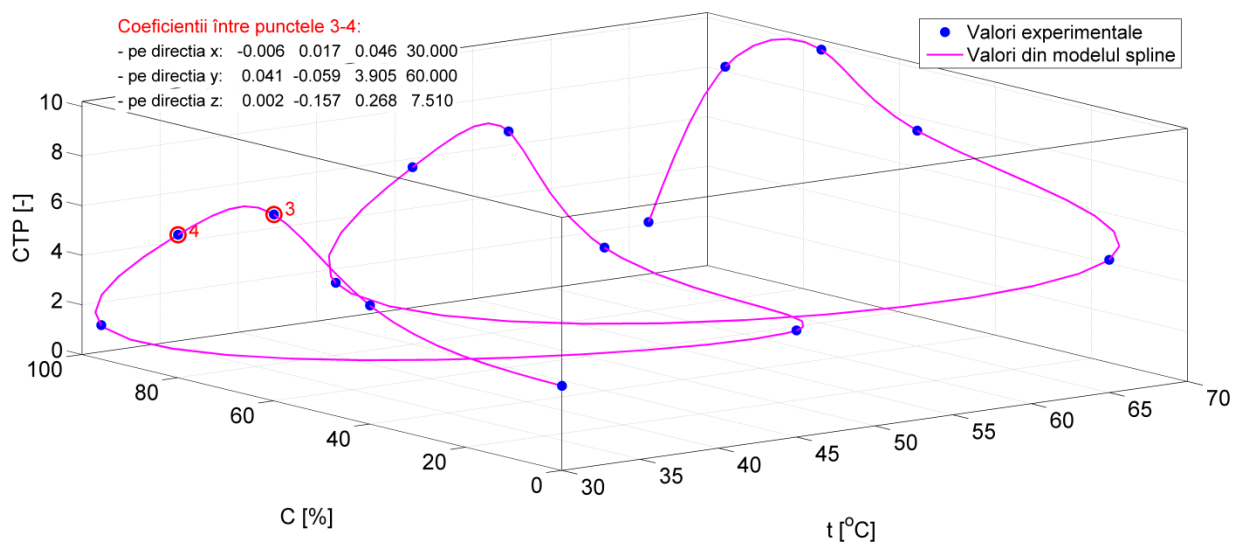


Fig. 9. Model matematic pentru valorile CTP în extractele de tescovina de struguri, la diferite temperaturi și concentrații soluției EtOH, pe baza funcțiilor spline cubice

Analiza de corelație canonică a fost implicată pentru a stabili un model matematic al extracției din tescovină de struguri, care relevă dependența dintre CBA, AA, temperatura de extracție și concentrația EtOH, fig. 10.

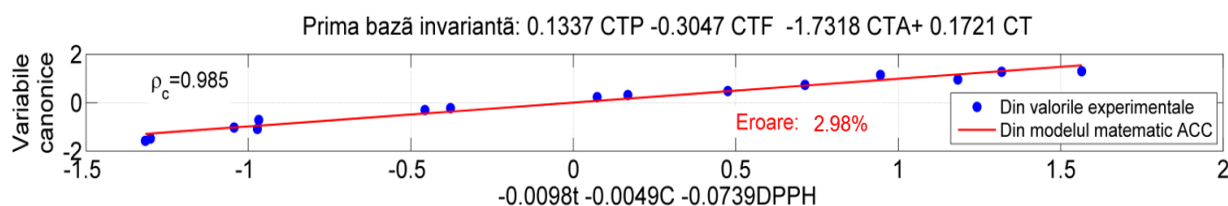


Fig. 10. Analiza de corelație canonică, stabilirea modelului matematic cu relații între conținutul de CBA, temperatura, concentrația soluției EtOH și activitatea antioxidantă în extractele de tescovina de struguri

Din fig. 10 se constată că la prima bază invariantă eroarea de modelare este de 2,98% și se poate folosi modelul matematic aferent acestei baze invariante:

$$0,1337CTP - 0,3047CTF - 1,7318CTA + 0,1721CT = -0,0098t - 0,0049C - 0,0739DPPH \quad (1)$$

3.2. Determinarea condițiilor de extracție a complexului liposolubil din fructe de cătină și măceș

Fructele de cătină și de măceș prezintă o sursă promițătoare de CBA lipofili, din care fac parte pigmentii carotenoidici. S-a utilizat uleiul de floarea-soarelui rafinat dezodorizat în calitate de solvent pentru extracția carotenoidelor, cu un conținut înalt de acizi mono- și poliinsaturați. S-a evidențiat faptul, că indicii fizico-chimici de calitate ai extractelor de cătină și măceș obținute la temperaturi 30–65°C variază neînsemnat și corespund normelor stabilite pentru uleiul vegetal rafinat dezodorizat [30].

Spectrele de absorbție UV-Vis au demonstrat ca extractele liposolubile obținute la temperaturi de 30-65°C au curbele de absorbție de aceeași formă, dar sunt decalate pe axa verticală, indicând un randament diferit de extragere a compușilor liposolubili la aceeași lungime de undă, fig. 11.

Pigmenții carotenoidici în spectrele extractelor din fructe de cătină prezintă trei benzi importante de absorbție în domeniul vizibil: prima ($\lambda_{\max}=435-437\text{nm}$); a doua ($\lambda_{\max}=458-460\text{nm}$) și a treia ($\lambda_{\max}=480-484\text{nm}$). În cazul extractelor de măceș în spectre sunt prezentate două benzi esențiale - prima ($\lambda_{\max}=459-460\text{nm}$) și a doua ($\lambda_{\max}=479-481\text{nm}$). Absența maximului de absorbție în spectrele uleiului de floarea-soarelui atestă lipsa pigmentilor carotenoidici, din cauza aplicării operațiilor de rafinare și deodorizare în tehnologia de obținerea uleiului, pigmentii fiind descompuși termic și îndepărtați [31].

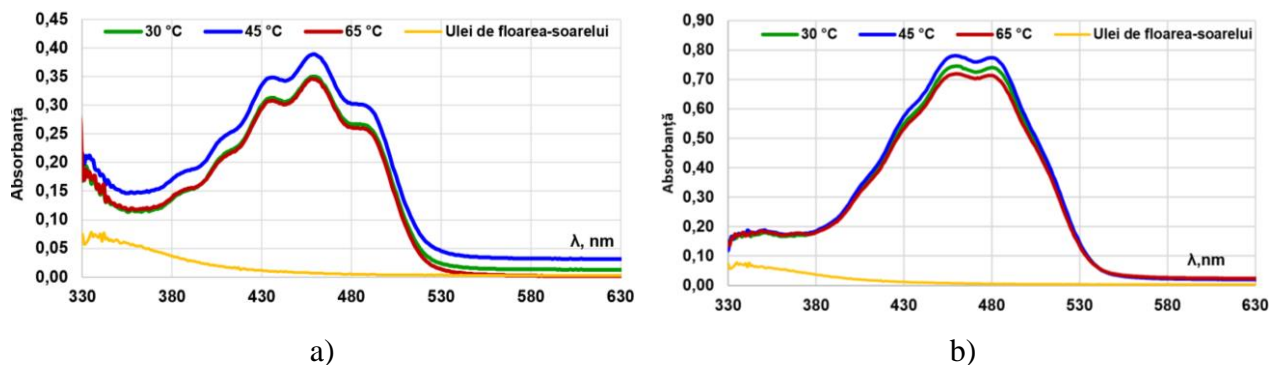


Fig. 11. Spectrele de absorbție UV-Vis ai extractelor liposolubile din fructe de pădure și a uleiului de floarea-soarelui în funcție de temperatură: a) cătină; b) măceș

Au fost analizate spectrele de absorbție a extractelor liposolubile din fructe de cătină și de măceș în domeniul infraroșu (IR) în funcție de temperatura de extracție, fig. 12. Temperatura de extracție nu influențează poziția maximelor de absorbție specifice. Totuși, odată cu creșterea temperaturii de extracție se atestă o intensitate mai mare a liniilor spectrale caracteristice legăturilor duble. Acest fapt vorbește despre influența favorabilă a antioxidanților extrași asupra stabilității oxidative a uleiului de floarea soarelui.

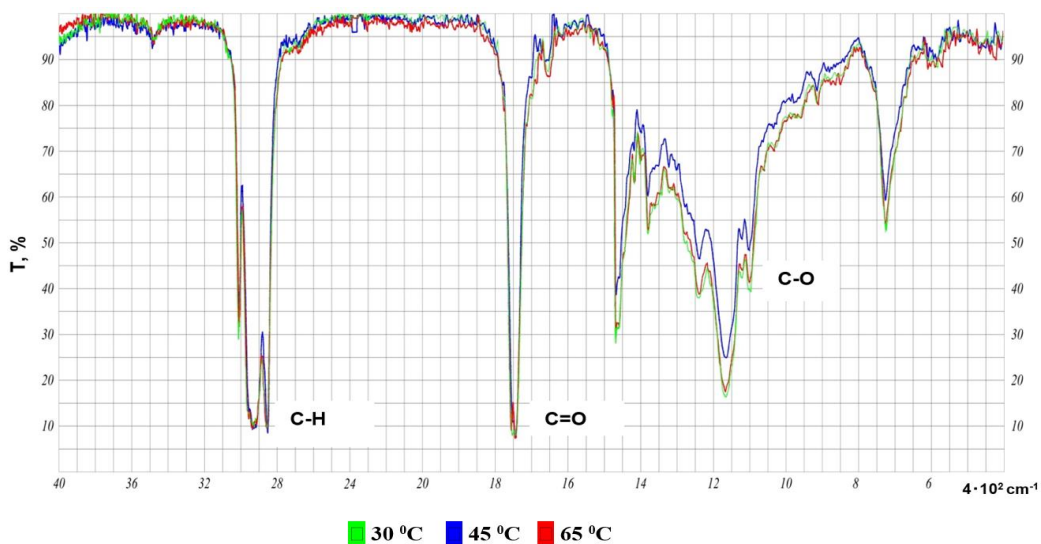


Fig. 12. Spectrele de absorbție IR ai extractelor liposolubile din fructe de cătină în funcție de temperatura de extracție

S-a constatat, că variația temperaturii de la 30 la 65°C a modificat randamentul de extracție a carotenoidelor în extractele liposolubile din fructe de cătină și de măceș, demonstrând ca rata cea mai mare a pigmentilor a fost atinsă la 45°C și apoi a scăzut la 65°C. În extractele din fructe de pădure, zeaxantina și licopenul au avut cel mai mare randament: pentru cătină - 9,55 și 9,40 mg/100g s.u. și pentru măceșe – 14,62 și 14,41 mg/100g s.u. respectiv. Luteina a fost detectată numai în extractele de cătină, ceea ce a fost demonstrat și prin analiza HPLC, conținutul fiind 7,76 mg/100g s.u. la 45°C și 6,84 mg/100g s.u. la 65°C, fig. 13. Reducerea

randamentului de extracție a carotenoidelor la 65°C se explică prin faptul, că tratamentul termic a provocat formarea diferitor izomeri *cis* a carotenoidelor, astfel reducând conținutul carotenoidelor *trans*. În plus, carotenoidele au diferită capacitate de formarea izomerilor *cis*.

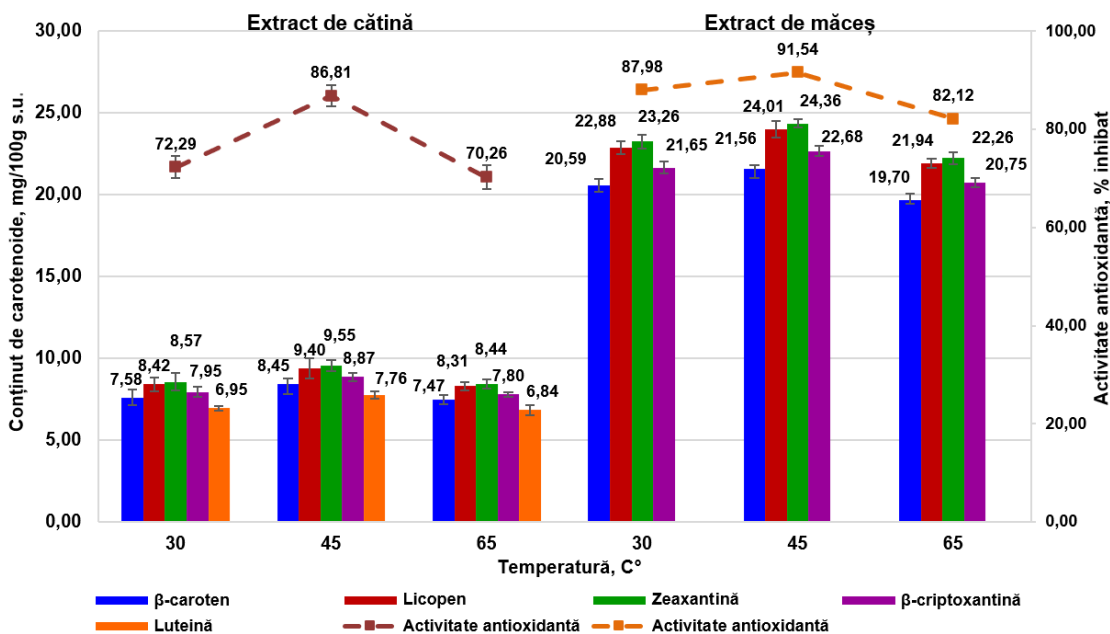


Fig. 13. Influența temperaturii de extracție asupra conținutului de carotenoide și AA în extracte liposolubile din fructe de cătină și măceș

Datele din fig. 13 atestă, că pigmentii carotenoidici sunt responsabili pentru AA în extractele liposolubile din fructe de cătină și măceș. Valorile mari al procentului inhibat de DPPH corespund randamentului de extragere a carotenoidelor la 45°C. Astfel, în extracte de cătină valoarea maximă a activității antioxidante a constituit 86,81% DPPH inhibat, iar pentru măceșe – 91,54 % DPPH inhibat. Activitatea antioxidantă sporită ai extractelor s-a datorat interacțiunii sinergice dintre carotenoidele din fructe de pădure și tocoferolii, care au fost prezenți în uleiul de floare-soarelui [32]. La scăderea valorilor AA la 65°C au contribuit izomerii configurației *cis* ai carotenoidelor, care au proprietăți antioxidante mai reduse decât carotenoidele *trans* [33].

Culoarea extractelor liposolubile din fructe de cătină și măceș este o caracteristică importantă care poate influența percepția consumatorului și calitatea alimentelor. Cea mai mare valoare a componentei a* (roșu/verde) s-a detectat în extractul liposolubil din măceșe, cu valoarea 24,90, fapt atribuit conținutului sporit de carotenoide de culoarea portocalie (licopenul, β-caroten), iar în cazul extractului de cătină și uleiului de floarea-soarelui, a* au fost deplasate spre culoarea verde și sunt negative, de -10,52 și -3,84 respectiv, indicând prezența pigmentilor clorofilelor. În toate probele studiate valorile componentei b* corespund prezenței pigmentilor de culoare galbenă (zeaxantină, β-criptoxantină, luteină), fiind pozitive. În extractele de cătină și măceșe componenta b* constituie 69,51 și 50,69, demonstrând, de asemenea, prezența sporită a pigmentilor

carotenoidici, iar în cazul uleiului vegetal valoarea b^* este mai mică, fiind egală cu 29,08, datorită scăderii conținutului de pigmenți de culoarea galbenă în timpul operațiilor tehnologice [31].

Oxidarea lipidelor este un factor principal, responsabil pentru reducerea duratei de valabilitate și a valorii nutritive a alimentelor prin limitarea conținutului de acizi grași poliinsaturați și modificarea proprietăților senzoriale ale alimentelor (gust, miros și culoare) [34]. Analiza modificării proprietăților fizico-chimice ale extractelor liposolubile (indice de aciditate, indice de peroxid, conținut de diene și triene conjugate, indice de *p*-anisidină) pe parcursul stocării timp de 12 luni la temperatura de 4°C și în absența luminii demonstrează, că CBA liposolubili din pudre vegetale au influențat pozitiv stabilitatea oxidativă a extractelor în raport cu matorul - uleiul de floarea-soarelui.

S-a efectuat monitorizarea conținutului de carotenoide individuale și a activității antioxidante în extractele liposolubile din cătină și măceșe în timpul stocării timp de 12 luni, fig. 14.

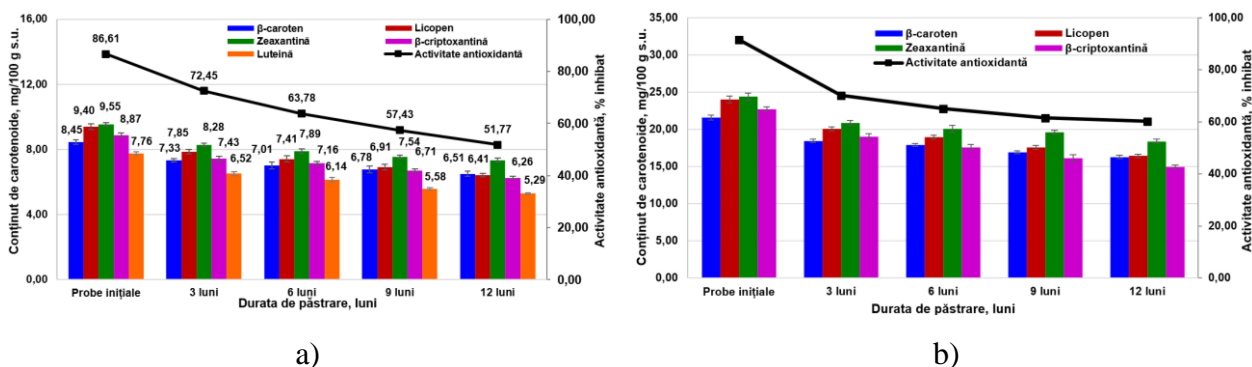


Fig. 14. Modificarea conținutului de carotenoide individuale și AA în extractele uleioase din fructe de cătină (a) și măceș (b) în timpul păstrării

Pe baza datelor obținute s-a stabilit, că în timpul păstrării de 12 luni la 4°C în extractele de cătină și măceșe conținutul de carotenoide individuale s-a redus: β-carotenul cu 23,0% și 29,4%; licopenul cu 31,8% și 31,3%; zeaxantină cu 23,0% și 30,3%; β-criptoxantină cu 29,4 și 29,9% respectiv și luteina cu 31,9% în extractele de cătină. Conținutul total de carotenoide (CTC) s-a diminuat cu 26,9 % în extractele de cătină și cu 30,3% în extractele de măceș. S-a evidențiat faptul ca cel mai mare salt de reducere a CTC a avut loc în primele trei luni de stocare a extractelor liposolubile, constituind aproximativ 15% în raport cu conținutul inițial de carotenoide. Reducerea CTC în timpul depozitării s-a datorat, cel mai probabil, izomerizării geometrice și oxidării, fig. 15. Activitatea antioxidantă a carotenoidelor se bazează pe proprietățile lor individuale de neutralizare a oxigenului singlet și capacității de captare a radicalilor peroxilici. S-a demonstrat, că reducerea AA este direct legată de scăderea conținutului de carotenoide și de compoziția chimică a matricei alimentare.

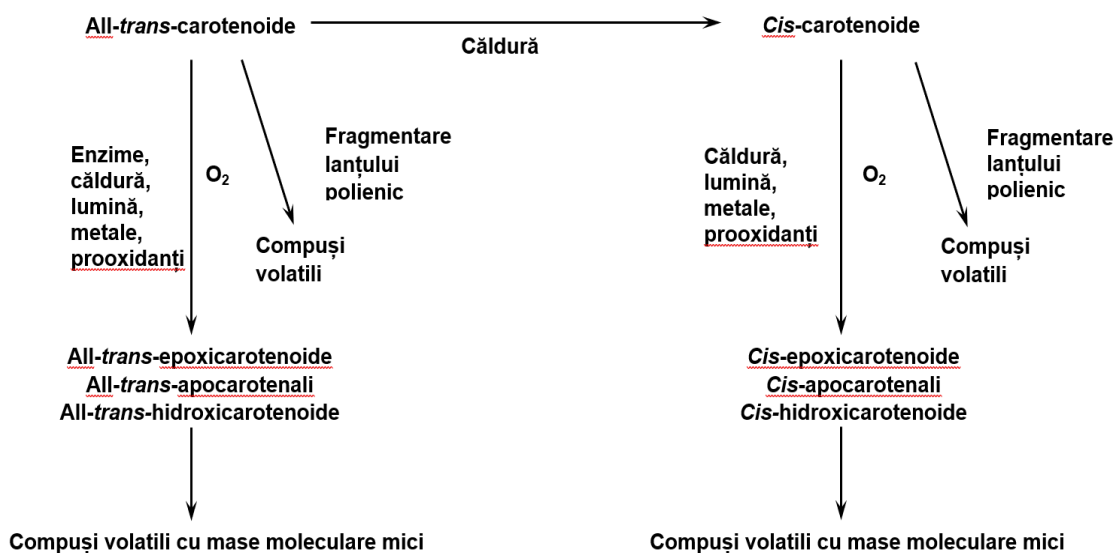


Fig. 15. Schema probabilă de degradare a carotenoidelor în alimente [33]

Se atestă, că durata de depozitare a extractelor liposolubile din fructe de cătină și de măceș a influențat parametrii cromatici CIELab. În cazul extractului de cătină, s-a redus cantitatea de pigmenți de culoare verde, ceea ce se justifică prin creșterea valorii a^* de la -3,84 la -0,56. În cazul extractelor de măceșe s-a redus conținutul de pigmenți de culoarea roșie, rezultând scăderea valorii a^* de la 24,90 la 9,56. Modificarea valorii b^* de la 69,51 la 37,11 pentru cătină și de la 50,69 la 25,94 pentru măceșe s-a datorat diminuării conținutului de pigmenți carotenoidici de culoare galbenă. Creșterea valorii L^* în extractele din fructe de cătină și de măceș se află în limita intervalului 87,12 - 95,58 și 73,4 – 81,04 respectiv. Acest fenomen se explică prin expunerea la procesul de oxidare a extractelor în timpul stocării, fapt care a condus la decolorarea parțială a carotenoidelor și la apariția unei culori pale.

S-a apelat la mulțimi fuzzy pentru stabilirea modelului matematic generalizat privind determinarea influenței temperaturii asupra indicilor fizico-chimici de calitate și AA a extractelor liposolubile, fig. 16.

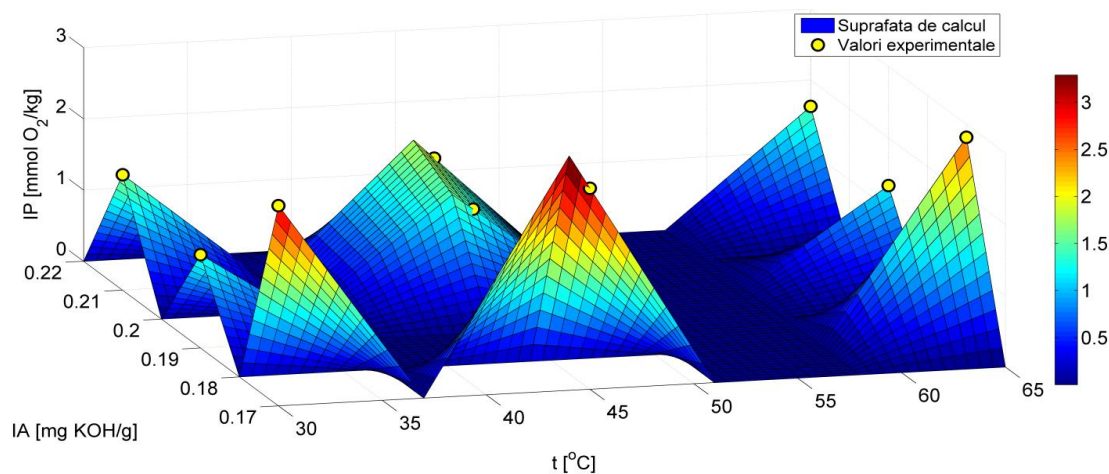


Fig. 16. Model matematic fuzzy generalizat $IP=f(t, IA)$ pentru uleiul de floarea soarelui, extracte de cătină și măceș: valori experimentale și suprafața de calcul

S-a aplicat analiza informației mutuale pentru a stabili influența duratei de păstrare asupra indicilor fizico-chimici de calitate și activității antioxidante ai extractelor liposolubile din fructe de cătină și de măceș. Termenul de păstrare influențează cel mai mult conținutul de diene și triene conjugate, cu excepția extractului de cătină.

4. Influența pretratării asupra randamentului de extracție a CBA

Pentru sporirea eficacității procesului de extragere CBA din materia vegetală s-a apelat la 3 tehnici de „*extracții verzi*”, în special câmpul electric pulsatoriu (PEF), extracție asistată de microunde (MAE) și extracție asistată de ultrasunete (UAE).

4.1. Influența câmpului electric pulsatoriu asupra randamentului de extracție a compușilor fenolici din deșeuri vitivinicole

Randamentul de extracție a CBA poate fi mărit prin utilizarea PEF datorită fenomenului de electroporare, care influențează permeabilitatea și ruperea membranelor celulare din materia vegetală [10]. Acest fenomen facilitează extracția compușilor intracelulari solubili fără creșterea semnificativă a temperaturii, fără modificări chimice sau fizice a matricei vegetale [35]. În fig. 17 sunt prezentate datele privind influența parametrilor PEF și a temperaturii de extracție asupra CT (a) și AA în extractele din semințe de struguri roșii (b). Extracția asistată de PEF la $t=65^{\circ}\text{C}$, $U=165\text{V}$, $n=900$ impulsuri a permis de a obține extracte din semințe de struguri roșii cu conținut sporit de taninuri (10,6 mg TAE/g s.u.), cu AA ridicată (92,70% DPPH inhibat), datorită modificării permeabilității și ruperii membranelor celulare din matricea vegetală. Corelația dintre CT-AA în extracte de semințe de struguri demonstrează, că valoarea R^2 este 0,928, demonstrând că evoluția activității antioxidante în extracte vegetale în funcție de parametrii PEF și temperatura de extracție decurge sinergic cu extracția taninurilor.

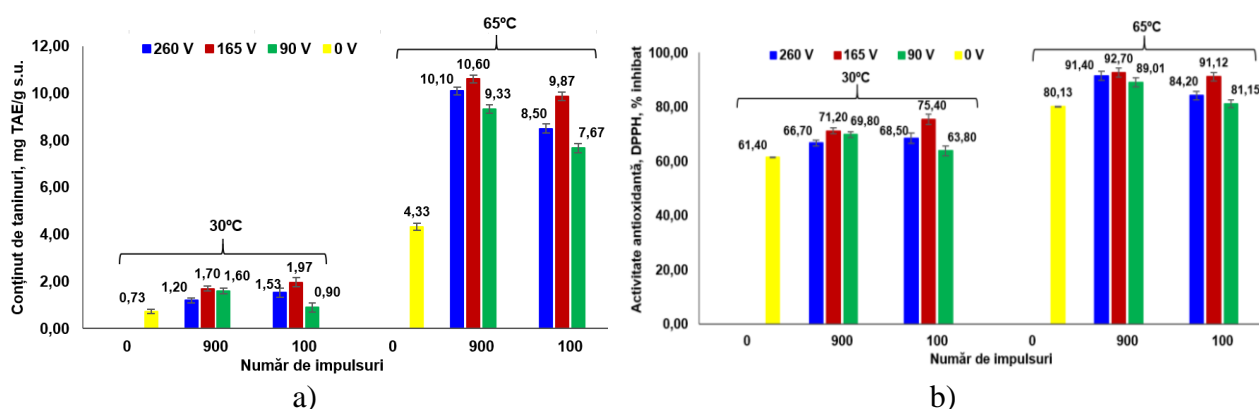


Fig. 17. Influența parametrilor PEF și a temperaturii de extracție asupra randamentului de CT (a) și activității antioxidante (b); extracte din semințe de struguri (H=8, EtOH 60%)

Au fost identificați și cuantificați prin HPLC compuși fenolici extrași din semințe de struguri. Datele experimentale arată prezența a 10 compuși fenolici, care au fost identificați, și anume: vanilină, resveratrol, qercetină și acizii: cinamic, p-hidroxibenzoic, floretic, vanilic, galic, p-cumaric și cafeic. Pentru a stabili influența temperaturii, numărului de impulsuri și tensiunii electrice asupra CT și activității antioxidante, s-a apelat la analiza de sensibilitate, prin aplicarea indicelui Sobol de ordinul I, care a demonstrat, că tensiunea electrică are o influență mai importantă decât numărul de impulsuri, iar mărirea temperaturii de extracție de la 30 la 65°C prezintă un efect sinergetic cu parametrii PEF asupra randamentului taninurilor.

4.2. Influența microundelor asupra randamentului de extracție a complexului hidrosolubil din materia vegetală

S-a cercetat influența MAE și a temperaturii de extracție (30, 45 și 65°C) asupra randamentului complexului hidrosolubil, în special a compușilor fenolici și AA în extractele hidroalcoolice din fructe de pădure și tescovină de struguri. MAE a demonstrat, ca la creșterea concentrației soluției EtOH până la 96% (v/v) randamentul compușilor fenolici trece printr-un maximum la utilizarea EtOH de 60% (v/v) și ulterior descrește, iar evoluția temperaturii de extracție de la 30 la 65°C a contribuit la sporirea randamentului de compuși fenolici extrași. Eficacitatea de extragere a polifenolilor este mai ridicată în raport cu extracția convențională (macerare). În cazul polifenolilor cea mai mare eficacitate a fost înregistrată pentru cătină - de 1,9 ori, iar cel mai mic efect a fost atestat pentru păducel - de 1,1 ori, tab. 2.

Tabelul 2. Eficacitatea de extracție a CBA extrași din pudre vegetale prin MAE în raport cu extracția convențională

Eficacitatea de extracție a CBA, ori	Extracte hidroalcoolice*					
	Cătină	Măceș	Scoruș	Păducel	Aronia	Tescovină de struguri
Conținutul total de polifenoli	1,9	1,2	1,7	1,1	1,3	1,7
Conținutul total de flavonoide	1,3	1,2	1,4	1,6	1,3	1,2
Conținutul de taninuri	1,3	1,4	1,2	1,1	1,2	2,1
Conținutul total de antocieni	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,1	1,4

*condiții de extracție: C=60% (v/v); t=65°C; τ_{MAE} =5min; P=700W; v=2400MHz.**n.d. – nu s-a determinat.

Comparând rata de extragere a flavonoidelor prin metoda convențională și asistată de microunde, s-a demonstrat ca microundele au sporit extracția flavonoidelor. Cea mai mare rata de extragere a fost înregistrată pentru păducel de 1,6 ori, iar cea mai mică - pentru măceșe și tescovină, de 1,2 ori. Ca și în cazul polifenolilor și flavonoidelor, aplicarea microundelor a

permis de a spori eficacitatea de extragere a taninurilor în raport cu metoda convențională. Cea mai mare eficacitate a fost înregistrată pentru tescovină de struguri de 2,1 ori, iar cea mai mică - pentru păducel, de 1,1 ori. Aceleași tendințe de sporire a ratei de extragere au fost observate și în cazul antocienilor. În extractele de tescovină de struguri randamentul a crescut de 1,4 ori, iar pentru aronia - de 1,1 ori.

În MAE s-au luat în considerare proprietățile dielectrice ale apei și EtOH. Apa, având o constanta dielectrică mare ($\epsilon' = 78,3$), absoarbe o cantitate sporită de energie electromagnetică și are capacitatea redusă de a disipa aceasta energie, ca în rezultat să inducă o creștere rapidă a temperaturii în probă. EtOH, având o constanta dielectrică mai mică ($\epsilon' = 24,3$), absoarbe mai puțină energie în comparație cu apa, dar are o capacitate mai mare de a disipa aceasta energie [36]. De aceea, în MAE apa a facilitat extragerea compușilor fenolici, iar EtOH a sporit randamentul de extracție a compușilor fenolici [37].

Extracția asistată de microunde a demonstrat, că AA în extractele etanolice este direct corelată conținutului de compuși fenolici. Există tendințe similare cu variația AA a extractelor obținute prin metoda convențională. S-a constatat, că valorile maxime a AA corespund valorilor maxime ale CTP, CTF, CT, CTA, obținuți la 65°C și la concentrația soluției EtOH de 60% (v/v). Extracția cu microunde realizată într-un timp foarte scurt (5 min) a permis menținerea valorilor sporite la AA în extracte, datorită stabilității compușilor fenolici.

Au fost identificați polifenolii individuali din extractele hidroetanolicе în condiții optime de extracție asistată de microunde la concentrația EtOH de 60% (v/v), la temperatura de extracție de 65°C, puterea magnetronului 700W și durata de aplicare a microundelor 5 min. S-a constatat, că extractele conțin aceleași grupe de compuși fenolici precum și în cazul extracției convenționale.

S-au analizat valorile parametrilor CIELab ai extractelor din fructe de pădure și de tescovină de struguri obținuți prin MAE, fig. 18. Valorile ridicate a componentei a^* au fost determinate în extractele de aronia și tescovină de struguri, 23,58 și 14,21 respectiv.

În extractele de măceș și păducel a fost atestată o cantitate redusă de pigmenți roșii, astfel valorile a^* au constituit 1,6 și 0,17 respectiv. În extractele de cătină și scorușe au predominat pigmenții verzi, valorile

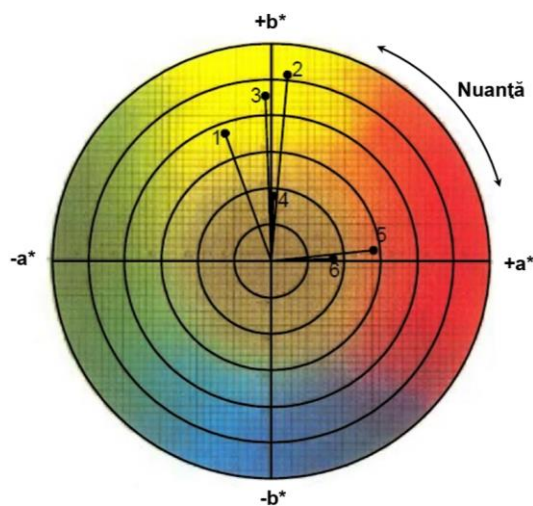


Fig. 18. Nuanța culorilor extractelor obținute prin MAE la concentrația EtOH 60% (v/v), temperatura de extracție 65°C conform sistemului CIELab: 1- cătină; 2-măceș; 3-scoruș; 4- păducel; 5-aronia; 6-tescovină de struguri

componentei a* fiind negative, -10,59 și -1,04 respectiv. În extractele de măceșe, scorușe, cătină și păducel predomină pigmenții galbeni, valorile b* fiind 56,38; 38,02; 29,55 și 15,00 respectiv. Extractele de aronia și tescovină conțin cantități reduse de pigmenți galbeni și valorile b* au constituit 1,03 și 0,08.

Analiza de sensibilitate a demonstrat influența redusă a temperaturii de extracție asistată de microunde asupra substanțelor fenolice și a AA în raport cu influența concentrației EtOH. Utilizarea câmpului electromagnetic de frecvență supraînaltă intensifică procese tehnologice de extracție a CBA, contribuind la mărirea randamentului și eficienței de extragere a compușilor polifenolici din pudrele vegetale.

4.3. Influența ultrasunetelor asupra randamentului de extracție a CBA din materia vegetală

Cercetarea influenței UAE asupra randamentului de extracție a CBA s-a realizat în două etape. În prima etapa s-a studiat influența duratei de aplicare a ultrasunetelor (10 și 60 min) și a temperaturii de extracție de 30 și 65°C asupra randamentului de CTP, CTA și AA, determinate prin testul DPPH, în extracte etanolice de 60% (v/v) din fructe de cătină, măceș, păducel, aronia și tescovină de struguri. În etapa a doua s-a cercetat influența tratărilor termice a probelor asupra randamentului de CBA (carotenoide și polifenoli totali) și AA, determinate prin testul DPPH și cu nanoparticule în extractele obținute prin UAE. Rezultatele din fig. 19 (a) și (b) atestă, că temperatura are o influență pronunțată asupra eficacității de extragere a CTP și CTA cu ultrasunete.

S-a demonstrat, că la creșterea temperaturii de extracție de la 30 la 65°C prin UAE timp de 10 min, extracția polifenolilor a crescut pentru cătină cu 17,8%; măceșe cu 17,4%, păducel cu 19,2%; aronia cu 21,1% și tescovină cu 10,6%, iar în cazul antocienilor în extractele de aronia și tescovină rata de extragere s-a mărit cu 11,5% și 13,4% respectiv. În cazul aplicării UAE timp de 60 min randamentul de extragere a polifenolilor a crescut pentru cătină cu 18,1%; măceșe cu 18,0%, păducel cu 19,8%; aronia cu 21,7%, tescovină cu 11,9% și în cazul antocienilor în extractele de aronia și tescovina de struguri s-a mărit cu 12,1% și 14,3% respectiv. Creșterea eficacității de extragere a compușilor fenolici se datorează producerii rupturilor legăturilor matriceale, creșterii solubilității compușilor fenolici, vitezei de difuzie a solventului și transferului de masă, reducerii vâscozității și tensiunii superficiale a solventului. Polifenolii recuperați în diferite condiții de extracție au relevat activități antioxidante similare, ceea ce sugerează o compoziție similară, fig. 19c. Valorile mai mari a activității antioxidante corespund ratei de extragere a compușilor fenolici la 65°C și durata de UAE 10 min. Astfel, valorile activității antioxidante în extractele vegetale sunt aranjate în ordine descrescătoare: aronia 48,10 mmol TE/100 g s.u.; măceș 35,65 mmol TE/100 g s.u.;

cătină 29,20 mmol TE/100 g s.u.; păducel 22,40 mmol TE/100 g s.u. și tescovină 16,74 mmol TE/100 g s.u.

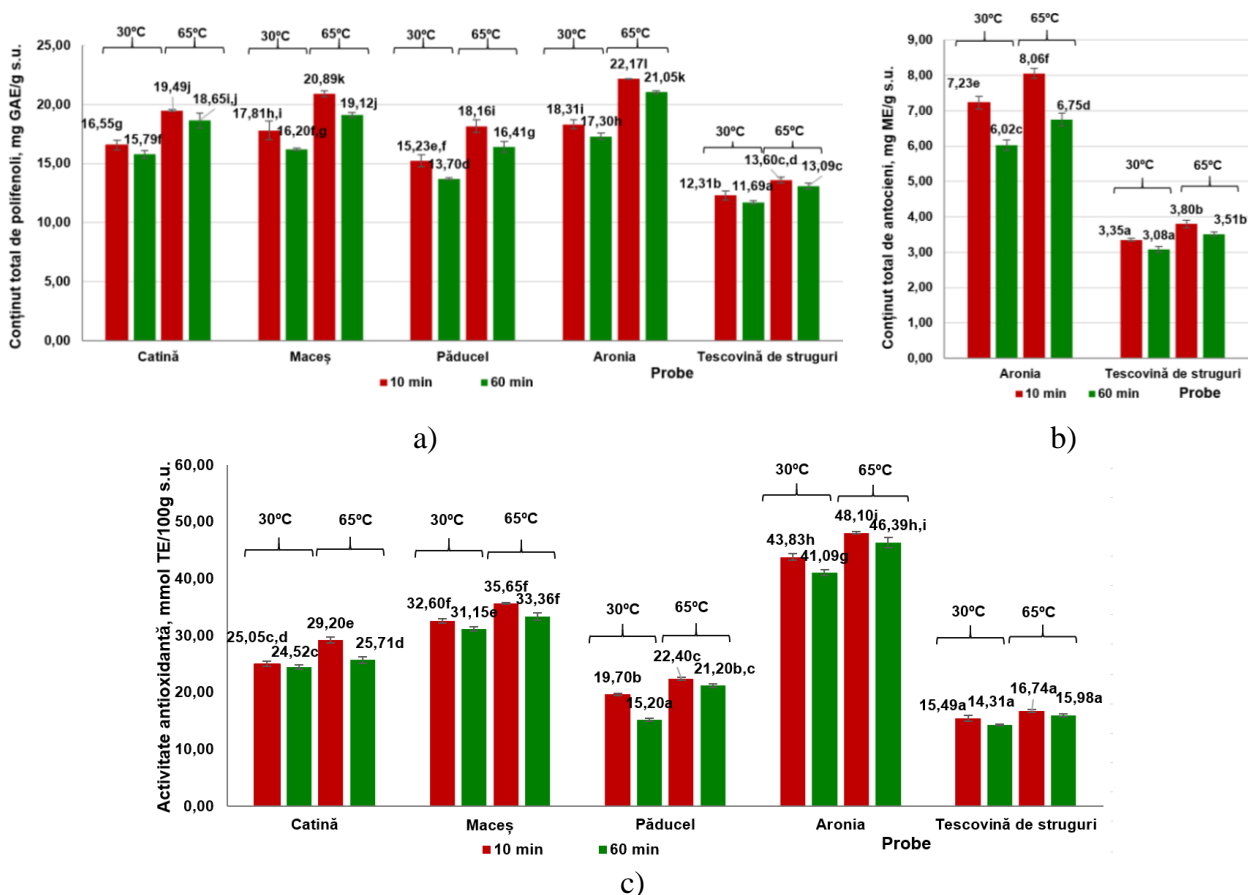


Fig. 19. Variația CBA și activității antioxidante ai extractelor din fructe de pădure și tescovină de struguri în funcție de durata de UAE și temperatura de extracție: a) conținut total de polifenoli; b) conținut total de antocieni; c) activitate antioxidantă

Au fost stabilite relații lineare dintre conținutul de CBA și AA. În cazul CTP-AA, valorile R^2 se află în intervalul 0,732 (cătină) – 0,978 (măceș) și în CTA-AA în intervalul 0,685 (aronia) – 0,980 (tescovină de struguri).

S-a aplicat analiza de sensibilitate prin intermediul indicelui Sobol de ordinul I, care a demonstrat, că temperatura de extracție influențează mai esențial randamentul compușilor fenolici și activitatea antioxidantă în extractele vegetale decât durata ultrasunetelor.

În etapa a doua a fost studiată influența tratărilor termice, în special a congelării la temperatura de -18°C și uscării la temperatura camerei și la 65°C a fructelor de cătină, măceș și scoruș asupra randamentului de extragere a CTC (conținut total de carotenoide) și CTP, precum și a activității antioxidante, determinate prin testele DPPH și cu stabilizarea nanoparticulelor de Ag în extractele asistate de ultrasunete, fig. 20-21.

Rezultatele din fig. 20a demonstrează că în probele de pulpa congelată s-a determinat cel mai mare CTC, astfel măceșele conțin 0,69 mg/g s.u., cătina – 0,66 mg/g s.u. și scorușele – 0,37 mg/g s.u., iar condițiile de uscare a pulpei din fructe de pădure au contribuit la reducerea CTC. Pulpa uscată este considerată mai susceptibilă de a suferi degradarea carotenoidelor din cauza creșterii suprafeței de contact cu agentul termic și formării porozității. În rezultat, în probele uscate la temperatura camerei și la 65°C, luate în raport cu probele congelate, CTC s-a redus considerabil: în cazul cătinei de 2,1 ori, măceșelor de 1,3 ori și a scorușelor de 1,7 ori.

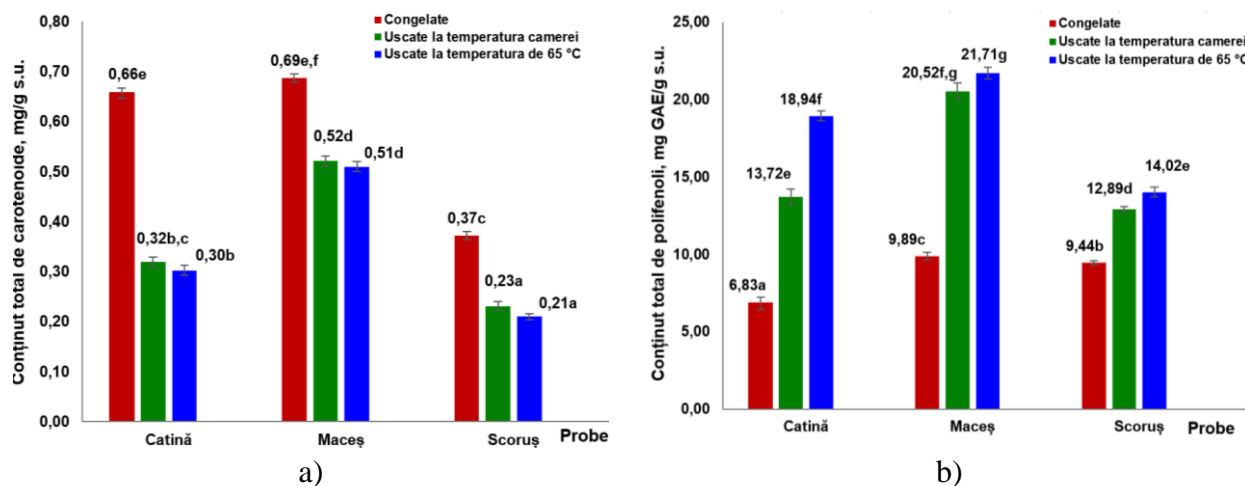


Fig. 20. Influența temperaturii de tratare a probelor asupra CTC (a) și CTP (b) extrași prin UAE

S-a demonstrat, că valorile CTC în probele uscate la diferite temperaturi nu au fost semnificativ diferite: 0,32 - 0,30 mg/g s.u. în pudră de cătina; 0,52 – 0,51 mg/g s.u. în măceșe și 0,23-0,21 mg/g s.u. în scorușe.

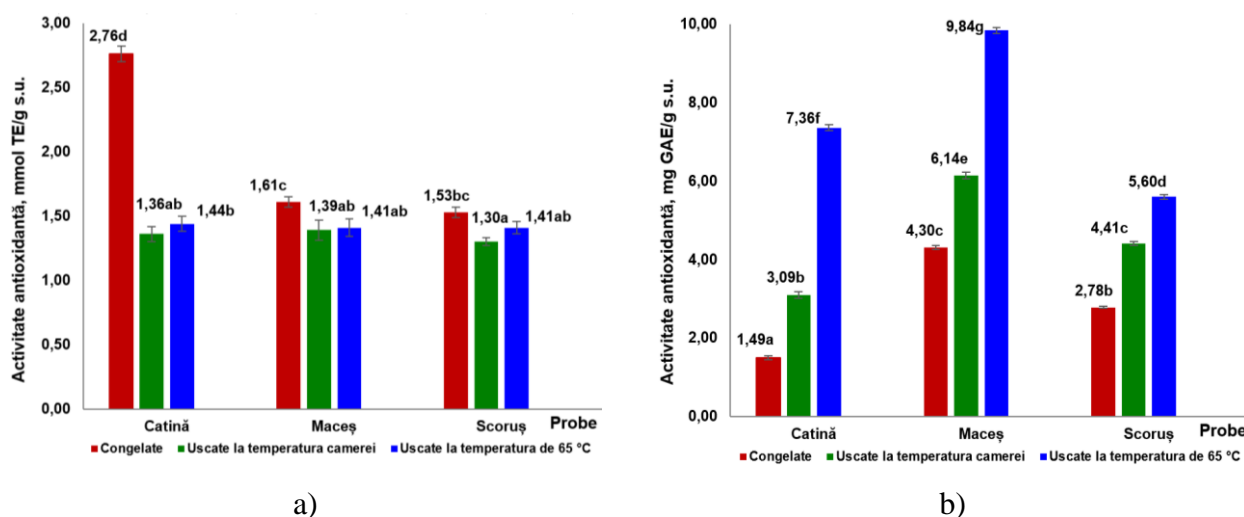


Fig. 21. Influența temperaturii de tratare a pudrelor asupra activității antioxidante ai extractelor hidroetanolicе, determinate prin testele DPPH (a) și prin stabilizarea nanoparticulelor de Ag (b)

Acest fenomen poate fi explicat prin faptul, că deshidratarea în aer a expus carotenoidele la acțiunea oxigenului, provocând degradarea lor extensivă, transformând β -carotenul *trans* în diverși izomeri *cis*, ceea ce reprezintă unul dintre mecanismele degradării carotenoidelor din alimentele. Activitatea enzimelor lipoxigenazei și peroxidazei, responsabile de degradarea oxidativă, a contribuit, de asemenea, la reducerea conținutului de carotenoide [38].

Diagrama din fig 20b demonstrează evoluția CTP în probele tratate prin congelare și uscare la diferite temperaturi. Randamentul maxim de extragere a fost obținut în probele uscate la 65°C, acestea fiind aranjate în ordinea descrescătoare: măceșe – 21,71 mg GAE/g s.u.; cătină – 18,94 mg GAE/g s.u. și scorușe – 14,02 mg GAE/g s.u, iar cel mai mic CTP a fost obținut în cazul probelor congelate: măceșe – 9,89 mg GAE/g s.u.; scorușe 9,44 mg GAE/g s.u. și cătină 6,83 mg GAE/g s.u.

Deshidratarea pulpelor la 65°C a influențat integritatea pereților celulari a fructelor de pădure și a condus la ruperea pielii. Modificările structurale din interiorul celulelor sunt ireversibile, provocând eliberarea compușilor legați de matricea vegetală și sporind disponibilitatea acestora. Aceste procese sunt responsabile pentru difuziunea mai intensă a compușilor, în special a polifenolilor, de la pielea spre pulpa [39]. Deteriorarea peretelui celular a declanșat eliberarea enzimelor polifenoloxidazei și peroxidazei, dar temperatura de uscare de 65°C a dezactivat aceste enzime, împiedicând pierderea compușilor polifenolici și, în consecință, valori ale CTP mai sporite, fig. 21(b).

Valorile activității antioxidante au fost măsurate prin două metode, prin testul DPPH și prin stabilizarea nanoparticulelor de Ag, fig. 21. [40]. Cele mai ridicate valori ale activității antioxidante determinate prin testul DPPH au fost obținute în extractele hidroetanolice din fructe de pădure congelate: cătină – 2,76 mmol TE/g s.u.; măceșe – 1,61 mmol TE/g s.u. și scorușe – 1,53 mmol TE/g s.u., iar în cazul stabilizării nano-particulelor de Ag, cele mai mare valori au fost obținute în extractele din pulpa uscată la 65°C: cătină – 7,36 mg GAE/g s.u.; măceșe – 9,84 mg GAE/g s.u. și scorușe – 5,60 mg GAE/g s.u.

Corelațiile dintre CTP-AA (DPPH) în extractele din cătină, măceșe și scorușe este invers proporțională și este foarte bună pentru extractele de măceșe ($R^2=0,97$), bună pentru extractele de cătină ($R^2=0,77$) și moderată - pentru scorușe ($R^2=0,55$).

În cazul AA determinate prin stabilizarea nanoparticulelor de Ag, corelația cu polifenolii totali este direct proporțională și foarte bună pentru extractele de cătină ($R^2=0,89$) și scorușe ($R^2=0,96$), fiind pozitiv moderată pentru măceșe ($R^2=0,66$).

Identificarea și cuantificarea carotenoidelor în extractele nesaponificate și saponificate din pulpele congelate de fructe de cătină, măceș și scoruș, obținute prin UAE a fost realizată prin cromatografia de lichide în faza inversă (RP-HPLC).

În extractele nesaponificate s-au identificat cantități sporite de esteri ai carotenoizilor, iar în extractele saponificate, aceștea nu au fost identificați, deoarece au fost hidrolizați cu formarea carotenoizilor liberi.

5. Tehnologii de stabilizare, activitatea antimicrobiană și bioaccesibilitatea CBA

5.1. Influența pH asupra activității antioxidante și stabilizării culorii ai extractelor vegetale

Stabilitatea pigmentilor în extracte hidroetanolice depinde de structura lor chimică și de interacțiunea lor cu alte componente alimentare și poate fi afectată de pH, lumină, temperatura de depozitare, prezența enzimelor, oxigenului etc. S-a cercetat influența evoluției pH-ului asupra activității antioxidante, determinate prin testul ABTS, și a parametrilor cromatici CIELab în extractele hidroetanolice din fructe de măceș, cătină, aronia și tescovină de struguri, fig. 22.

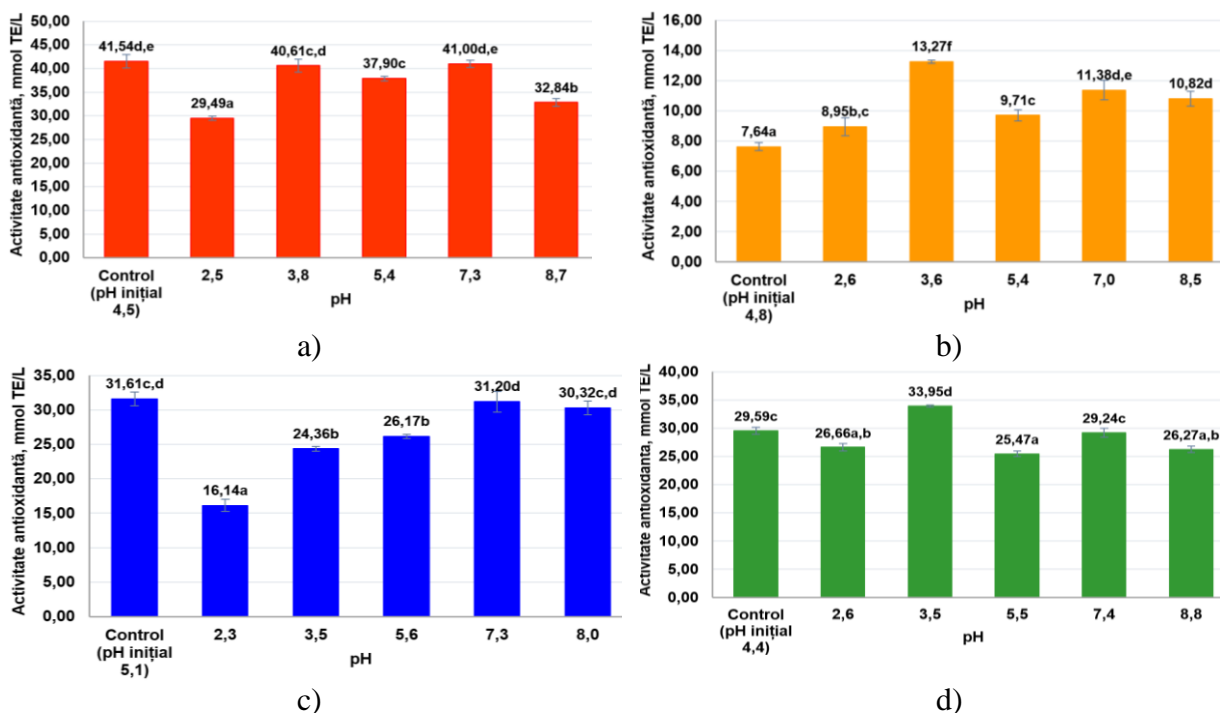


Fig. 22. Variația activității antioxidante în funcție de modificarea pH-ului în extractele vegetale hidroetanolice: a) măceș; b) cătină; c) aronia; d) tescovină de struguri

Modificările activității antioxidante și parametrilor cromatici ai extractelor au fost studiate la diferite intervale de pH: 2,3-2,6; 3,5-3,8; 5,4-5,6; 7,0-7,4 și 8,0-8,8 [41]. S-a constatat, ca valoarea pH are influență specifică asupra AA ai extractelor hidroetanolice. În extractul de măceș, modificările esențiale ale AA s-au produs în mediul puternic acid, la pH 2,5 și în mediul alcalin, la pH 8,7, fiind diminuate cu 29% și cu 21% respectiv în raport cu controlul, fig. 22a. În extractul de cătină cel mai mare salt al activității antioxidante s-a produs la pH 3,6, constituind 13,27 mmol TE/L,

fiind de 1,7 ori mai mare decât în cazul controlului, iar în mediul neutru pH 7,0 și alcalin pH 8,5 s-a mărit de 1,5 ori și 1,4 ori respectiv, fig. 22b. În extractele de aronia valorile AA în mediu acid au scăzut semnificativ în raport cu controlul: la pH 2,3 cu 48,9%, la pH 3,5 cu 23,0% și la pH 5,6 cu 17,2%. Pe de altă parte, în mediu alcalin activitatea antioxidantă în extractul de aronia nu s-a modificat esențial în comparație cu proba de referință, fig. 22c.

Datele prezentate în fig. 22d demonstrează că evoluția pH de la 2,6 la 8,8 nu a modificat esențial valorile AA în extractul etanolic de tescovină de struguri în raport cu proba-martor, cu excepția pH 3,5 la care AA a crescut cu 15%. AA a polifenolilor în extractele vegetale este legată de prezența grupărilor fenolice și de capacitatea de donare a electronilor la deprotonare. În condiții de pH 7,0-7,4 polifenolii sunt stabili din cauza reacțiilor de polimerizare. În aceste reacții de polimerizare polifenolii pot forma noi părți oxidabile -OH în produsele lor polimerice, rezultând o activitate mai mare de inhibare a radicalilor liberi.

În cazul flavonoidelor, mărirea numărului de grupuri libere de -OH va contribui la creșterea activității antioxidante [42], iar taninurile polimerizate au proprietăți antioxidante mai mari decât taninurile monomerice [43]. Valorile scăzute ale AA în soluții puternic acide în extractele de măceșe și de aronia s-a datorat faptului că hidrolizarea acidului clorogenic a indus scăderea numărului de cofeoil. În cazul extractului de tescovină de struguri, valoarea pH scăzută nu a influențat esențial AA, dar a contribuit la stabilitatea antocianilor, din cauza apariției în structura chimică a lor a cationului flavilium, foarte stabil [23]. AA a diferitelor extracte vegetale indică o puternică dependență de pH-ul din sistem.

S-a analizat influența pH asupra parametrilor cromatici ai extractelor vegetale după ajustarea pH-ului. Evoluția pH de la 2,5 la 8,7 nu a modificat esențial culoarea extractului de măceșe, cu excepția mediului slab acid (pH 5,4) și alcalin (pH 8,7). În primul caz, reducerea luminozității aprox. cu 10 unități, a condus la întunecarea culorii extractului de măceșe. În al doilea caz, au fost influențate a^* (2,4) și b^* (14,2), demonstrând prezența pigmentilor de nuanță roșie și de culoarea galbenă respectiv.

În cazul cătinii, L^* extractului nu a fost influențată de evoluția pH, cu excepția mediului alcalin care a contribuit la scăderea valorilor ale a^* , tonurile fiind deplasate spre culoare verde (-7,8) și la ridicarea valorilor ale b^* , demonstrând prezența pigmentilor galbeni (26,9).

Mediul slab acid pH 5,6 și neutru pH 7,3 au redus valorile L^* a extractului de aronia până la 55,4 și 45,5 respectiv, în rezultat culoarea extractelor s-a întunecat. În aceleași condiții, valorile a^* au scăzut până la 31,5 și 12,6 respectiv, din cauza reducerii pigmentilor de culoare roșie, iar b^* s-a îmbunătățit până la 17,7 și 20,8 respectiv, demonstrând deplasarea culorii spre tonul galben. În mediul puternic acid, la pH 2,3 se atestă îmbunătățirea esențială a componentei a^* , valoarea ei fiind 37,8, datorită stabilizării cationului flavilium de culoare roșie. Alt parametru care a fost îmbunătățit în aceste condiții este cromaticitatea C^* 38,4, care demonstrează

creșterea saturației culorii extractului. În mediul alcalin, la pH 8 în extractul de aronia se atestă reducerea tonului roșu a^* (11,5) și sporirea pigmentilor de culoarea galbenă b^* (15,0). Modificarea acestor parametrii cromatici a condus la scăderea valorii C^* (19,0), s-a observat reducerea intensității culorii., fig. 23a.

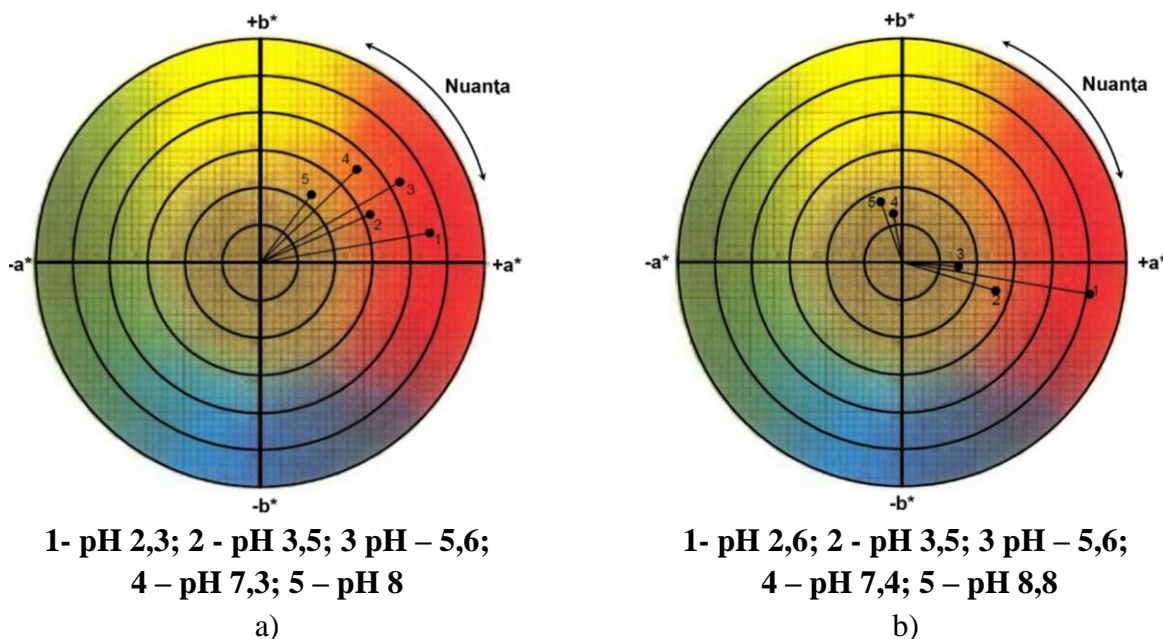


Fig. 23. Reprezentarea nuanței culorilor ai extractelor vegetale din fructe de aronia (a) și de tescovina de struguri (b) la modificarea pH-ului

În cazul extractului de tescovină, mediul puternic acid, pH 2,5 a contribuit la scăderea valorii L^* până la 72,1 și a îmbunătățit semnificativ nuanța roșie a^* 48,1 datorită antocienilor, care având o structură cationică flavilium sunt stabilizați în prezența cationilor H^+ . De asemenea, s-au redus valorile componente b^* până la (-5,3), demonstrând prezența pigmentilor de culoarea albastră. În aceste condiții valoarea C^* a extractului de tescovină este înaltă - 48,4, demonstrând saturația culorii, fig. 23b.

La creșterea pH până la atingerea mediului bazic valoarea L^* s-a modificat neesențial. În aceste condiții, s-a redus valoarea componente a^* până la valori negative, din cauza deplasării tonurilor spre culoarea verde, iar valoarea componente b^* a crescut până la 14,7, demonstrând dominanța culorii galbene, cauzată de degradarea antocienilor. Valorile C^* atestă prezența nuanței gri și saturația redusă a culorii extractului, fig. 23b.

Cum s-a menționat, la pH scăzut (2,3-2,6), culoarea antocienilor este roșie (AH^+), dar pe măsură ce valorile pH cresc, antocienii pot suferi modificări după două căi posibile: deprotonare cu formarea compusului chinoidal de culoarea purpurie (A) sau hidratare, cu obținerea calconului incolor (C), fig. 24.

Creșterea pH de la 2,6 la 8,8 diminuează probabilitatea tranzițiilor $\pi - \pi^*$ și p orbitalii din moleculele antocienilor se extind, formând un sistem conjugat. Modificarea culorii antocienilor de la roșu în mediu acid la incolor în mediu alcalin este asociată atât cu creșterea structurii de rezonanță, cât și cu formarea unei structuri plane, care permite electronilor π să se aranjeze mai uniform în planul moleculei.

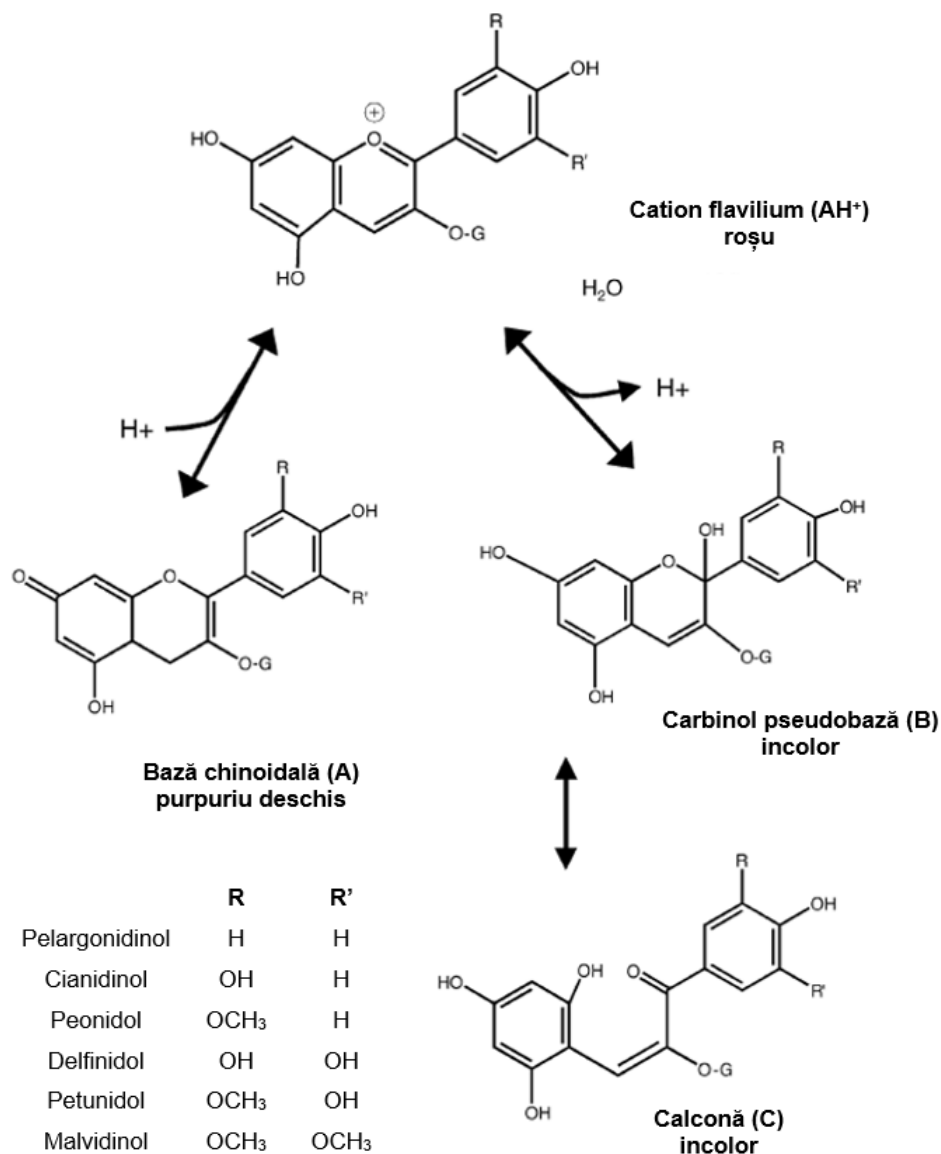


Fig. 24. Influența pH asupra structurii și culorii a antocienilor

Rezultatele obținute în cadrul acestor cercetări atestă ca se poate de prevăzut modificările culorii extractelor în funcție de pH al mediului, cunoscând structura chimică a pigmentilor. Este important de luat în considerare schimbările de culoare în timpul procesării alimentelor pentru a determina interacțiunile complexe din interiorul matricei alimentare.

5.2 Efectul ionilor metalici din alimente asupra stabilizării culorii și activității antioxidante ai extractelor vegetale din fructe de aronia și tescovina de struguri

S-a cercetat efectul ionilor metalici Na^+ , K^+ și Ca^{2+} din alimente la concentrații de 0,001 M, 0,01 M și 0,1 M asupra stabilizării culorii, evaluate prin parametrii cromatici CIELab și AA a extractelor de aronia și tescovina de struguri. S-a demonstrat, că ionii metalici Na^+ , K^+ și Ca^{2+} la anumite concentrații contribuie la modificarea parametrilor cromatici ai extractelor de aronia și tescovina de struguri. În cazul extractelor de aronia, prezența ionilor de K^+ în intervalul concentrațiilor de la 0,001M până la 0,1M a condus la îmbunătățirea L^* , valoarea maximă fiind 46,16 (0,1M) și la deschiderea culorii extractului. Valorile componente a^* au scăzut din cauza reducerii conținutului de pigmenți de culoare roșie 38,40 (0,01M), iar la concentrații 0,001M și 0,01M valorile b^* demonstrează scăderea pigmenților de culoare galbenă, 21,01 și 21,05 respectiv. De asemenea, concentrațiile reduse ale cationului K^+ au avut impact asupra C^* , valorile au scăzut fiind de 43,98 (0,001M) și 43,80 (0,01M), ceea ce indică reducerea saturației culorii extractelor. În cazul ionilor de Na^+ în concentrații 0,001M – 0,1M în extractele de aronia au sporit valorile L^* (43,91 - 44,05) și s-au redus valorile componente b^* (22,52 - 22,93). Ionii de Ca^{2+} la concentrația 0,1M au avut cel mai semnificativ efect asupra parametrilor cromatici ai extractelor de aronia prin creșterea valorii parametrului a^* (45,01) și C^* până la 50,77. Totuși, ionii de Ca^{2+} nu au modificat vizibil culoarea extractelor în raport cu controlul.

În cazul extractelor de tescovină de struguri, influența semnificativă a ionilor de K^+ asupra parametrilor cromatici s-a demonstrat la concentrația de 0,001 M. Comparând valorile parametrilor cromatici la acțiunea ionilor de K^+ , Na^+ și Ca^{2+} la diferite concentrații s-a constatat, ca ionii K^+ (0,001M) au contribuit la deschiderea culorii extractului de tescovină, valoarea L^* fiind 68,96. În aceste condiții se atestă reducerea tonului roșu a^* (27,89), tonului albastru b^* (-5,75) și valorii C^* (28,48). Modificările vizibile ale culorii extractului de tescovină au fost obținute în prezența ionilor de Na^+ la concentrația de 0,1M, fiind ameliorată nuanța roșie a^* 35,99, nuanța albastră b^* (-9,18) și C^* 37,14. Ionii de Ca^{2+} la concentrații 0,001M, 0,01M și 0,1M au avut cel mai important efect asupra parametrilor cromatici CIELab în extractele de tescovină de struguri, fig. 25.

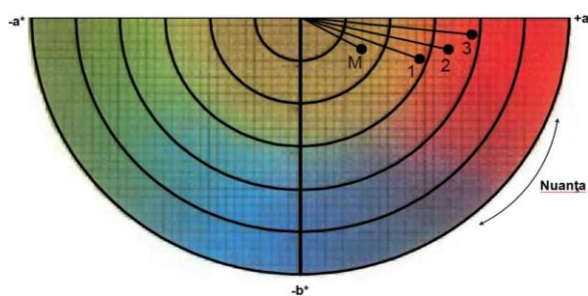


Fig. 25. Reprezentarea nuanței culorilor ai extractelor din tescovina de struguri la diferite concentrații ionice Ca^{2+} : M - proba-control; 1 – Ca^{2+} 0,001 M; 2 - Ca^{2+} 0,01 M; 3 - Ca^{2+} 0,1 M

S-a evidențiat o dependență directă dintre creșterea concentrației ionilor de Ca^{2+} și efectul îmbunătățirii culorii extractelor de tescovină. Se atestă scăderea valorilor L^* de la 59,82 (0,001M) până la 47,46 (0,1M) și întunecarea culorii extractelor de tescovină. S-a evidențiat îmbunătățirea valoroasă a nuanței roșie a^* de la 45,55 până la 69,00, iar nuanța albastră b^* s-a redus de la -9,80 până la -6,25. Valorile C^* atestă influența esențială asupra saturației culorii extractului de tescovină, fig. 25. Ameliorarea culorii extractului de tescovină s-a datorat, cel mai probabil, procesului de polimerizare a compușilor fenolici și complexării antocienilor cu ioni metalici [44]. De asemenea, s-a evidențiat faptul că mărirea concentrației ionilor de Ca^{2+} de la 0,001M până la 0,1M a condus la scăderea treptată a pH-ului în extractele de tescovină de la 4,1 până la 3,2, contribuind la stabilizarea ionului de flavilium în mediul acid [45].

Figura 26 demonstrează influența diferitor concentrații ale ionilor metalici Na^+ , K^+ și Ca^{2+} asupra AA, determinate prin testul ABTS. În extractele de aronia adăugarea ionilor metalici în concentrații 0,001M, 0,01M și 0,1M nu a influențat semnificativ AA, cu excepția ionilor de Ca^{2+} . La concentrații mari de ioni de Ca^{2+} (0,1M) AA s-a redus cu 32,2% în raport cu controlul.

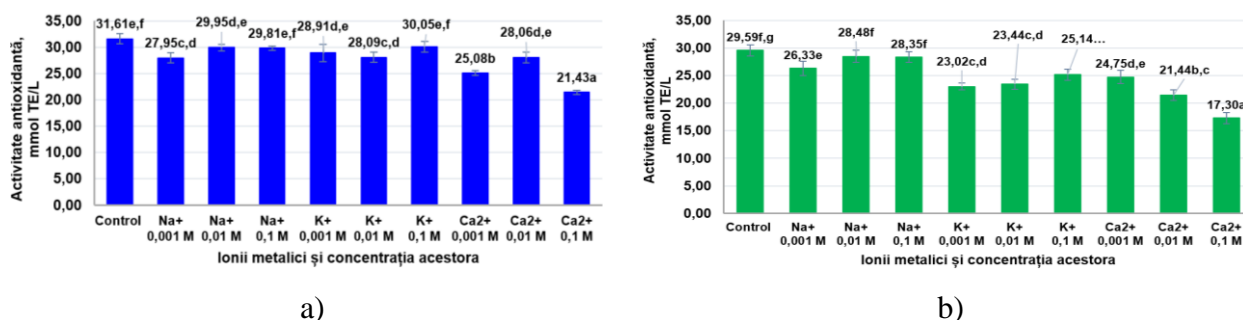


Fig. 26 Efectul ionilor metalici de Na^+ , K^+ și Ca^{2+} la diferite concentrații asupra AA în extractele hidroalcoolice: a) de aronia; b) de tescovina de struguri

În extractele de tescovină de struguri s-a observat o dependență directă dintre scăderea activității antioxidante și mărirea concentrației ionilor metalici de Ca^{2+} , valorile fiind 24,75 mmolTE/L (0,001M), 21,44 mmolTE/L (0,01M) și 17,30 mmolTE/L (0,1M). În cazul ionilor de Na^+ și K^+ asemenea dependențe nu au fost remarcate. Probabil, complexarea între antocieni sau derivații flavonoidelor cu ioni metalici contribuie la reducerea AA a compușilor bioactivi, deoarece atomii de oxigen fiind legați de ionul metalic nu sunt disponibili pentru reacții de oxidare [23]. Stabilizarea chimică a pigmentilor naturali de culoare roșie în extractele din fructe de aronia și tescovina de struguri este necesară pentru aplicarea lor în formularea alimentelor, fiind o alternativă pentru substituirea coloranților sintetici.

5.3. Activitatea microbiostatică a materiei vegetale asupra microorganismelor patogene

Identificarea și evaluarea agenților antimicrobieni pentru inhibarea dezvoltării bacteriilor patogene (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* și *Klebsiella pneumoniae*) din alimente cu scopul asigurării consumatorilor cu produse alimentare sigure și sănătoase este relevantă. S-a investigat activitatea antimicrobiană (AAM) și au fost determinate concentrațiile minime inhibitorie (CMI), concentrațiile minime bactericide (CMB) și efectul bactericid a pudrelor din fructe de cătină, măceș, păducel, aronia și tescovina de struguri asupra microorganismelor patogene Gram-pozitive - *Staphylococcus aureus* și Gram-negative: *Escherichia coli* și *Klebsiella pneumoniae*.

În urma testărilor efectuate s-a constatat că pudrele vegetale au realizat o AAM de diferit nivel față de toate microorganismele patogene cercetate. Pudrele din cătina au avut o AAM mai pronunțată față de microorganismele Gram-pozitive și Gram-negative, în comparație cu alte pudrele vegetale. Diametrul zonei de inhibiție a constituit 22 mm pentru *S. aureus*, 18 mm pentru *E. coli* și 17 mm pentru *K. pneumoniae*. Pudrele de măceșe au realizat AAM pronunțată față de *S. aureus*, diametrul zonei de inhibiție fiind 16 mm, iar față *E. coli* și *K. pneumoniae*, AAM a fost mai redusă, diametrele zonelor de inhibiție fiind 10 mm și 9 mm respectiv, fig. 27.

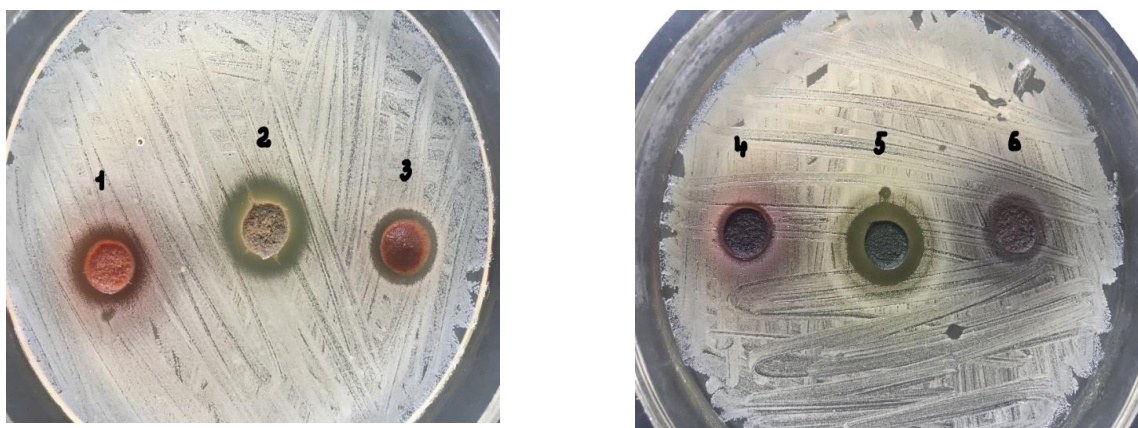


Fig. 27. Activitatea antimicrobiană a diferitor tipuri de pudră vegetală asupra tulpinii de *S. aureus*: 1- păducel; 3- măceșe; 4 - aronia; 5- cătină; 6- tescovina de struguri

Pudrele vegetale din aronia, păducel și tescovină de struguri au manifestat AAM slabă față de microorganismele testate [46, 47]. Potențialul antimicrobian a pudrelor vegetale, probabil, se atribuie conținutului de compuși polifenolici, în special derivațiilor de quercetină și acidului galic. AAM ale polifenolilor poate implica diverse mecanisme, și anume destabilizarea și permeabilizarea membranei citoplasmatică și inhibarea enzimei de către produsele oxidate, posibil prin reacția cu grupări sulfhidril sau prin interacțiuni mai nespecifice cu proteinele, cu formarea chinonelor reactive care pot reacționa cu aminoacizii și cu proteinele, inhibând sinteza

acizilor nucleici atât a bacteriilor Gram-negative, cât și a Gram-pozitive [48]. Acidul galic poate modifica hidrofobia bacteriană, în timp ce quercetina conduce la bacteriostază prin deteriorarea pereților și a membranelor celulare [49].

CMI, CMB și efectul bactericid a pudrelor vegetale analizate asupra microorganismelor patogene, capabile să provoace contaminarea produselor alimentare sunt prezentate în tabelul 3.

S-a demonstrat, că *S. aureus* a prezentat o sensibilitate importantă față de toate pudrele studiate, având diferit nivel de AAM. Pudra de cătină a avut cei mai mici CMI și CMB, valorile fiind 1,95 mg/mL și 3,90 mg/mL respectiv, fiind urmată de pudra de măceș cu valorile CMI și CMB – 3,91 mg/mL și 7,81 mg/mL respectiv. Pudra de păducel, în comparație cu alte probe, a avut cei mai mari CMI și CMB, 41,66 mg/mL și 83,88 mg/mL respectiv. *E. coli* a prezentat rezistență față de aronia, iar *K. pneumoniae* a manifestat rezistența față de aronia, păducel și tescovina de struguri. Pudrele de cătină și de măceșe au manifestat efect bactericid împotriva tuturor microorganismelor patogene studiate; pudre de păducel și de tescovina de struguri sunt active împotriva *S. aureus* și *E. coli*, iar pudra de aronia manifestă efect antibacterian numai împotriva *S. aureus*.

Tabelul 3. CMI, CMB și efectul bactericid a pudrelor vegetale asupra microorganismelor patogene*

Microorganisme patogene	CMI, mg/mL	CMB, mg/mL	CMB/CMI	Efect bactericid
Pudră de cătină				
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	1,95±0,12	3,90±0,23	2	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	7,81±0,37	15,6±0,7	2	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	15,60±0,50	31,25±1,25	2	+
Pudră de măceșe				
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3,91±0,15	7,81±0,21	2	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	31,25±0,98	62,50±1,80	2	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	62,50±2,10	125±5	2	+
Pudră de aronia				
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	15,63±0,37	31,25±0,62	2	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	-**	-	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	-	-	-	-
Pudră de păducel				
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	41,66±1,35	83,33±2,47	2	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	62,50±2,20	125±5	2	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	-	-	-	-
Pudră de tescovină de struguri				
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	7,81±0,19	15,62±0,41	2	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	62,50±1,57	125±5	2	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	-	-	-	-

*rezultatele sunt prezentate ca medie ± abatere standard; **"-"- nu a manifestat efect bactericid

Rezultatele obținute în cadrul studiului au demonstrat, că pudrele vegetale din fructe de cătină, măceș, păducel, aronia și tescovina de struguri au demonstrat un potențial antimicrobian

important asupra microorganismelor patogene studiate și pot fi utilizate în industria alimentară pentru a reduce gradul de contaminare microbiană a materiilor prime și alimentelor.

5.4 Bioaccesibilitatea carotenoidelor din fructe de cătină, măceș și scoruș

Pe măsură ce potențialele beneficii pentru sănătate ale CBA, în special a carotenoidelor din fructe de cătină, măceș și scoruș sunt cunoscute, există un interes deosebit pentru determinarea bioaccesibilității acestor compuși, care au fost utilizate în continuare în formularea alimentelor funcționale. Bioaccesibilitatea se referă la cantitatea de compus ingerat, care este eliberat din matricea alimentară în timpul procesului de digestie și devine disponibil pentru absorbția intestinală [33]. Minekus și colab. (2014) au elaborat un model de digestie simulată *in vitro*, care include fazele orale, gastrice și intestinale, imitând condițiile fiziologice *in vivo*, ținând cont de prezența enzimelor digestive și de concentrațiile acestora, pH, timpul de digestie și concentrațiile sărurilor [50].

În figura 28 sunt prezentate valorile bioaccesibilității carotenoidelor din fructe de cătină, măceș și scoruș. S-a constatat, ca cea mai mare valoare a

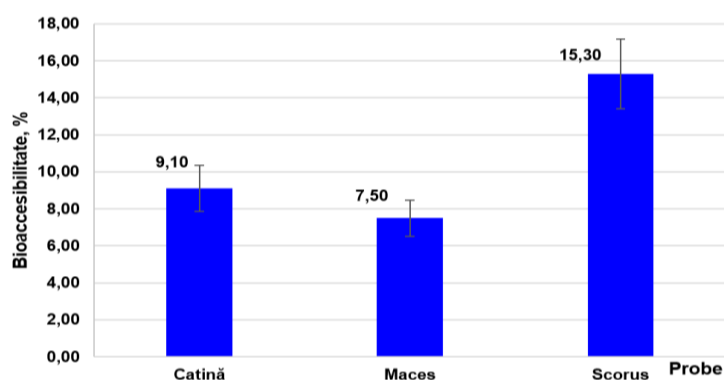


Fig. 28. Bioaccesibilitatea carotenoidelor din fructe de cătină, măceș și scoruș

bioaccesibilității carotenoidelor o au fructele de scoruș - 15,3%, urmate de cătină - 9,1% și măceș - 7,5%. Rezultatele obținute atestă, că disponibilitatea carotenoidelor depinde de structura matricei vegetale și de prezența anumitor componente ale matricei [51]. În fructele de pădure, carotenoidele sunt asociate cu proteinele: carotenii și licopenul formează complecși cu proteinele încorporate în cromoplaste, în timp ce luteina este localizată în cloroplaste [52]. Formarea complecșilor între carotenoid și compuși proteici, dar și starea cristalină a carotenoidelor reduc bioaccesibilitatea lor [53]. Operațiile de procesare, în special uscarea și măcinarea, prin reducerea dimensiunilor particulelor, precum și procesele enzimatice din timpul digestiei, care înmoaie și distrug pereții celulari, perturbând complexele proteină-carotenoid, favorizează eliberarea carotenoidelor, sporind bioaccesibilitatea lor [54].

Carotenoidele individuale au fost identificate prin metoda RP-HPLC în extracte nesaponificate din fructe de cătină, măceș și scoruș după digestia, realizată *in vitro*. În extractul din pulpa de cătină au fost identificate: zeaxantină, luteină, β -criptoxantină, all-*trans*- β -caroten, *cis*- β -caroten și esteri ai β -criptoxantinei, zeaxantinei și mutatoxantinei. În extractul

nesaponificat din pudră de măceșe s-au identificat licopenul, zeaxantina, rubixantina, α - și β -criptoxantina, iar în extractul de scorușe au fost identificați esterii ai β -criptoxantinei și zeaxantinei, zeaxantina liberă, β -criptoxantină, *all-trans*- β -caroten și *cis*- β -caroten. Efectul pozitiv al procesării alimentelor asupra bioaccesibilității carotenoidelor corelează pozitiv cu studiile *in vivo* asupra biodisponibilității carotenoidelor, confirmând faptul că consumul alimentelor vegetale procesate îmbunătățește biodisponibilitatea carotenoidelor [55].

6. Tehnologii de fabricare a produselor funcționale făinoase și zaharoase

6.1. Elaborarea tehnologiei de fabricare a pastelor făinoase din făina de grâu cu adăugarea pudrelor vegetale din fructe de măceș și de aronia

Obiectivul principal al cercetărilor prezentate constă în elaborarea tehnologiei de fabricare a pastelor făinoase din făină de grâu de panificație cu pudre din fructe de măceș și de aronia, utilizați în calitate de amelioratori pentru întărirea glutenului și drept coloranți naturali, pentru a diversifica sortimentul de produse funcționale.

6.1.1. Influența adaosului vegetal asupra proceselor biochimice și proprietăților reologice care au loc la formarea aluatului din făina de grâu

Pentru fabricația pastelor făinoase s-a utilizat făina de grâu de panificație de calitate superioară și pudre din fructe de măceș și de aronia, în cantități de 1,5%, 3% și 5% față de masa făinii de grâu. S-a studiat influența concentrațiilor de pudre de măceș și de aronia asupra calității glutenului umed și a conținutului de gluten uscat în făină de grâu de calitate superioară, tab. 4.

Tabelul 4. Influența concentrației de pudre de măceș și de aronia asupra indicatorilor fizico-chimici ai glutenului și aluatului*

Indicator	PM	Concentrația pudrei de măceș în aluat, %			Concentrația pudrei de aronia în aluat, %		
		M1,5	M3,0	M5,0	A1,5	A3,0	A5,0
Conținut de gluten umed, %	32,4±0,1	31,4±0,1	29,8±0,1	29,3±0,2	31,9±0,1	31,2±0,1	30,7±0,2
Conținut de gluten uscat, %	11,1±0,1	10,9±0,1	10,5±0,2	10,4±0,1	10,9±0,1	10,9±0,1	10,8±0,1
Calitate la aparatul IDK, u.c.	84±1	81±1	79±1	77±1	82±1	80±1	78±1
Aciditate activă, pH	5,85±0,01	5,45±0,01	5,18±0,01	4,97±0,01	5,72±0,01	5,54±0,01	5,39±0,01
Activitatea apei, a_w , u.c.	0,734±0,001	0,730±0,002	0,728±0,001	0,725±0,001	0,732±0,002	0,729±0,001	0,726±0,001

*rezultatele sunt prezentate ca medie ± abatere standard; M-probe cu măceșe; A-probe cu aronia

Analiza datelor experimentale atestă ca introducerea pudrelor vegetale conduce la reducerea cantității de gluten umed, în cazul măceșelor cu 9,6% și aroniei cu 2,2% în raport cu PM (proba-

martor). Acest fapt poate fi explicat prin mărirea masei totale a aluatului din cauza adăugării pudrelor vegetale și a reducerii capacității de hidratare a glutenului, ca urmare a creșterii proprietăților elastice ale glutenului. De asemenea, s-a redus conținutul de gluten uscat cu 2,7% pentru probele cu aronia și cu 6,3% pentru probele cu măceșe. Aceasta reducere s-a datorat faptului, că pudrele vegetale, având o capacitate mai mare de hidratare decât făina de grâu, au condus la insuficiența de apă pentru hidratarea proteinelor glutenice, în rezultat glutenul nehidratat a fost spălat parțial în timpul experimentului. Proprietățile elastice ale glutenului s-au modificat semnificativ: inițial calitatea glutenului din PM a corespuns la 84 u.c., aparținând grupului „satisfăcător slab”, la dozarea concentrației pudrelor vegetale de 5% valorile calității glutenului, determinate la aparatul IDK, au constituit 77 u.c. (măceș) și 78 u.c. (aronia), ce corespunde glutenului ”bun” și grupei de calitate înaltă. Acest fenomen se datorează acidului ascorbic din fructe de pădure, care în prezența oxigenului inclus în aluat la frământare, oxidează grupările sulf hidril –SH aparținând la doua molecule proteice, care formează punții disulfidice -S-S- întărind glutenul din făina de grâu [56], fig. 29.

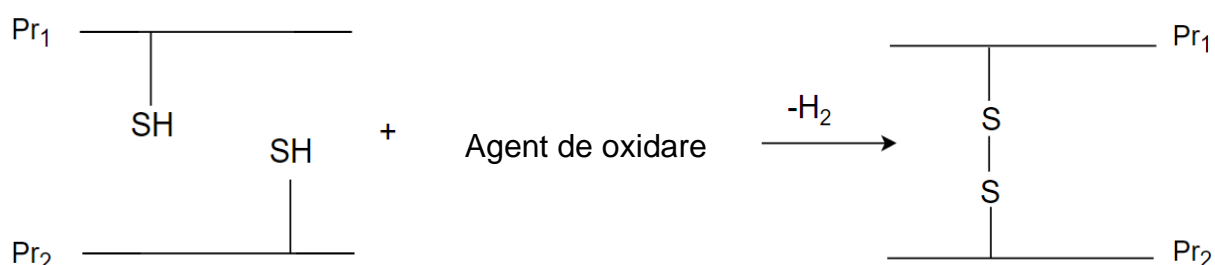


Fig. 29. Reacția ipotetică de oxidare a proteinelor (Pr₁ și Pr₂) din făina de grâu, care conduce la modificarea proprietăților reologice ale aluatului [28]

Analiza de sensibilitate cu aplicarea indicelui Sobol privind influența concentrației pudrelor de măceșe și de aronia asupra calității glutenului din făină de grâu a demonstrat, că concentrația pudrelor are cea mai mare influență asupra calității aluatului. Influența pudrei de măceșe este mai pronunțată decât a pudrei de aronia.

În tabelul 5 sunt prezentate caracteristicile reologice ale aluaturilor cu pudre din fructe de măceș și aronia la concentrații de 1,5%, 3% și 5% față de masa făinii de grâu de calitate superioară în raport cu proba-martor (fără pudră).

Mărirea concentrației pudrelor vegetale a condus la creșterea tenacității, extensibilității aluatului, indicelui de umflare, energiei de deformare și la reducerea raportului de configurare al

curbei (P/L), cu excepția probei cu măceșe, concentrația de 5%, în care P/L a crescut până la 2,61 în raport cu PM – 2,41.

Tabelul 5. Caracteristici reologice ale aluatului cu pudre din fructe de măceș și de aronia la concentrații 1,5%, 3% și 5% în raport cu proba-martor*

Caracteristicile reologice	PM	Concentrația pudrei de măceș în aluat, %			Concentrația pudrei de aronia în aluat, %		
		M1,5	M3	M5	A1,5	A3	A5
Presiunea maximă, mm	77±2	82±1	90±1	107±1	86±1	90±1	93±1
Extensibilitate, mm	32±0,5	36±0,5	39±1,0	41,0±0,5	39±0,5	42±0,5	45±0,5
Indice de umflare, cm ^{3/2}	12,5±0,2	13,4±0,1	13,8±0,1	14,2±0,2	13,8±0,1	14,4±0,1	14,9±0,1
Energia de deformare, 10 ⁻⁴ J	92±2	124±2	143±2	167±2	129±2	151±2	160±2
Raport P/L	2,41±0,09	2,28±0,10	2,31±0,16	2,61±0,21	2,21±0,14	2,14±0,10	2,07±0,12

*rezultatele sunt prezentate ca medie ± abatere standard; M - probe cu măceșe; A - probe cu aronia

Acest fapt s-a datorat prezenței acizilor organici, fibrelor alimentare, substanțelor pectice din pudre de măceș și de aronia. Analiza de sensibilitate constată, că pudra de aronia manifestă influențe în general mai mari decât pudra de măceșe asupra proprietăților reologice ale aluatului.

6.1.2. Influența concentrației de pudre de măceș și de aronia asupra indicatorilor de calitate a pastelor făinoase

A fost elaborată tehnologia de fabricare a pastelor din făină de grâu fortificate cu pudre vegetale. În prealabil, pudrele de aronia și de măceș au fost macerate la temperatura de 65±1°C, cu scopul intensificării procesului de extracție a pigmentilor naturali. S-a demonstrat, că pudrele macerate utilizate în timpul frământării colorează cu intensitate sporită și uniformă aluatul, iar însușirile culinare ale pastelor făinoase fierte sunt superioare.

Calitatea pastelor făinoase cu adaos vegetal determinată prin analiza senzorială (gustul, mirosul, culoarea, aspectul) și fizico-chimică (fracția masică de umiditate, evoluția acidității în timp, fracția masică de produse sparte și însușirile culinare), este în corespundere cu datele din reglementări tehnice pentru paste făinoase [57]. AA a fost determinată în condiții digestiei gastrice *in vitro*. PM nu a manifestat activitate antioxidantă, valorile fiind negative, de -9,47 %

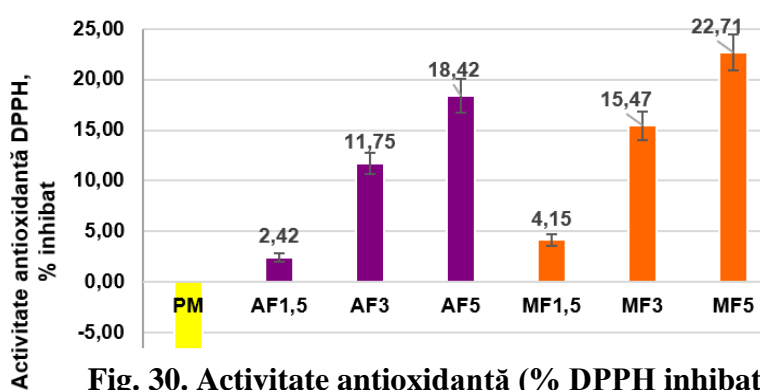


Fig. 30. Activitate antioxidantă (% DPPH inhibat) determinată în condițiile digestiei gastrice *in vitro* a pastelor făinoase fierte

DPPH inhibat. Aceasta se explica prin faptul, că în condiții digestiei gastrice (pH acid) *in vitro*, amidonul din făină de grâu se descompune în glucoză, care la rândul său prezintă un efect prooxidant [58]. AA a pastelor a fost îmbunătățită prin adăugarea pudrei de aronia și de măceșe în concentrații 1,5% - 5% și a constituit 2,42 – 18,42% inhibat și 4,15-22,71% inhibat respectiv. Astfel, la concentrații mari de pudră vegetală din fructe de aronia și de măceșe efectele antioxidante ale CBA depășesc cele prooxidante ale glucozei, și, în rezultat, activitatea antioxidantă are valori pozitive.

Analiza de sensibilitate a demonstrat că pudrele de măceșe și de aronia influențează cel mai mult indicatorii fizico-chimici de calitate, în raport cu indicii senzoriali, iar activitatea antioxidantă este influențată într-o măsură mai mare de concentrația pudrei de aronia decât de concentrația pudrei de măceș.

Rezultatele analizei CIELab a pastelor făinoase crude și fierte cu pudre de aronia și de măceșe au demonstrat, ca la fierberea pastelor făinoase se atestă scăderea valorilor parametrilor cromatici L*, a* și b*, din cauza procesului de degradare termică a pigmentilor și eliminării lor în apă de fierbere. În rezultat, în paste cu pudre de aronia diferența de culoare ΔE^*a ajuns la valorile maxime până la 19,07, iar în probele cu măceșe – până la 17,87.

În matricele alimentare antocienii și carotenoidele sunt sensibili la căldură, astfel încât procesele care implică tratări termice trebuie să fie menținute un timp redus [59]. Concentrația de 3% de pudră vegetală este optimă pentru fabricarea pastelor, iar analiza evoluției acidității timp de 150 de zile a permis stabilirea termenului de valabilitate până la 5 luni.

6.2. Produse de cofetărie făinoase funcționale cu adaos de materie vegetală din fructe de cătină, măceș și de păducel

A fost elaborată tehnologia de fabricare a turtelor dulci glazurate cu utilizarea adaosurilor de pudră din fructe de cătină, măceș și păducel pentru diversificarea sortimentului de produse funcționale. S-a utilizat adaos de pudra vegetală în concentrații 2% și 4%, iar pentru glazurare s-a folosit siropul fortificat cu extractele vegetale menționate în cantitate de 2%, cu un conținut de substanță uscată $85 \pm 1\%$.

S-a cercetat influența adaosului de pudre vegetale și a duratei de păstrare asupra indicilor organoleptici, indicatorilor fizico-chimici, stabilității microbiologice și activității antioxidante, determinate *in vitro* în turtel dulci glazurate în prima zi, în a 25 zi și în a 45 zi de la coacere.

Adaosul de pudre vegetale are influență pozitivă asupra indicilor senzoriali, în special a gustului, mirosului și culorii. De asemenea, este atestată o ameliorare a consistenței turtelor, ceea ce contribuie la menținerea prospețimii, sporește stabilitatea microbiologică și AA a produselor.

Analiza de sensibilitate a evidențiat influențe diferite ale concentrațiilor de pudre vegetale și a duratei de păstrare asupra calității, stabilității microbiologice și activității antioxidante în funcție de tipul fructelor de pădure utilizate.

Adaosul vegetal a influențat pozitiv indicatorii de calitate și stabilitatea produsului. Concentrația optimă de pudră influențează durata de păstrare a turtelor dulci glazurate: cătina și măceșele – cu 2% și 25 zile, iar păducelul – 4% și 45 zile respectiv [60]. Rezultatele cercetărilor au evidențiat faptul că pudrele de cătină, măceșe, păducel și extractele lor pot fi recomandate în fabricarea turtelor dulci glazurate, pentru sporirea valorii biologice, pentru îmbunătățirea proprietăților nutritive și a caracteristicilor organoleptice, pentru majorarea termenului de valabilitate a produsului, evitând utilizarea aditivilor de sinteză.

6.3. Produse de cofetărie zaharoase funcționale cu adaos de materie vegetală

Produsele de cofetărie zaharoase sunt solicitate de copii de diferite vârste [7]. De obicei, în tehnologia fabricării acestor alimente sunt utilizați coloranți de sinteză, care la consumul îndelungat pot afecta sănătatea consumatorilor. Astfel, există o necesitate în elaborarea tehnologiei de fabricare a produselor zaharoase cu coloranți naturali, care vor fi benefici pentru sănătatea organismului uman [61].

6.3.1. Elaborarea tehnologiei de fabricare a bomboanelor de tip jeleu funcționale

S-a elaborat tehnologia de fabricare a bomboanelor de tip jeleu cu extracte hidroalcoolice concentrate din fructe de cătină și măceșe, aronia și tescovină de struguri pentru a diversifica sortimentul de bomboane [62, 63]. S-a demonstrat, că există o dependență directă dintre concentrația de extract adăugat la prepararea jeleurilor și sporirea valorilor indicatorilor fizico-chimici, a stabilității microbiologice, a parametrilor cromatici și AA a bomboanelor.

Analiza de sensibilitate a demonstrat influența concentrațiilor extractelor vegetale și a duratei de păstrare asupra indicatorilor de calitate. Pentru jeleuri cu extracte de cătină și măceșe concentrația optimă de extract constituie 2%, pentru bomboanele cu aronia și cu tescovina de struguri – 1,5%, ceea ce asigură un termen de valabilitate de 2 luni.

6.3.2. Elaborarea tehnologiei de fabricare a maselor de cofetărie funcționale

Masele de cofetărie servesc pentru diversificarea sortimentului de bomboane cu sau fără umplutură. A fost elaborată tehnologia de fabricare a maselor de cofetărie cu extracte și pudre din fructe de aronia și de cătină. Adaosul pudrelor de aronia cu concentrația de 5% (PEPA), de cătină de 4% (PEPC) și extractelor respective influențează pozitiv indicatorii de calitate și stabilitatea microbiologică a maselor de cofetărie în timpul păstrării.

Se recomandă un termen de valabilitate de până la 60 de zile în condiții de ambalare și păstrare la $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ și ϕ max. 75%. Analiza parametrilor cromatici demonstrează influență pozitivă a pudrelor vegetale asupra saturației culorii maselor de cofetărie. Durata de păstrare a contribuit la reducerea parametrilor cromatici ai maselor de cofetărie, fig. 31.

Probele cu extracte și cu pudre vegetale au manifestat AA, valorile fiind considerabil mai mari: 32,20% (PEPA) și 21,42% inhibat (PEPC) în raport cu proba-martor (fără materia vegetală). În timpul păstrării este atestată reducerea activității antioxidante, dar totuși valorile au rămas pozitive, manifestând capacitatea antioxidantă sporită a bomboanelor în raport cu PM.

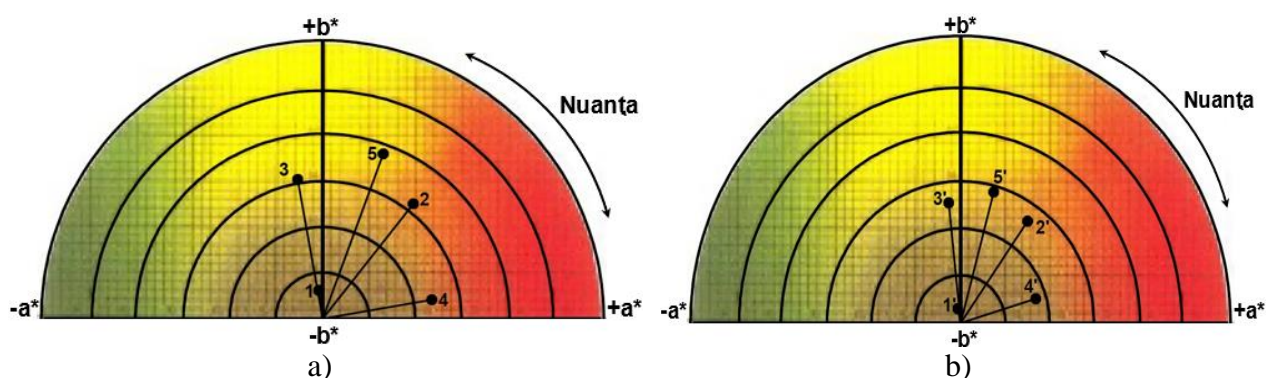


Fig. 31. Modificarea nuanței culorilor maselor de cofetărie în timpul păstrării: a) în prima zi de la producere; b) după 50 zile de la producere. 1 și 1' -PM; 2 și 2' - PEA; 3 și 3' - PEC; 4 și 4' - PEPA; 5 și 5' - PEPC

Extractele, în combinație cu pudrele vegetale pot fi utilizate cu succes în tehnologia de fabricație a maselor de cofetărie în calitate de coloranți naturali, contribuind la sporirea valorii biologice a produselor zaharoase și permit lărgirea sortimentului de bomboane și umpluturi.

7. Tehnologii de fabricare a produselor lactate cu CBA

7.1. Studiul privind influența adaosului de CBA la fabricarea iaurtului

A fost elaborată tehnologia de fabricare a iaurtului funcțional, cu valoare biologică sporită, prin adăugarea extractelor hidroalcoolice concentrate din fructe de pădure: cătină, măceș, păducel și aronia. Pentru obținerea iaurtului fortificat s-au adăugat extracte hidroalcoolice concentrate cu un conținut de substanță uscată $85\pm 1\%$ în proporție de 1% [64]. Evoluția caracteristicilor senzoriale și a indicatorilor fizico-chimici în timpul păstrării timp de optsprezece zile atestă, că probele de iaurt cu cătină pot fi păstrate maximum treisprezece zile, iar probele cu măceș, păducel și aronia – cincisprezece zile, datorită compoziției chimice a fructelor de pădure. Analiza parametrilor cromatici CIELab în probe de iaurt a demonstrat prezența pigmentilor de culoare în funcție de tipul extractul utilizat. Se atestă, că toate probele de iaurt manifestă valori pozitive și ridicate a activității antioxidante *in vitro*, datorită conținutului fitochimic al extractelor, dar

și activității metabolice a bacteriilor lactice din cultura starter.

Investigarea activității antimicrobiene a extractelor din fructe de pădure asupra dezvoltării *L. monocitogenes* și *L. monocytogenes* EGDe a demonstrat, că extractele de cătină și de măceșe prezintă AAM împotriva a două tulpini de bacterii patogene *Listeria*, extractul de aronia a manifestat AAM numai asupra *L. monocytogenes* EGDe, iar extractul de păducel nu a manifestat AAM împotriva *Listeriei*.

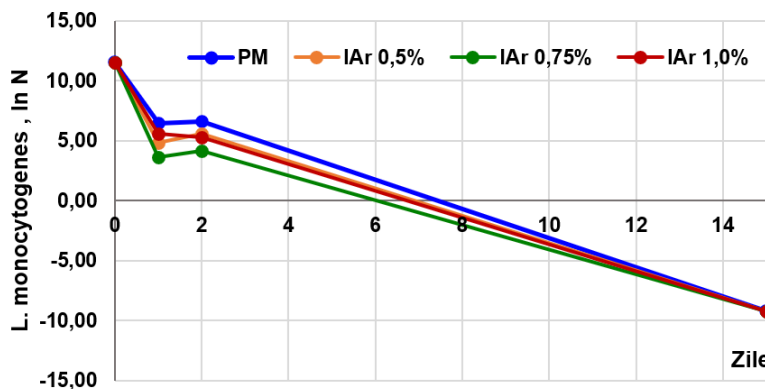


Fig. 32. Influența diferitor concentrații de extract de aronia asupra efectului bactericid *L. monocytogenes* în iaurt

Evaluarea efectului bactericid al extractelor de aronia, adăugate în concentrații de 0,5%; 0,75% și 1% în probele de iaurt infectate cu *L. monocytogenes*, a demonstrat că în timpul păstrării în toate probele de iaurt s-a redus numărul bacteriilor patogene, iar în probele fortificate cu extracte de aronia, rata de reducere a fost mult mai mare [65], fig. 32.

7.2. Studiul privind influența adaosului de CBA la fabricarea cremei de brânză

Au fost elaborate tehnologii de fabricare a cremei de brânză cu adăugarea extractelor hidroalcoolice concentrate și a extractelor liposolubile din fructe de pădure [66-68]. Adaosurile de extracte concentrate de cătină și măceșe (2,5% f.m.p.), de păducel și aronia (1,5% f.m.p.) și extracte liposolubile din cătină, măceșe, păducel și de scorușe (2,5% f.m.p.) asigură o culoare atractivă a produsului și o activitatea antioxidantă sporită.

Analizând indicatorii fizico-chimici a probelor testate s-a observat creșterea conținutului de substanțe uscate și conținutului de grăsime a cremei de brânză fortificate datorită conținutului ridicat de substanțe uscate în extractele utilizate.

În raport cu proba-martor, în probele cu extractele liposolubile, conținutul de substanță uscată și conținutul de grăsime au crescut în medie cu 11,8% și cu 19,9% respectiv, influențând pozitiv caracteristicile senzoriale a cremei de brânză, tab. 6.

Evoluția indicatorilor de calitate a cremelor de brânză cu extracte din fructe de pădure în timpul păstrării a demonstrat că acestea corespund valorilor admise reglementate.

În cazul probelor cu extracte hidroalcoolice concentrate termenul de valabilitate a cremei cu cătină poate fi maximum zece zile și a cremelor cu măceșe, păducel și aronia - treisprezece zile, iar în

cazul tuturor probelor cu extracte liposolubile - maximum treisprezece zile, pentru a menține caracteristicile senzoriale, în special culoarea, mirosul și gustul specific al fructelor de pădure.

S-a constatat, că valorile activității antioxidante sunt pozitive, în special în probele de cremă de brânză cu extracte din fructe de pădure, fiind o argumentare esențială în favoarea alimentelor fortificate.

Tabelul 6. Influența extractelor liposolubile din fructe de pădure asupra calității probelor de cremă de brânză în raport cu PMt*

Indicator**	Probe de cremă de brânză				
	PMt	CrC	CrM	CrP	CrS
Punctaj mediu total (Pt)	19,2±0,1	20,0±0,0	20,0±0,0	20,0±0,0	19,5±0,1
Conținut substanță uscată, % (CSU)	17,00±0,05	19,20±0,05	19,00±0,05	19,00±0,05	18,85±0,05
Conținut de grăsime, % (CG)	9,90±0,05	12,00±0,05	11,90±0,05	11,80±0,05	11,80±0,05
Aciditate, °T (Ac)	116,0±0,5	119,0±0,5	118,0±0,5	117,0±0,5	117,0±0,5
Aciditate activă, pH	5,10±0,01	5,08±0,01	5,09±0,01	5,10±0,01	5,10±0,01
Vâscozitate dinamică, mPa·s*** (μ)	13399±123	11258±145	11250±102	11087±98	11020±106

*rezultatele sunt prezentate ca medie ± abatere standard; **s-a determinat în prima zi de producere; ***s-a determinat la numărul de rotații a spindelului 75 min⁻¹. Notă: PM-proba-martor cu tartrazină; CrC – cremă de brânză cu extract de cătină; CrM – cremă de brânză cu extract de măceș; CrP – cremă de brânză cu extract de păducel; CrS – cremă de brânză cu extract de scoruș.

Rezultatele obținute demonstrează posibilitatea substituirii coloranților de sinteză cu extractele hidroalcoolice concentrate și liposolubile din fructe de pădure pentru diversificarea sortimentului de produse lactate, oferind consumatorilor alimentele cu valoarea biologică ridicată, sigure și stabile.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Problemele abordate în teză sunt consacrate obținerii și stabilizării unor coloranți, antioxidanți și conservanți de origine naturală, prin elucidarea transformărilor chimice, fizico-chimice și biochimice, care au loc în condiții de extracție și la adăugarea materiei vegetale în formulare a unor alimente funcționale. Principalele rezultate ale cercetărilor realizate au fost formulate prin următoarele concluzii:

1. A fost elaborată metodologia de determinare a hidromodulului optim pentru extragerea complexului hidrosolubil de CBA cu un consum minim de solvenți, care a constituit: 8 pentru tescovina de struguri; 12 - cătină; 14 - maceș, scoruș și aronia și 20 pentru păducel. Au fost aplicate trei modele matematice empirice: Peleg, Page și modelul de putere pentru descrierea cineticii procesului de extracție a CSUH din pudre vegetale, acestea demonstrând o concordanță înaltă între datele experimentale și cele de calcul, $R^2=0,907-0,979$, subcapitol 3.1.1, [10, 69].

2. Randamentul extracției CBA este influențat de polaritatea și vâscozitatea extragentului EtOH, în creștere în intervalul 20-60% (v/v) și în scădere spre 96% (v/v). Există o corelație pozitivă dintre CBA și AASH, care depinde de compoziția chimică a polifenolilor extrași, cu o entalpie de disociere osmolitică a legăturilor -OH și potențial de ionizare redus, ceea ce influențează pozitiv activitatea lor antioxidantă. Analiza informației mutuale a stabilit gradul de influență a concentrației EtOH asupra CTP, CTA, CT și activității antioxidante, determinate prin teste PCL, DPPH și HPSA în diferite medii. Analiza de corelație canonică a stabilit interdependența dintre CBA și activitatea antioxidantă, subcapitol 3.1.2, [70].

3. Creșterea temperaturii de la 30 la 65°C a condus la sporirea randamentului de extracție a CTP, CTF, CT în toate extractele hidrosolubile și CTA pentru tescovina de struguri și aronia. Valorile maxime ale activității antioxidante au fost atestate pentru 65°C și concentrația soluției EtOH de 60% (v/v). A fost analizat profilul individual al polifenolilor, antocienilor, acizilor organici și parametrii cromatici CIELab. A fost stabilit un model matematic de tipul $CTP=f(t, C)$, folosind funcții spline cubice și s-a constatat că interdependențele factoriale depășesc influența factorilor unici, precum temperatura, subcapitol 3.1.3, [60, 70, 71].

4. Modificarea temperaturii de extracție de la 30 la 65°C a influențat randamentul de extracție a carotenoidelor și activitatea antioxidantă în extractele liposolubile, rata cea mai mare a pigmentilor și activității antioxidante fiind atinsă la 45°C. Dinamica acumulării produșilor primari și secundari ai oxidării lipidice, evoluția conținutului de pigmenți carotenoidici, valorilor activității antioxidante și a parametrilor cromatici CIELab au demonstrat, că extractele liposolubile pot fi păstrate la 4°C în absența luminii timp de 12 luni. S-a apelat la mulțimi fuzzy pentru elaborarea modelului matematic generalizat de tipul $IP=f(t, IA)$ pentru stabilirea influenței temperaturii asupra indicilor fizico-chimici de calitate și AA a extractelor liposolubile din fructe de cătină și de maceș, subcapitol 3.2, [72].

5. Extracția asistată de PEF la $t=65^{\circ}\text{C}$ și $U=165\text{ V}$, $n=900$ impulsuri a permis de a obține extracte din semințe de struguri cu conținut sporit de taninuri - $10,6\text{ mg TAE/g s.u.}$ și cu activitatea antioxidantă de $92,70\%$ inhibat, aceasta datorită modificării permeabilității și ruperii membranelor celulare din matricea vegetală. S-a constatat, că tensiunea are o influență mai importantă decât numărul de impulsuri, iar mărirea temperaturii de extracție de la 30 la 65°C prezintă un efect sinergetic cu parametrii PEF asupra randamentului CT. Procedul de extracție a fost optimizat prin analiza de sensibilitate, determinată prin indicele Sobol de ordinul I și a fost brevetat, subcapitol 4.1, [73].

6. MAE a sporit randamentul compușilor fenolici și activității antioxidante ai extractelor hidroalcoolice în raport cu extracția convențională. În cazul CTP, cea mai mare eficacitate a fost înregistrată pentru extractele de cătină - de $1,89$ ori; pentru CTF - în extracte de păducel, de $1,6$ ori; pentru CT și CTA - în extractele de tescovină de struguri, de $2,3$ și $1,4$ ori respectiv. Valorile maxime ale activității antioxidante în extractele vegetale corespund valorilor maxime a CTP, CTF, CT, CTA, obținute la 65°C în soluții EtOH de 60% (v/v), demonstrând o corelație directă, subcapitol 4.2.

7. UAE a influențat randamentul de extracție a CBA în extractele EtOH de 60% (v/v) din fructe de pădure și tescovina de struguri. Creșterea temperaturii de la 30 la 65°C are o influență pronunțată asupra eficacității de extracție a CTP și CTA cu UAE, datorită producerii rupturilor legăturilor matriceale, creșterii solubilității compușilor fenolici și vitezei de difuzie a solventului, reducerii vâscozității și tensiunii superficiale a solventului; mărirea duratei de aplicarea UAE de la 10 la 60 min a condus la o sporire nesemnificativă a eficacității de extracție a CBA din cauza cavitației; valori mai ridicate ale activității antioxidante corespund ratei de extracție a compușilor fenolici la 65°C și durata de UAE 10 min. Analiza de sensibilitate a demonstrat că temperatura de extracție influențează mai esențial randamentul CTP și activității antioxidante în extractele vegetale decât durata de UAE, subcapitol 4.3, [74].

8. Tratamentele termice (congelarea, uscarea la temperatura camerei și la 65°C) a fructelor de cătină, măceș și scoruș influențează randamentul CTC, CTP și a AA, determinate prin testele DPPH și cu stabilizarea nanoparticulelor de Ag în extractele obținute prin UAE. În extractele de pulpa congelată s-a determinat cel mai mare CTC: măceșul - $0,69\text{ mg/g s.u.}$, cătina - $0,66\text{ mg/g s.u.}$ și scorușul - $0,37\text{ mg/g s.u.}$ În probele uscate carotenoidele au fost expuse oxidării, ceea ce a condus la transformarea β -carotenului *trans* în diverși izomeri *cis*, unul dintre mecanismele degradării carotenoidelor din alimentele. Randamentul maxim pentru CTP a fost obținut în extractele obținute din probele uscate la 65°C . Valori sporite ale activității antioxidante (DPPH) au fost obținute în extracte din pulpe congelate, iar în cazul stabilizării nano-particulelor de Ag, cele mai mare valori au fost obținute în extracte din pulpa uscată la 65°C . Cea mai mare valoare a bioaccesibilității carotenoidelor o manifestă fructele de scoruș - $15,3\%$, urmate de cătină - $9,1\%$ și măceș - $7,5\%$. Au fost identificate și cuantificate carotenoidele individuale în extracte

nesaponificate și saponificate obținute din pulpele congelate prin metoda RP-HPLC, subcapitol 4.3, 5.4.

9. Valoarea pH manifestă influențe specifice asupra activității antioxidante a extractelor hidroetanolicе din fructe de măceș, cătină, aronia și tescovină de struguri: pentru măceșul modificările esențiale s-au produs la pH 2,5 și la pH 8,7; în extractele de cătină, cel mai mare salt al activității antioxidante s-a produs la pH 3,6, iar la pH 7,0 și pH 8,5, activitatea antioxidantă s-a mărit de 1,5 ori și 1,4 ori respectiv; pentru aronia valorile activității antioxidante în mediul acid au scăzut semnificativ, iar în mediul alcalin activitatea antioxidantă nu s-a modificat esențial. În extractele de tescovină activitatea antioxidantă nu s-a modificat esențial în intervalul pH 2,6 - 8,8 în raport cu controlul. Creșterea pH de la 2,6 la 8,8 diminuează probabilitatea tranzițiilor $\pi - \pi^*$ și p orbitalii din moleculele antocienilor se extind, formând un sistem conjugat. Modificarea culorii antocienilor de la roșu în mediu acid la incolor în mediu alcalin este asociată atât cu creșterea structurii de rezonanță, cât și cu formarea unei structuri plane, care permite electronilor π să se răspândească mai uniform pe moleculă, subcapitol 5.1, [41].

10. Ionii de Ca^{2+} au cel mai important efect asupra parametrilor cromatici ai extractelor de tescovină, fapt care se datorează procesului de polimerizare a polifenolilor și complexării antocienilor. În extractele de aronia ionii de Ca^{2+} , au redus AA cu 32,2% în raport cu proba de control, iar în extractele de tescovină a fost atestată o dependență directă dintre reducerea AA și concentrația ionilor de Ca^{2+} . Cauza cea mai probabilă este complexarea antocienilor sau derivaților flavonoidelor cu ionii metalici, aceștia contribuind la reducerea AA a CBA prin indisponibilizarea atomilor de oxigen legați de ionul metalic, subcapitol 5.2, [45].

11. Pudrele vegetale au realizat o AAM de nivel variat față de microorganismele patogene cercetate, datorită conținutului diferit de polifenoli, în special a derivațiilor de quercetină și acidului galic. Pudra de cătină a avut cele mai mici CMI și CMB, fiind urmată de măceș, tescovină, aronia și păducel. *E. coli* a prezentat rezistență față de aronia, iar *K. pneumoniae* a manifestat rezistența față de pudrele de aronia, păducel și tescovină de struguri. Pudrele de cătină și de măceș au manifestat efect bactericid împotriva tuturor microorganismelor patogene studiate; pudrele de păducel și de tescovină de struguri - împotriva *S. aureus* și *E. coli*, iar pudra de aronia - numai împotriva *S. aureus*, subcapitol 5.3, [46].

12. Au fost elaborate 7 tehnologii de fabricarea a produselor făinoase, zaharoase și lactate cu adaosuri variate de extracte hidrosolubile, liposolubile, pudre din fructe de pădure și tescovină de struguri. Tehnologiile elaborate au fost optimizate pe baza următoarelor criterii: analiza senzorială, în vederea acceptabilității produselor de către consumatori; corespunderea indicilor de calitate documentelor normative față de fiecare categorie de produs; stabilitatea microbiologică, în vederea aprecierii termenului de valabilitate a produselor; AA și bioaccesibilitatea CBA *in situ* și în condițiile digestiei gastrice, *in vitro*, capitole 6-7.

PROPUNERI DE UTILIZARE A REZULTATELOR OBȚINUTE ÎN DOMENIILE ECONOMICE

În cadrul tezei au fost elaborate o serie de procedee de fabricarea a produselor funcționale cu adaosuri vegetale și extracte din pudre de fructe de pădure și tescovină de struguri, care sunt recomandate pentru implementarea lor în industria alimentară:

I. Procedeele de extracție a complexului de CBA hidrosolubili din pudre de fructe de pădure și tescovină de struguri, conform brevetului de invenție [45, 73].

II. Procedeele de extracție a complexului de CBA liposolubili din fructe de măceș, cătină și scoruș, conform brevetului de invenție [66, 67].

III. Tehnologia de fabricare a pastelor făinoase cu pudre de măceș și de aronia.

Adaosul de pudre vegetale de măceș și de aronia în concentrații de 1,5%; 3% și 5% a evidențiat următoarele:

- adăugarea pudrelor vegetale a condus la reducerea cantității de gluten umed și de gluten uscat, în cazul măceșului cu 9,6% și 6,35% și în cazul aroniei cu 2,2% și 2,7% respectiv în raport cu PM, din cauza capacității mai mare de hidratare a pudrelor decât a făinii de grâu;

- au fost influențate pozitiv proprietățile elastice ale glutenului, valorile IDK s-au redus de la 84 u.c. (PM), aparținând grupului „satisfăcător slab”, la 77 u.c. (măceș) și 78 u.c. (aronia), ce corespunde glutenului ”bun” și grupei de calitate întâi, datorită acțiunii acizilor organici (ascorbic, malic, citric etc.) din pudrele vegetale asupra proteinelor din făină de grâu cu formarea legăturilor disulfidice -S-S- în interiorul matricei glutenice;

- a fost influențată comportarea reologică a proprietăților empirice ale aluatului cu și fără pudre de măceș și de aronia. S-a demonstrat că mărirea concentrației a pudrelor vegetale a condus la creșterea tenacității, extensibilității aluatului, indicelui de umflare, energiei de deformare și la reducerea raportului de configurare al curbei (P/L), cu excepția probei cu măceș cu concentrația de 5%, în care P/L a crescut până la 2,61 în raport cu PM – 2,41. Acest fapt s-a datorat prezenței acizilor organici, fibrelor alimentare, substanțelor pectice din pudre de măceș și de aronia. Analiza de sensibilitate constată că la pudra de aronia influențele concentrației asupra proprietăților reologice ale aluatului sunt în general mai mari decât la pudra de măceș;

- calitatea pastelor făinoase cu adaos vegetal determinată prin analiza senzorială (gustul, mirosul, culoarea, aspectul) și fizico-chimică (fracția masică de umiditate, evoluția acidității în timp, fracția masică de produse sparte și însușirile culinare), este în corespundere cu datele din reglementări tehnice pentru paste făinoase.

- s-a demonstrat că pastele fierte cu pudre vegetale în concentrații 1,5-5% au manifestat AA determinată în condiții digestiei gastrice *in vitro*, valorile fiind în intervalul 2,42 – 22,71% inhibat în raport cu PM, care nu au manifestat AA;

- analiza parametrilor CIELab a pastelor făinoase crude și fierte a demonstrat ca operația de fierbere a contribuit la scăderea valorilor tuturor parametrilor cromatici L^* , a^* și b^* , din cauza degradării termice a pigmentilor și eliminării lor în apă de fierbere;

- concentrația de 3% de pudră vegetală este optimă pentru fabricarea pastelor, iar analiza evoluției a acidității timp de 150 de zile a permis stabilirea termenului de valabilitate până la 5 luni.

IV. Tehnologia de fabricare a turtelor dulci glazurate fortificate cu pudre și extracte din fructe de cătină, măceș și păducel [60].

Adaosul de pudre vegetale are influență pozitivă asupra indicilor senzoriali, în special a gustului, mirosului și culorii. De asemenea, este atestată o ameliorare a consistenței turtelor și contribuie la menținerea prospețimii, sporește stabilitatea microbiologică și AA. Analiza de sensibilitate a evidențiat influențe diferite a concentrațiilor a pudrelor vegetale și duratei de păstrare asupra calității, stabilității microbiologice și AA în funcție de tipul fructelor de pădure utilizate. Adaosul vegetal a influențat pozitiv indicatorii de calitate și s-a stabilit concentrația optimă de pudră și durata de păstrare a turtelor dulci glazurate: cu cătina și măceșul – 2% și 25 zile, iar cu păducelul – 4% și 45 zile respectiv.

V. Tehnologia de fabricare a bomboanelor de tip jeleu cu extracte hidroalcolice concentrate din fructe de cătină, măceș, aronia și tescovina de struguri [62, 63].

S-a demonstrat că există dependența directă dintre concentrația de extract adăugat la prepararea jeleurilor și sporirii valorilor indicatorilor fizico-chimici, stabilității microbiologice, parametrilor cromatici și AA a bomboanelor. Analiza de sensibilitate a demonstrat diferită influența a concentrațiilor extractelor vegetale și a duratei de păstrare asupra indicatorilor de calitate. Pentru jeleuri cu cătină și cu măceș concentrația optimă de extract constituie 2% f.m.p., pentru bomboanele cu aronia și cu tescovina de struguri – 1,5% f.m.p. și termenul de valabilitate 2 luni.

VI. Tehnologia de fabricare a maselor de cofetărie cu extracte și cu pudre din fructe de aronia și de cătină.

Adaosul de pudre de aronia cu concentrația de 5% f.m.p. (PEPA) și de cătină de 4% f.m.p. (PEPC) influențează pozitiv indicatorii de calitate și stabilitatea microbiologică a maselor de cofetărie în timpul păstrării. Se recomandă ca termenul de valabilitate să fie până la 60 de zile în condiții de ambalare și păstrare la $20 \pm 1^\circ\text{C}$ și ϕ max. 75%. Analiza parametrilor cromatici demonstrează influență pozitivă a pudrelor vegetale asupra saturației culorii a maselor de cofetărie. Probele cu extracte și cu pudre vegetale au manifestat AA, valorile fiind considerabil mai mari: 32,20% (PEPA) și 21,42% inhibat (PEPC) în raport cu PM. În timpul păstrării este atestată reducerea AA, dar totuși valorile au rămas pozitive, manifestând capacitatea antioxidantă sporită a bomboanelor în raport cu PM.

VII. Tehnologia de fabricare a iaurtului funcțional fortificat cu extracte concentrate din fructe de cătină, măceș, păducel și aronia [64].

Se recomandă adaosul de extracte concentrate în proporție de 1% f.m.p. Evoluția caracteristicilor senzoriale și a indicatorilor fizico-chimici în timpul păstrării a optsprezece zile atestă că probele de IC pot fi păstrate maximum treisprezece zile, iar probele de IM, IPd și IAr – cincisprezece zile, datorită compoziției chimice a fructelor de pădure. Analiza parametrilor cromatici CIELab în probe de iaurt a demonstrat prezența pigmentilor de culoare în funcție de tipul extractul utilizat. Se atestă că toate probele de iaurt manifestă valori pozitive și ridicate AA determinată *in vitro*, datorită conținutului fitochimic ai extractelor, dar și activității metabolice a bacteriilor lactice din cultura starter. Investigarea AAM ai extractelor din fructe de pădure asupra dezvoltării *L. monocitogenes* și *L. monocytogenes* EGDe a demonstrat că extractele de cătină și de măceș prezintă AAM împotriva ambelor tulpini de bacterii patogene Listeriei, extractul de aronia a manifestat AAM numai asupra *L. monocytogenes* EGDe, iar extractul de păducel nu a manifestat AAM împotriva Listeriei. Evaluarea efectului bactericid ai extractelor de aronia în concentrații 0,5%; 0,75% și 1% în probele de iaurt care au fost infectate cu *L. monocytogenes*, a demonstrat că în timpul păstrării în toate probele de iaurt s-a redus numărul bacteriilor patogene, inclusiv în PM, iar în probele fortificate cu extracte de aronia, rata de reducere a fost mult mai mare.

VIII. Tehnologii de fabricare a cremei de brânză cu extracte din fructe de cătină, măceș, scoruș, păducel și aronia [66-68].

Adaosurile de extracte concentrate de cătină și măceș (2,5% f.m.p.), de păducel și aronia (1,5% f.m.p.) și extracte liposolubile din cătină, măceș, păducel și de scoruș (2,5% f.m.p.) asigură o culoare atractivă a produsului și o AA sporită. Evoluția indicatorilor de calitate a cremelor de brânză cu extracte din fructe de pădure în timpul păstrării, a demonstrat că acestea corespund valorilor admise reglementate. În cazul probelor cu extracte hidroalcoolice, termenul de valabilitate a CrC să fie maximum zece zile și a CrM, CrP și CrAr - treisprezece zile, iar în cazul tuturor probelor cu extracte liposolubile - maximum treisprezece zile, pentru a menține caracteristicile senzoriale, în special culoarea, mirosul și gustul specific a fructelor de pădure. S-a constatat că valorile a AA sunt pozitive, în special în probele de cremă de brânză cu extracte din fructe de pădure, fiind o argumentare esențială în favoarea alimentelor fortificate.

SUGESTII PRIVIND POTENȚIALELE DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

1. Obținerea și stabilizarea unor extracte de carotenoide din alte surse vegetale.
2. Diminuarea contaminării produselor de panificație cu microorganisme patogene care provoacă boala cartofului (întinderii) prin utilizarea CBA de origine vegetală.
3. Tehnologii de obținere a fibrelor alimentare din surse horticoale.
4. Obținerea substanțelor de spumare și emulsionare de origine vegetală în vederea utilizării lor în produse alimentare

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. ZABODALOVA, L. *Scientific basis for creating functional products. Study guide*. SPb: ITMO University; IHiBT, 2015, p. 8. (in Russian).
2. INETIANBOR, J., YAKUBU, J., EZEONU, S. Effects of food additives and preservatives on man - a review. *Asian Journal of Science and Technology*, 2015, 6 (2), 1118–1135.
3. JUVAN, S., BARTOL, T., BOH, B. Data structuring and classification in newly-emerging scientific fields. *Online Information Review*, 2005, 29, 483-498.
4. LISITSYN, A., CHERNUKHA, I., LUNINA, O. Modern trends in the development of the functional food industry in Russia and abroad. *Theory and practice of meat processing*, 2018, 3(1), 29–45. (in Russian).
5. BOBRENEVA, I. Approaches to the creation of functional food products, Monograph, St. Petersburg, IC Intermedia, 2012, 180 p. (in Russian).
6. DONCHENKO, L. *Functional food technology*. Moscow: Yurayt Publishing House, 2018, 10-17. (in Russian).
7. **GHENDOV-MOȘANU, A.** *Compuși biologici activi de origine horticultură pentru alimente funcționale*. Ed. TUM, Chisinau, 2018, 236.
8. KOLYADICH, E.S., LILISHENTSEVA, A.N., SHRAMCHENKO, O.V., LAVRINENKO, N.I. Study of the properties of extracts from medicinal and aromatic raw materials. *Food industry: science and technology*, 2008, 1 (1), 83–87. (in Russian).
9. PRASAD, K.N., YANG, E., YI, C., ZHAO, M., JIANG, Y. Effects of high pressure extraction on the extraction yield, total phenolic content and antioxidant activity of longan fruit pericarp. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2009, 10 (2), 155-159.
10. **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA A., BOEȘTEAN O., DICUSAR G. Kinetics of extraction of water soluble substances of the wine-making wastes. *Papers of the International Symposium EuroAliment*, Galați, România, 3-5 octombrie 2013, 59-60.
11. BOSTYNA, S., DESTANDAU, E., CHARPENTIERD, J.-P. SERRANOF, V. et al. Optimization and kinetic modelling of robinetin and dihydrorobinetin extraction from *Robinia pseudoacacia* wood. *Industrial Crops & Products*, 2018, 126: 22-30
12. CVETKOVIĆ, A.-M., JURINA, T., VALINGER, D., JURINJAK TUŠEK, A. et al. The estimation of kinetic parameters of the solid-liquid extraction process of the lavender flower (*Lavandula x hybrida* L.). *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 2018, 10 (1), 1-9.
13. PATIL, D.M., AKAMANCHI, K.G. Ultrasound-assisted rapid extraction and kinetic modelling of influential factors: extraction of camptothecin from *Nothapodytes nimmoniana* plant. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2017, 37, 582–591.
14. GALANAKIS, C., GOULAS, V., TSAKONA, S., MANGANARIS, G. et al. A knowledge base for the recovery of natural phenols with different solvents. *International Journal of Food Properties*, 2013, 16, 382–396.
15. WIJNGAARD, H.H., BRUNTON, N. The optimisation of solid–liquid extraction of antioxidants from apple pomace by response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 2010, 96 (1), 134-140.
16. FULEKI, T., FRANCIS, F.J. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J Food Sci.*, 1968, 33(1), 72-77.
17. GAO, Z. Extraction, Separation, and Purification of Blueberry Anthocyanin Using Ethyl Alcohol. *Kemija u industriji/Journal of Chemists and Chemical Engineers*, 2017, 66, (11-12), 655-659.
18. PATIL, G., MADHUSUDHAN, M.C., RAVINDRA, B.B., RAGHAVARAO, K. Extraction, dealcoholization and concentration of anthocyanin from red radish. *Chem. Eng. Process: Process Intensification*, 2009, 48 (1), 364–369.
19. SHI, J., YU J., POHORLY, J.E., KAKUDA, Y. Polyphenolics in Grape Seeds-Biochemistry and Functionality. *Journal of Medicinal Food*, 2003, 6 (4), 291-299.
20. FELHI, S., DAOUD, A., HAJLAOUI, H., MNAFGUI, K. et al. Solvent extraction effects on phytochemical constituents profiles, antioxidant and antimicrobial activities and functional group

- analysis of *Ecballium elaterium* seeds and peels fruits. *Food Sci. Technol, Campinas*, 2017, 37(3), 483-492.
21. HOELZ, L., HORTA, B., ARAUJO, J., ALBUQUERQUE, M. et al. Quantitative structure-activity relationships of antioxidant phenolic compounds. *J Chem Pharm Res*, 2010, 2(5), 291–306.
 22. CRAFT, B.D., KERRIHARD, A.L., AMAROWICZ, R., PEGG, R.B. Phenol-based antioxidants and the *in vitro* methods used for their assessment. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2012, 11, 148-173.
 23. CASTAÑEDA-OVANDO, A., PACHECO-HERNÁNDEZ, L., PÁEZ-HERNÁNDEZ, E., RODRÍGUEZ J.A. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 2009, 113, 859–871.
 24. DAVID, L., DANCIU, V., MOLDOVAN, B., FILIP, A. Effects of *in vitro* gastrointestinal digestion on the antioxidant capacity and anthocyanin content of cornelian cherry fruit extract. *Antioxidants*, 2019, 8, 114.
 25. BUCIĆ-KOJIĆ, A., PLANINIC, M., TOMAS, S., JAKOBEK, L. et al. Influence of solvent and temperature on extraction of phenolic compounds from grape seed, antioxidant activity and colour of extract. *International Journal of Food Science and Technology*, 2009, 44, 2394–2401.
 26. SPIGNO, G., TRAMELLI, L., DE FAVERI, D.M. Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of Food Engineering*, 2007, 81, 200-208.
 27. WONG, D.W.S. *Mechanism and Theory in Food Chemistry*. Ed. Springer, 2018, 450.
 28. FERNANDO REYES, L., CISNEROS-ZEVALLOS, L. Degradation kinetics and colour of anthocyanins in aqueous extracts of purple- and red-flesh potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Food Chemistry*, 2007, 100, 885–894.
 29. CORRALES, M., FERNÁNDEZ GARCÍA, A., BUTZ, P., TAUSCHER, B. Extraction of anthocyanins from grape skins assisted by high hydrostatic pressure. *Journal of Food Engineering*, 2009, 90, 415–421.
 30. Hotărârea Guvernului a RM nr. 434 din 27.05.2010 cu privire la aprobarea Reglementărilor tehnice „Uleiuri vegetale comestibile”, publicată: 04.06.2010 în Monitorul Oficial, nr. 87–90, art. nr. 510.
 31. O'BRIEN, R. D. *Fats and Oils. Formulating and Processing for Applications*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2004, p.744.
 32. **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA, R., LUNG, I., OPRIS, O., PATRAȘ A. The characteristics of the composition and antioxidancy capacity of forest fruits' oily extracts. *The 8 th International Symposium "EuroAliment"*, Galati, Romania, 7-8 septembrie 2017, 66-67.
 33. RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. *Food carotenoids: chemistry, biology and technology*. Ed. Wiley Blackwell, 2016, 82-95, 225-254.
 34. ROȘCA, I., STURZA, R., **MOȘANU-GHENDOV, A.** Determination of the peroxide ratio of sunflower oil in the presence of sea buckthorn and rose hip extracts. *The 8th International Symposium "EuroAliment"*, Galati, Romania, 2017, 58.
 35. MUHLACK, R.A., POTUMARTHI, R., JEFFERY, D.W. Sustainable wineries through waste valorisation: a review of grape marc utilisation for value-added products. *Journal Waste Management*, 2018, 72, 99–118.
 36. VEGGI, P.C., MARTINEZ, J., MEIRELES, M.A.M. *Fundamentals of microwave extraction. In: Microwave-assisted extraction for bioactive compounds. Theory and practice*. Ed. Chemat F., Cravotto G. Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2013, 15-52.
 37. BOURAS, M., CHADNI, M., BARBA, F. J., GRIMI, N. et al. Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from Quercus bark. *Journal of Industrial Crops and Products*, 2015, 77: 590 – 601.
 38. ZIELINSKA, M., ZIELINSKA, D., MARKOWSKI, M. The effect of microwave-vacuum pretreatment on the drying kinetics, color and the content of bioactive compounds in osmo-microwave-vacuum dried cranberries (*Vaccinium macrocarpon*), *Food and Bioprocess Technology*, 2017, 11, 585-602.

39. MARQUEZ, A., PEREZ-SERRATOSA, M., VARO, M. A., MERIDA, J. Effect of temperature on the anthocyanin extraction and color evolution during controlled dehydration of Tempranillo grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2014, 62(31), 7897–7902.
40. PINTEA, A., ANDREI, S., BELE, C., RUGINA, D. *Chimie și Biochimie - Caiet de lucrări practice*. Ed. Academic Pres Cluj, 2015, 138-140.
41. CRISTEA E., **GHENDOV-MOȘANU A.** Valorificarea tescovinei de struguri în industria alimentară. În: Principii de dezvoltare a oenologiei moderne și organizarea pieței vitivinicole. Ed. Tehnică-UTM, 2020, 284-319.
42. KIM, D-O, LEE, C.Y. Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free radical and its structural relationship. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2004, 44, 253–73.
43. ARIGA, T., HAMANO, M. Antioxidative properties of proanthocyanidins. Part II. Radical scavenging action and its mode in procyanidins B-1 and B-3 from azuki beans to peroxy radicals. *Agric. Biol. Chem.* 1990, 54, 2499–2504.
44. MEI, X., QIN, H., WANG, J., WANG, G. et al. Studies on physicochemical characteristics of anthocyanin from super dark maize. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2014, 2 (3), 109-114.
45. CRISTEA, E., STURZA, R., **GHENDOV-MOSANU, A.**, PATRAS, A. Procedeu de obținere a extractului de tescovină de struguri. Brevet de invenție, MD 1136, 2017-09-13.
46. **GHENDOV-MOȘANU, A.**, COJOCARI, D., BALAN, G., STURZA, R. Antimicrobial activity of rose hip and hawthorn powders on pathogenic bacteria. *Journal Engineering Science*, 2018, 4, 100–107.
47. **GHENDOV-MOȘANU, A.**, COJOCARI, D., BALAN, G., TURCULEȚ, N., SANDULACHI E., STURZA, R. Antimicrobial activity of sea buckthorn powder against four pathogenic bacteria strains. *International Conference Achievements and perspectives of modern chemistry dedicated to the 60th anniversary from the foundation of the Institute of Chemistry*, 2019, 39.
48. CUSHNIE, T., LAMB, A. Antimicrobial activity of flavonoids. *Int. J. Antimicrob. Agents*, 2006, 27, 181.
49. WANG, S.; YAO, J.; ZHOU, B.; YANG, J. et al. Bacteriostatic Effect of Quercetin as an Antibiotic Alternative In Vivo and Its Antibacterial Mechanism In Vitro. *J. Food Prot.*, 2018, 81, 68–78.
50. MINEKUS, M.; ALMINGER, M.; ALVITO, P.; BALLANCE, S. et al. A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. *Food Functional*, 2014, 5, 1113–1124.
51. YONEKURA, L., NAGAO A. Intestinal absorption of dietary carotenoids. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2007, 51, 107-115.
52. AL-YAFEAI, A., BÖHM, V. In vitro bioaccessibility of carotenoids and vitamin E in rosehip products and tomato paste as affected by pectin contents and food processing. *J. Agric. Food Chem.*, 2018, 66, 3801–3809.
53. SCHWEIGGERT, R. M., KOPEC, R. E., VILLALOBOS-GUTIERREZ, M. G., HÖGEL, J. et al. Carotenoids are more bioavailable from papaya than from tomato and carrot in humans: a randomised cross-over study. *British Journal of Nutrition*, 2014, 111, 490-498.
54. PARKER, R.S. Bioavailability of carotenoids. *Eur J Clin Nutrition*, 1997, 51 (Suppl. 1), S86–90.
55. VAN HET HOF, K. H., DE BOER, B. C., TIJBURG, L. B., LUCIUS, B. R. et al. Carotenoid bioavailability in humans from tomatoes processed in different ways determined from the carotenoid response in the triglyceride-rich lipoprotein fraction of plasma after a single consumption and in plasma after four days of consumption. *Journal of Nutrition*, 2000, 130 (5), 1189-1196.
56. BORDEI, D. Tehnologia modernă a panificației. Ed. AGIR 2005, p. 102-105.
57. Hotărârea Guvernului a RM nr.775 din 03.07.2007 cu privire la aprobarea cerințelor Produse de panificație și paste făinoase, Publicat : 20.07.2007 în Monitorul Oficial Nr. 103-106 art. nr: 822.
58. PILAR DE TORRE, M., CAVERO, R.Y., CALVO, M.I., VIZMANOS, J.L. A simple and a reliable method to quantify antioxidant activity in vivo. *Antioxidants*, 2019, 8, 142.

59. CERVANTES-PAZ, B., YAHIA, E., DE JESUS ORNELAS-PAZ, J., VICTORIA-CAMPOS, C. et al. Antioxidant activity and content of chlorophylls and carotenoids in raw and heat-processed Jalapeno peppers at intermediate stages of ripening. *Food Chemistry*, 2014, 146, 188–196.
60. **GHENDOV-MOȘANU, A., CRISTEA, E., PATRAS, A., STURZA, R., NICULAU M.** Rose hips, a valuable source of antioxidants to improve gingerbread characteristics. *Molecules*, 2020, 25, 5659.
61. **GHENDOV-MOȘANU, A.** The use of dog-rose (*Rosa canina*) fruits in the production of marshmallow-type candy. *Journal Food and Environment Safety*, Suceava, 2018, 1, 59-65.
62. **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., CHIRIȚA, E., PATRAȘ, A.** Valorization of wine-making by-products in the production of jelly candies. *Online magazine Italian Food Materials and Machinery*, 2016, 12-15.
63. **GHENDOV-MOȘANU, A., CRISTEA, E., STURZA, R., NICULAU, M., PATRAS, A.** Synthetic dye's substitution with chokeberry extract in jelly candies. *Journal of Food Science and Technology*, 2020.
64. **POPESCU L., GHENDOV-MOȘANU A., STURZA R., PATRAȘ A., LUNG I., OPRIS O.-I., SORAN M. – L.** Procedeu de fabricare a iaurtului cu valoare biologică înaltă. *Brevet de invenție de scurtă durată*, 9692, 2020.12.28.
65. **SANDULACHI, E., COJOCARI, D., BALAN, G., POPESCU, L., GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R.** Antimicrobial effects of berries on *Listeria monocytogenes*. *Food and Nutrition Sciences*, 2020, 11, 873-886.
66. **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., OPRIS, O., LUNG, I., POPESCU, L., POPOVICI, V., SORAN, L., PATRAȘ, A.** Effect of lipophilic sea buckthorn extract on cream cheese properties. *Journal Food Science Technology*, 2019, <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04094-w>.
67. **GHENDOV-MOȘANU, A., POPESCU, L., STURZA, R., LUNG, I. et al.** Procedeu de fabricare a cremeii de brânză funcționale. *Brevet de invenție de scurtă durată*. MD 1290 (13) Y 2018.10.31.
68. **GHENDOV-MOȘANU, A., POPESCU, L., STURZA, R., LUNG, I. et al.** Procedeu de fabricare a desertului de brânză funcțional. *Brevet de invenție de scurtă durată*. MD 1289 (13) Y 2018.10.31.
69. **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, A., DICUSAR G.** Kinetics of the extraction of water-soluble substances from wine-making waste. *XX International Scientific and Technical Conference "Mechanical Engineering and Technosphere of the XXI Century"*, 2013, 138-141.
70. **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., BOEȘTEAN, O., PATRAȘ, A.** Capitalization of hydroalcoholic extracts from the aronia fruits as a source of antioxidants for functional foods. *Conferința Internațională, MTFI-2014*, Chișinău, 2014, 184-189.
71. **GHENDOV-MOȘANU, A., CRISTEA, E., PATRAS, A., STURZA, R. et al.** Potential Application of Hippophae Rhamnoides in Wheat Bread Production. *Molecules*, 2020, 25, 1272.
72. **GHENDOV-MOȘANU, A., POPESCU, L., LUNG, I., OPRIS, O.-E., SORAN, M.-L., STURZA, R.** Utilizarea extractului de păducel pentru fabricarea cremeii de brânză funcționale. *Akademos*, 2018, 4 (51), 45-51.
73. **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, A., PATRAȘ, A.** Procedeu de obținere a polifenolilor din tescovina de struguri. *Brevet de scurtă durată*. MD-825 Z, 2015.05.31.
74. **OPRIȘ, O., LUNG I., SORAN, L., STURZA, R., GHENDOV-MOȘANU, A.** Fondant candies enriched with antioxidants from aronia berries and grape marc. *Revista de chimie*, 2020, 71 (2), 74-79.

LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI

1. Cărți de specialitate

1.1. cărți de specialitate monoautor

- **GHENDOV-MOȘANU, A.** Compușii biologic activi de origine horticolă pentru alimente funcționale. Red. șt. R. STURZA. Ch.: UTM, 2018. 350 p. ISBN 978-9975-45-531-2

1.2. cărți de specialitate colective

- CRISTEA, E., **GHENDOV-MOȘANU, A.** Valorificarea tescovinei de struguri în industria alimentară. In: *Principii de dezvoltare a oenologiei moderne și organizarea pieței vitivinicole*. Resp. ed. R. STURZA. Ch.: ”Tehnica-Info”, UTM, 2020, 284-319. ISBN 978-9975-45-640-1.

2. Articole în reviste științifice

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

- **GHENDOV-MOȘANU, A., CRISTEA, E., PATRAS, A., STURZA, R., NICULAU, M.** Rose hips, a valuable source of antioxidants to improve gingerbread characteristics. *Molecules*, 2020, 25, 5659; doi:10.3390/molecules25235659 (**I.F. 3.06**)
- **GHENDOV-MOȘANU, A., CRISTEA, E., PATRAS, A., STURZA, R., PADUREANU, S., DESEATNICOVA, O., TURCULET, N., BOESTEAN, O., NICULAU, M.** Potential Application of Hippophae Rhamnoides in Wheat Bread Production. *Molecules*, 2020, 25, 1272, doi:10.3390/molecules25061272 (**I.F. 3.06**)
- CRISTEA, E., STURZA, R., JAUREGI, P., NICULAU, M., **GHENDOV-MOȘANU, A., PATRAS, A.** Influence of pH and ionic strength on the color parameters and antioxidant properties of an ethanolic red grape marc extract. *Journal Food Biochemistry*. 2019;e12788. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12788> (**I.F. 1.51**)
- **GHENDOV-MOȘANU, A., CRISTEA, E., STURZA, R., NICULAU, M., PATRAS, A.** Synthetic dye's substitution with chokeberry extract in jelly candies. *Journal of Food Science and Technology*, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04475-6> (**I.F. 1.849**)
- **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., OPRİȘ, O., LUNG, I., POPESCU, L., POPOVICI, V., SORAN, L., PATRAȘ, A.** Effect of lipophilic sea buckthorn extract on cream cheese properties. *Journal Food Science Technology*, 2019, <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04094-w> (**I.F. 1.849**)
- OPRİȘ, O., LUNG I., SORAN, L., STURZA, R., **GHENDOV-MOȘANU, A.** Fondant candies enriched with antioxidants from aronia berries and grape marc. *Revista de chimie*, 2020, 71 (2), 74-79 (**I.F. 1,605**)
- SANDULACHI, E., COJOCARI, D., BALAN, G., POPESCU, L., **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R.** Antimicrobial effects of berries on *Listeria monocytogenes*. *Food and Nutrition Sciences*, 2020, 11, 873-886. (**I.F. 0.97**).

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

- **GHENDOV-MOȘANU, A.** The use of dog-rose (*Rosa canina*) fruits in the production of marshmallow-type candy. *Revista Food and Environment Safety*, Suceava, 2018, 1, 59-65.
- SPINEL, A., STURZA, R., **MOȘANU, A., ZAGNAT, M., BORDENIUC, Gh.** Utilizarea extractului de antociani obținut din produse vinicole în prevenirea cariei dentare experimentale. *Revista Română de medicină dentară*, 2017, 20 (3), 161-175. ISSN: 1841-6942.
- STURZA R., **GHENDOV-MOȘANU A., DESEATNICOVA O., SUHODOL N.** Use of sea buckthorn fruits in the pastry manufacturing. *Revista Scientific Study & Research - Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry, CSCC6*, 2016, 17(1), 035-043.

<http://pubs.ub.ro/?pg=revues&rev=csc6&num=201601&vol=1&aid=4357>

• TURCULEȚ, N., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU, L., PATRAȘ, A. Impact de l'extrait de fruits d'argousier sur la qualité du beurre. *Lucrări științifice seria Horticultură, USAMV IAȘI*, 2018, 61 (2), 451-460.

• СТУРЗА Р., **ГЕНДОВ-МОШАНУ А.**, КИРИЦА Е. Использование масляных экстрактов из шиповника, облепихи и боярышника в технологии хлеба из пшеничной муки. *Журнал Кондитерское и Хлебопекарное Производство*, 2016, 6.

<http://www.breadbranch.com/magazine/archive/viewdoc/2016/5/1779.html>

• **GHENDOV-MOȘANU A.**, STURZA R., CHIRIȚA E., PATRAȘ A. Valorization of wine-making by-products in the production of jelly candies. *Online magazine Italian Food Materials and Machinery*, September, 2016., 12-15.

<http://italianfoodmaterialsandmachinery.com/numeri/ifmm-201604-september/>

2.3. în reviste din Registrul Național al revistelor de profil

-articole în reviste de tipul B+

• **GHENDOV-MOȘANU, A.**, COJOCARI, D., BALAN, G., STURZA, R. Antimicrobial activity of rose hip and hawthorn powders on pathogenic bacteria. *Journal of Engineering Science*, vol.4, 2018, 100-107, DOI:10.5281/zenodo.2576764.

• COJOCARI, D., STURZA, R., SANDULACHI, E., MACARI, A., BALAN, G., **GHENDOV-MOȘANU, A.** Inhibiting of accidental pathogenic microbiota in meat products with berry powders. *Journal of Engineering Science*, vol.1, 2019, 114-122, DOI: 10.5281/zenodo.2640056

• STURZA, R., SANDULACHI, E., COJOCARI, D., BALAN, G., POPESCU, L., **GHENDOV-MOȘANU, A.** Study of antimicrobial properties of berry powders in cream cheese. *Journal of Engineering Science*, vol.3, 2019, 125-136, DOI: 10.5281/zenodo.3464222

• **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA, R., CHERECHEȘ, T., PATRAȘ, A. A fuzzy logic approach for mathematical modeling of the extraction process of bioactive compounds. *Journal of Engineering Science*, vol.3, 2019, 89-99, DOI: 10.5281/zenodo.3444119

-articole în reviste de tipul B

• **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU, L., LUNG, I., OPRIȘ, O.-E., SORAN, M.-L., STURZA, R. Utilizarea extractului de păducel pentru fabricarea cremei de brânză funcțională/The use of hawthorn extract for manufacture of functional cheese cream. *Akademios*, 2018, 4 (51), 45-51.

-articole în reviste de tipul C

• **GHENDOV-MOȘANU, A.** Utilizarea coloranților naturali în industria alimentară. *Meridian Ingineresc*, 2017, 3, 26-35.

• POPOVICI, V., STURZA, R., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, SORAN, L., LUNG, I., PATRAȘ, A. Influența condițiilor de extracție asupra compoziției și activității antioxidante a extractelor liposolubile de măceșe. *Meridian ingineresc*, 2018, 1, 23-27.

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

• **GHENDOV-MOȘANU A.**, BOESTEAN O., DICUSAR G. Analiza compoziției chimice a fructelor de Aronia melanocarpa Elliot. Conferința Națională cu Participare Internațională, Ediția VI, cu tema „Provocări pentru Știință și Cercetare în Perioade de Criză”, Universitatea „Alma Mater”, Sibiu, 29-31 martie 2012, 2 (2), p.161-164.

• **GHENDOV-MOȘANU A.**, BOESTEAN O., DICUSAR G. Fruits of aronia Melanocarpa Elliot as object of drying. Conferința Internațională, MTFI, Chișinău, 01-03 noiembrie 2012, 1, p.83-88.

• **GHENDOV-MOȘANU A.**, STURZA A., DESEATNICOVA O., DICUSAR G., CHERECHEȘ T. Optimization of extraction process of biological active substances from pre-treated grape seeds in pulsed electric field. Conferința Internațională, MTFI-2014. Chișinău, 16-18 octombrie 2014. p. 46-51.

- **GHENDOV-MOȘANU A., STURZA R., BOEȘTEAN O., PATRAȘ A.** Capitalization of hydroalcoholic extracts from the aronia fruits as a source of antioxidants for functional foods. Conferința Internațională, MTFI-2014. Chișinău, 16-18 octombrie 2014. p. 184-189.
 - **GHENDOV-MOȘANU A., STURZA R., CHIRIȚA E., PATRAȘ, A.** The use of plant oil extracts for the enhancement of bread microbiological safety. Conferința Internațională, MTFI-2016. Chișinău, 20-22 octombrie 2016. p.182-185.
 - **ГЕНДОВ-МОШАНУ А.А., СТУРЗА А.В., ДИКУСАР Г.К.** Кинетика экстракции водорастворимых веществ из отходов виноделия. XX Международная научно-техническая конференция “Машиностроение и техносфера XXI века”. 16 -21 сентября 2013 года, Донецк, стр. 138-141.
 - **GHENDOV-MOȘANU, A., RAILEAN, A., UNGUREANU, A., MOLOCENCO, O.** Marmeladă cu valoare biologică sporită. Conferința Tehnico-Științifico a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților UTM, 2016, 415-418.
 - **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., PATRAȘ, A.** Utilizarea materiei vegetale din fructe de măceș, cătina albă și păducel în tehnologie de panificație. Conferința Științifică Internațională “Perspectivele și problemele integrării în spațiul european al cercetării și educației”, Universitatea de Stat “B.P. Hasdeu”, 7 iunie 2017, 1, 283-286.
 - **RAILEAN A., GHENDOV-MOȘANU A., STURZA R.** Cercetarea adaosului de extract din fructe de măceș asupra calității bomboanelor de tip „gummy bears”. Conferința Tehnico – Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților U.T.M., Chișinău, 26-28 noiembrie 2015, 2, p. 51-58.
 - **RAILEAN A., GHENDOV-MOȘANU A., STURZA R.** Utilizarea extractului de aronie pentru obținerea marmeladei cu valoare biologică sporită. Conferința Jubiliară Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților consacrată de-a 50-a Aniversării a U.T.M., 20-21 octombrie 2014, 2, p. 70-81.
- **teze ale comunicărilor științifice**
- **GHENDOV-MOSANU A., STURZA R., DICUSAR G., PATRAS A.** L’Optimisation du processus d’extraction des substances antioxydantes des fruits d’aronia. Lucrările al VIII-lea colocviu franco-român de chimie aplicată, CoFrRoCa-2014, Montpellier (France), p. 132.
 - **GHENDOV-MOSANU A., STURZA R., CRISTEA E., PATRAS A.** Utilisation du supplément d’églantier pour la fabrication des gâteaux glacés. CISA-2016, Conference Proceedings. Abstracts, Vasile Alecsandri University of Bacau, Romania, June 02-04 2016., p.108-109.
 - **GHENDOV-MOSANU, A., STURZA, R., CHERECHES, T.** Applying stochastic analysis of experimental data to optimize the bioactive compounds extraction from agro-food industry waste. Book of abstract of the 26th Conference on Applied and Industrial Mathematics, CAIM-2018, 20-23 september 2018, 48-49.
 - **GHENDOV-MOȘANU A., PATRAȘ A., STURZA A.** DPPH° (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) scavenging activity and phenolic content of grape-based beverages. Conferința "Horticultura - știință, calitate, diversitate și armonie"24- 26 mai 2013, Iași, România. Teze, p.63.
 - **GHENDOV-MOȘANU A., STURZA R., POPESCU L., CHIRIȚA E., PATRAȘ A.** Cream cheese with sea buckthorn berry extract. Papers of the International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 22-24 septembrie 2015, p. 57-58.
 - **GHENDOV-MOȘANU A., DESEATNICOV O., STURZA A.** Extraction of tannins from the grape seeds pre-treated in pulsed electric power. Papers of the International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 3-5 octombrie 2013, p. 61-62.
 - **CRISTEA E., STURZA R., NICULAU M., GHENDOV-MOȘANU A., PATRAȘ A.** The influence of copigmentation, pH and ionic force on the antioxidant activity and colour parameters of chokeberry (Aronia Melanocarpa) extract. 8th International Congress Pigments in Food. Colored Food for Health Benefits. 28 June-01- July 2016, Cluj-Napoca, Romania, p.87.
 - **GHENDOV-MOȘANU A., STURZA A., BOESTEAN O., DICUSAR G.** Kinetics of extraction of water soluble substances of the wine-making wastes. Papers of the International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 3-5 octombrie 2013, p. 59-60.

- **GHENDOV-MOȘANU, A.** Biological active compounds of horticultural origin for confectionery products. Conferința Internațională, MTFI-2018. Chișinău, 18-20 octombrie 2018, 222.
- **GHENDOV-MOȘANU, A., CARAMAN, S., TURCULEȚ, N., RUBȚOV, S., STURZA, R.** Technologies de protection des gâteaux sucrés glacés. *9th International Symposium EuroAliment-2019*, 5-6 September 2019, Galați, România, 133.
- **GHENDOV-MOȘANU, A., COJOCARI, D., BALAN, G., TURCULEȚ, N., SANDULACHI E., STURZA, R.** Antimicrobial activity of sea buckthorn powder against four pathogenic bacteria strains. *International Conference Achievements and perspectives of modern chemistry dedicated to the 60th anniversary from the foundation of the Institute of Chemistry*, 2019, 39
- **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., CHERECHES, T., PATRAȘ, A.** Applying of information analysis of experimental data to optimize the extraction of bioactive compounds from berries. *Conferința Internațională, MTFI-2018*. Chișinău, 18-20 octombrie 2018, 62.
- **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., CRISTEA, E., SORAN, M.L., PATRAȘ, A.** The use of the information analysis to optimize the extraction process of antioxidants from winery waste. Book of abstract of the 8 th International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 7-8 septembrie 2017, 67-68.
- **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., LUNG, I., OPRIS, O., PATRAȘ A.** The characteristics of the composition and antioxidant capacity of forest fruits’ oily extracts. Book of abstract of the 8 th International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 7-8 septembrie 2017, 66-67.
- **GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R., SANDULACHI, E., PATRAȘ, A.** Diminution de la contamination des produits de panification en bactéries sporulées *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*. CoFrRoCA-2018, Bacău 27-29 June 2018, 97.
- **GHENDOV-MOȘANU, A., VEVERIȚĂ, E., TURCULEȚ, N., STURZA, R.** The manufacture of bakery products from triticale flour. *9th International Symposium EuroAliment-2019*, 5-6 September 2019, Galați, România, 44.
- **LUNG, L., OPRIS, O., STAN, M., GHENDOV-MOȘANU A., SORAN M.L., STURZA, R.** Quantification of antioxidant activity of hawthorns fruits and food applications Book of abstract of the 8 th International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 7-8 septembrie 2017, 84.
- **MACARI, A., COJOCARI, D., BORȘ, A., ARVINTE, A., GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R.** The manufacture of sausages with addition of powder from hawthorn berries. *9th International Symposium EuroAliment-2019*, 5-6 September 2019, Galați, România, 47.
- **OPRIȘ, O., LUNG, I., STAN, M., SORAN, M.L., STURZA, R., GHENDOV-MOȘANU, A.** Optimization of polyphenols extraction from sea buckthorn and sea buckthorn groats. Book of abstract of the 8 th International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 7-8 septembrie 2017, 83. ISSN 1843-5114
- **POPESCU, L., GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R.** The influence of powders and hydroalcoholic extracts from rosehip and aronia fruits on ice cream quality. *9th International Symposium EuroAliment-2019*, 5-6 September 2019, Galați, România, 57.
- **POPOVICI V., STURZA, R., GHENDOV-MOȘANU, A., SORAN, L., LUNG, I.** Total carotenoid content evaluation of functional food products with rosehip powder (*Rosa canina*). *International Conference Achievements and perspectives of modern chemistry dedicated to the 60th anniversary from the foundation of the Institute of Chemistry*, 2019, 236.
- **RAILEAN, M., GHENDOV-MOȘANU, A., STURZA, R.** The influence of thermal processing on the content of bioactive compounds and antioxidant activity in rosehip pomace. VI International Scientific and Technical Conference TC-2020, Lutsk, Ukraine, June 2-4 2020, 65-66.
- **ROȘCA, I., STURZA, R., MOȘANU-GHENDOV, A.** Determination of the peroxide ratio of sunflower oil in the presence of sea buckthorn and rose hip extracts. Book of abstract of the 8 th International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 7-8 septembrie 2017, 58.

- SPINEI A., STURZA R., **GHENDOV-MOȘANU A.** The effect of applying the anthocyanin extract obtained from wine byproducts on oral cariogenic biofilms. Papers of the International Symposium “EuroAliment”, Galati, Romania, 3-5 octombrie 2013, p. 45-47.
- STURZA R., **GHENDOV-MOȘANU A.**, PATRAS A. Dechets de l’horticulture pour la production d’aliments fonctionnels. The 9th edition of International Conference of Applied Sciences, CISA-2015, 04-06 june 2015, Bacău, România, p.115.
- STURZA, R., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, RUBTOV, S. Produits de pâtisserie avec des fruits d’eglantier. CoFrRoCA-2018, Bacău 27-29 June 2018, 91
- STURZA, R., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, SANDULACHI, E. Réduction de la contamination des produits de boulangerie avec *Bacillus mesentericus*. *Travaux de réunion du réseau universitaire régional dans le domaine de la santé, la nutrition et la sécurité alimentaire*, Galati, Université « Dunarea de Jos de Galati », Roumanie, le 14-15 décembre 2018.
- STURZA, R., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, SANDULACHI, E., BĂLAN, G., COJOCARI, D. Use of berries to reduce the contamination of bakery products. *Conferința Internațională, MTFI-2018*. Chișinău, 18-20 octombrie 2018, 289.
- STURZA, R., ONOFREI, D.-L., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, RUBȚOV, S. Développement et caractérisation des produits de confiserie fonctionnels enrichis en poudre de baies d’argousier. *9th International Symposium EuroAliment-2019*, 5-6 September 2019, Galați, România, 136.
- TRUȘCA, M.R.C., OPRIȘ, O., LUNG, I., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA, R., SORAN, M.L. Optimization of polyphenols extraction from hawthorn fruits. Book of abstract of the 11th International Conference “Processes in Isotopes and Molecules”, Cluj-Napoca, Romania, 27-29 septembrie 2017, 27.
- **GHENDOV-MOȘANU A.** Coloranți alimentari în concepția alimentației sănătoase. Conferința științifică internațională patrimoniul de ieri – implicații în dezvoltarea societății durabile de mâine, AȘM, 2021, 54.
- **GHENDOV-MOȘANU A.** Natural dyes in the concept of healthy eating. International scientific conference Yesterday’s heritage – implications for the development of tomorrow’s sustainable society, ASM, 2021, 56.

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

4.2. eliberate de Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală

- **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA, A., PATRAȘ, A. Procedeu de obținere a polifenolilor din tescovina de struguri. Brevet de invenție de scurtă durată. MD-825 Z, 2015.05.31.
- CRISTEA E., STURZA R., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, PATRAȘ A. Procedeu de stabilizare a culorii extractului de tescovină de struguri. Brevet de invenție de scurtă durată. MD-1136 Z, 2017.11.30.
- **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU, L., STURZA, R., LUNG, I., OPRIȘ, O. I., SORAN, M.-L., STAN M. *Procedeu de fabricare a desertului de brânză funcțional*. Brevet de scurtă durată. MD-1289 (Y), OBIP 11/2018.
- **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU, L., STURZA, R., LUNG, I., OPRIȘ, O.-I., SORAN, M. – L. *Procedeu de fabricare a cremei de brânză funcționale*. Brevet de scurtă durată. MD-1290 (Y), OBIP No. 11/2018.
- POPESCU, L., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA, R., COJOCARI, D., BALAN, G., BULGARU, V. Procedeu de fabricare a înghețatei. Brevet de invenție de scurtă durată. 1451 (13) Y. BOPI, 2020, 8, 57.
- POPOVICI, V., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA, R., DESEATNICOVA, O. Procedeu de stabilizare a uleiurilor vegetale. Brevet de invenție de scurtă durată. Hotărârea nr. 9670 din 2020.12.02.
- POPESCU L., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA R., PATRAȘ A., LUNG I., OPRIȘ O.-I., SORAN M. – L. Procedeu de fabricare a iaurtului cu valoare biologică înaltă. Brevet de invenție de scurtă durată, 9692, 2020a.12.28.

- TURCULEȚ N., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA R., VEVERIȚĂ E. și alții. Procedeu de fabricare a pâinii din făină de triticale. Hotărârea nr.9722, 2021.02.18.

5. Alte lucrări și realizări specifice diferitor domenii științifice

- **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA A., PATRAȘ A. Procedeu de obținere a polifenolilor din tescovina de struguri. *Catalog oficial Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2015*. Secțiunea A. Chișinău, 25-20 noiembrie 2015, p. 56.
- **GHENDOV-MOȘANU, A.** Compuși biologic activi de origine horticolă pentru alimente funcționale. *Salonul internațional al cercetării științifice, inovării și inventicii PRO INVENT 2019 - ediția XVII, Cluj-Napoca, România*.
- **GHENDOV-MOȘANU, A.** Compuși biologic activi de origine horticolă pentru alimente funcționale. *Proceedings of the 11th Edition of EUROINVENT-2019*, Iași, România, 626.
- **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU L., STURZA, R., LUNG I., OPRIȘ, O., SORAN, L., Process for producing a functional curd cream. *Proceedings of the 12th edition of EuroInvent European Exhibition of Creativity and Innovation*, Iași, România, 2020, 163.
- **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU, L., STURZA, R., LUNG, I., OPRIȘ, O.-E., SORAN, M.-L. Procedeu de fabricare a cremei de brânză funcționale / Process for producing a functional curd cream. *Catalog oficial INFOINVENT-2019*, 162
- **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU, L., STURZA, R., LUNG, I., OPRIȘ, O., SORAN, L. Process for producing a functional curd dessert. *Proceedings of the 11th Edition of EUROINVENT-2019*, Iași, România, 176
- LUNG, I., OPRIȘ, O.-I., SORAN, M. – L., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU, L., STURZA, R. Procedeu de fabricare a desertului de brânză funcțional. *Salonul internațional al cercetării științifice, inovării și inventicii PRO INVENT 2019 - ediția XVII, Cluj-Napoca, România*.
- POPESCU L., **GHENDOV-MOȘANU, A.**, STURZA, R., LUNG I., OPRIȘ, O., SORAN, L. Process for producing a functional curd dessert. *Salonul internațional al cercetării științifice, inovării și inventicii, PRO INVENT 2020*, 18 - 20 noiembrie 2020, 347.
- **GHENDOV-MOȘANU, A.** Obtaining and stabilizing dyes, antioxidants and preservatives of plant origin for functional foods. *Proceedings of the 12th edition of EuroInvent European Exhibition of Creativity and Innovation*, 2020, 154.
- **GHENDOV-MOȘANU, A.**, POPESCU L., STURZA, R., LUNG I., OPRIȘ, O., SORAN, L., Process for producing a functional curd cream. *Proceedings of the 12th edition of EuroInvent European Exhibition of Creativity and Innovation*, 2020, 163.

ADNOTARE

Ghendov-Moșanu Aliona: Obținerea și stabilizarea unor coloranți, antioxidanți și conservanți de origine vegetală pentru alimente funcționale, teză de doctor habilitat în științe ingineresti, Chișinău, 2021.

Structura tezei: constă din introducere, 7 capitole, concluzii și recomandări, bibliografie din 488 de titluri, 9 anexe, 212 de pagini de text de bază, 99 de figuri, 69 tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 72 de lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: extracte, pudre vegetale, compuși biologic activi, coloranți, antioxidanți, conservanți, alimente funcționale, calitate.

Scopul lucrării: Stabilirea principiilor teoretice și practice de obținere și stabilizare a unor coloranți, antioxidanți și conservanți de origine naturală prin elucidarea transformărilor chimice, fizico-chimice și biochimice care au loc în condiții de extracție, păstrare și la adăugarea materiei vegetale în produse alimentare, cu formularea tehnologiei unor alimente funcționale.

Obiectivele lucrării: Determinarea hidromodulului optim pentru extragerea complexului de CBA și aplicarea modelelor matematice empirice pentru descrierea cineticii procesului de extracție; influența condițiilor de extracție convențională, a diferitor tehnici de „*extracții verzi*” și tratărilor termice asupra randamentului CBA din fructe de pădure și tescovina de struguri, a activității antioxidante și parametrilor cromatici; influența pH și efectul ionilor metalici prezenți în alimente asupra stabilizării culorii extractelor și activității lor antioxidante; determinarea activității microbiostatice a materiei vegetale, a bioaccesibilității CBA *in vitro*; elaborarea tehnologiilor de fabricare a unor alimente funcționale, determinarea indicatorilor de calitate și inofensivitate, a parametrilor cromatici și activității antioxidante și evoluția lor în timpul pastrării.

Noutatea și originalitatea științifică: În premieră au fost examinate toate etapele de obținere și stabilizare a CBA din fructe de pădure și tescovină de struguri cu utilizarea metaboliților secundari din materia vegetală cu proprietăți de colorare, antioxidante și antimicrobiene pentru substituirea coloranților, antioxidanților și conservanților de origine sintetică în formularea unor alimente funcționale.

Rezultatele principale: S-a determinat hidromodulul optim pentru extragerea complexului hidrosolubil din fructe de pădure și tescovina de struguri, care asigură obținerea unui conținut important de CBA și un consum optim de solvent; a fost elucidată influența condițiilor de extracție convențională, a diferitor tehnici de „*extracții verzi*” și tratărilor termice asupra randamentului CBA hidrosolubili și liposolubili din fructe de pădure și tescovina de struguri, activității antioxidante și parametrilor cromatici CIELab; s-a demonstrat influența pH și efectul ionilor metalici prezenți în alimente asupra stabilizării culorii extractelor și activității antioxidante; s-a determinat activitatea microbiostatică a materiei vegetale asupra microorganismelor patogene; bioaccesibilitatea carotenoidelor a fost determinată *in vitro*; au fost elaborate tehnologii de fabricare a unor alimente funcționale cu determinarea indicatorilor de calitate, parametrilor cromatici, activității antioxidante *in vitro* și evoluția lor în timpul pastrării.

Semnificația teoretică: În premieră a fost elaborată metodologia de determinare a hidromodulului optim pentru extracția complexului hidrosolubil în sistem solid-lichid; în premieră pentru prima dată au fost aplicate diferite metode informatice precum analiza informației mutuale și sensibilitate, de corelație canonică, modele matematice ca funcție spline cubică și mulțimi fuzzy pentru stabilirea influenței condițiilor de extracție și a parametrilor tehnologici asupra randamentului CBA, a calității, inofensivității și valorii biologice a alimentelor funcționale.

Valoarea aplicativă: Au fost propuse și realizate procedee de obținere și stabilizare a culorii extractelor vegetale; tehnologii de fabricare a unor alimente funcționale, inclusiv produse făinoase, zaharoase, produse lactate. Au fost obținute 8 brevete de invenții.

Implementarea rezultatelor științifice: Rezultatele cercetărilor au fost implementate la SRL ”Rose Line” și la FPC ”Ungar”. Anumite capitole ale tezei sunt incluse în programele de învățământ pentru pregătirea specialiștilor la programele de studii de licență și master: Tehnologia Produselor Alimentare, Tehnologie și Management în Alimentația Publică, Alimentație și Nutriție, Calitatea și Securitatea Produselor Alimentare, Managementul Restaurantelor și Servicii de Caterings și Oenologie, Enoturism și Piețe Vitivinicole.

ANNOTATION

Ghendov-Moşanu Aliona: Obtaining and stabilizing dyes, antioxidants and preservatives of plant origin for functional foods, dissertation of PhD habilitatus of engineering sciences, Chisinau, 2021.

Thesis structure: The thesis consists of an introduction, 7 chapters, general conclusions and recommendations, bibliography - 488 sources, 9 annexes, 212 pages of the main text, 99 figures, 69 tables. The results are published in 72 scientific articles.

Keywords: extracts, vegetable powders, biologically active compounds, dyes, antioxidants, preservatives, functional foods, quality.

The purpose of the work: Establishing the theoretical and practical principles of obtaining and stabilizing dyes, antioxidants and preservatives of natural origin by elucidating chemical, physico-chemical and biochemical transformations that take place under conditions of extraction, storage and addition of plant matter in food, with the formulation of technology of some functional foods.

Objectives: Determination of the optimal hydromodule for the extraction of the BAC complex and application of empirical mathematical models to describe the kinetics of the extraction process; the influence of conventional extraction conditions, of different “*green extractions*” techniques and heat treatments on the yield of BAC from berries and grape marc, of antioxidant activity and chromatic parameters; the influence of pH and the effect of metal ions present in food on the color stabilization of extracts and their antioxidant activity; determination of the microbiostatic activity of the vegetal matter, of the bioavailability BAC *in vitro*; elaboration of functional food manufacturing technologies, determination of quality and food safety indicators, of chromatic parameters and antioxidant activity and their evolution during storage.

Scientific novelty and originality: For the first time, all stages of obtaining and stabilizing BAC from berries and grape marc with the use of secondary metabolites of plant matter with coloring, antioxidant and antimicrobial properties were examined in order to replace synthetic dyes, antioxidants and preservatives in the formulation of functional foods.

Main results: The optimal hydromodule for the extraction of the water-soluble complex from berries and grape marc was determined, which ensures the obtaining of an important BAC content and an optimal solvent consumption; the influence of conventional extraction conditions, various “*green extractions*” techniques and heat treatments on the water-soluble and fat-soluble BAC yield of berries and grape marc, antioxidant activity and CIELab chromatic parameters was elucidated; the influence of pH and the effect of metal ions present in food on the color stabilization of extracts and antioxidant activity has been demonstrated; the microbiostatic activity of the vegetal matter on the pathogenic microorganisms was determined; the bioavailability of carotenoids was determined *in vitro*; technologies for the manufacture of functional foods have been developed with the determination of quality indicators, chromatic parameters, *in vitro* antioxidant activity and their evolution during storage.

Theoretical significance: For the first time, the methodology for determining the optimal hydromodule for the extraction of the water-soluble complex in solid-liquid system was elaborated; for the first time various Informatics methods such as analysis of mutual information and sensitivity, canonical correlation, mathematical models as cubic spleen function and fuzzy sets were applied to determine the influence of extraction conditions and technological parameters on the yield of BAC, quality, food safety and on biological value of functional foods.

Applicative value: Processes for obtaining and stabilizing the color of plant extracts were proposed and performed; technologies for manufacturing functional foods, including flour, sugar, dairy products. 8 patents have been obtained.

Implementation of scientific results: The research results were implemented at “Rose Line” LTD and at “Ungar” LTD. Certain chapters of the thesis are included in the curricula for the training of specialists in bachelor's and master's degree programs: Food Technology, Technology and Management in Public Catering, Food and Nutrition, Food Quality and Safety, Restaurant Management and Catering Services and Oenology, Wine Tourism and Wine Markets.

GHENDOV-MOȘANU ALIONA

**OBȚINEREA ȘI STABILIZAREA UNOR COLORANȚI,
ANTIOXIDANȚI ȘI CONSERVANȚI DE ORIGINE VEGETALĂ
PENTRU ALIMENTE FUNCȚIONALE**

253.01 - Tehnologia produselor alimentare de origine vegetală

Rezumatul tezei de doctor habilitat în științe inginerești

Aprobat spre tipar: 29.04.2021

Hârtie ofset. Tipar RISO

Coli de tipar: 4,5

Formatul hârtiei 60x84 1/16

Tiraj 50 ex.

Comanda nr. 75

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

Editura „TEHNICA-UTM”, MD 2045,

mun. Chișinău, str. Studenților 9/9