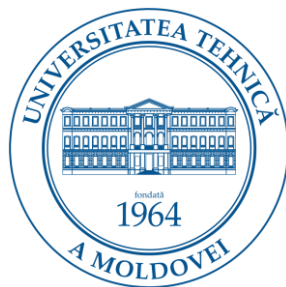


UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI



Cu titlu de manuscris

C. Z. U.: 637.146.041(043)

CUȘMENCO TATIANA

**AMELIORAREA VALORII BIOLOGICE A PRODUSELOR LACTATE
FERMENTATE CU INGREDIENTE BIOACTIVE DIN FRUCTE**

**253.02. - Tehnologia produselor alimentare de origine
animală**

Rezumatul tezei de doctor în științe ingineresti

CHIȘINĂU, 2025

Teza a fost elaborată în cadrul Școlii Doctorale a UTM, Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, Universitatea Tehnică a Moldovei.

Conducător științific:

MACARI Artur, dr., conf. univ., UTM

Comisia de îndrumare:

BULGARU Viorica, dr., conf. univ., UTM

NETREBA Natalia, dr., conf. univ., UTM

BOEȘTEAN Olga, dr., conf. univ., UTM

Componența comisiei de susținere publică a tezei de doctor:

SIMINIUC Rodica, președintă, doctor habilitat în științe inginerești, conferențiar universitar, UTM

MACARI Artur, membru, doctor în științe tehnice, conferențiar universitar, UTM

BULGARU Viorica, referent oficial, doctor în științe tehnice, conferențiar universitar, UTM

CARTĂȘEV Anatoli, referent oficial, doctor în științe biologice, lector universitar, Universitatea de Stat din Comrat

SAVA Parascovia, referent oficial, doctor habilitat în științe agricole, conferențiar cercetător, Institutul Național de Cercetări Aplicative în Agricultură și Medicină Veterinară

Susținerea va avea loc la 18.12.2025, ora 14.00, în ședința Comisiei de susținere publică a tezei de doctor, la Universitatea Tehnică a Moldovei pe adresa: str. Studenților 9/9, blocul de studii nr. 5, aud. 5-1, MD-2045, Chișinău, Republica Moldova.

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

Rezumatul a fost expediat la 03.11.2025

Conducător științific:

MACARI Artur, dr., conf. univ.

Autoare:

CUȘMENCO Tatiana



© Cușmenco Tatiana, 2025

CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII	4
CONȚINUTUL TEZEI	7
1. TEHNOLOGII INOVATOARE DE CONSERVARE A FRUCTELOR PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII IAURTURILOR	7
2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE	7
3. OPTIMIZAREA PROCESELOR DE PRELUCRARE A FRUCTELOR BACIFERE PRIN TEHNICI INOVATIVE	7
3.1. Analiza indicatorilor de calitate ai piureurilor din fructe bacifere	8
3.1.1 Caracteristici senzoriale ale piureurilor din fructe bacifere	8
3.1.2 Potențialul antioxidant și indicatorii microbiologici ai piureurilor din fructe bacifere	9
3.1.3 Indicatori fizico - chimici ai piureurilor din fructe bacifere	11
3.2. Efectul duratei de păstrare asupra indicatorilor de calitate ai piureurilor din fructe bacifere	13
3.2.1 Caracteristici senzoriale ale piureurilor din fructe bacifere la păstrare	13
3.2.2 Valoarea biologică a piureurilor din fructe bacifere la păstrare	14
3.2.3 Activitatea antioxidantă a piureurilor din fructe bacifere la păstrare	16
3.2.4 Indicatori microbiologici ai piureurilor din fructe bacifere la păstrare	18
4. STUDIUL INTERACȚIUNII DINTRE AMESTECUL DIN LAPTE DE CAPRĂ-VACĂ CU PIUREURI DIN FRUCTE BACIFERE ÎN OBȚINEREA IAURTULUI	20
4.1. Cercetarea procesului de fermentare în obținerea iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă	20
4.2. Analiza caracteristicilor senzoriale ale iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă	22
4.3. Evaluarea indicatorilor fizico - chimici ai iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă	23
4.4. Dezvoltarea iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere	24
4.4.1 Corelația dintre vâscozitatea dinamică și pH în timpul fermentării iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere	24
4.4.2 Analiza caracteristicilor senzoriale ale iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere	25
4.5. Modelul matematic ai iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere - produs finit.	26
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	28
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	30
LISTA PUBLICAȚIILOR AUTOAREI LA TEMA TEZEI	30
ADNOTARE	32
ABSTRACT	33
АННОТАЦИЯ	34

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Motivația alegerii subiectului. Industria alimentară se confruntă, în prezent, cu provocări majore legate de necesitatea asigurării unei alimentații echilibrate, diversificate și sigure, adaptate unui consumator tot mai informat și preocupat de sănătate. Cererea pentru produse funcționale, naturale și cu proprietăți benefice asupra organismului este în creștere, iar cercetarea științifică se concentrează pe optimizarea tehnologiilor de procesare și conservare a materiilor prime, astfel încât să fie menținute componentele bioactive și calitățile senzoriale ale produselor finite. Fructele bacifere, precum aronia, zmeura și căpșuna, reprezintă o sursă valoroasă de antioxidanți, în special polifenoli, antociani, flavonoide și vitamina C, care contribuie la protecția organismului împotriva stresului oxidativ și la reducerea riscului de afecțiuni cronice (Tamang et al., 2020; Gouda et al., 2021). Pe de altă parte, aceste fructe sunt extrem de perisabile, iar metodele convenționale de conservare, mai ales cele termice, afectează adesea calitatea nutritivă și funcțională. Totodată, interesul științific se îndreaptă spre identificarea soluțiilor tehnologice care să permită integrarea optimă a fructelor bacifere în matricea lactată, cu păstrarea proprietăților funcționale și a stabilității compușilor sensibili. Abordarea interdisciplinară, ce îmbină aspectele de biochimie, microbiologie și inginerie alimentară, este esențială pentru dezvoltarea unor produse cu valoare adăugată și pentru fundamentarea unor procese tehnologice moderne.

Actualitatea și importanța temei abordate. Produsele lactate fermentate, în special iaurtul, reprezintă una dintre cele mai populare categorii de alimente la nivel mondial. Datorită conținutului echilibrat de proteine, lipide, minerale și culturi lactice vii, iaurtul are beneficii asupra digestiei și sănătății microbiotei intestinale (Taleb et al., 2016; Verruck et al., 2019; Wang et al., 2023). O direcție de inovare constă și în utilizarea amestecului de lapte de capră și vacă. Laptele de capră este mai ușor digestibil, are un profil lipidic particular și potențial hipoalergenic, în timp ce laptele de vacă oferă textură fermă și structură proteică stabilă. Combinația celor două tipuri de lapte permite obținerea unor produse lactate fermentate cu proprietăți reologice și senzoriale superioare (Caleja et al., 2016; Gomez-Gallego et al., 2018). În acest sens, studiul de față răspunde atât unei necesități practice a industriei alimentare, cât și unui obiectiv științific de actualitate, prin fundamentarea proceselor de obținere a unor produse sigure, nutritive și funcționale. Totodată, cercetarea contribuie la consolidarea bazei de cunoștințe privind interacțiunile dintre compuși bioactivi ai fructelor și matricea lactată, aspect esențial pentru optimizarea proceselor tehnologice.

În contextul direcțiilor prioritare de dezvoltare a științei din Republica Moldova, tematica tezei se înscrie plener în liniile de cercetare de interes strategic la nivel național, orientate spre „Agricultura durabilă, securitatea alimentară și siguranța alimentelor”. Demersul științific se aliniază obiectivelor de modernizare a tehnologiilor alimentare, având ca finalitate crearea de

produse inovatoare, cu valoare biologică și funcțională superioară. O parte considerabilă a cercetărilor a fost realizată în cadrul Programului de Stat prin proiectul 20.80009.5107.09: „Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară” (2020 - 2023), sub conducerea științifică a prof. univ., dr. hab. Rodica Sturza, ceea ce a garantat integrarea rezultatelor obținute în circuitul științific național și aplicabilitatea lor practică pentru industria alimentară. În acest fel, teza contribuie atât la fundamentarea teoretică a unor soluții moderne de valorificare a resurselor agroalimentare, susținând dezvoltarea durabilă și competitivitatea Republicii Moldova.

Scopul cercetării: constă în obținerea piureurilor din fructe bacifere conservate prin metoda combinată de ultrasonificare și sterilizare cu păstrarea potențialului antioxidant ridicat și utilizarea acestora în fabricarea iaurtului cu valoare biologică ameliorată.

Obiectivul general al lucrării constă în elaborarea și fundamentarea științifică a unor tehnologii inovatoare de conservare a fructelor, în vederea utilizării acestora ca ingrediente funcționale în iaurturi, cu scopul de a îmbunătăți valoarea nutrițională, caracteristicile senzoriale și stabilitatea produsului finit.

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

1. Cercetarea influenței condițiilor de ultrasonificare și sterilizare asupra valorii biologice, potențialului antioxidant al piureurilor din fructe bacifere și stabilirea modelelor matematice pentru determinarea condițiilor optime de conservare.
2. Determinarea parametrilor optim de ultrasonificare și sterilizare asupra caracteristicilor senzoriale, indicatorilor fizico - chimici (aciditatea titrabilă, pH, conținut de substanță uscată, cenușă, proteină, fibre, zahăr), valorii biologice (acid *L*- hidroascorbic, conținutului total de antocieni) și activității antioxidante a piureurilor din fructe bacifere.
3. Determinarea raportului optim al amestecului din lapte de capră și vacă și elaborarea tehnologiei de fabricare a iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă.
4. Cercetarea influenței piureului din fructe bacifere în iaurt și duratei de păstrare a acestuia asupra caracteristicilor senzoriale, indicatorilor fizico - chimici, stabilității microbiologice, valorii biologice, activității antioxidante și stabilirea modelului matematic privind calitatea produsului finit.

Ipoteza de cercetare constă în faptul că metoda combinată de ultrasonificare și sterilizare permite păstrarea potențialului antioxidant ridicat al piureurilor din fructe bacifere și utilizarea acestora în fabricarea iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă cu valoare biologică ameliorată.

Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese. Pentru realizarea lucrării au fost studiate metode de conservare prin ultrasonificare și sterilizare, sau combinarea lor la temperatură și durată de timp diferită. Pentru caracterizarea piureurilor din fructe bacifere și iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere a fost aplicată metoda HPLC. Activitatea antioxidantă (DPPH și ABTS) a fost determinată atât pentru piureurile din fructe bacifere, cât și pentru iaurturile elaborate. Au fost aplicate metode de analiză senzoriale, microbiologice, fizico - chimice și texturale. S-au aplicat metode de prelucrare statistică și modelarea matematică a rezultatelor experimentale.

Importanța teoretică și inovația științifică a lucrării constă în determinarea condițiilor optime de conservare a piureurilor din fructe bacifere prin tratament termic combinat de ultrasonificare și sterilizare care permite păstrarea valorii biologice și activității antioxidante; identificarea condițiilor optime de conservare prin tratament termic combinat de ultrasonificare și sterilizare a piureurilor din fructe bacifere de calitate standardizată cu potențial antioxidant ridicat; argumentarea utilizării amestecului din lapte de capră și vacă în fabricarea iaurtului.

Semnificația teoretică: pentru prima dată a fost realizată modelarea cineticii metodei de conservare prin tratament termic de ultrasonificare și sterilizare a piureurilor din fructe bacifere la diferite condiții de temperatură și durată de timp; au fost stabilite condiții optime de conservare a tratamentului termic prin ultrasonificare și sterilizare a piureurilor din fructe bacifere asupra indicatorilor fizico - chimici, valorii biologice și activității antioxidante; au fost elaborate tehnologii de fabricare a iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă în care piureurile din fructe bacifere au fost utilizate ca umplutură pentru a îmbogăți valoarea biologică a produsului finit.

Aprobarea lucrării la foruri științifice naționale și internaționale. Rezultatele principale ale tezei au fost raportate la un șir de conferințe și simpozioane științifice naționale și internaționale.

Publicații la tema tezei. Rezultatele cercetării și problemele abordate în teză au fost publicate în 19 lucrări științifice, inclusiv un capitol în monografie colectivă, 7 articole științifice, un brevet de invenție de scurtă durată, 12 articole în culegeri și rezumate la manifestări științifice naționale și internaționale.

Sumarul capitolelor tezei. Lucrarea este expusă pe 139 de pagini dactilografiate și include următoarele capitole: adnotare în limbile română, engleză și rusă, introducere, 4 capitole, concluzii și recomandări, bibliografie cu 260 de surse. Lucrarea este ilustrată cu 35 de tabele și 49 de figuri, 2 anexe.

Cuvinte cheie: lapte de capră, lapte de vacă, fructe, cultură starter, iaurt, fermentare, aciditate, bacterii lactice, proteină, vâscozitate, textură, fermitate, sinereză, antioxidanți, stabilitate.

CONȚINUTUL TEZEI

1. TEHNOLOGII INOVATOARE DE CONSERVARE A FRUCTELOR PENTRU ÎMBUNĂȚIREA CALITĂȚII IAURTURILOR

Primul capitol al tezei prezintă analiza bibliografiei privind aplicarea tehnologiilor moderne de conservare a fructelor bacifere și integrarea acestora în produse lactate fermentate cu valoare biologică înaltă. Încorporarea piureurilor din fructe bacifere în iaurturile fermentate asigură o integrare armonioasă, conducând la produse cu stabilitate fizico - chimică ridicată, culoare naturală persistentă și valoare funcțională superioară. Astfel, combinația dintre tehnologiile inovatoare de conservare a fructelor, utilizarea laptelui mixt și adaosul de piureuri bacifere constituie o direcție promițătoare pentru dezvoltarea iaurturilor funcționale, cu beneficii nutriționale și impact pozitiv asupra sănătății consumatorilor.

2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Capitolul 2 descrie în detaliu materiile prime utilizate în cadrul cercetării, metodele aplicate pentru obținerea și conservarea piureurilor din fructe bacifere, precum și metodologia de analiză a iaurturilor fermentate obținute prin integrarea acestor ingrediente vegetale. Pentru realizarea experimentelor s-au utilizat fructe bacifere (aronia, căpșună, zmeură), lapte de vacă și capră, precum și reactivi specifici pentru analize fizico-chimice, senzoriale și microbiologice. Conservarea piureurilor s-a realizat printr-o metodă combinată: ultrasonificare la $70 \pm 1^\circ\text{C}$ timp de 12 ± 2 min, urmată de sterilizare la 105°C pentru 90 - 290 s. Parametrii au fost variați pentru a evalua impactul asupra compușilor bioactivi (acid *L*- hidroascorbic, antocieni), activității antioxidantă, caracteristicilor senzoriale și stabilității microbiologice. Datele experimentale au fost exprimate ca medii $\pm$ eroarea standard a mediei (ESM), calculate din trei determinări independente. Analiza statistică a fost realizată cu Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, SUA), utilizând ANOVA unidirecțională pentru identificarea diferențelor semnificative între grupuri, urmată de testul post-hoc Tukey. Diferențele au fost considerate semnificative la $p \leq 0,05$.

3. OPTIMIZAREA PROCESELOR DE PRELUCRARE A FRUCTELOR BACIFERE PRIN TEHNICI INOVATIVE

În acest capitol a fost studiată aplicarea tratamentelor termice cu ajutorul ultrasunetelor și combinarea tratamentului termic prin ultrasonificare și sterilizare în vederea prelungirii perioadei de valabilitate a piureurilor din fructe, care asigură o stabilitate microbiologică înaltă, îmbunătățește caracteristicile senzoriale, indicatorii fizico - chimici și conținutul de compuși biologic activi.

3.1 Analiza indicatorilor de calitate ai piureurilor din fructe bacifere

3.1.1 Caracteristici senzoriale ale piureurilor din fructe bacifere. Evaluarea senzorială a piureurilor din fructe bacifere a evidențiat o superioritate a tratamentului termic combinat prin ultrasonificare și sterilizare, comparativ cu tratamentele aplicate individual (doar sterilizare sau doar ultrasonificare), conform datelor prezentate în figura 1 (a, b, c). Astfel, pentru piureurile conservate prin ultrasonificare, punctajele medii ale acceptabilității generale au fost de 4,8 pentru piureurile de căpșună (PCUS) și zmeură (PZUS), respectiv 4,9 pentru piureul de aronia (PAUS). În schimb, piureurile supuse tratamentului combinat termic, care a inclus ultrasonificare urmată de sterilizare timp de 135 s, au înregistrat punctaje senzoriale mai ridicate: 4,9 pentru proba PC-1 (căpșună), 4,7 pentru PZ-1 (zmeură) și 5,0 pentru PA-1 (aronia). Piureurile din fructe bacifere

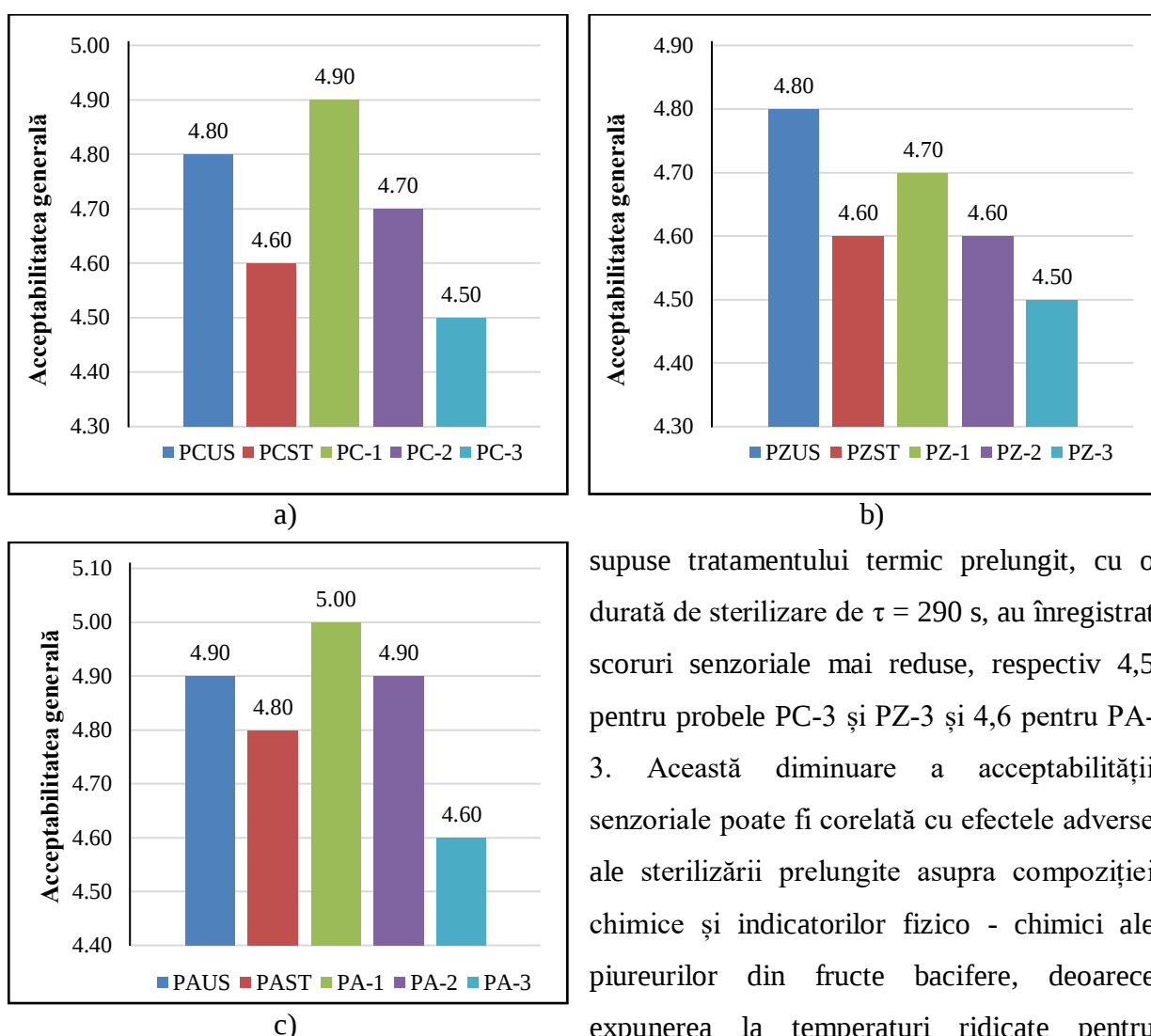


Fig. 1 Acceptabilitatea generală a piureurilor din fructe bacifere
a) piureuri din căpșună, b) piureuri din zmeură, c) piureuri din aronia

supuse tratamentului termic prelungit, cu o durată de sterilizare de $\tau = 290$ s, au înregistrat scoruri senzoriale mai reduse, respectiv 4,5 pentru probele PC-3 și PZ-3 și 4,6 pentru PA-3. Această diminuare a acceptabilității senzoriale poate fi corelată cu efectele adverse ale sterilizării prelungite asupra compoziției chimice și indicatorilor fizico - chimici ale piureurilor din fructe bacifere, deoarece expunerea la temperaturi ridicate pentru intervale prelungite favorizează degradarea compușilor aromatici volatili, esențiali pentru percepția olfactivă și gustativă.

3.1.2 Potențialul antioxidant și indicatorii microbiologici ai piureurilor din fructe bacifere. Tabelul 1 evidențiază potențialul antioxidant al piureurilor obținute din fructe bacifere, prin determinarea conținutului de acid *L*- hidroascorbic în condiții variate de tratament termic. Rezultatele indică faptul că tratamentul termic combinat, ce include ultrasonificarea la $70\pm 1^{\circ}\text{C}$ pentru 12-16 min, urmată de sterilizare la 105°C pentru 135 de s, asigură o păstrare mai bună ai acidului *L*- hidroascorbic în toate probele, comparativ cu regimul în care sterilizarea este extinsă la 290 de secunde. Concentrația maximă de acid *L*- hidroascorbic a fost înregistrată în probele PC-2 (39,53 mg/100 g) și PZ-2 (18,46 mg/100 g), în timp ce în proba PA-2 s-a observat un conținut mult mai redus (7,70 mg/100 g). Analiza comparativă a pierderilor de acid *L*- hidroascorbic a relevat o scădere de 21,07 % în piureurile de căpșună, 31,77 % în cele de zmeură și 68,23 % în cele de aronia, ca urmare a prelungirii duratei sterilizării. Degradarea acidului *L*- hidroascorbic în timpul tratamentului termic este explicabilă prin mecanisme termodegradative care includ oxidarea și descompunerea termică. În special, expunerea prelungită la temperaturi ridicate favorizează ruperea legăturilor chimice ale acidului *L*- hidroascorbic, ducând la formarea unor compuși inactivi din punct de vedere antioxidant. Diferențele substanțiale în gradul de degradare între tipurile de piureuri pot fi atribuite variabilității matricei alimentare și a compoziției chimice specifice fiecărui fruct, care influențează stabilitatea acidului *L*- hidroascorbic în timpul procesării termice. Astfel, matricea aroniei pare mai susceptibilă la degradare, fapt evidențiat de reducerea mai accentuată a concentrației de acid *L*- hidroascorbic în proba PA-2.

Valoarea maximă a conținutului total de antocieni a fost observată în proba PA-2, cu 150,51 mg/g, urmată de probele PZ-2 (71,98 mg/100 g) și PC-2 (37,72 mg/100 g). Cu toate acestea, prelungirea timpului de sterilizare a determinat o scădere semnificativă a conținutului de antocieni extractibili, valorile minime fiind înregistrate în probele PA-3 (104,59 mg/100 g), PZ-3 (61,62 mg/100 g) și PC-3 (28,21 mg/100 g). Reducerea conținutului de antocieni este atribuită atât mecanismelor termodegradative, cât și unor efecte tehnologice specifice procesului de sterilizare. Termic, antocienii sunt susceptibili la transformări chimice, inclusiv deshidratare și conversie către forme calconice instabile, care conduc la pierderea culorii și a capacității antioxidante. Din punct de vedere tehnologic, durata extinsă a sterilizării și temperaturile ridicate pot induce modificări structurale în matricea fructelor, cum ar fi gelificarea pectinelor și denaturarea proteinelor, care influențează accesibilitatea și stabilitatea antocienilor. Astfel, scăderea conținutului de antocieni în piureurile din fructe bacifere supuse sterilizării este rezultatul unei combinații între degradarea termică directă a pigmentilor și multiplele efecte tehnologice care alterează structura și compoziția matricei alimentare, influențând în final calitatea senzorială și valoarea nutrițională.

Tabelul 1. Efectul sterilizării asupra potențialului antioxidant și indicatorilor microbiologici ai piureurilor din fructe bacifere obținute prin ultrasonificare

Proba	Ultrasonificare		Sterilizare		Conținut de acid <i>L</i> - hidro- ascorbic, mg/100 g	Conținut total de antocieni, mg/100 g	Activitate antioxidantă		NTGFAnM, log UFC/g	Drojdii, mucegai, log UFC/g
	t, °C	τ, min	t, °C	τ, s			DPPH, mg TE/100 g	ABTS, mg TE/100 g		
Piureuri din căpșună										
PCUS	70	12	-	-	35,37±0,56	32,03±0,60	6,25±0,13	14,56±0,24	3,60	1,84
PCST	-	-	105	290	33,17±0,52	30,76±0,62	6,17±0,14	14,12±0,25	3,48	1,78
PC-1	70	12	105	90	31,06±0,53	31,80±0,63	6,83±0,15	12,97±0,21	3,43	1,30
PC-2				135	39,53±0,51	37,72±0,60	6,97±0,10	15,21±0,36	3,00	<1
PC-3				290	30,37±0,51	28,21±0,63	5,35±0,05	10,61±0,26	2,48	<1
Piureuri din zmeură										
PZUS	70	12	-	-	15,16±0,52	68,34±0,62	5,68±0,02	10,02±0,14	3,48	1,90
PZST	-	-	105	290	13,24±0,51	66,39±0,63	5,42±0,06	8,69±0,15	3,45	1,84
PZ-1	70	12	105	90	12,98±0,52	67,11±0,66	5,75±0,05	7,52±0,18	3,00	1,30
PZ-2				135	18,46±0,54	71,98±0,65	6,32±0,15	12,32±0,27	2,48	<1
PZ-3				290	10,45±0,53	61,62±0,61	5,31±0,11	4,65±0,04	2,00	<1
Piureuri din aronia										
PAUS	70	12	-	-	5,30±0,52	132,78±0,62	16,89±0,34	32,87±0,67	3,48	1,69
PAST	-	-	105	290	4,80±0,54	125,18±0,63	16,19±0,34	32,19±0,51	3,00	1,60
PA-1	70	12	105	90	4,38±0,58	129,39±0,64	15,25±0,31	31,83±0,65	2,90	<1
PA-2				135	7,70±0,55	150,51±0,64	17,54±0,35	39,72±0,95	2,30	<1
PA-3				290	3,14±0,53	104,59±0,63	10,89±0,22	27,68±0,79	2,00	<1

*Notă: PCUS- piureu din căpșună ultrasonificat, PCST- piureu din căpșună sterilizat, PC-1, PC-2 și PC-3- piureu din căpșună sterilizat timp de 90, 135 și 290 s; PZUS- piureu din zmeură ultrasonificat, PZST- piureu din zmeură sterilizat, PZ-1, PZ-2 și PZ-3- piureu din zmeură sterilizat timp de 90, 135 și 290 s; PAUS- piureu din aronia ultrasonificat, PAST- piureu din aronia sterilizat, PA-1, PA-2 și PA-3- piureu din aronia sterilizat timp de 90, 135 și 290 s; TTU- tratament termic prin ultrasonificare; TTS- tratament termic prin sterilizare. Valorile reprezintă media a trei determinări independente ± abaterea standard, $P \leq 0,05$

Probele care au înregistrat cele mai ridicate valori pentru acidul *L*- hidroascorbic și antocieni (PC-2, PZ-2, PA-2) au coincis cu valorile maxime de AA_{DPPH} și AA_{ABTS}, în timp ce sterilizarea prelungită (PC-3, PZ-3, PA-3) a fost asociată cu scăderea semnificativă a acestor indicatori, atât la nivel cantitativ cât și funcțional. Aceste tendințe sugerează că modificările structurale ale antocienilor și degradarea oxidativă a acidului *L*- hidroascorbic sunt procese sinergice care contribuie la pierderea activității antioxidante. Rezultatele indicatorilor microbiologici evidențiază faptul că numărul total de germeni mezofili aerobi (NTGFAnM) în toate probele analizate de piureuri din fructe bacifere s-a situat sub limita maximă admisibilă pentru acest tip de produse alimentare, respectiv 5 log UFC/g, conform reglementărilor în vigoare. S-a constatat că tratamentele termice combinate ce au integrat ultrasonificarea (70 ± 1 °C, timp de 12 min) și sterilizarea la 105 °C au fost cele mai eficiente în reducerea încărcăturii microbiene. Cele mai scăzute valori pentru NTGFAnM s-au înregistrat în cazul tratamentului termic combinat cu o durată de sterilizare extinsă la 290 s. Astfel, proba PC-3 a înregistrat un nivel de contaminare de 2,48 log UFC/g, în timp ce probele PZ-3 și PA-3 au prezentat o valoare minimă de 2,00 log UFC/g. În ceea ce privește prezența drojdiilor și mucegaiurilor, rezultatele nu au indicat depășiri ale pragului microbiologic admis, confirmând eficacitatea tratamentelor aplicate.

3.1.3 Indicatori fizico - chimici ai piureurilor din fructe bacifere. Tabelul 2 sintetizează efectele tratamentelor termice asupra indicatorilor fizico - chimici ai piureurilor din fructe bacifere. Rezultatele au arătat că valorile acidității titrabile și ale pH-ului nu au suferit modificări semnificative ($p < 0,05$). Astfel, AT a variat între 0,79 și 0,85%, iar pH-ul între 4,01 și 4,27, în funcție de tipul piureului din fructe. Valoarea maximă a substanței uscate a fost de 21,6 °Brix în piureul de aronia (PA-2), în timp ce restul probelor au prezentat valori între 8,4 și 8,9 °Brix. Pentru conținutul de cenușă piureurile din aronia au prezentat cele mai ridicate valori (0,77%). Cele mai ridicate valori ale conținutului de proteine au fost înregistrate în piureurile din aronia (4,11%), zmeură (1,25%) și căpșună (0,70%). Conținutul total de fibre a fost cel mai ridicat în piureul de zmeură (7,78%), în timp ce căpșunile și aronia au prezentat valori mai reduse, diferența reflectând structura specifică a țesutului fructelor și compoziția lor în celuloză, hemiceluloză și pectină. De asemenea, zaharurile totale au fost cele mai ridicate în piureurile din zmeură (11,90%), urmate de căpșună și aronia. Astfel, analiza statistică confirmă că tratamentele individuale de ultrasonificare sau combinate cu sterilizarea nu au produs modificări semnificative asupra indicatorilor fizico - chimici ai piureurilor din fructe bacifere ($p > 0,05$). Aceste rezultate sugerează că tratamentele termice aplicate au un impact minim asupra caracteristicilor fizice ale piureurilor din fructe bacifere, evidențiind astfel potențialul tehnologic și nutrițional pentru utilizări în industria alimentară.

Tabelul 2. Efectul ultrasonificării și sterilizării asupra indicatorilor fizico - chimici ai piureurilor din fructe bacifere

Proba	Ultrasonificare		Sterilizare		Aciditate titrabilă, %	pH	Conținut de substanță uscată, °Brix	Conținut de cenușă, %	Conținut de proteine, %	Conținut total de fibre, %	Conținut total de zahăr, g/100g
	t, °C	τ, min	t, °C	τ, s							
Piureuri din căpșună											
PCUS	70	12	-	-	0,81±0,06 * a.m.	4,24±0,01	8,3±0,1	0,64±0,01	0,67±0,02	1,98±0,04	9,71±0,05
PCST	-		105	290	0,80±0,06 * a.m.	4,23±0,02	8,1±0,2	0,63±0,01	0,65±0,02	1,96±0,02	9,67±0,04
PC-1	70	12	105	90	0,82±0,03 * a.m.	4,26±0,02	8,0±0,2	0,65±0,02	0,68±0,01	1,95±0,02	9,69±0,04
PC-2				135	0,84±0,04 * a.m.	4,27±0,01	8,4±0,1	0,68±0,01	0,70±0,02	2,03±0,04	9,74±0,03
PC-3				290	0,82±0,05 * a.m.	4,25±0,01	8,2±0,1	0,66±0,02	0,64±0,01	1,93±0,04	9,65±0,04
Piureuri din zmeură											
PZUS	70	12	-	-	0,80±0,05 ** a.a.	4,19±0,02	8,7±0,2	0,62±0,02	1,21±0,01	7,75±0,02	11,81±0,03
PZST	-		105	290	0,79±0,06 ** a.a.	4,17±0,02	8,6±0,2	0,60±0,01	1,18±0,01	7,71±0,02	11,77±0,04
PZ-1	70	12	105	90	0,82±0,02 ** a.a.	4,16±0,01	8,8±0,1	0,63±0,01	1,22±0,02	7,73±0,04	11,76±0,04
PZ-2				135	0,83±0,04 ** a.a.	4,21±0,02	8,9±0,1	0,66±0,02	1,25±0,02	7,78±0,04	11,90±0,04
PZ-3				290	0,81±0,07 ** a.a.	4,20±0,01	8,5±0,2	0,64±0,02	1,23±0,01	7,69±0,02	11,74±0,05
Piureuri din aronia											
PAUS	70	12	-	-	0,82±0,05 * a.m.	4,04±0,02	21,4±0,2	0,73±0,01	4,08±0,02	1,46±0,04	6,94±0,04
PAST	-		105	290	0,80±0,04 * a.m.	4,02±0,01	21,2±0,1	0,72±0,02	4,06±0,01	1,42±0,02	6,90±0,03
PA-1	70	12	105	90	0,82±0,05 * a.m.	4,01±0,01	21,1±0,2	0,74±0,01	4,05±0,01	1,40±0,02	6,93±0,04
PA-2				135	0,85±0,07 * a.m.	4,06±0,02	21,6±0,1	0,77±0,02	4,11±0,01	1,50±0,04	6,98±0,05
PA-3				290	0,83±0,03 * a.m.	4,03±0,01	21,0±0,1	0,75±0,01	4,04±0,02	1,39±0,02	6,75±0,04

*Notă: PCUS- piureu din căpșună ultrasonificat, PCST- piureu din căpșună sterilizat, PC-1, PC-2 și PC-3- piureu din căpșună sterilizat timp de 90, 135 și 290 s; PZUS- piureu din zmeură ultrasonificat, PZST- piureu din zmeură sterilizat, PZ-1, PZ-2 și PZ-3- piureu din zmeură sterilizat timp de 90, 135 și 290 s; PAUS- piureu din aronia ultrasonificat, PAST- piureu din aronia sterilizat, PA-1, PA-2 și PA-3- piureu din aronia sterilizat timp de 90, 135 și 290 s; TTU- tratament termic prin ultrasonificare; TTS- tratament termic prin sterilizare. * a.m.- acid malic, ** a.a.- acid ascorbic

Valorile reprezintă media a trei determinări independente ± abaterea standard, $P \leq 0,05$

3.2 Efectul duratei de păstrare asupra indicatorilor de calitate ai piureurilor din fructe bacifere

3.2.1 Caracteristici senzoriale ale piureurilor din fructe bacifere la păstrare. Evaluarea senzorială efectuată pe durata de păstrare, ilustrată în figura 2 (a, b, c), evidențiază diferențele între piureurile din căpșună, zmeură și aronia. Piureurile de căpșună au înregistrat cele mai ridicate scoruri de acceptabilitate pe toată durata păstrării. Gustul dulce, plăcut, cu o aciditate redusă comparativ cu celelalte probe, a fost un factor cheie în menținerea preferinței consumatorilor. Textura cremoasă și mai puțin fibroasă, împreună cu un miros dulce și un aspect uniform, au contribuit la stabilitatea senzorială superioară a acestui tip de piure. Piureurile din zmeură au păs-

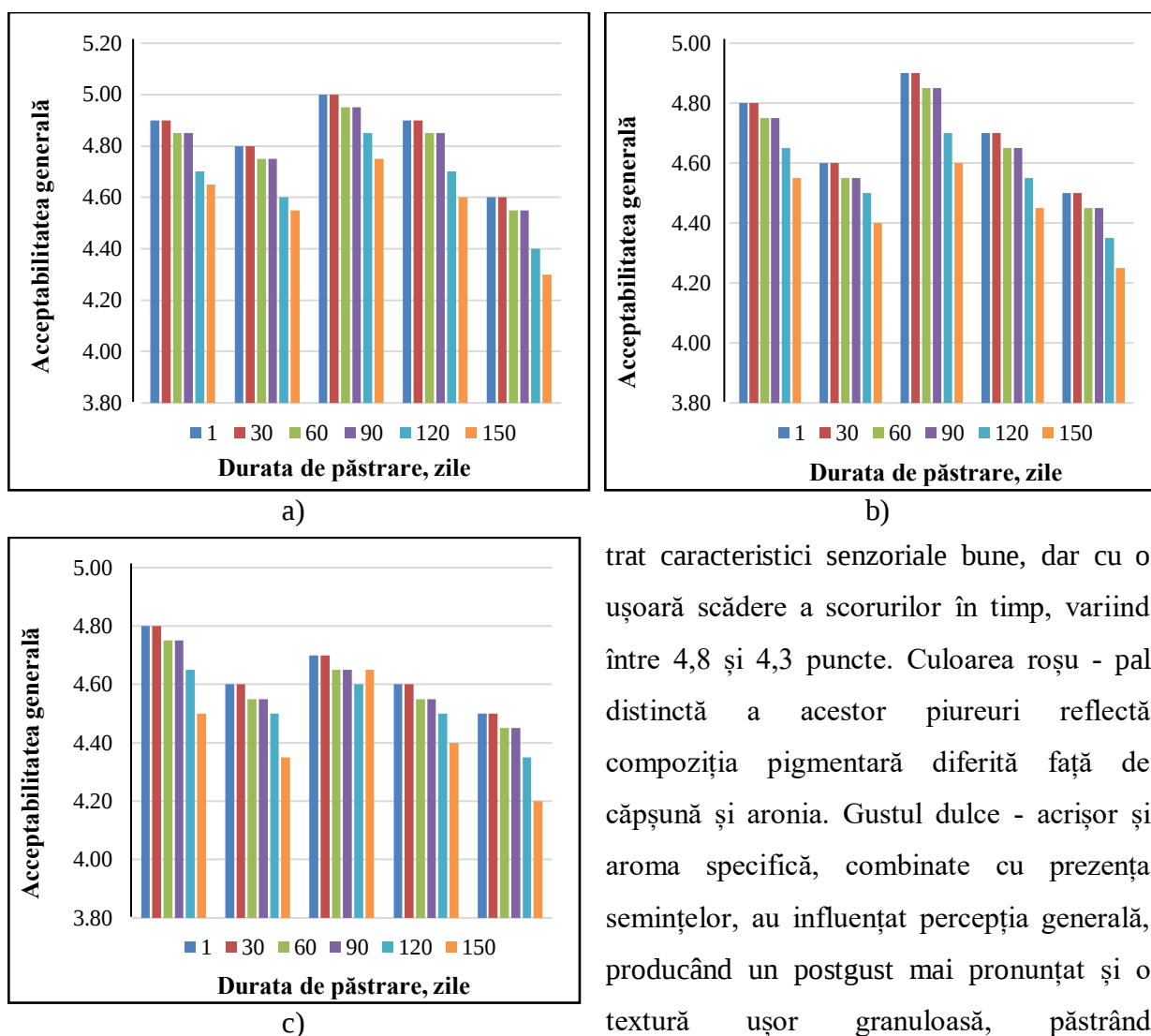


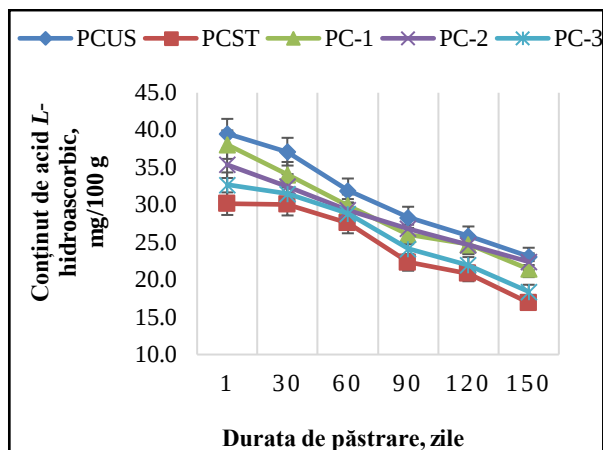
Fig. 2 Acceptabilitatea generală a piureurilor din fructe bacifere în timpul păstrării
a) piureuri din căpșună, b) piureuri din zmeură, c) piureuri din aronia

trat caracteristici senzoriale bune, dar cu o ușoară scădere a scorurilor în timp, variind între 4,8 și 4,3 puncte. Culoarea roșu - pal distinctă a acestor piureuri reflectă compoziția pigmentară diferită față de căpșună și aronia. Gustul dulce - acrișor și aroma specifică, combinate cu prezența semințelor, au influențat percepția generală, producând un postgust mai pronunțat și o textură ușor granuloasă, păstrând caracteristici bune, dar cu o ușoară scădere a scorurilor în timp, variind între 4,8 și 4,3 puncte. Piureurile din aronia au fost cele mai

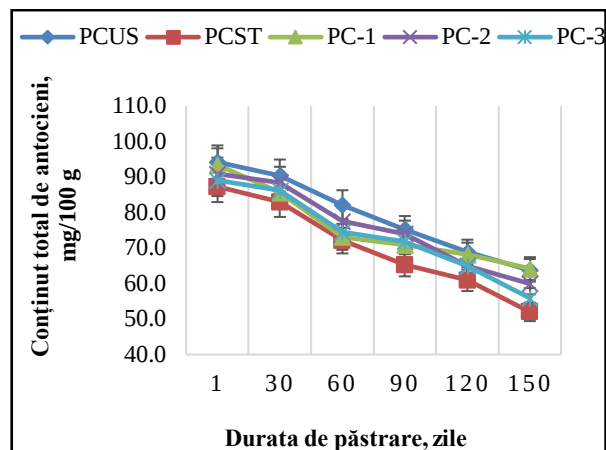
puțin apreciate în termeni de gust, cu scoruri între 4,7 și 4,2 puncte, manifestând o astringență pronunțată datorată conținutului ridicat de taninuri. Gustul mai puțin dulce și postgustul sec sunt caracteristici tipice pentru aronia, ce pot afecta acceptabilitatea produsului. Totodată, culoarea violet intensă a piureului de aronia indică o concentrație mare de antociani, compuși bioactivi care, deși benefici pentru sănătate, pot contribui la astringență. Acești factori explică evaluările senzoriale mai scăzute comparativ cu piureurile din căpșună și zmeură. Astfel, diferențele în evoluția caracteristicilor senzoriale pe durata păstrării sunt direct influențate de compoziția chimică specifică a fiecărui fruct, precum și de modul în care structura și compușii bioactivi răspund la tratamentele termice și la condițiile de păstrare.

3.2.2 Valoarea biologică a piureurilor din fructe bacifere la păstrare.

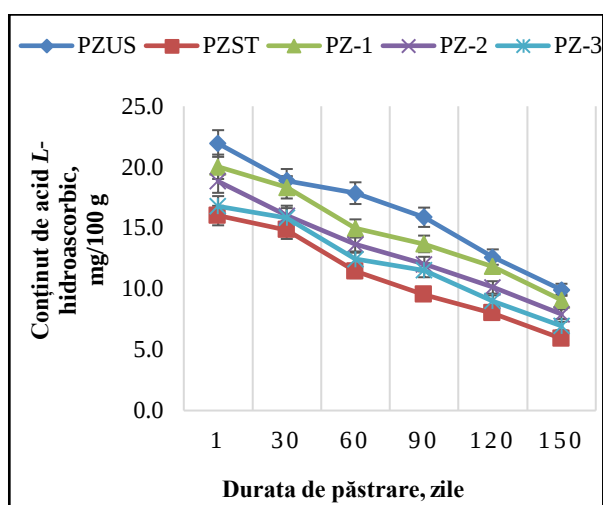
Conținutul de acid *L*- hidroascorbic, prezentat în figura 3 (a, b, c), indică o diminuare semnificativă, cu variații între tipurile de piureuri și metodele de tratament aplicate. Piureurile din aronia au manifestat cea mai accentuată scădere a acidului *L*- hidroascorbic. De exemplu, sterilizarea termică a determinat o reducere de 69,50%, de la 5,87 mg/100 g la prima zi până la 1,39 mg/100 g după 150 zile (proba PAST). Ultrasonificarea a condus la o diminuare de 55,94%, iar tratamentele combinate au prezentat reduceri cuprinse între 62,60% și 64,41%, în funcție de durata tratamentului. În cazul piureurilor din zmeură, s-a observat o tendință similară, cu scăderi considerabile ale acidului *L*- hidroascorbic. Sterilizarea termică a produs o diminuare de 63,04%, în timp ce ultrasonificarea a redus conținutul cu 55,94%. Tratamentele combinate au determinat o scădere între 55,66% și 57,14%, corelată cu durata procesului. Piureurile din căpșună au evidențiat o scădere a acidului *L*- hidroascorbic cu o rată mai redusă comparativ cu celelalte fructe. Sterilizarea a diminuat conținutul cu 43,88%, iar ultrasonificarea cu 41,51%. Analiza conținutului total de antocieni, reflectată în fig. 4 (a, b, c) relevă că piureurile din căpșună au înregistrat cele mai semnificative pierderi, cu o scădere de 40,42% în cazul sterilizării și 31,25% în cazul ultrasonificării. Tratamentul termic combinat a determinat diminuări de până la 37,25%. În contrast, piureurile din aronia au păstrat cea mai mare parte a conținutului total de antocieni, cu pierderi minime (sub 23%). Aceste evoluții sunt determinate de factori chimici și fizici complexi: degradarea acidului *L*- hidroascorbic este accelerată de oxidare, care generează peroxid de hidrogen și alte specii reactive ce descompun antioxidanții (Sulaiman et al., 2015; Aguilar et al., 2017). De asemenea, timpul de expunere la tratamente termice exercită un impact mai pronunțat decât temperatura în sine, prin favorizarea proceselor oxidative și de polimerizare a compușilor fenolici, care duc la scăderea activității antioxidante.



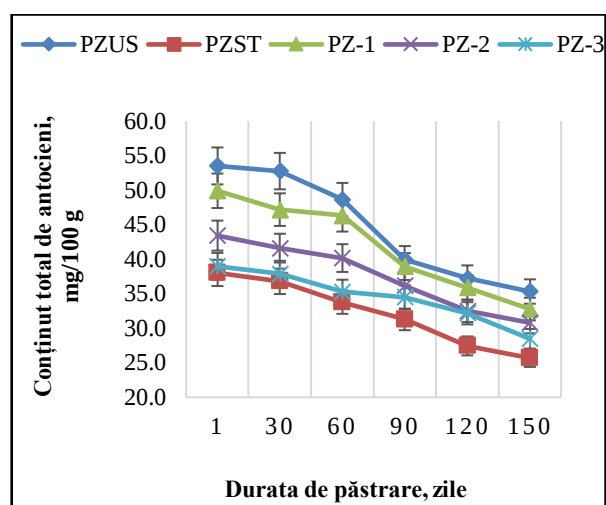
a)



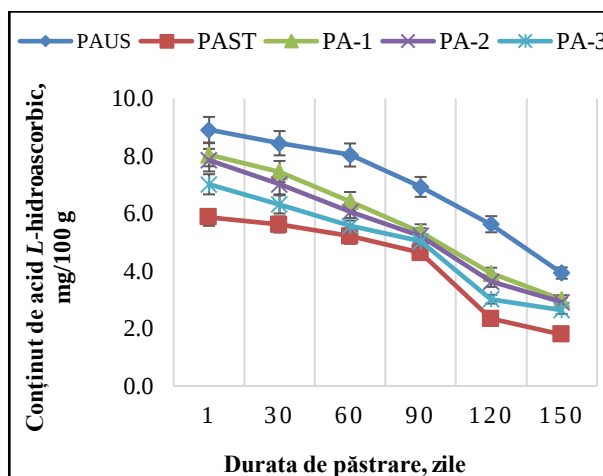
a)



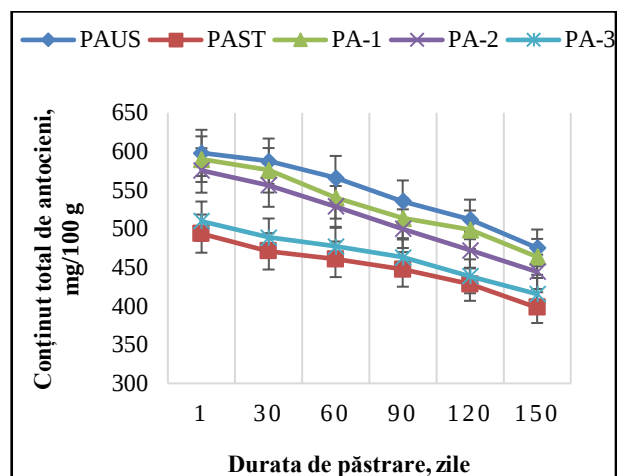
b)



b)



c)



c)

Fig. 3 Evoluția conținutului de acid L-hidroascorbic a piureurilor din fructe bacifere la păstrare

a) piureuri din căpșună b) piureuri din zmeură c) piureuri din aronia

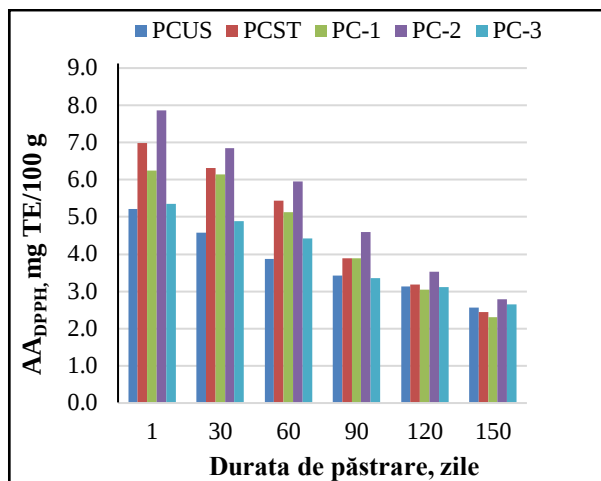
Fig. 4 Evoluția conținutului total de antocieni a piureurilor din fructe bacifere la păstrare

a) piureuri din căpșună b) piureuri din zmeură c) piureuri din aronia

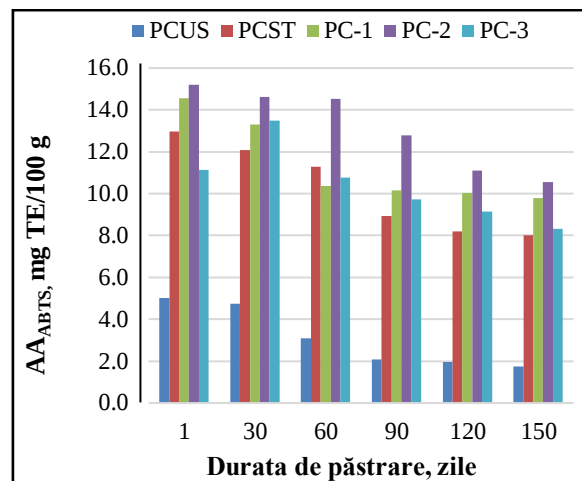
3.2.3 Activitatea antioxidantă a piureurilor din fructe bacifere la păstrare.

Rezultatele prezentate în figura 5 (a, b, c, a', b', c') evidențiază faptul că piureurile supuse tratamentului de sterilizare au manifestat o activitate antioxidantă mai ridicată prin DPPH-54,58%, comparativ cu cele obținute prin ultrasonificare (46,89%). În mod particular, piureurile din aronia au demonstrat cea mai redusă rată de diminuare a AA_{DPPH} , fapt explicabil prin concentrațiile ridicate inițiale de antocieni și acid *L*-hidroascorbic care asigură o rezistență mai mare la degradare. De exemplu, în proba PAST, tratamentul termic prin sterilizare a condus la o scădere de doar 48,36% ai AA_{DPPH} , în timp ce ultrasonificarea a determinat o scădere de 43,34%. Această rezistență mai mare poate fi atribuită stabilității relativ ridicate a antocienilor din aronia și a interacțiunilor sinergice dintre compușii bioactivi care încetinesc degradarea oxidativă. Piureurile din zmeură au prezentat o tendință similară de diminuare, deși cu o rată de scădere ușor mai accentuată, în special după tratamentul termic prin sterilizare, ceea ce sugerează o sensibilitate mai mare a compușilor antioxidativi din zmeură la condițiile de procesare și depozitare. În mod comparativ, piureurile din căpșună au înregistrat cea mai mare rată de diminuare ai AA_{DPPH} , până la 64,89% după sterilizare, ceea ce reflectă o stabilitate mai redusă a compușilor antocienici și a acidului *L*-hidroascorbic în aceste piureuri din fructe bacifere. Aceste diferențe evidențiază importanța naturii și concentrației compușilor bioactivi specifici fiecărui tip de piureu. De asemenea, analiza activității antioxidante prin metoda ABTS (AA_{ABTS}) a confirmat tendințele observate pentru DPPH, însă cu valori mai ridicate, ceea ce poate fi atribuit sensibilității diferite a celor două metode la diverși antioxidanți prezenți în piureurile de fructe bacifere. Este cunoscut faptul că metoda ABTS poate cuantifica un spectru mai larg de antioxidanți hidrosolubili și liposolubili comparativ cu DPPH, motiv pentru care activitatea antioxidantă măsurată prin ABTS a fost cu aproximativ 12,45% mai mare. Diminuarea progresivă a AA_{ABTS} în timpul păstrării este strâns legată de degradarea acidului *L*-hidroascorbic și a compușilor polifenolici, care este accelerată de durata și condițiile tratamentului termic combinat.

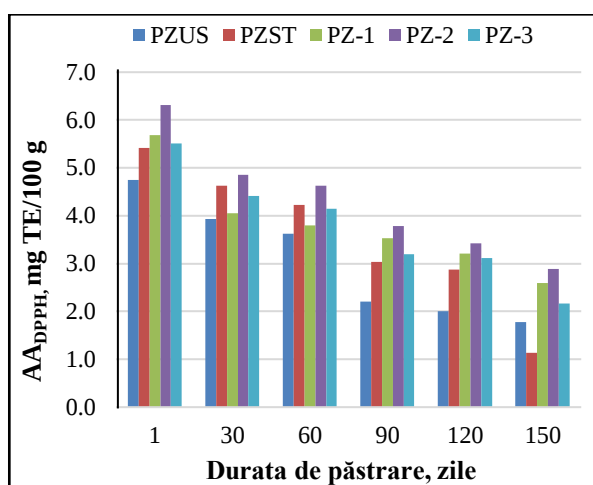
Astfel, se poate observa că piureurile din fructe bacifere prezintă comportamente diferite în ceea ce privește stabilitatea antioxidanților pe durata păstrării. Valorile mai ridicate ale activității antioxidante la probele de piureuri din fructe bacifere supuse sterilizării sugerează o protecție parțială a compușilor bioactivi, în ciuda pierderilor înregistrate. În același timp, diferențele între probele analizate evidențiază rolul conținutului inițial de antocieni și acid *L*-hidroascorbic în menținerea activității antioxidante. Evoluția parametrilor pe parcursul depozitării confirmă tendința de diminuare progresivă a capacității antioxidante. Prin urmare, rezultatele obținute descriu în mod clar modul în care tratamentele aplicate influențează stabilitatea compușilor cu rol funcțional din piureurile investigate.



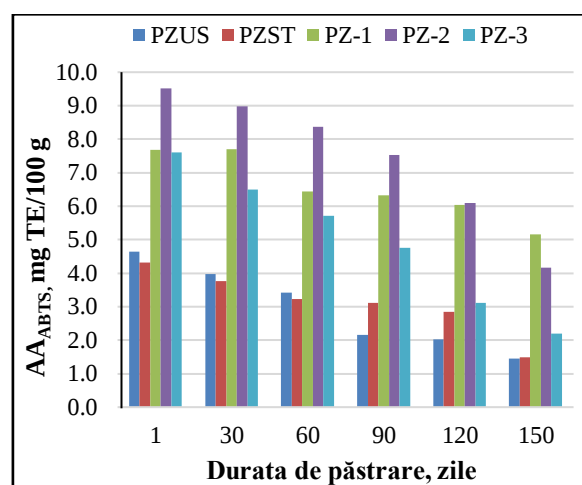
a)



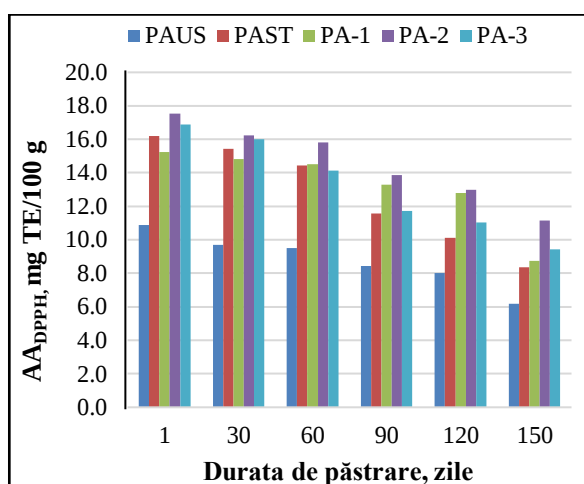
a')



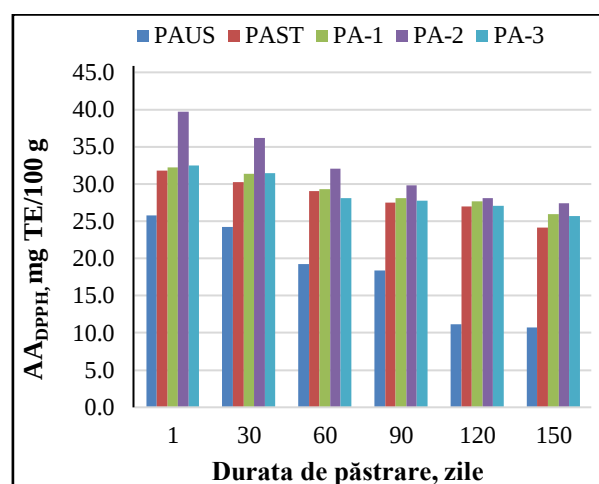
b)



b')



c)



c')

Fig. 5 Evoluția activității antioxidante DPPH (a, b, c) și ABTS (a', b', c') în piureurile din fructe bacifere în timpul păstrării
a) piureuri din căpșună b) piureuri din zmeură c) piureuri din aronia

3.2.4 Indicatori microbiologici ai piureurilor din fructe bacifere la păstrare. Evaluarea impactului tratamentelor termice aplicate asupra indicatorilor microbiologici ai piureurilor de fructe bacifere la păstrare (tabelul 3). a avut un efect pozitiv în diminuarea (NTGFAnM), drojdiilor și mucegaiurilor. În contrast, piureurile din fructe bacifere conservate doar prin ultrasonificare (PCUS, PZUS, PAUS) au prezentat valori mai ridicate ale populațiilor microbiene, ceea ce indică o eficiență mai scăzută a acestei metode în controlul microbiotei de alterare. De exemplu, combinarea ultrasonificării cu sterilizarea (proba PC-2) a dus la o reducere bacteriană de aproximativ 3 log UFC/g, în timp ce ultrasonificarea a asigurat o inactivare mai mare, în jur de 4 log UFC/g, în anumite probe (PZUS și PAUS). Pe durata păstrării în condiții cu oxigen limitat (borcane cu capace twist - off), atât probele ultrasonificate, cât și cele supuse tratamentului combinat au prezentat o scădere a numărului de microorganisme, drojdii și mucegaiuri, menținându-se sub pragurile critice de contaminare microbiană. La finalul perioadei de păstrare (150 zile), tratamentele termice combinate au menținut un nivel redus al NTGFAnM, cu diminuări sub 2 log UFC/g față de valorile inițiale, în timp ce drojdiile și mucegaiurile au rămas sub limita de detectare, ceea ce indică o stabilitate microbiologică satisfăcătoare. Piureurile din fructe bacifere conservate doar prin ultrasonificare nu au prezentat modificări semnificative pe parcursul păstrării, ceea ce subliniază limitările acestei metode în asigurarea unei siguranțe microbiologice pe termen mai îndelungat. De asemenea, microbiota reziduală a fost menținută în limitele normelor sanitare, cu un număr de microorganisme < 1 log UFC/g, considerat acceptabil pentru siguranța alimentară și stabilitatea piureurilor din fructe bacifere pe durata păstrării. Testele au confirmat absența creșterii microbiene în condiții anaerobe, ceea ce indică faptul că tratamentele termice combinate sunt recomandate pentru menținerea calității microbiologice. În plus, microbiota patogenă, inclusiv bacteriile non - sporulate periculoase precum *Escherichia coli*, *Salmonella* sau *Staphylococcus*, nu a fost detectate în piureurile din fructe bacifere, datorită sensibilității acestora la tratamentele termice aplicate.

Aceste rezultate evidențiază importanța combinării tratamentelor termice cu ultrasonificarea nu doar pentru reducerea populațiilor microbiene, ci și pentru păstrarea integrității compușilor bioactivi din piureuri. Stabilitatea microbiologică obținută sugerează că metodele aplicate previn atât deteriorarea organoleptică, cât și pierderea proprietăților funcționale pe termen lung. În plus, analiza statistică a datelor a confirmat diferențele semnificative între probele supuse tratamentului combinat și cele ultrasonificate, subliniind eficiența superioară a strategiei integrate. Rezultatele obținute permit dezvoltarea unor protocoale standardizate de conservare, aplicabile la scară industrială. De asemenea, aceste date constituie un suport pentru evaluarea riscurilor microbiologice și pentru implementarea unor măsuri de siguranță alimentară.

Tabelul 3. Indicatori microbiologici ai piureurilor din fructe bacifere în timpul păstrării

Proba	Ultrasonificare		Sterilizare		NTGFAnM, log UFC/g						Drojdii, mucegai, log UFC/g					
					Timpul de păstrare, zile											
	t, °C	τ, min	t, °C	τ, s	1	30	60	90	120	150	1	30	60	90	120	150
Piureuri din căpșună																
PCUS	70	12	-	-	3,60	3,95	3,95	4,00	4,00	4,30	1,84	1,90	1,90	1,95	2,90	2,95
PCST	-		105	290	3,48	3,30	3,00	3,00	2,78	2,48	1,78	1,60	1,48	1,30	1,30	1,30
PC-1	70	12	105	90	3,46	3,00	2,69	2,60	2,60	2,60	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
PC-2				135	3,00	2,48	1,69	1,60	1,30	1,30	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PC-3				290	2,48	2,00	1,60	1,48	1,30	1,30	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Piureuri din zmeură																
PZUS	70	12	-	-	3,45	3,60	3,60	3,95	4,00	4,30	1,90	2,00	2,30	2,30	2,90	3,00
PZST	-		105	290	3,44	3,30	2,95	2,84	2,84	2,60	1,84	1,60	1,60	1,30	1,00	1,00
PZ-1	70	12	105	90	3,00	2,30	2,00	1,48	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,30	1,00
PZ-2				135	2,47	2,30	1,69	1,30	1,30	1,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PZ-3				290	2,00	1,69	1,48	1,00	1,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Piureuri din aronia																
PAUS	70	12	-	-	3,48	3,47	3,60	3,95	3,95	4,00	1,69	1,84	2,00	2,00	2,48	3,00
PAST	-		105	290	3,30	2,90	2,78	2,30	2,30	2,00	1,60	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00
PA-1	70	12	105	90	2,90	2,69	2,30	1,90	1,30	<1	<1	1,00	1,00	1,00	<1	<1
PA-2				135	2,30	1,90	1,30	1,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PA-3				290	2,00	1,48	1,00	1,00	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

*Notă: PCUS- piureu din căpșună ultrasonificat, PCST- piureu din căpșună sterilizat, PC-1, PC-2 și PC-3- piureu din căpșună sterilizat timp de 90, 135 și 290 s; PZUS- piureu din zmeură ultrasonificat, PZST- piureu din zmeură sterilizat, PZ-1, PZ-2 și PZ-3- piureu din zmeură sterilizat timp de 90, 135 și 290 s; PAUS- piureu din aronia ultrasonificat, PAST- piureu din aronia sterilizat, PA-1, PA-2 și PA-3- piureu din aronia sterilizat timp de 90, 135 și 290 s;

Valorile reprezintă media a trei determinări independente ± abaterea standard, $P \leq 0,05$

4. STUDIUL INTERACȚIUNII DINTRE AMESTECUL DIN LAPTE DE CAPRĂ ȘI VACĂ CU PIUREURI DIN FRUCTE BACIFERE ÎN OBTINEREA IAURTULUI

Obiectivul principal al cercetărilor prezentate în acest capitol constă în stabilirea proporției optime dintre laptele de capră și vacă pentru obținerea iaurtului natural, precum și evaluarea indicatorilor de calitate ai iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere în timpul păstrării.

4.1 Cercetarea procesului de fermentare în obținerea iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă. Pentru a evalua influența compoziției laptelui asupra procesului de fermentare, au fost analizate 5 probe de iaurturi naturale din amestec de lapte de capră și vacă: P1, P2, P3, P4 și P5. Compararea acestor formule a urmărit dinamica acidifierii, exprimată prin evoluția pH-ului, și acumularea acidului lactic, ca principal marker biochimic al fermentării. Evoluția valorilor pH-ului indică o scădere progresivă în toate probele, cu valori finale apropiate, dar cu diferențe semnificative în ritmul de acidifiere (figura 6).

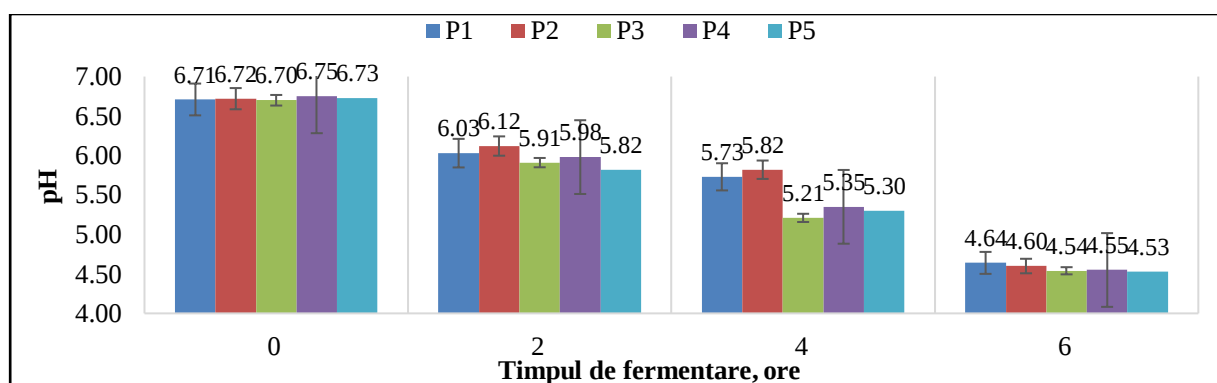


Fig. 6. Evoluția pH-ului în timpul fermentării iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă

**Notă: P1- iaurt din lapte de vacă*

P2- iaurt din lapte de capră

P3- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 3:1

P4- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:1

P5- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:3

Conținutul de acid lactic, analizat la aceleași intervale de timp, a urmat o evoluție similară cu scăderea pH-ului (tabelul 4). Cele mai înalte valori ale acidului lactic la sfârșitul fermentării (6 h) au fost identificate în proba P4 (0,63 g/100 g), urmată de P3 (0,57 g/100 g) și P5 (0,54 g/100 g), în timp ce probele P2 și P1 au avut valori apropiate (0,56 și respectiv 0,52 g/100 g). Această ierarhie sugerează că formulările mixte, în special cele echilibrate, stimulează mai eficient activitatea fermentativă a culturii starter, în comparație cu laptele provenit dintr-o singură specie. În primele 2 h, toate probele au înregistrat o acumulare lentă a acidului lactic, caracteristică fazei de adaptare a culturii lactice. După 4 h, a fost observată o accelerare semnificativă a acestui proces, semnalând inițierea fazei logaritmice de multiplicare bacteriană.

Tabelul 4. Cantitatea de acid lactic (g/100g) acumulat în timpul fermentării iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă

Nr.	Durata fermentării, h	P1	P2	P3	P4	P5
1.	0	0,02±0,03	0,02±0,04	0,03±0,04	0,04±0,02	0,03±0,04
2.	2	0,11±0,06	0,12±0,03	0,12±0,05	0,14±0,07	0,13±0,04
3.	4	0,31±0,04	0,32±0,04	0,32±0,01	0,34±0,05	0,30±0,02
4.	6	0,52±0,02	0,56±0,02	0,57±0,02	0,63±0,02	0,54±0,02

*Notă: P1- iaurt din lapte de vacă

P2- iaurt din lapte de capră

P3- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 3:1

P4- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:1

P5- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:3

Valorile reprezintă media a trei determinări independente ± abaterea standard, $P \leq 0,05$

Finalul fermentării, la 6 h, a demonstrat o acumulare maximă de acid lactic în toate probele, ceea ce indică atingerea fazei staționare și stabilizarea pH-ului în jurul valorii optime pentru iaurt (4,5 - 4,7). Pe parcursul fermentării, s-a observat o creștere semnificativă a numărului total de BL în toate probele analizate, iar valorile au variat în funcție de compoziția laptelui utilizat. Rezultatele obținute (figura 7) evidențiază influența tipului de lapte asupra bacteriilor lactice, în special în primele 2 h de fermentare, când activitatea metabolică a culturii starter este în faza de adaptare. La începutul fermentării, proba P4 a prezentat cea mai ridicată concentrație inițială de BL de $0,58 \cdot 10^9$ UFC/g, ceea ce sugerează un mediu optimizat pentru dezvoltarea BL. Această valoare a fost superioară față de cele înregistrate în celelalte probe: P3 - $0,45 \cdot 10^9$ UFC/g, P5 - $0,28 \cdot 10^9$ UFC/g,

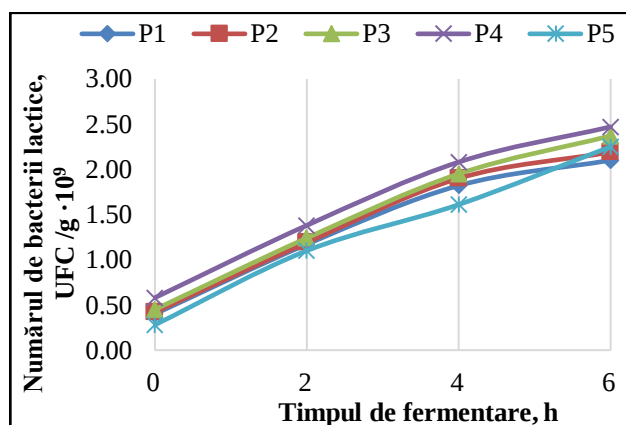


Fig. 7. Multiplicarea bacteriilor lactice în timpul fermentării iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă

*Notă: P1- iaurt din lapte de vacă

P2- iaurt din lapte de capră

P3- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 3:1

P4- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:1

P5- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:3

Valorile reprezintă media a trei determinări independente ± abaterea standard, $P \leq 0,05$

P2 - $0,42 \cdot 10^9$ UFC/g și P1 - $0,40 \cdot 10^9$ UFC/g. Aceste diferențe sunt atribuite compoziției chimice distincte ale laptelui de capră și de vacă, care influențează disponibilitatea nutrienților esențiali pentru multiplicarea bacteriilor lactice, cum ar fi aminoacizii liberi, peptidele, lactoza și mineralele (calciu, fosfor). În intervalul 4 - 6 h, corespunzător fazei logaritmice de creștere bacteriană, s-a înregistrat o intensificare pronunțată a multiplicării BL în toate probele. Cele mai înalte valori au fost observate în proba P4 ($2,47 \cdot 10^9$ UFC/g), urmată de P3 ($2,37 \cdot 10^9$ UFC/g),

P5 ($2,25 \cdot 10^9$ UFC/g), P2 ($2,19 \cdot 10^9$ UFC/g) și P1 ($2,10 \cdot 10^9$ UFC/g). Această observație reconfirmă faptul că formulele mixte, în special cele echilibrate în proporție 1:1, creează condiții optime pentru simbioza dintre *Streptococcus thermophilus* și *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* - specii lactice implicate activ în fermentația iaurtului. Activitatea sinergică dintre cele două tulpini este esențială pentru accelerarea multiplicării bacteriene: *Lactobacillus bulgaricus*, prin activitatea sa proteolitică, eliberează peptide și aminoacizi care susțin dezvoltarea *Streptococcus thermophilus*, în timp ce *Streptococcus thermophilus* produce metaboliți precum dioxid de carbon, acid formic, acid folic, acid piruvic și glutatone, care stimulează la rândul lor creșterea *Lactobacillus bulgaricus*.

4.2 Analiza caracteristicilor senzoriale ale iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă. Probele formulate din amestec diferit de lapte de capră și vacă (probele P3, P4, P5) au arătat un comportament intermediar, cu coagul de consistență semifluidă, aspect omogen și reducere variabilă a sinerezei. Dintre acestea, proba P4 s-a evidențiat printr-un echilibru senzorial optim: absența sinerezei, culoare uniformă alb - gălbuie și miros plăcut, specific fermentației lactice, ceea ce a condus la o apreciere senzorială superioară.

În ceea ce privește mirosul și gustul, toate probele au prezentat profiluri caracteristice fermentării lactice, fără note străine, însă intensitatea mirosului și gradul de acrișor au fost decisive în preferințele degustatorilor. Probele cu un echilibru zahăr/acid optim (în special P4 și P3) au fost acceptate, în timp ce aciditatea excesivă sau textura necorespunzătoare (P2) a determinat punctaje mai reduse. În cadrul studiului, analiza senzorială a iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă a fost realizată utilizând o scală hedonică cu 5 puncte (figura 8). Toate probele de

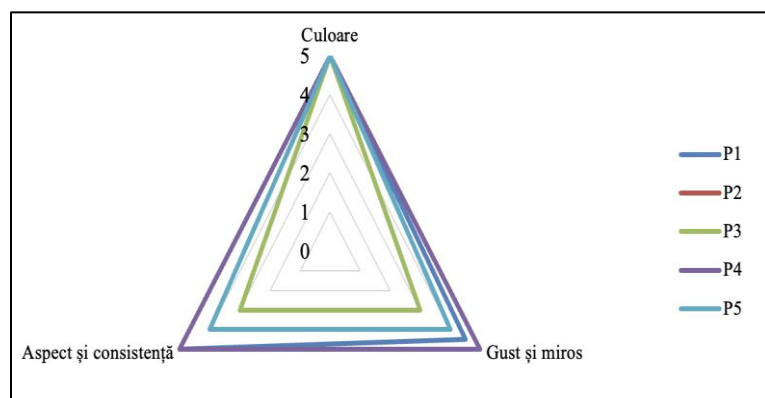


Fig. 8. Caracteristici senzoriale ale iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă

*Notă: P1- iaurt din lapte de vacă

P2- iaurt din lapte de capră

P3- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 3:1

P4- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:1

P5- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:3

iaurturi din amestec de lapte de capră și vacă au prezentat un gust specific caracteristic, descris ca fiind plăcut, acrișor și fără prezența unui miros sau gust străin, confirmând buna activitate fermentativă a culturii starter. Cu toate acestea, probele P2 și P3 au manifestat un postgust pronunțat de lapte de capră, ceea ce poate fi atribuit prezenței compușilor

volatili specifici și profilului de acizi grași caracteristici acestui tip de lapte, fenomen bine documentat în literatura de specialitate (Bulgaru et al., 2020). Nu s-au detectat gusturi neplăcute precum amar, sărat sau alte gusturi străine în niciuna dintre probe, ceea ce indică o fermentație corectă și un proces tehnologic bine controlat. Cu toate acestea, proba P2 a înregistrat cel mai redus scor pentru gust (3,5 puncte) și miros (3,0 puncte), fapt corelat cu percepția mirosului mai slab și prezența unor caracteristici nedorite precum sinereza ridicată, consistența fluidă și aspect neuniform. Acești factori au redus acceptabilitatea generală, demonstrând că compoziția laptelui de capră influențează negativ stabilitatea și proprietățile senzoriale ale iaurtului. În schimb, proba P4 s-a distins prin calități senzoriale superioare, obținând punctaj maxim (5,0 puncte) datorită coagulului fin, omogen și ferm, absenței bulelor de gaz și gustului echilibrat, plăcut acrișor, fără miros străin. Aceste rezultate indică o sinergie optimă în amestecul de lapte de capră și vacă în raport 1:1, care permite combinarea beneficiilor nutriționale ale ambelor tipuri de lapte.

4.3 Evaluarea indicatorilor fizico - chimici ai iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă. Rezultatele obținute din analiza indicatorilor fizico - chimici ai iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă (tabelul 5) a evidențiat particularități semnificative legate de compoziția produselor, influențate în principal de tipul și proporția laptelui utilizat în formularea acestora. Conținutul de grăsime a fost cel mai ridicat în proba P1 (4,41%), obținută exclusiv din lapte de vacă. Acest aspect se explică prin diferențele intrinseci în compoziția laptelui de capră și vacă. Conținutul de proteină totală a variat ușor între probele de iaurturi naturale din amestec de lapte de capră și vacă, cu valorile cele mai înalte în probele P2 (5,36 %) și P1 (5,34%).

Tabelul 5. Indicatori fizico - chimici ai iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă

Nr.	Indicatori	P1	P2	P3	P4	P5
1.	Conținut de grăsime, %	4,41±0,04	3,10±0,07	3,5±0,05	3,4±0,05	3,6±0,04
2.	Conținut de proteină totală, %	5,34±0,03	5,36±0,04	5,25±0,05	5,31±0,04	5,28±0,06
3.	Activitatea apei, u.c.	0,883±0,002	0,884±0,001	0,880±0,002	0,881±0,002	0,882±0,001
4.	Conținut de cenușă, %	0,72±0,13	0,75±0,16	0,74±0,12	0,76±0,15	0,73±0,14
5.	Conținut de substanță uscată totală, %	18,13±0,23	17,94±0,25	17,38±0,28	17,80±0,30	17,28±0,31
6.	Conținut de substanță uscată degresată, %	14,34±0,26	14,24±0,25	13,98±0,22	14,30±0,23	14,11±0,21
7.	Controlul pasteurizării laptelui, fosfataza	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă

**Notă: P1- iaurt din lapte de vacă*

P2- iaurt din lapte de capră

P3- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 3:1

P4- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:1

P5- iaurt din amestec de lapte de capră și lapte de vacă în raport de 1:3

Valorile reprezintă media a trei determinări independente ± abaterea standard, P≤0,05

Valorile a_w a prezentat valori în intervalul 0,880 - 0,884 u.c. și a indicat o disponibilitate moderată a apei pentru microorganisme. Conținutul de cenușă a fost ușor mai înalt în probele de iaurturi naturale care conțin lapte de capră (P2, P3, P4), iar rezultatele obținute sunt următoarele: proba P1 - 0,72 %, proba P2 - 0,75 %, proba P3 - 0,74 %, proba P4 - 0,76 % și proba P5 - 0,73 %. Conținutul de substanță uscată totală a prezentat următoarele valori: proba P1 - 18,13 %, proba P2 - 17,94 %, proba P3 - 17,38 %, proba P4 - 17,80 %, proba P5 - 17,28%, iar conținutul de substanță uscată degresată a prezentat astfel de valori: proba P1 - 14,24 %, proba P2 - 14,24 %, proba P4 - 14,30 %, proba P3 - 13,98 % și proba P5 - 14,11 %. Variațiile observate asupra indicatorilor fizico - chimici a iaurturilor naturale din amestec de lapte de capră și vacă sunt corelate direct cu tipul și proporția de lapte utilizată, influențând calitatea senzorială, stabilitatea microbiologică și valoarea nutritivă.

4.4 Dezvoltarea iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere

4.4.1 Corelația dintre vâscozitatea dinamică și pH în timpul fermentării iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere. Evoluția VD în iaurturile cu piureuri din fructe bacifere comparativ cu proba PM, a fost monitorizată pe parcursul fermentării de 6 h (figura 9). În primele 2 h de fermentare, modificările VD au fost minime, iar creșterea progresivă a fost observată în intervalul 2 - 4 h, atingând valori maxime la finalul fermentării (6 h). Astfel, probele de iaurturi din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere au prezentat următoarele intervale ai VD: proba IA: 0,06 - 2,50 Pa·s, proba IZ: 0,06 - 1,54 Pa·s, proba IC: 0,06 - 1,45 Pa·s față de proba PM: 0,06 - 1,25 Pa·s. Valoarea cea mai ridicată

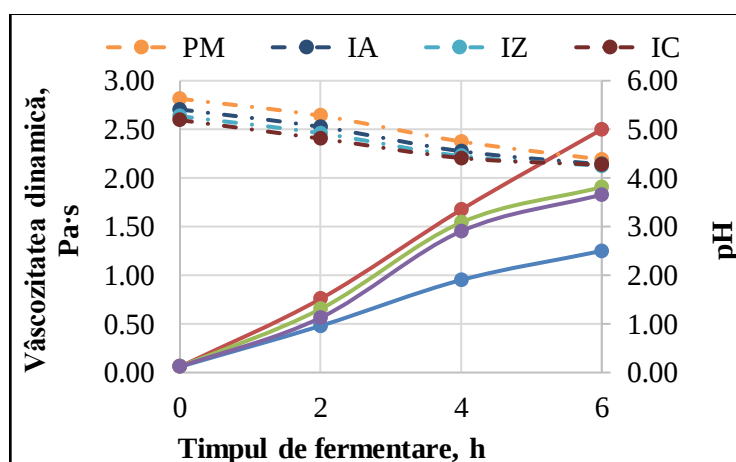


Fig. 9. Evoluția vâscozității dinamice și pH-ului la fermentarea iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere

*Notă: PM- proba martor; IA- iaurt cu aronia; IZ- iaurt cu zmeură; IC- iaurt cu căpșună

a fost înregistrată în proba IA, ceea ce poate fi explicat prin conținutul mai mare de fibre solubile și pectină prezent în piureul de aronia, care a favorizat dezvoltarea unei rețele gelificate mai dense și mai stabile. Creșterea VD a fost strâns corelată cu scăderea pH-ului în timpul fermentării. Reducerea pH-ului, determinată de activitatea BL, a favorizat formarea unei structuri tridimensionale semisolidă a gelu-

lui de iaurt, prin agregarea micelilor de cazeină și prin întărirea legăturilor intermoleculare în matricea iaurtului. Aceste modificări sunt însoțite de o retenție crescută a apei și de o diminuare a sinerezei, ceea ce contribuie la îmbunătățirea vâscozității și consistenței produsului finit. În plus, aportul de fibre dietetice și polizaharide (în special pectină) provenite din piureurile de fructe bacifere a influențat favorabil structura gelului.

4.4.2 Analiza caracteristicilor senzoriale ale iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere. Conform punctajelor obținute (figura 10), toate iaurturile din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere au înregistrat aprecieri înalte ale caracteristicilor senzoriale, obținând punctaje între 3,5 și 5,0 puncte pentru fiecare caracteristică evaluată. Atributele cele mai bine punctate au fost gustul și mirosul, urmate de aspect și consistență. În mod particular, proba IAa înregistrat cele mai bune scoruri de acceptabilitate ge-

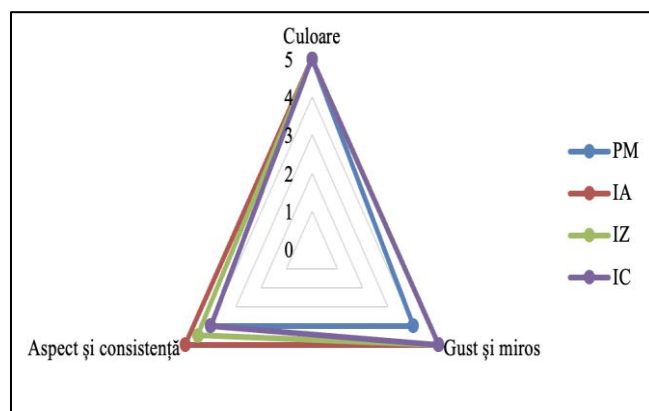


Fig. 10 Caracteristici senzoriale ale iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere

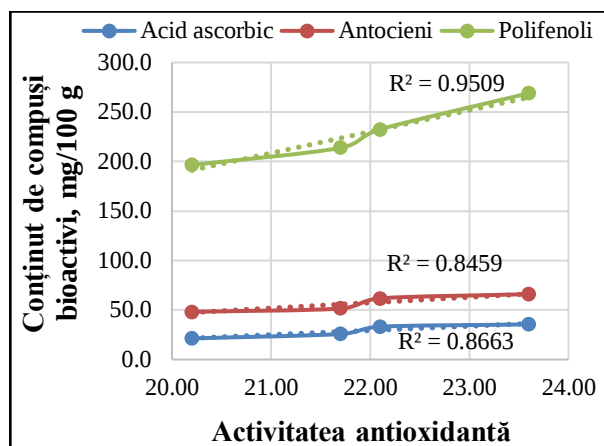
**Notă: PM- proba martor; IA- iaurt cu aronia; IZ- iaurt cu zmeură; IC- iaurt cu căpșună*

nerală, prezentând o textură fină și cremoasă, gust dulce - acrișor echilibrat, o culoare atractivă (violet - pal) și miros plăcut și natural. Rezultatele obținute indică faptul că piureurile din fructe bacifere nu doar că au îmbunătățit profilul senzorial al iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă, dar au contribuit și la creșterea acceptabilității generale, fără defecte observate de către degustatori în timpul analizei senzoriale. Astfel, piure-

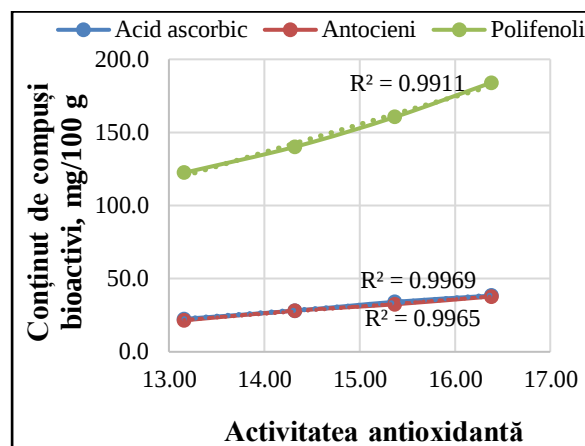
urile din fructe bacifere pot fi considerate ingrediente funcționale în formularea iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere.

4.11 Efectul duratei de păstrare asupra activității antioxidante și valorii biologice a iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere. Corelația dintre activitatea antioxidantă și conținutul de acid *L*- hidroascorbic, conținutul total de antocieni și polifenoli a fost evaluată pe durata păstrării iaurturilor, prin calcularea coeficientului de determinare R^2 (figura 11). Rezultatele au evidențiat diferențe semnificative în iaurturile cu piureuri din fructe bacifere analizate. În proba IA, corelația cea mai puternică s-a stabilit între activitatea antioxidantă și conținutul de polifenoli și antocieni, în timp ce acidul *L*- hidroascorbic a prezentat un coeficient de determinare moderat ($R^2 = 0,866 - 0,996$), ceea ce indică o contribuție mai redusă la capacitatea totală de neutralizare a radicalilor liberi. În proba IZ, conținutul total de polifenoli au avut corelația cea mai strânsă cu activitatea antioxidantă ($R^2 = 0,950 - 0,998$), dar

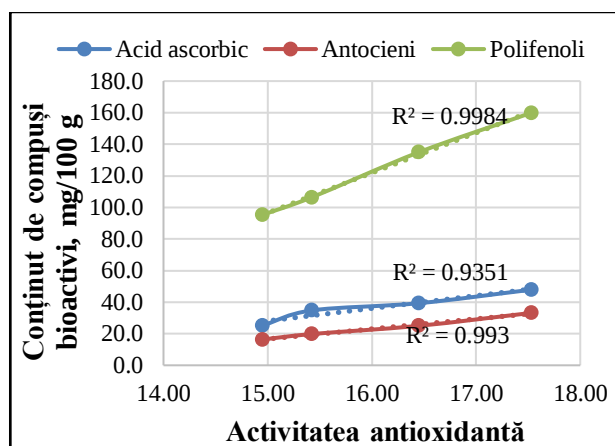
atât conținutul total de antocieni, cât și acidul *L*- hidroascorbic au demonstrat valori ridicate și apropiate între ele ($R^2 = 0,8459 - 0,9965$ și respectiv $0,8663 - 0,9969$), ceea ce confirmă rolul lor comparabil în menținerea stabilității antioxidante. Pentru proba IC, conținutul total de polifenoli au rămas principalii determinanți ai activității antioxidante ($R^2 = 0,9509 - 0,9984$), însă acidul *L*-hidroascorbic a manifestat o corelație mai puternică decât conținutul total de antocieni, ceea ce sugerează o particularitate a acestei matrice alimentare în care are un rol mai important în menți-



a) IA



b) IZ



c) IC

Fig. 11 Corelația dintre activitatea antioxidantă și valoarea biologică a iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere la păstrare

**Notă: IA- iaurt cu aronia; IZ- iaurt cu zmeură; IC- iaurt cu căpșună*

nerea capacității antioxidante. Analiza corelațiilor a evidențiat că conținutul total de polifenoli ($R^2 = 0,9234$, $p < 0,01$) și antocieni ($R^2 = 0,8651$, $p < 0,01$) contribuie substanțial la activitatea antioxidantă totală, în timp ce acidul *L*- hidroascorbic prezintă o implicare mai modestă, dar totuși relevantă ($R^2 = 0,8573$, $p < 0,05$). Prin urmare, analiza de regresie și valorile ridicate înregistrate ale coeficientului R^2 confirmă că interacțiunea compușilor biologic activi reprezintă factori determinanți ai activității antioxidante pe parcursul păstrării piureurilor din fructe bacifere.

4.5 Modelul matematic ai iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere - produs finit. Modelul matematic al calității iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere a prezentat o corelație puternică, de aproximativ 98,25%, cu rezultatele obținute în urma analizelor caracteristicilor senzoriale, indicatorilor

microbiologici și fizico - chimici, valorii biologice și activității antioxidante. Modelul matematic bazat pe datele statistice colectate în timpul experimentării pasive, utilizând metodele analizei de corelație și regresie, a fost formulat după cum urmează:

$$K = 1.001 \cdot (-9,0783pH^2 + 97,29pH - 259,73) \cdot (-16,188AL^3 + 141,81AL^2 - 411,01AL + 395,24) \cdot (-0,0001AT + 0,0052) \cdot (-13,249CP^2 + 4,1634CG + 0,6593) \cdot (0,1284V^3 - 0,7108V^2 + 1,2584V + 0,2911) \cdot (0,0004BL + 1) \cdot (-2 \cdot 10^{-5}SUT + 1,0003) \cdot (5 \cdot 10^{-7}AA + 1) \cdot (-3 \cdot 10^{-6}CC + 1) \cdot (4 \cdot 10^{-8}aw + 1) \cdot (-5 \cdot 10^{-12}P^3 + 5 \cdot 10^{-9}P - 10^{-6}P + 1) \cdot (4 \cdot 10^{-7}AA + 1) \cdot (10^{-5}P + 0,999)$$

**Notă: AL- acid lactic, AT- aciditate titrabilă, CP- conținut de proteină, CG- Conținut de grăsime, BL- bacterii lactice, V- vâscozitate, SUT- substanța uscată totală, AA- activitatea antioxidantă, CC- conținut de cenușă, a_w - activitatea apei*

Figura 12 ilustrează similitudinea dintre valorile prevăzute de model și cele experimentale pentru iaurturile din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere studiate. Gradul ridicat de încredere al modelului este susținut și de criteriul statistic al lui Fisher, pentru care valoarea calculată a depășit pragul minim necesar de 1,00. Aceasta indică faptul că modelul este semnificativ statistic și că variațiile parametrilor de intrare explică o proporție substanțială din variabilitatea parametrilor de ieșire.

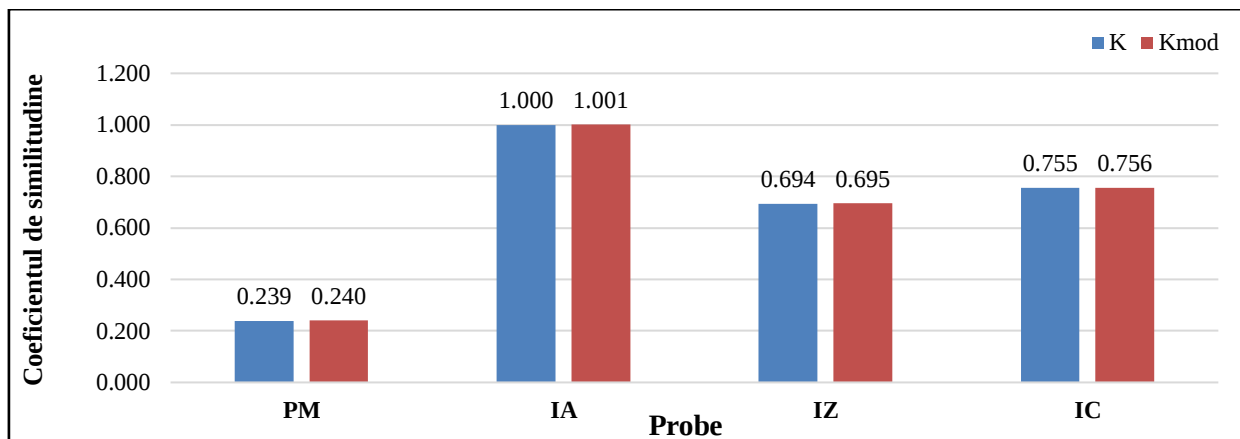


Fig. 12 Similitudinea modelului matematic al calității iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere

**Notă: PM- proba martor; IA- iaurt cu aronia; IZ- iaurt cu zmeură; IC- iaurt cu căpșună*

Prin urmare, modelul matematic propus a constituit un instrument adaptabil și fiabil pentru evaluarea și optimizarea calității iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piure din fructe bacifere, oferind o bază solidă pentru controlul procesului tehnologic și pentru adaptarea parametrilor de fabricație în scopul îmbunătățirii calității.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Studiul și analiza rezultatelor obținute în cadrul tezei de doctor în științe ingineresti „AMELIORAREA VALORII BIOLOGICE A PRODUSELOR LACTATE FERMENTATE CU INGREDIENTE BIOACTIVE DIN FRUCTE” au condus la formularea următoarelor concluzii:

1. Aplicarea tratamentului termic prin ultrasonificare (60 - 70 °C, timp de 5 - 15 min) contribuie la obținerea piureurilor din fructe bacifere de calitate superioară, însă, efectul de stabilitate microbiologică rămâne limitat (5,95 log UFC/g), datorită prezenței drojdiilor termorezistente. Prin contrast, sterilizarea termică convențională (105 °C timp de 90 - 290 s) asigură inactivarea completă a microflorei vegetative și sporilor, garantând inofensivitate microbiologică a piureurilor din fructe bacifere. Astfel, combinarea procesului de conservare prin ultrasonificare și sterilizarea termică se dovedește a fi o soluție tehnologică optimă, care permite obținerea piureurilor din fructe bacifere sigure, din punct de vedere microbiologic (3,00 log UFC/g) și funcționale, din punct de vedere al valorii biologice (acid *L*- hidroascorbic- 72,37 mg/100 g, conținut total de antocieni- 150,51 mg/100 g, activitate antioxidantă- 10,28 mg TE/100 g) (subcapitolul 3.1).

2. Tratamentul termic combinat prin ultrasonificare la 70 ± 1 °C timp de 12 ± 2 minute, urmat de sterilizare la 105 °C timp de 135 s, reprezintă regimul optimizat pentru conservarea piureurilor din fructe bacifere. Această strategie asigură păstrarea compușilor bioactivi, inclusiv conținutul total de antocieni (până la 78,43 % din conținutul inițial) și acidul *L*- hidroascorbic (până la 63,65 %), precum și menținerea activității antioxidante (53,66 %), în timp ce reduce semnificativ microorganismele patogene și de alterare (94,23 %). Durata prea scurtă favorizează persistența contaminării microbiene, iar cele excesive conduc la degradarea accentuată a compușilor bioactivi, subliniind importanța calibrării precise a tratamentului combinat, (Cușmenco et al., 2024; subcapitolul 3.3).

3. Elaborarea iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă, în proporție de 1 : 1, a demonstrat că această formulare a optimizat procesul de fermentare și a condus la obținerea unui iaurt cu caracteristici senzoriale superioare, prezentând consistență cremoasă, gust echilibrat, culoare uniformă, alb - gălbuie. Mediul creat a fost nefavorabil dezvoltării microorganismelor de alterare și patogene. Indicatorii fizico - chimici s-au situat în intervalele: pH 4,53 - 4,60, acid lactic 0,54 - 0,63 g/100 g, număr total de bacterii lactice $2,25 - 2,47 \cdot 10^9$ UFC/g, conținut de grăsime 3,1 - 3,5 %, conținut de proteine totale 5,25 - 5,36 g/100 g, activitatea apei 0,881 - 0,884 u.c., conținut de cenușă 0,73 - 0,76 % și substanță uscată totală 17,28 - 17,94 g/100 g (Bulgaru et al., 2020; Cușmenco et al., 2022; subcapitolul 4.1).

4. Iaurturile din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere au demonstrat valori îmbunătățite ale indicatorilor fizico - chimici și microbiologici, situându-se în următoarele intervale: aciditate titrabilă între 85,74 – 91,35 °T, pH între 4,25 - 4,38, activitatea apei între 0,858 - 0,871 u.c., substanță uscată totală între 18,11 - 18,45 %, conținut de cenușă între 0,69 - 0,89 %, proteină totală între 5,23 - 5,87 %, acid lactic între 0,69 - 0,89 g/100 g, iar vâscozitatea dinamică a variat între 1,45 - 2,50 Pa·s. În ceea ce privește valoarea biologică, s-au înregistrat valori cuprinse între 35,8 - 47,7 mg/100 g pentru acidul *L*- hidroascorbic, între 33,1 - 66,3 mg/100 g pentru conținutul total de antocieni și între 159 - 268 mg GAE/100 g pentru conținutul total de polifenoli. Activitatea antioxidantă s-a încadrat în limitele de la 13,5 până la 20,2 mg TE/100 g, (Cușmenco et al., 2021; subcapitolul 4.2)

5. Analiza statistică și modelarea matematică a datelor experimentale au evidențiat corelații puternice între compușii bioactivi și activitatea antioxidantă a iaurturilor din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere. Modelul de regresie liniară multiplă a demonstrat că polifenolii și antocienii au contribuit cel mai semnificativ la menținerea activității antioxidante, cu coeficienți de determinare $R^2 = 0,9984$ și $R^2 = 0,9969$ ($p < 0,01$, în timp ce acidul *L*- hidroascorbic a exercitat o influență moderată, dar semnificativă ($R^2 = 0,8663$, $p < 0,05$). Modelul matematic elaborat a prezentat o corelație de 98,25 % cu rezultatele experimentale și a respectat criteriile statistice ale lui Fisher (0,695 - 1,01), confirmând atât fiabilitatea, cât și validitatea în descrierea și predicția proceselor tehnologice (subcapitolul 4.11 și 4.13).

RECOMANDĂRI PRACTICE

❖ Se propune aplicarea tratamentului termic combinat, care utilizează ultrasonificarea și sterilizarea termică, ca metodă optimă de conservare a piureurilor din fructe de aronia, zmeură și căpșună. Parametrii optimizați pentru ultrasonificare sunt: temperatura de $70 \pm 1^\circ\text{C}$, timpul de expunere de 12 ± 2 min, frecvența de 37 kHz și puterea de 510 W, iar pentru sterilizare- 105°C timp de 135 s. Acest protocol combinat asigură conservarea eficientă a compușilor biologic activi și menținerea activității antioxidante, concomitent cu o reducere semnificativă a duratei procesului de conservare cu aproximativ 53,44%.

❖ În baza rezultatelor obținute, se recomandă utilizarea unui amestec optim din lapte de capră și vacă în proporție de 1:1 (v/v) cu piureuri din fructe bacifere. Acest raport s-a dovedit a fi favorabil pentru dezvoltarea unui iaurt cu proprietăți reologice îmbunătățite. Formula propusă contribuie la valorificarea sinergiei compoziționale dintre cele două tipuri de lapte, asigurând totodată o stabilitate structurală optimă și o acceptabilitate senzorială crescută.

❖ Tehnologia de fabricare a iaurtului din lapte de capră și de vacă - conform brevetului de invenție.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. AGUILAR, K., GARVÍN, A., IBARZ, A., AUGUSTO, P.E. Ascorbic acid stability in fruit juices during thermosonication. In: *Ultrasonication, Sonochemistry*, 37, 2017: pp. 375-381. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.01.029>
2. BULGARU, V., CUȘMENCO, T., MACARI, A., BOTEZAT, O. Rheological and textural properties of goat's milk and mixture of goat's and cow's milk fruit yogurt. In: *Journal of Engineering Sciences*, 27(4), 2020: pp. 172 - 182. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4288315>
3. CALEJA, C., BARROS, L., ANTONIO, A.L., CAROCHO, M., OLIVIERA, M.B.P.P., FERREIRA, I.C.F.R. Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives. In: *Food Chemistry*, 210, 2016: pp. 262-268. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.114>
4. GOMEZ-GALLEGO, C., GUEIMONDEM, R., SALLMINEN, S. The role of yogurt in food based dietary guidelines. In: *Nutrition Reviews*, 76, 2018: pp. 29-39. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy059>
5. GOUDA, A. S., ADBELRUHMAN, F. G., ALENEZI, H. S., MÉGARBANE, B. Theoretical benefits of yogurt-derived bioactive peptides and probiotics in COVID19 patients- A narrative review and hypotheses. In: *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 2021: pp. 5897-5905. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.046>
6. SULAIMAN, A., SOO, M.J., FARID, M., SILVA, F.V.M. Thermosonication for polyphenoloxidase inactivation in fruits: modeling the ultrasound and thermal kinetics in pear, apple and strawberry purees at different temperatures. In: *Journal of Food Engineering*, 165, 2015: pp. 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.06.020>
7. TALEB, H., MADDOCKS, S.E., MORRIS, R.K., KANEKANIAN, A.D. The antibacterial activity of date syrup polyphenols against *S. aureus* and *E. coli*. In: *Frontiers in Microbiology*, 7, 2016: pp. 198. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00198>
8. TAMANG, J.P., COTTER, P.D., ENDO, A., HAN, N.S., KORT, R., LIU, S.Q., MAYO, B., WESTERIK, N., HUTKINS, R. Fermented foods in a global age: East meets West. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(1), 2020: pp. 184-217. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12520>
9. VERRUCK, S., DANTAS, A., PRUDENCIO, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. In: *Journal of Functional Foods*, 52, 2019: pp. 243-257. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.11.017>
10. WANG, S., LIU, Z., ZHAO, S., ZHANG, L., LI, C., LIU, S. Effect of combined ultrasonic and enzymatic extraction technique on the quality of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice. In: *Ultrasonic Sonochemistry*, 92, 2023: pp. 106231. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106231>

LISTA PUBLICAȚIILOR AUTOAREI LA TEMA TEZEI

1. Cărți de specialitate

1.2 Cărți de specialitate colective- 1

1.2.1. BULGARU, V., CUȘMENCO, T., POPESCU, L., CEȘKO, T., SAVCENCO, A., BAERLE, A., ȚĂRNA, R., MACARI, A., STURZA, R., GHENDOV-MOȘANU, A., SANDULACHI, E., GUREV, A., TATAROV, P. CAPITOLUL VI. Tehnologii de fabricare a produselor lactate fermentate cu adaosuri vegetale. In: *Ameliorarea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și inginerie alimentară*. Tehnica-UTM, Chișinău, 2023, pp. 136-165. ISBN 978-9975-45-988-4.

2. Articole în reviste științifice

2.1 în reviste din bazele de date Web of Science și Scopus- 2

2.1.1 BULGARU, V., CUȘMENCO, T., SANDULACHI, E., MACARI, A., STURZA, R. Evolution of physico-chemical indices and functional properties of fruit yogurt during storage. In: *Acta Scientific Nutritional Health*, 2021, 5(9), pp. 78-89. ISSN:2582-1423. IF- 1,316.

2.1.2. CUȘMENCO, T., BULGARU, V. Quality characteristics and antioxidant activity of goat milk yogurt with fruits. In: *Ukrainian Food Journal*, 2020, 9(1), pp. 86-98. ISSN 2313–5891 (Online) ISSN 2304–974X (Print). Disponibil: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-1-8>.

2.2. în reviste din Registrul Național al revistelor de profil

Categoria B⁺ - 3

2.2.1. BULGARU, V., CUȘMENCO, T., MACARI, A., BOTEZAT, O. Rheological and textural properties of goat's milk and mixture of goat's and cow's milk fruit yogurt. In: *Journal of Engineering*

Science 2020, 27 (4), pp. 172 - 182, ISSN 2587-3474. Disponibil: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4288315>, 2023. 27(4).

2.2.2. **CUȘMENCO, T., SANDULACHI, E., BULGARU, V., MACARI, A.** The role of berries in quality and safety ensuring of goat's and cow's milk yogurt. In: *Journal of Engineering Science* 2021, 28 (3) pp. 158 - 174. ISSN 2587-3474. ISSN 2587-3482. Disponibil: [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(3\).13](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(3).13).

2.2.3. **CUȘMENCO, T., SANDULACHI, E., BULGARU, V., MACARI, A., NETREBA, N., SANDU, I., DIANU, I.** Reducing the risk of spoilage caused by *Bacillus cereus* activity in cow's and goat's milk yogurt with berries puree. In: *Journal of Engineering Science* 2023, 30 (1), pp. 140-153. ISSN 2587-3474. ISSN 2587-3482. Disponibil: [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(1\).12](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(1).12).

Categoria B- 2

2.2.4 **CUȘMENCO, T., BULGARU, V., SANDULACHI, E., MACARI, A.** Caracteristicile calității iaurtului din amestec de lapte de capră și de vacă. In: *Akados*, 2022, 2 (65), pp. 45-53. pISSN: 1857-0461/eISSN: 2587-3687. Disponibil: <https://doi.org/10.52673/18570461.22.2-65.02>

2.2.5 **CUȘMENCO, T.** Influența fructelor asupra proprietăților organoleptice ale iaurtului din lapte de capră și vacă. In: *Știința agricolă*, 2022, 1, pp. 108-115. pISSN 1857-0003/eISSN 2587-3202. Disponibil: <https://doi.org/10.55505/sa.2022.1.16>.

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- 4

3.3.1 **CUȘMENCO, T.** Evaluarea intensității culorii iaurtului cu fructe. In: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*, UTM, 2020, pp. 408-410. ISBN: 978-9975-45-632-6. Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/8567>

3.3.2 **CUȘMENCO, T.** Modificările caracteristicilor fizico-chimice a iaurtului cu pomezi depozitare. In: *Conferința Tehnico-Științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*, UTM, 2023, pp. 227-230. ISBN: 978-9975-45-957-7. Disponibil: <https://cercetari.utm.md/cts-smd-2023/>

4. Alte lucrări și realizări specific diferitor domenii științifice

4.1 teze în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)- 4

4.1.1. **BULGARU, V., SANDULACHI, E., CUȘMENCO, T.** Microbiological aspects of goat's milk yogurt with the addition of scald fruits. In: *10th International Symposium "Euro-Aliment"*, 7-8 october 2021, Galați, România, p. 74. ISSN 1843-5114. Disponibil: https://www.euroaliment.ugal.ro/files/Book_of_abstracts.pdf.

4.1.2 **CUSMENCO, T., BULGARU, V., MACARI, A., NETREBA, N., SANDU, I., DIANU, I.** Antimicrobial activity of yoghurt made using a mixture of cows and goats milk with berries puree. In: *The 11th International Symposium Euro-Aliment. Insights of Future Foods – From Concepts and Challenges to Technological Innovation*, 2023. ISSN 1843-5114. Disponibil: https://www.euroaliment.ugal.ro/images/2023/Book_of_Abstracts_final_EuroAliment.pdf.

4.1.3 **CUȘMENCO, T.** Application possibilities for ultrasonification treatment of fruit purees, In: *International conference for students „STUDENT IN BUCOVINA”*, december, 13th, 2024, Suceava, România, pp.42 ISSN 2068 - 7648. Disponibil: https://fiajournal.usv.ro/sib2024/doc/2024/Carte%20de%20abstracte%202024_.pdf

4.2 teze în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)- 4

4.2.1. **CUȘMENCO, T., MACARI, A., BULGARU, V., NETREBA, N., DIANU, I., SANDU, I.** The impact of berries on the evolution of yoghurt acidity. In: *CASEE Conference, "Smart Life Sciences and Technology for Sustainable Development"*, 28-30 june 2023, Chisinau, Republic of Moldova, p. 40. ISBN 978-9975-64-364-4. Disponibil: <https://utm.md/the-13th-casee-conference-smart-life-sciences-and-technology-for-sustainabledevelopment/>.

4.2.2 **CUȘMENCO, T., DIANU, I.** Studiul valorii biologice a piureurilor din fructe. In: *Conferința "Yesterday's cultural heritage – contribution to the development of tomorrow's sustainable society" International Scientific Conference Organized in the context of the International Day of Women and Girls in Science*, 8-9 februarie 2024, p, 146. ISSN: 2558 – 894X.

4.2.3 **CUSMENCO, T., DIANU, I., SANDU, I., MACARI, A., NETREBA, N., BAERLE, A.** Influence of heat treatment on inactivation of polyphenol oxidase enzyme. In: *Modern Technologies in the Food Industry*, UTM, 17-18 october 2024, p.71. ISBN 978-9975-64-472-3

ADNOTARE

Cuşmenco Tatiana: „Ameliorarea valorii biologice a produselor lactate fermentate cu ingrediente bioactive din fructe”, teză de doctor în științe ingineresti, Chișinău, 2025.

Structura tezei: constă din introducere, 4 capitole, concluzii și recomandări, bibliografie cu 260 titluri. Textul de bază conține 139 pagini, inclusiv 49 de figuri și 35 de tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 19 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: lapte de capră, lapte de vacă, fructe, cultură starter, iaurt, tehnologie, fermentare, aciditate, bacterii lactice, proteină, vâscozitate, textură, fermitate, sinereză, antioxidanți, stabilitate.

Scopul lucrării: constă în obținerea piureurilor din fructe bacifere conservate prin metoda combinată de ultrasonificare și sterilizare cu păstrarea potențialului antioxidant ridicat și utilizarea acestora în fabricarea iaurtului cu valoare biologică ameliorată.

Obiectivele lucrării: cercetarea influenței condițiilor de ultrasonificare și sterilizare asupra valorii biologice și a potențialului antioxidant a piureurilor din fructe bacifere și stabilirea modelelor matematice pentru determinarea condițiilor optime de conservare; determinarea condițiilor optime de ultrasonificare și sterilizare asupra caracteristicilor senzoriale, indicatorilor fizico - chimici (aciditatea titrabilă, pH, conținut de substanță uscată, cenușă, proteină, fibre, zahăr), valorii biologice (acid *L*- hidroascorbic, conținutului total de antocieni) și activității antioxidante a piureurilor din fructe bacifere; determinarea raportului optim pentru elaborarea tehnologiei de fabricare a iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă; cercetarea influenței piureului din fructe bacifere în iaurt și duratei de păstrare a acestuia asupra caracteristicilor senzoriale, indicatorilor fizico - chimici, stabilității microbiologice, valorii biologice, activității antioxidante și stabilirea modelului matematic privind calitatea produsului finit.

Noutatea și originalitatea științifică: pentru prima dată au fost determinate și identificate condițiile optime de conservare a piureurilor din fructe bacifere prin tratament termic combinat de ultrasonificare și sterilizare care permite păstrarea valorii biologice și activității antioxidante; a fost argumentată importanța utilizării amestecului din lapte de capră și vacă în fabricarea produselor lactate fermentate; a fost fundamentată necesitatea îmbogățirii iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă cu fructe prin prisma conținutului de compuși biologic activi și stabilității microbiologice.

Rezultatele principale: s-a stabilit influența tratamentului termic combinat prin ultrasonificare și sterilizare asupra valorii biologice și potențialului antioxidant ale piureurilor din fructe bacifere; s-au determinat condițiile optime de ultrasonificare și sterilizare care asigură conservarea caracteristicilor senzoriale, a indicatorilor fizico - chimici, precum și a compușilor biologic activi; s-a stabilit raportul optim dintre laptele de capră și laptele de vacă pentru elaborarea tehnologiei de fabricare a iaurtului, în vederea obținerii unui produs cu proprietăți funcționale îmbunătățite și o valoare biologică ridicată; s-a demonstrat influența adaosului de piureuri din fructe bacifere și a duratei de păstrare asupra iaurturilor obținute, evidențiindu-se menținerea caracteristicilor senzoriale, a stabilității microbiologice, a indicatorilor fizico - chimici și a compușilor bioactivi pe perioada de păstrare. În plus, s-au elaborat modele matematice care descriu evoluția calității produsului finit și care permit estimarea stabilității acestuia în condiții de păstrare.

Semnificația teoretică: pentru prima dată a fost realizată modelarea cineticii procesului de conservare prin tratament termic de ultrasonificare și sterilizare a piureurilor din fructe bacifere, în funcție de temperatură și durată; au fost fundamentate particularitățile influenței tratamentului combinat prin ultrasonificare și sterilizare, fiind evidențiate corelațiile dintre indicatorii fizico - chimici, valoarea biologică și activitatea antioxidantă; a fost elaborată, în care piureurile din fructe bacifere au fost utilizate ca umplutură funcțională, contribuind la îmbogățirea valorii biologice și la creșterea stabilității produsului finit.

Valoarea aplicativă: a fost realizat procedeu de obținere a iaurtului din amestec de lapte de capră și vacă cu piureuri din fructe bacifere, a fost obținut brevet de invenție și act de implementare în cadrul întreprinderii de profil SRL „Ferma cu Origini”.

ABSTRACT

Cuşmenco Tatiana: “Improvement of the biological value of fermented dairy products with bioactive fruit ingredients,” PhD thesis in engineering sciences, Chişinău, 2025.

Structure of the thesis: The thesis includes an introduction, 4 chapters, conclusions and recommendations, and a bibliography containing 260 references. The main body of the text comprises 139 pages, including 49 figures and 35 tables. The results obtained have been published in 19 scientific papers.

Keywords: goat milk, cow milk, fruits, starter culture, yogurt, technology, fermentation, acidity, lactic acid bacteria, protein, viscosity, texture, firmness, syneresis, antioxidants, stability.

The purpose of the work: obtain berry fruit purees preserved through a combined method of ultrasonication and sterilization, ensuring high antioxidant potential, and to use these purees in the production of yogurt with enhanced biological value.

The objectives of the paper: investigate the influence of ultrasonication and sterilization temperature on the biological value and high antioxidant potential of berry fruit purees; establish mathematical models for optimizing the preservation conditions of berry fruit purees using kinetic modeling; determine the influence of ultrasonication and sterilization conditions on physicochemical parameters (titratable acidity, pH, total solids, ash, protein, fiber, sugars), biological value (TAC, *L*- ascorbic acid content), and antioxidant activity (AA) of the purees, and to define optimal preservation conditions; determine the optimal ratio of goat - cow milk mixture for natural yogurt production; develop a manufacturing technology for yogurt obtained from goat - cow milk mixtures; evaluate the effect of storage duration on the sensory, microbiological, physicochemical qualities, and antioxidant potential of yogurts with berry purees; apply mathematical modeling for evaluating the quality of fruit yogurt as a final product.

Scientific novelty and originality: For the first time, the optimal preservation conditions for berry fruit purees were determined and identified using a combined thermal treatment of ultrasonication and sterilization, which enables the retention of biological value and antioxidant activity. The importance of using a goat - cow milk mixture in the production of fermented dairy products was substantiated, and the necessity of enriching yogurt made from goat - cow milk mixture with fruits was justified in terms of biologically active compound content and microbiological stability.

Main results: the combined effect of ultrasonication and sterilization on the biological value and antioxidant potential was analyzed; the optimization of thermal treatment parameters and their effect on microbiological stability, physicochemical indices, sensory characteristics, bioactive compounds, and antioxidant activity of the purees was substantiated; the influence of these factors on the fermentation process and yogurt quality parameters was demonstrated; the stability of quality indicators in fruit yogurts during storage was also confirmed.

Theoretical significance: for the first time, kinetic modeling of the preservation method using thermal treatment by ultrasonication and sterilization of berry purees under various temperature and duration conditions has been performed; optimal conditions for preservation through thermal treatment were determined, focusing on their impact on physicochemical characteristics, biological value, and antioxidant activity; technologies for yogurt production using berry purees as bioactive filling agents were developed to enhance the final product's biological value.

Applicative value: a yogurt production process has been developed, resulting in invention patent and implementation act of the industrial - scale yogurt manufacturing technology with fruits at the specialized company “Ferma cu Origini” LDT.

АННОТАЦИЯ

Кушменко Татьяна: « Улучшение биологической ценности кисломолочных продуктов с использованием биоактивных фруктовых ингредиентов», диссертация на соискание ученой степени доктора инженерных наук, Кишинэу, 2025.

Структура диссертации: состоит из введения, 4 глав, выводов и рекомендаций, библиография в 260 наименованиях. Основной текст содержит 139 страниц, в том числе 49 рисунков и 35 таблицы. Полученные результаты опубликованы в 19 научных статьях

Ключевые слова: козье молоко, коровье молоко, фрукты, стартовая культура, йогурт, технология, ферментация, кислотность, молочнокислые бактерии, белок, вязкость, текстура, синерезис, антиоксиданты, стабильность.

Цель работы: получение фруктовых пюре из ягод, консервированных с использованием комбинированного метода ультразвуковой обработки и стерилизации при сохранении высокого антиоксидантного потенциала, а также в использовании этих пюре при производстве йогурта с повышенной биологической ценностью.

Задачи работы: изучение влияния температуры ультразвуковой обработки и стерилизации на биологическую ценность и антиоксидантный потенциал фруктовых пюре из ягод и разработка математических моделей оптимальных условий на основе кинетических моделей; определение влияния условий ультразвуковой обработки и стерилизации на физико-химические параметры, биологическую ценность и антиоксидантную активность фруктовых пюре; определение оптимальных соотношений смеси козьего и коровьего молока для производства йогурта; изучение влияния срока хранения на органолептические, микробиологические, физико-химические характеристики и антиоксидантный потенциал йогурта с фруктовыми пюре; постановка математического моделирования качества йогурта с фруктовыми пюре конечного продукта.

Научная новизна и оригинальность: впервые были определены и идентифицированы оптимальные условия консервирования фруктовых пюре с использованием комбинированной термической обработки - ультразвука и стерилизации, что обеспечивает сохранение биологической ценности и антиоксидантной активности; обоснована важность использования смеси козьего - коровьего молока при производстве йогурта и необходимость обогащения йогурта с фруктовыми пюре с точки зрения содержания биологически активных веществ и микробиологической стабильности.

Основные результаты: проанализировано влияние комбинированной термической обработки на биологическую ценность и антиоксидантный потенциал фруктовых пюре; обосновано влияние оптимизации параметров обработки на микробиологическую стабильность, физико - химические показатели, органолептические характеристики и антиоксидантную активность; продемонстрировано влияние этих факторов на процесс ферментации и показатели качества йогурта; доказана стабильность качественных показателей фруктовых йогуртов в течение хранения.

Теоретическая значимость: впервые выполнено кинетическое моделирование процесса консервирования фруктовых пюре с использованием термической обработки ультразвуком и стерилизацией при различных температурных и временных режимах; установлены оптимальные условия для сохранения физико - химических показателей, биологической ценности и антиоксидантной активности; разработаны технологии производства йогуртов с использованием фруктовых пюре в качестве наполнителя с целью обогащения биологической ценности конечного продукта.

Прикладное значение: разработан технологический процесс производства йогурта; получен патент на изобретение и оформлен акт внедрения технологии промышленного производства фруктового йогурта на профильном предприятии АО „Ferma cu Origini”.

CUȘMENCO TATIANA

**AMELIORAREA VALORII BIOLOGICE A PRODUSELOR LACTATE
FERMENTATE CU INGREDIENTE BIOACTIVE DIN FRUCTE**

253.02. - Tehnologia produselor alimentare de origine animală

Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești

Aprobat spre tipar: 03.11.2025
Hârtie ofset. Tipar RISO
Coli de tipar 2,25

Formatul hârtiei: 60x84 1/16
Tiraj 50 ex
Comanda nr. 88

MD - 2004, Chisinau, Bd. Ștefan cel Mare si Sfânt 168, UTM
MD - 2045, Chișinău, str. Studenților 9/9. Editura “Tehnica - TUM”