

A.Chirsanova V.Reșitca R.Siminiuc N.Suhodol C.Popovici O.Deseatnicova T.Capcanari O.Gutium E.Covaliov C.Grosu D.Paladi N.Mija L.Coșciug J.Ciumac

PRODUSE ALIMENTARE INOVATIVE

PRODUSE ALIMENTARE INOVATIVE

A.Chirsanova V.Reșitca R.Siminiuc
N.Suhodol C.Popovici O.Deseatnicova
T.Capcanari O.Gutium E.Covaliov C.Grosu
D.Paladi N.Mija L.Coșciug J.Ciumac

Chișinău, 2021

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**FACULTATEA TEHNOLOGIA ALIMENTELOR
DEPARTAMENTUL ALIMENTAȚIE ȘI NUTRIȚIE**

**A. Chirsanova V. Reșitca R. Siminiuc N. Suhodol C. Popovici O. Deseatnicova
T.Capcanari O.Gutium E.Covaliov C.Grosu D.Paladi N.Mija L.Coșciug J.Ciumac**

PRODUSE ALIMENTARE INOVATIVE

**Chișinău
2021**

CZU 663/664

P 94

Monografia **Produse alimentare inovative** reunește mai multe studii științifice ample asupra unor subiecte complexe tratate detaliat, multilateral și exprimate prin studii bibliografice, date, cifre și rezultate ale cercetărilor științifice.

Monografia colectivă **Produse alimentare inovative** este recomandată pentru editare de către Senatul Universității Tehnice a Moldovei (proces-verbal nr. 10 din 18 mai 2021).

Lucrarea este destinată specialiștilor din domeniul tehnologiilor alimentare, nutriției și alimentației publice. Sunt analizate diverse aspecte de creare a produselor alimentare inovative, iar vectorul cercetărilor este direcționat spre produsele fără gluten; fortificarea alimentelor cu calciu, cu iod; emulsii alimentare; valorificarea făinii de năut, nucilor și șrotului de nuci (*Juglans regia* L.); gemului și confiturii din fructe, elucidând provocările tehnologice, nutriționale, totodată, ținând cont de principiile teoretice, venind cu elaborări practice. Monografia inserează recomandări pentru inițiere în cercetare, fiind un suport valoros pentru mediul academic și domeniul economic.

Monografia colectivă **Produse alimentare inovative** este recomandată studenților ciclului I (licență), ciclului II (masterat), ciclului III (doctorat).

Monografia cu titlul **Produse alimentare inovative** se încadrează în direcțiile prioritare ale proiectului de stat **20.80009.5107.10: "Nutriție personalizată și tehnologii inteligente pentru bunăstarea mea"** care se realizează în cadrul Universității Tehnice a Moldovei.

Coordonatori: Aurica CHIRSANOVA, șef Departament Alimentație și Nutriție, doctor, conferențiar universitar
Tatiana CAPCANARI, doctor, conferențiar universitar

Recenzenți: Boris GAINA, doctor în științe tehnice, profesor universitar, academician, Academia de Științe a Moldovei
Oleg CHISALIȚA, doctor în științe biologice, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, MECC

Autori:

dr., conf. univ. Aurica CHIRSANOVA

dr., conf. univ. Vladislav REȘITCA

dr., conf. univ. Rodica SIMINIUC

dr., conf. univ. Natalia SUHODOL

dr., conf. univ. Cristina POPOVICI

dr., prof. univ. Olga DESEATNICOVA

dr., conf. univ. Tatiana CAPCANARI

dr., lect. univ. Olga GUTIUM

dr., lect. univ. Eugenia COVALIOV

dr., lect. univ. Carolina GROSU

dr., conf. univ. Daniela PALADI

dr., conf. univ. Nina MIJA

dr., conf. univ. Lidia COȘCIUG

dr., prof. univ. Jojr CIUMAC

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

Produse alimentare inovative / A. Chirsanova, V. Reșitca, R. Siminiuc [et al.]; coordonatori: Aurica Chirsanova, Tatiana Capcanari; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Tehnologia Alimentelor, Departamentul Alimentație și Nutriție. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 455 p.: fig., fig. color, tab.

Referințe bibliogr. la sfârșitul cap. – 50 ex.

ISBN 978-9975-45-704-0.

663/664

P 94

CUPRINS

INTRODUCERE	9
1. ALIMENTE FUNCȚIONALE: DEFINIȚII, CONCEPTE ȘI STRATEGII	11
1.1. Situația actuală a domeniului.....	11
1.2. Perspective de dezvoltare.....	12
1.3. Noțiuni și definiții	12
1.4. Clasificarea alimentelor funcționale.....	14
Bibliografie.....	17
2. PRODUSE FĂRĂ GLUTEN: PROVOCĂRI TEHNILOGICE ȘI NUTRIȚIONALE	20
2.1. Produsele aglutenice - un imperativ al zilei.....	21
2.1.1. Afecțiuni corelate cu consumul de gluten.....	21
2.1.2. Aspecte nutriționale ale produselor aglutenice	25
2.1.3. Aspecte tehnologice ale produselor aglutenice.....	30
2.1.4. Sorizul (<i>Sorghum oryzoidum</i>) – o cultură cerealică de perspectivă pentru Republica Moldova.....	40
2.2. Aspecte nutriționale ale boabelor de soriz și derivatelor.....	41
2.2.1. Testarea caracterului aglutenic al sorizului.....	41
2.2.2. Valoarea nutritivă a boabelor de soriz.....	43
2.3. Elaborarea produselor aglutenice din făina de soriz.....	44
2.3.1. Proprietățile fizico-chimice și tehnologice ale făinii de soriz	46
2.3.2. Formularea și cercetarea pâinii aglutenice din făină de soriz.....	50
2.3.3. Elaborarea și cercetarea unor varietăți de pandișpan aglutenic din făină de soriz.....	70
2.3.4. Elaborarea și cercetarea unor varietăți de biscuiți aglutenici din făină de soriz	78
Concluzii	84
Bibliografie.....	85
3. FORTIFICAREA ALIMENTELOR CU CALCIU: PRINCIPII TEORETICE ȘI ELABORĂRI PRACTICE	91
3.1. Calciul în nutriție. Biodisponibilitate și fortificare.....	91
3.1.1. Problema deficiențelor de calciu în Republica Moldova.....	91
3.1.2. Cauzele apariției deficiențelor nutriționale de calciu.....	95
3.1.3. Metabolismul calciului și factorii de risc ai carenței în calciu.....	97
3.1.4. Biodisponibilitatea calciului – promotor și inhibitor al valorificării calciului alimentar.....	101
3.1.5. Principalele realizări în fortificarea alimentelor cu calciu în practica alimentară.....	108

3.1.6. Aspecte practice în realizarea tehnologiilor de fortificare a alimentelor.....	114
3.2. Strategii de optimizare a tehnologiei de panificație în scopul biodisponibilizării calciului.....	117
3.2.1. Încorporarea calciului în produsele de panificație prin aplicarea procedeeleor de reducere a inhibitorilor absorbției elementelor minerale.....	117
3.2.2. Aplicarea diferitor procedee de panificație.....	129
3.2.3. Interferențe alimentare și impactul lor asupra valorificării calciului din alimentele fortificate.....	133
3.2.4. Fortificarea produselor de panificație prin aplicarea etapei acido-lactice de fermentare a aluatului.....	137
3.2.5. Elaborarea procedeeleor industriale de fabricare a produselor de panificație fortificate cu calciu.....	151
Concluzii.....	157
Bibliografie.....	158

4. FORTIFICAREA ALIMENTELOR CU IOD: ABORDĂRI

TEHNOLOGICE, EFECTE NUTRITIVE ȘI ASPECTE DE SIGURANȚĂ	166
4.1. Fortificarea alimentelor cu iod – aspecte științifice și practice.....	168
4.1.1. Aportul zilnic de iod și deficiența globală de iod.....	168
4.1.2. Rolul biologic al iodului în organism.....	174
4.1.3. Aspecte teoretice privind fortificarea cu iod a alimentelor.....	178
4.1.4. Alimente și compoziții alimentare fortificate cu iod – realizări și probleme.....	180
4.2. Elaborarea tehnologiei de fortificare a uleiului de floarea soarelui cu iod și extracte de plante aromatice.....	185
4.2.1. Stabilitatea iodului în uleiul fortificat pe parcursul păstrării.....	186
4.2.2. Stabilizarea oxidativă a uleiului fortificat cu iod prin administrarea extractelor de plante aromatice.....	186
4.2.3. Tehnologia de fortificare a uleiului de floarea soarelui cu iod și cu plante aromatice.....	188
4.3. Evoluția proprietăților de calitate ale uleiului fortificat cu iod și extracte de plante aromatice pe parcursul păstrării.....	190
4.3.1. Proprietățile fizico-chimice ale uleiului fortificat cu iod și extracte de plante aromatice.....	190
4.3.2. Valoarea biologică și nutritivă a uleiului fortificat cu iod și extracte de plante aromatice.....	196
4.3.3. Proprietățile senzoriale ale uleiului fortificat cu iod și extracte de plante aromatice.....	198
4.4. Biodisponibilitatea <i>in vivo</i> a uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod....	199
4.4.1. Structura morfologică a glandelor tiroide la șobolani.....	201
4.4.2. Acumularea iodului în glandele tiroide la șobolani.....	202
4.4.3. Nivelul hormonilor în glandele tiroide la șobolani.....	203

4.4.4. Inofensivitatea consumului de iod.....	207
4.5. Elaborarea produselor noi cu utilizarea uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod.....	208
4.5.1. Tehnologia de fortificare cu iod a sosului “Maionez”.....	208
4.5.2. Tehnologia de fortificare cu iod a produselor lactoacide.....	210
4.5.3. Tehnologia de fortificare cu iod a grăsimelor tartinabile.....	211
Concluzii.....	213
Bibliografie.....	215

5. EMULSII ALIMENTARE FUNCȚIONALE – ASPECTE TEHNOLOGICE ȘI NUTRIȚIONALE.....

5.1. Premisele teoretice ale creării emulsiilor alimentare cu destinație funcțională.....	227
5.1.1. Caracteristica generală a uleiurilor vegetale.....	227
5.1.2. Uleiuri vegetale – sursă de nutrienți esențiali.....	231
5.1.3. Uleiul din semințe de struguri – materie primă de perspectivă pentru obținerea produselor alimentare cu destinație funcțională.....	233
5.1.4. Emulsiile alimentare – caracteristică, clasificare, structură.....	235
5.1.5. Premisele teoretice ale creării emulsiilor alimentare cu destinație funcțională.....	237
5.1.6. Stabilitatea emulsiilor alimentare.....	238
5.1.7. Proprietățile antioxidante ale polifenolilor.....	240
5.2. Emulsii alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită.....	244
5.2.1. Elaborarea tehnologiei de obținere a emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită.....	244
5.2.2. Indici fizico-chimici de calitate ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită.....	246
5.2.3. Intensitatea de acumulare a produșilor de oxidare în emulsii alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită în procesul păstrării.....	248
5.2.4. Microstructura emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită în procesul păstrării.....	250
5.2.5. Proprietățile reologice ale emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită în procesul păstrării.....	252
5.2.6. Indicii organoleptici ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită.....	255
5.3. Proprietățile antioxidante ale extractelor naturale din materie vegetală de origine autohtonă.....	256
5.3.1. Metode de uscare a materiei vegetale utilizate în extractele naturale.....	257
5.3.2. Elaborarea tehnologiei de obținere a extractelor naturale din materie vegetală autohtonă.....	259
5.3.3. Influența metodei și regimului de uscare asupra conținutului total de polifenoli în materia vegetală uscată.....	260
5.3.4. Activitatea antioxidantă a extractelor naturale.....	262

5.3.5. Influența conținutului total de polifenoli asupra activității antioxidante a extractelor naturale.....	264
5.3.6. Proprietățile microbostatice a extractelor naturale.....	266
5.4. Tehnologii de obținere a produselor alimentare cu potențial antioxidant sporit.....	267
5.4.1. Tehnologii de obținere a uleiurilor vegetale cu potențial antioxidant sporit.....	267
5.4.2. Obținerea emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit.....	270
5.4.3. Proprietăți reologice ale emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit în procesul păstrării.....	277
5.4.4. Indicii microbiologici ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit în procesul păstrării.....	279
5.4.5. Indicii organoleptici ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit.....	283
Concluzii.....	285
Bibliografie.....	286

6. VALORIFICAREA FĂINII DE NĂUT ÎN PRODUSELE ALIMENTARE.....

6.1. Structura, compoziția chimică și valoarea nutritivă a boabelor de năut (<i>Cicer Arietinum L</i>)	294
6.1.1. Caracteristica agrobiologică a năutului și structura bobului de năut.....	294
6.1.2. Compoziția chimică generală a boabelor de năut.....	295
6.2. Năutul – aliment funcțional.....	303
6.3. Caracteristica fizico-chimică, proprietățile funcționale și tehnologice ale făinii de năut.....	305
6.3.1. Valorificarea făinii de năut în produsele alimentare.....	305
6.3.2. Obținerea făinii de năut și caracteristica organoleptică și fizico-chimică a ei	305
6.3.3. Proprietățile funcționale ale făinii de năut.....	306
6.4. Fermentarea aluatului din făina mixtă de grâu și năut: factorii de impact.	309
6.4.1. Descriptorii de calitate ai aluatului.....	311
6.5. Calitatea pâinii din făină mixtă de grâu și năut.....	311
6.5.1. Obținerea pâinii.....	311
6.5.2. Caracteristici calitative ale pâinii.....	312
6.6. Obținerea preparatelor din carne mărunțită cu făină de năut.....	315
6.6.1. Capacitatea de reținere a apei a tocăturii din carne cu făină de năut.....	316
6.6.2. Randamentul în produs / rata pierderilor la tratarea termică.....	317
6.6.3. Capacitatea de reținere a grăsimilor la gătitul preparatelor din tocătură de carne cu făină de năut.....	318
6.6.4. Tehnologia preparatelor din carne tocată cu făină de năut.....	319
6.6.5. Calitatea organoleptică a pârjoalelor.....	321

6.6.6. Valoarea nutritivă și biologică a pârjoalelor.....	321
6.6.7. Calitatea microbiologică a pârjoalelor.....	322
Concluzii.....	323
Bibliografie.....	323

7. VALORIFICAREA NUCILOR ȘI A ȘROTULUI DE NUCI (JUGLANS REGIA L.) PENTRU OBTINEREA PRODUSELOR FUNCȚIONALE.....

7.1. Starea actuală și perspectiva sectorului nucifer în Republica Moldova.....	327
7.2. Compoziția chimică generală a nucilor și șrotului de nuci <i>Juglans regia L.</i> ...	329
7.2.1. Aportul proteic și calitatea proteinelor.....	330
7.2.2. Aportul de substanțe minerale.....	332
7.2.3. Aportul de acizi grași.....	333
7.3. Potențialul nutraceutic al nucilor.....	336
7.4. Recomandări tehnologice de manipulare postrecoltă și valorificare a nucilor și șrotului de nuci.....	338
7.4.1. Manipulările postrecoltă a nucilor.....	339
7.4.2. Evoluția calității nucilor la păstrare.....	343
7.5. Șrotul de nucă <i>Juglans regia L.</i>	351
7.5.1. Evoluția calității șrotului de nuci la păstrare.....	354
7.6. Valorificarea miezului de nuci <i>Juglans Regia L.</i>	356
7.6.1. Tehnologia de obținere a laptelui de nuci.....	359
7.6.2. Tehnologia produselor fermentate pe baza laptelui de nuci.....	364
7.7. Valorificarea șrotului de nuci la fabricarea unor produse de cofetărie.....	369
7.7.1. Tehnologia de obținere a halvlei	369
7.7.2. Tehnologia de obținere a pandișpanului.....	374
7.7.3. Tehnologia de obținere a prăjiturilor „Macarons”	378
Concluzii.....	381
Bibliografie.....	381

8. VALOAREA NUTRITIVĂ ȘI PROPRIETĂȚILE SENZORIALE ALE GEMULUI ȘI CONFITURII DIN FRUCTE.....

8.1. Caracteristica generală a gemului și confiturii.....	390
8.1.1. Studiul proprietăților senzoriale ale gemului și confiturii din fructe.....	397
8.1.2. Tehnologii de fabricare ale gemului și confiturii.....	404
8.1.3. Valoarea biologică și nutritivă a gemului și confiturii din fructe.....	406
8.2. Tehnologia de obținere a produselor de tip gem, confitură cu conținut redus de zahăr.....	413
8.2.1. Obținerea compozițiilor noi de gem și confitură cu conținut redus de zahăr.....	413
8.2.2. Analiza gradului de gust dulce al gemului și confiturii.....	416
8.2.3. Compoziții ale gemului și confiturii cu conținut redus de zahăr și cu grad de gust dulce programat.....	423

8.2.4. Elaborarea compozițiilor gemului și confiturii cu gradul de gust dulce programat cu ciclamat de sodiu.....	426
8.3. Tehnologia de obținere a gemului și confiturii de fructe cu conținut redus de zahăr.....	427
8.3.1. Valoarea efectului letal necesar al procesului de pasteurizare al gemului și confiturii.....	430
8.3.2. Randamentul gemului și confiturii și consumul de zahăr conform tehnologiei elaborate.....	432
Concluzii.....	436
Bibliografie.....	437
9. RECOMANDĂRI PENTRU ÎNȚIERE ÎN CERCETARE.....	441
9.1. Informație, surse de informație, valorificarea informației.....	441
9.1.1. Noțiune de document tehnico-științific.....	442
9.1.2. Sisteme de clasificare a documentelor tehnico-științifice.....	442
9.1.3. Resurse electronice. Baze de date. Platforme de selectare a informației științifice.....	442
9.2. Managementul cercetării.....	444
9.2.1. Cercetare fundamentală și aplicată.....	444
9.2.2. Finanțarea investigațiilor științifice.....	445
9.3. Metodologia cercetării. Fazele unei cercetări științifice.....	445
9.3.1. Planificarea matematică prealabilă a experimentului. Experiment factorial complet.....	446
9.4. Tehnici de laborator de testare a produselor alimentare.....	447
9.4.1. Tehnici potențimetrice, conductimetrice.....	447
9.4.2. Tehnici spectrale.....	448
9.4.3. Analizoare ale compoziției, sensori de identificare, testere.....	449
9.4.4. Tehnici cromatografice.....	450
9.5. Forme de aprobare și comunicare a rezultatelor cercetării.....	451
9.5.1. Categoriile de publicații științifice.....	451
9.5.2. Studii bibliometrice și platforme de comunicare.....	451
9.6. Proprietatea intelectuală și inovarea.....	452
9.6.1. Proprietatea intelectuală. Proprietatea industrială.....	452
9.6.2. Brevet de invenție.....	453
Concluzii.....	453
Bibliografie.....	453

INTRODUCERE

Evoluția omenirii a fost marcată de-a lungul secolelor de mai multe etape de dezvoltare sociopolitice. Astfel, fiecare etapă a dezvoltării omenirii este caracterizată de particularități specifice administrative, economice, religioase și culturale. Aceste etape, care au evoluat și s-au schimbat în timp, au condiționat posibilități și tradiții alimentare. Natura și tipul alimentației au suferit transformări semnificative odată cu evoluția omului, iar diferențele înregistrate între modul de alimentare al omului primitiv și cel contemporan, fiind la fel de importante ca și cele ce caracterizează oricare alte aspecte ale evoluției umane între aceste două etape extreme. Și, similar cu multe alte momente, alimentația omului a înregistrat progrese, dar uneori și tendințe nefavorabile de evoluție, odată cu trecerea de la o etapă istorică la alta. Cu aproximativ 10.000 de ani în urmă omul a trecut prin așa-numita „eră preagricolă”, în care resursele de hrană le constituia carnea obținută din vânat și, doar în plan secundar, fructele culese de pe copaci.

În următoarele milenii, odată cu dezvoltarea agriculturii, consumul de carne scade, provenind de această dată de la diverse animale domestice, iar aportul alimentar ajunge treptat să fie reprezentat cu prioritate de către vegetale. Este perioada denumită „era agricolă”, marcată de apariția primelor deficiențe alimentare. Civilizațiile antice, diferențiindu-se progresiv prin orânduirii sociale, economice și religioase distincte, adoptă stiluri alimentare tot mai diverse. Iar perioada Evului Mediu generează schimbări majore în alimentație.

Până în secolul XI, caracteristica nutrițională comună este alimentația global insuficientă. În următoarele două secole aportul proteic uzual se menține încă mult deficitar. În plus, într-o epocă a ignoranței și a limitărilor religioase severe, perioadele de post ale anului au și ele o influență negativă considerabilă asupra statusului nutrițional al populației. Primele încercări de ameliorare ale nutriției populaționale apar începând cu secolul XVI, marcând încet, dar sigur, trecerea spre o epocă în care privațiunile alimentare, deși persistente, diminuează câte puțin în intensitate. Secolele XVIII-XIX aduc cu ele o altă serie de modificări ale dietei habituale, care o apropie treptat de tipul de hrană al omului modern. În alimentație se introduc noi produse rezultante ale revoluției industriale, precum zahărul și produsele zaharoase, apoi concentratele alimentare, pastele făinoase etc. Cu timpul, alimentația zilnică începe să conțină cantități tot mai mari de produse rafinate și concentrate, cu densitate nutrițională și energetică sporită și reziduu tot mai redus cantitativ.

O altă tendință ce se poate constata, dacă privim alimentația umană din perspectiva temporală, este utilizarea unui număr tot mai redus de plante și animale pentru hrana zilnică. Limitându-și numeric sursele alimentare, omul modern este mult mai predispus, dacă îl comparăm cu omul primitiv, de exemplu, care folosea tot ceea

ce îi puna la îndemână natura sălbatică, la dezvoltarea unor deficite cronice de nutriemniți, cu toată bogăția paradoxală a puținelor soiuri alimentare folosite.

În fine, o ultimă particularitate, dar deloc lipsită de importanță, constituie asocierea în peisajul lumii moderne a excesului alimentar cantitativ și calitativ (mai ales pe fondul utilizării predominante a alimentelor rafinate și concentrate, în asociere cu sedentarismul propriu civilizației actuale) cu deficitele alimentare, de multe ori grave, și cu consecințe nefaste asupra stării de sănătate a unor segmente încă extinse din populația globului.

1. ALIMENTE FUNCȚIONALE: DEFINIȚII, CONCEPTE ȘI STRATEGII

Astăzi, atenția pentru sănătate și bunăstare a devenit un obiectiv evaziv al multor consumatori, în special având în vedere piața complexă și fluxul de mesaje mixte de la diverse surse de informare. Cu toate acestea, aspirația către un mod de viață sănătos a permis penetrarea pieței cu alimente funcționale ce conțin substanțe biologic active sau nutrienți fiziologic activi și non-nutrienți care le conferă beneficii dovedite pentru sănătate.



Vitaminele, antioxidanții și acizii grași sunt exemple de substanțe cu o cotă importantă pe piață, în timp ce flavonoidele, izoflavonele și altele mai puțin cunoscute (de exemplu fitochimicalele fenolice) sunt exemple ale compușilor alimentari bioactivi non-nutrienți care sunt încorporați în diferite produse alimentare funcționale comercializate și, totodată, mai puțin cunoscute de către consumatorii de rând [1, 4].

1.1. Situația actuală a domeniului

În ultimii 20 de ani, cercetările în domeniul nutriției s-au orientat spre rolul nutrienților și compușilor non-nutritivi în prevenirea bolilor și reducerea riscului apariției acestora. Acest lucru este în contrast cu deceniile precedente, când cercetarea era focalizată pe nutrienți ce erau analizați în vederea vindecării bolilor. În mare parte, schimbarea orientării vectorului în cercetări este atribuită progreselor în știință și tehnologie fortificate de dorința crescândă a consumatorilor de a se autotrata [2, 3]. Pe baza cercetărilor de piață din cadrul industriei alimentare, o treime dintre consumatorii chestionați în 2011 intenționează să o facă astfel: tratează-te mai mult și mergi la medic mai puțin. În plus, astăzi se recomandă alimentația pe baza selectării alimentelor pe baza cunoașterii caracteristicilor sănătoase atribuite nutrienților specifici pe care îi conțin[4, 5]. Conform acestora și altor date, consumatorii caută mai mult alimente cu beneficii pentru sănătate, în special cei cu un nivel de educație mai ridicat [6]. Conform datelor obținute în urma realizării unui sondaj cu referire la opinia consumatorilor privind alimentele noi, inclusiv alimentele funcționale, alimentele pentru sănătate etc., 73% dintre consumatori „cred că mâncarea și nutriția joacă un „rol esențial” în menținerea și îmbunătățirea sănătății generale”, 70% dintre cei chestionați menționează fructele și legumele ca fiind cea mai cunoscută hrană funcțională. Circa 80% dintre consumatori sunt de acord că alimentele și băuturile funcționale pot ajuta la menținerea sau îmbunătățirea sănătății, inclusiv sănătatea oaselor (81%), sănătatea inimii și a circulației (79% și 74%, respectiv), sănătatea imună (79%), sănătatea aparatului digestiv (78%) [4].

Factorii care condiționează necesitatea alimentelor funcționale pe piață includ creșterea costurilor asistenței medicale și tendința în creștere de autotratăre cu costuri mai mici, vârsta în creștere a populației, epidemia de obezitate și nivelul ridicat de boli ale stilului de viață sedentar [6]. În general, alimentele funcționale au potențialul de a minimiza costurile de îngrijire a sănătății, îmbunătățind în același timp sănătatea și bunăstarea și oferind consumatorilor un control mai mare asupra sănătății lor prin furnizarea unei forme convenabile de ingrediente care îmbunătățesc sănătatea [7].

Ca rezultat al progresului științific și al tendințelor actuale ale culturii consumului, la nivel mondial piața alimentelor funcționale continuă să crească. Cea mai evidentă creștere este observată în SUA. De exemplu, în 5 ani, peste 300 de companii implicate în elaborarea și comercializarea lor au atins performanțe economice foarte bune [8].

1.2. Perspective de dezvoltare

Perspectivile acestui domeniu sunt destul de pozitive. Se estimează că piața globală de alimente și băuturi funcționale va ajunge la 130 miliarde dolari până în anul 2021 [9]. În ciuda creșterii interesului din partea consumatorilor și penetrarea masivă pe piață a alimentelor funcționale, acest termen nu este înțeles foarte clar de către consumatori. Astfel, cu o piață alimentară funcțională în continuă expansiune cuplată cu lipsa unei terminologii de reglementare pentru definirea alimentelor funcționale, apar noi probleme și oportunități semnificative pentru dieteticieni, nutriționiști, cât și pentru cercetătorii din domeniul elaborării produselor alimentare noi pentru a transmite informații fiabile consumatorilor și factorilor de decizie politică, precum și să se angajeze activ în cercetarea și dezvoltarea alimentelor funcționale. Din acest motiv, este foarte important a trece în revistă definirea alimentelor funcționale, a categoriilor de alimente comercializate ca funcționale, reglementarea alimentelor funcționale și fundamentarea științifică, precum și mesajul către practicienii în dietetică, pentru ca ei să fie la curent cu rezultatele cercetărilor alimentelor funcționale și să transmită aceste informații consumatorilor [10].

1.3. Noțiuni și definiții

Un aliment funcțional este un aliment care se pretinde că are o funcție suplimentară (adesea una legată de promovarea sănătății sau de prevenirea bolilor) prin adăugarea de ingrediente noi sau mai multe dintre ingredientele existente. Acest termen se poate aplica, de asemenea, trăsăturilor crescute intenționat în plantele comestibile existente, cum ar fi cartofii mov sau de aur cu un conținut îmbogățit de antocianine sau carotenoide. Alimentele funcționale pot fi „concepute pentru a avea beneficii fiziologice și/sau pentru a reduce riscul de boli cronice dincolo de funcțiile nutriționale de bază și pot fi similare ca aspect cu alimentele convenționale și consumate ca parte a unei diete regulate” [11].

Noțiunea de alimente funcționale a fost folosită pentru prima dată în Japonia, în anii '80, pentru produse alimentare fortificate cu constituenți specifici care au efecte fiziologice avantajoase [12]. Alimentele funcționale pot îmbunătăți condițiile generale ale corpului, pot scădea riscul unor afecțiuni (de exemplu, produsele de

scădere a colesterolului), fiind utilizate chiar la vindecarea unor boli. Se recunoaște că există o cerere pentru aceste produse, deoarece diferite studii demografice au arătat că serviciul medical al populației îmbătrânite este destul de costisitor [13]. Conceptul de alimente funcționale a fost inițial promovat în 1984 de către oamenii de știință japonezi care au studiat relațiile dintre nutriție, satisfacția senzorială, fortificarea și modularea sistemelor fiziologice [14]. În 1991, s-au stabilit un șir de reguli privind aprobarea unei anumite categorii de produse alimentare denumite FOSHU [15].

Nu există nici o îndoială că interesul japonez pentru alimentele funcționale a condus la conștientizarea necesității de astfel de produse în Europa și Statele Unite. Experții din aceste țări și-au dat seama că alimentele funcționale, pe lângă faptul că pot reduce costurile de fortificare a sănătății populației în curs de îmbătrânire, sunt și un potențial comercial pentru industria alimentară [16]. În majoritatea țărilor nu există o definiție legislativă a termenului, iar trasarea unei linii de frontieră între alimentele convenționale și cele funcționale este o provocare chiar și pentru experții în nutriție și alimente [17]. Până în prezent, o serie de autorități internaționale, organisme academice și industriale au propus diferite definiții ale alimentelor funcționale. Acestea variază de la cele mai simple până la cele mai complexe. De exemplu: „alimente care pot oferi beneficii de sănătate dincolo de alimentația de bază” și „alimente asemănătoare în aparență cu alimentele convenționale care sunt destinate consumului ca parte a unei alimentații normale, dar au fost modificate pentru a susține rolurile fiziologice dincolo de furnizarea de nutrienți simpli” [18].

În *Conceptele științifice ale alimentelor funcționale în Europa* prezentate de Comisia Europeană pentru programul FUFOSSE, alimentele funcționale sunt definite în felul următor: „Un aliment poate fi considerat „funcțional” dacă se demonstrează în mod satisfăcător că influențează benefic asupra unor sau mai multor funcții-țintă ale organismului, dincolo de efectele nutriționale adecvate astfel, încât să fie relevant fie pentru o stare îmbunătățită de sănătate, bunăstare și/sau reducerea riscului de îmbolnăvire. Alimentele funcționale trebuie să rămână alimente și trebuie să demonstreze efectele lor în cantitățile care pot fi consumate în mod normal în dietă: nu sunt pastile sau capsule, deci, fac parte dintr-un model alimentar obișnuit. O alimentație funcțională poate fi o alimentație naturală la care a fost adăugat un component sau un aliment din care un component a fost îndepărtat prin mijloace tehnologice sau biotehnologice. Poate fi, de asemenea, un aliment în care natura sau biodisponibilitatea unuia sau mai multor componente a fost modificată sau orice combinație a acestor posibilități. Produsele funcționale pot servi pentru toți membrii unei populații sau pentru anumite grupuri ale populației, care ar putea fi definite, de exemplu, de vârstă sau de constituție genetică” [19].

În afara termenului alimente funcționale există și alți termeni pentru produsele dietetice care leagă în mod explicit alimentația cu sănătatea. Potrivit Direcției Generale Sănătate și Protecția Consumatorului a Comisiei Europene, „Suplimentele alimentare sunt surse concentrate de nutrienți sau alte substanțe cu efect nutrițional sau fiziologic, al căror scop este să suplimenteze dieta normală și sunt comercializate sub formă de „doză”, adică sub formă de pastile, tablete, capsule, lichide în doze măsurate etc.” [20]. În mod similar, FDA definește un supliment alimentar ca „un

produs administrat pe cale orală, care conține un „ingredient alimentar” destinat să suplimenteze regimul alimentar”. „Ingredientele dietetice” din aceste produse pot include: vitamine, minerale, ierburi sau alte substanțe botanice, aminoacizi, enzime, țesuturile organelor, glandele și metaboliții. Suplimentele dietetice pot fi, de asemenea, extracte sau concentrate și pot fi găsite în mai multe forme cum ar fi tablete, capsule, geluri moi, capsule gelatinoase, lichide sau pulberi [21].

Prin urmare, principala diferență dintre alimentele funcționale și suplimentele alimentare constă în faptul că acestea “sunt similare în aparență cu alimentele convenționale și sunt consumate ca parte a unei alimentații normale”, în timp ce acestea din urmă nu sunt considerate ca fiind „alimente” [24]. Conceptul alimente nutraceutice este mai puțin clar. Conform [22], un aliment nutraceutic este „un produs alimentar sau o parte dintr-un produs alimentar care presupune beneficii medicale sau de sănătate, inclusiv prevenirea și tratamentul bolilor. O alimentație nutrițională poate fi o hrană naturală bogată în nutrienți sau activă din punct de vedere medical cum ar fi usturoiul sau boabele de soia, sau poate fi o componentă specifică a unui aliment cum ar fi uleiul de pește ($\omega 3$) care poate fi derivat din somon”.

În urma acestor definiții, atât alimentele funcționale, cât și suplimentele alimentare ar putea fi considerate nutraceutice atât timp, cât ele pot fi derivate din surse naturale. Dimpotrivă, Ministerul Canadian pentru Agricultură și Alimente Agricole consideră că un aliment nutraceutic este „un produs izolat sau purificat din alimente care în general se vând sub forme medicinale ce nu sunt asociate în mod obișnuit cu alimentele. Se demonstrează că un nutraceutic are beneficiu fiziologic sau oferă protecție împotriva bolilor cronice” [25]. Zeisel propune definirea alimentelor nutraceutice ca „suplimente de dietă care furnizează o formă concentrată de component bioactiv presupus dintr-un aliment prezentat într-o matrice nonalimentară în doze mai mari decât cele care ar putea fi obținute din alimente normale și utilizate pentru a îmbunătăți sănătatea”.

Institutul Nutraceutic al Universității Rutgers și Universitatea Saint Joseph limitează definiția de nutraceutic propusă la „compuși chimici bioactivi naturali care promovează sănătatea, previn bolile sau au compuși cu proprietăți medicinale”. În același timp, Centrul Național Nutraceutic al Universității Clemson extinde conceptul (de exemplu, plante transgenice pentru vaccinarea orală împotriva bolilor infecțioase) asupra celorlalte două categorii de suplimente alimentare (de exemplu, vitamine, minerale și extracte de plante) și alimente funcționale (de exemplu, lapte $\omega 3$, uleiuri de reducere a colesterolului și grăsimilor) [26, 27].

1.4. Clasificarea alimentelor funcționale

Alimentele funcționale pot fi clasificate în general pe baza originii lor, adică produse derivate natural sau produse sintetizate în condiții industriale (fig.1.1). Acestea pot fi derivate din plante sau din surse animale. Cele derivate din plante includ ovăz, semințe de in, legume crucifere, citrice, usturoi, ceai, struguri, vin etc., iar alimentele derivate din animale includ ouă, carne, pește, lapte, caș, brânză etc. Clasificarea generală a lor este reprezentată în figura 1.1[25].

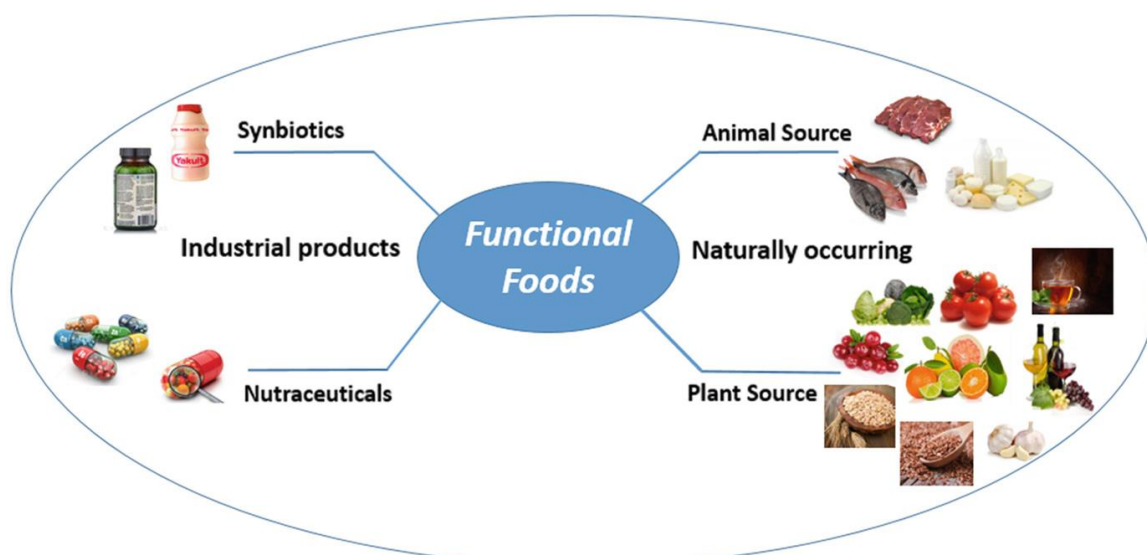


Figura 1.1. Categoriile de alimente funcționale după origine

Conștientizarea faptului că dieta are un rol major în beneficiul sănătății ființei umane, în prevenirea și tratamentul unor boli, a motivat cercetătorii să descopere și să studieze beneficiile pentru sănătate ale diferitelor componente ale dietei. Din rezultatele cercetării pe modele animale și umane s-au determinat produsele alimentare, dozele lor, modul de administrare sau consum, beneficiile acestora conturându-se destul de evident.



Figura 1.2. Substanțe fitochimice

Astăzi, cele mai utilizate substanțe fitochimice în vederea obținerii produselor noi cu aspect funcțional sunt carotenoidele, catechinele, flavonoizii, saponinele și altele [26] (fig. 1.2).

Comisia Europeană a Alimentelor Funcționale consideră că un nou aliment poate fi apreciat ca “funcțional” dacă se demonstrează că are o influență benefică asupra uneia sau mai multor funcții “țintă” ale organismului uman, pe lângă efectele nutriționale normale [27]. Această categorie de produse trebuie să rămână și în viitor

sub forma actuală de alimente, și nu sub formă de pastile, pulberi sau capsule (cum se prezintă nutraceuticele – concentrate de alimente naturale, cu beneficii pentru sănătate, comercializate sub formă de pastile, capsule sau pulberi) și să-și demonstreze efectele în cantitatea care se consumă în mod normal în dieta alimentară (fig.1.3).

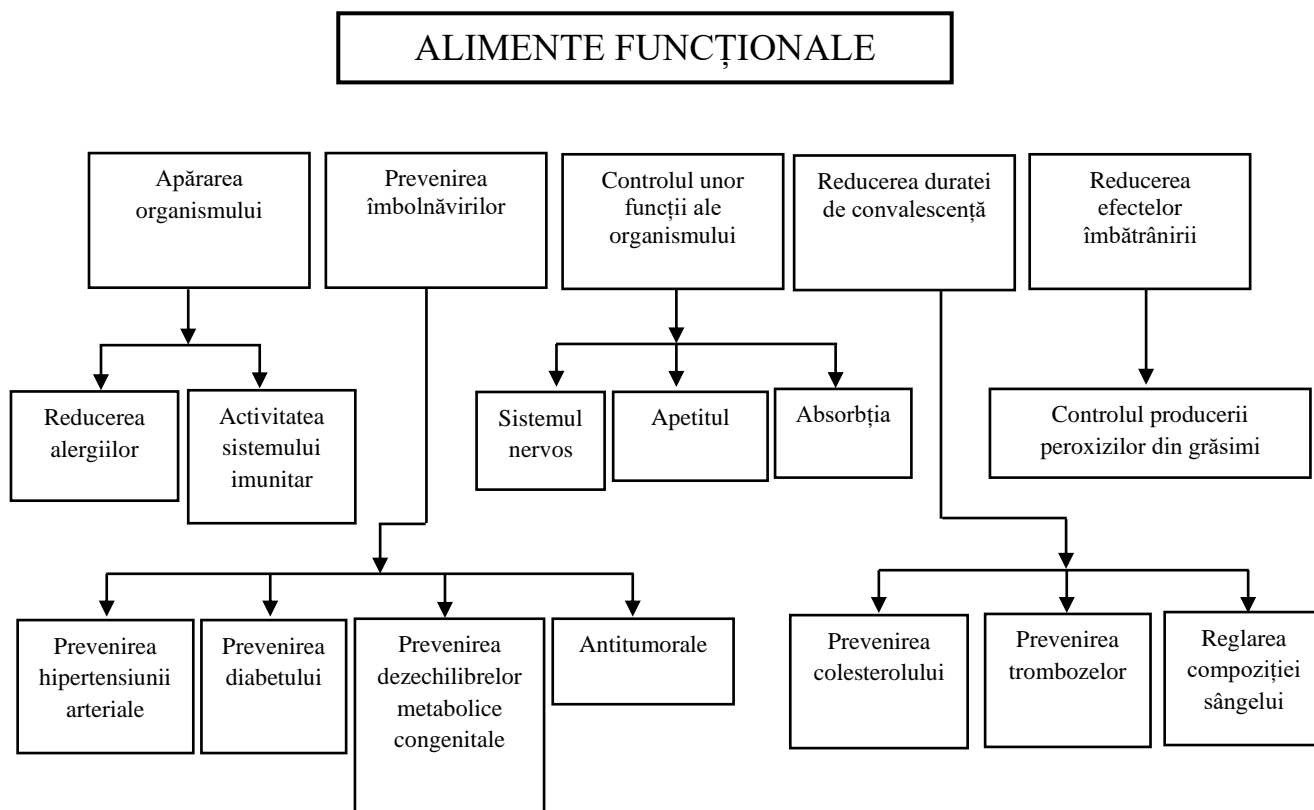


Figura 1.3. Rolul alimentelor funcționale în reglarea unor procese din organism

Rolul alimentelor funcționale în reglarea unor procese din organism. Alimentul funcțional poate fi:

- aliment natural;
- aliment în care s-a adăugat o componentă;
- aliment din care s-a eliminat o componentă;
- aliment în care natura uneia sau mai multor componente a fost modificată;
- aliment în care putem găsi orice combinație a celorlalte posibilități.

Atât pentru producția, cât și pentru comerțul cu aceste noi produse sunt necesare norme de evidențiere și de control al conținutului și calităților, precum și metode de stabilire a eficienței acestora asupra sănătății populației. Astfel, este obligatoriu ca pe ambalajul produsului să fie trecute: lista ingredientelor ce intră în compoziția produsului, în ordinea descrescătoare a cantității acestora; informații privind conținutul în nutrienți (de regulă, la bucată sau la suta de grame); concentrația nutrientului (cum ar fi de exemplu “low fat”, “cholesterol free”, “high fibre”, “energy-reduced”, “25% less fat”, “light” etc.) și alte informații utile consumatorului pentru a-și justifica decizia de cumpărare și consum a produsului [28].

Un aliment poate fi funcțional pentru toți indivizii sau numai pentru unul, sau mai multe grupuri de populație definite prin varstă, constituție fizică, categorie profesională etc. Abordarea anterioară a fost una nutriționistă a alimentului. În demersul nostru științific mai importantă este abordarea comercială (de marketing). Potrivit acesteia, conceptul de aliment înglobează, pe lângă conținutul fizic al produsului (vin, pâine, brânză) și ambalajul, prețul, eticheta, marca, locul de vânzare ș.a. Toate aceste componente conferă valoare produsului alimentar. În concepția de marketing, alimentul este un potențial de satisfacție ce trebuie înțeles de eventualii cumpărători.

Acest potențial devine efectiv când consumatorul cumpără și utilizează produsul. Dacă produsul alimentar oferă satisfacție cumpărătorului (de exemplu părinților) și utilizatorilor (părinților și copiilor), el trebuie să ofere în egală măsură satisfacție distribuitorului (marjă ridicată de profit) și producătorului care l-a realizat (rentabilitate, imagine favorabilă) [29]. Produsul alimentar trebuie să satisfacă așteptările raționale și iraționale atât ale cumpărătorilor, cât și ale consumatorilor. În funcție de tipul și locul de cumpărare, raportul dintre cele două categorii de așteptare este diferit. Până la începutul anilor 1980, se distingeau trei tipuri de produse alimentare:

- de elită (sau festive), pentru care prețul conta mai puțin, importantă fiind satisfacția pe care o genera consumul lor;
- de consum (sau uzuale), pentru care prețul era foarte important;
- intermediare, aflate între primele două, atât ca preț, cât și din punct de vedere al calității.

Deși clasificarea alimentelor se poate face după o multitudine de criterii, suscită interes doar clasificările care le împart dihotomic în alimente uzuale și alimente festive, în alimente comune și alimente de calitate superioară, în alimente de bază și alimente de tip “segment de piață”, în alimente “servite” și alimente “neservite” ș.a. Alimentația zilnică trebuie să fie asigurată cu alimente uzuale, care să corespundă în mod esențial așteptărilor raționale ale consumatorilor.

Aceste produse permit:

- economisirea banilor (prețuri mici și raport calitate / preț bun);
- asigurarea menținerii sănătății;
- mai mult timp liber prin facilitarea operațiunilor menajere (sunt oferite alimente gata de utilizare);
- comoditate în manipulare și stocare [30].

BIBLIOGRAFIE

1. Cruz Casas D.E. et al. 2021. Probiotics as Functional Foods. In: Goel G., Kumar A. (eds) *Advances in Probiotics for Sustainable Food and Medicine. Microorganisms for Sustainability*, vol 21. Springer, Singapore.
2. Symphony IRI Group. CPG 2010 year review: Times and trends. <http://www.foodinstitute.com/iri/T&TFeb2011.pdf>. Accessed May 20, 2013.

3. Fibigr, J.; Šatínský, D.; Solich, P. Current trends in the analysis and quality control of food supplements based on plant extracts. *Anal. Chim. Acta* 2018, 1036, 1–15.
4. Martirosyan D.M., Singh J.: A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease* 2015, 5:209-223.
5. Tufarelli V., Laudadio V. (2016) An overview on the functional food concept: perspectives and applied researches in probiotics, prebiotics and synbiotics. *J Exp Biol* 4:3S.
6. Sloan AE. Top 10 food trends. *Food Technol.* 2011; 65(4):24-41.
7. Annunziata A., Vecchio R. Functional foods development in the European market: A consumer perspective. *J Funct Foods.* 2011; 3(3): 223-228.
8. International Food Information Council. Functional foods/foods for health consumer trending survey. <http://www.foodinsight.org/Content/3842/REVISED%20ADA%20Functional%20Foods%20Webcast%20Deck%207.26.2011%20V2.pdf>.
9. Schieber A. Functional foods and nutraceuticals [editorial]. *Food Res Intl.* 2012; 46(2):437.
10. Thompson A.K., Moughan P.J. Innovation in the foods industry: Functional foods. *Innov Manage Policy Pract.* 2008; 10(1):61-73.
11. Institute of Food Technologists. Functional foods: Opportunities and challenges. March 2005. http://www.ift.org/Knowledge-Center/Read-IFT-Publications/Science-Reports/Expert-Reports/w/media/Knowledge%20Center/Science%20Reports/Expert%20Reports/Functional%20Foods/Functionalfoods_expertreport_full.pdf.
12. Functional food industry: Market research report, statistics and analysis. Report Linker website. <http://reportlinker.com/ci02036/Functional-Food.html>. Accessed March 8, 2013.
13. Food and Drug Administration. Labeling and nutrition. [http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/Labeling Nutrition/default.htm](http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/Labeling%20Nutrition/default.htm) Updated March 1, 2013. Accessed March 8, 2013.
14. Czepielewska, E.; Makarewicz-Wujec, M.; Rózewski, F.; Wojtasik, E.; Kozłowska-Wojciechowska, M. Drug adulteration of food supplements: A threat to public health in the European Union? *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 2018, 97, 98–102
15. International Life Sciences Institute. Perspectives on ILSI's international activities on functional foods. <http://www.ilsa.org/Europe/Publications/O2009Perspectives.pdf>. May 2009. Accessed October 24, 2012.
16. International Food Information Council. Functional foods. <http://www.foodinsight.org/Content/3842/Final%20Functional%20Foods%20Backgrounder.pdf>. Published July 2011. Accessed October 24, 2012.
17. International Life Sciences Institute Europe Functional Food Task Force. Functional foods—Scientific and global perspectives. <http://www.ilsa.org/Europe/Pages/ViewItemDetails.aspx?WebID%2f484d7fa4a-0fd5-40cda49a-2da6fcd654&ListID%2f40348eb34-df85-49dd-9ade-77ed136643f1&ItemID%2f4161>. Published October 2001. Accessed October 24, 2012.

18. Kowalska, A.; Bieniek, M.; Manning, L. Food supplements' non-conformity in Europe-Poland: A case study. *Trends Food Sci. Technol.* 2019, 93, 262–270.
19. Colombo, F.; Restani, P.; Biella, S.; Di Lorenzo, C. Botanicals in Functional Foods and Food Supplements: Tradition, Efficacy and Regulatory Aspects. *Appl. Sci.* 2020, 10, 2387.
20. European Commission. Functional foods. ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/kbbe/docs/functional-foods_en.pdf. Accessed October 24, 2012.
21. Health Canada. Policy paper-Nutraceuticals/functional foods and health claims on foods. http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/labeletiquet/claims-reclam/nutra-funct_foodsnutra-fonct_aliment-eng.php#2. Published November 1998. Accessed October 24, 2012.
22. Japan Ministry of Health, Labour, and Welfare. Food for specialized health uses. <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/02.html>. Accessed October 24, 2012.
23. Zhao, F.; Li, M.; Meng, L.; Yu, J.; Zhang, T. Characteristics of Effervescent Tablets of Lactobacilli Supplemented with Chinese Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) and *Polygonatum sibiricum*. *Appl. Sci.* 2020, 10, 3194.
24. Danik M. Martirosyan and Bryan Singharaj. Health Claims and Functional Food: The Future of Functional Foods under FDA and EFSA Regulation. *Functional Foods for Chronic Diseases*, 2016, p. 410-424.
25. Brandenburger S, Birringer M: European health claims for small and medium-sized companies – utopian dream or future reality? *Functional Foods in Health and Disease* 2015, 5:44-56.
26. Zuccari, G.; Baldassari, S.; Ailuno, G.; Turrini, F.; Alfei, S.; Caviglioli, G. Formulation Strategies to Improve Oral Bioavailability of Ellagic Acid. *Appl. Sci.* 2020, 10, 3353.
27. Fraga, S.; Nunes, F. *Agaricus bisporus* By-Products as a Source of Chitin-Glucan Complex Enriched Dietary Fibre with Potential Bioactivity. *Appl. Sci.* 2020, 10, 2232
28. Naga K.R. Ghattamaneni and Lindsay Brown. Functional foods from the tropics to relieve chronic normobaric hypoxia. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 2021, 286, 103599 DOI: 10.1016/j.resp.2020.103599.
29. Anna Jędrusek-Golińska, Danuta Górecka, Maciej Buchowski, Katarzyna Wieczorowska-Tobis, Anna Gramza-Michałowska, Krystyna Szymandera-Buska. Recent progress in the use of functional foods for older adults: A narrative review. First published: 22 January 2020. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12530>.
30. Daniel Granato, Francisco J. Barba, Danijela Bursać Kovačević, José M. Lorenzo, Adriano G. Cruz, and Predrag Putnik. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety Annual Review of Food Science and Technology. Vol 11:93-118. 2020. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>

2. PRODUSE FĂRĂ GLUTEN: PROVOCĂRI TEHNOLOGICE ȘI NUTRIȚIONALE

Pe plan mondial, culturile cerealiere dețin primul loc după suprafețele ocupate de terenurile agricole. Astfel, 55% din terenul agricol mondial, respectiv circa 720 miliarde hectare, revin culturilor cerealiere. Producția mondială de cereale se ridică acum la 2 762 milioane de tone [1], dintre care doar grâul deține 28%, orezul și porumbul câte 25%, iar restul revine culturilor de orz, ovăz, secară, sorg și mei. Producerea de soiuri de cereale cu randamentul mare la hectar, rezistente la boli, inclusiv a grâului semipitic a condus, respectiv, la creșterea considerabilă a consumului de gluten, datorită proprietăților sale de ameliorare a indicilor organoleptici ai produselor. În consecință, astăzi, ne confruntăm cu o epidemie ascendentă de tulburări corelate de consumul de gluten [2, 3].

Una dintre problemele ce țin de această dereglare metabolică este deficiența diagnosticării. Se estimează că una dintre șapte persoane nici nu bănuiește că suferă de această boală. Conform datelor oferite de Asociația Celiacă din Italia, prevalența bolii este, în medie de 1% din populație, fiind cea mai ridicată în următoarele țări: Sarawi (localitate din Sahara de Vest) - 5,6%, Mexic - 2,4%, Turcia - 1,6% [3].

Persoanele care manifestă tulburări corelate consumului de gluten sunt constrânse să urmeze un regim alimentar aglutenic, care poate avea pondere diferită, în dependență de condițiile specifice ale maladiilor. Produsele fără gluten sunt un exemplu de alimente *funcționale inverse*, în care glutenul este eliminat/exclus și nu inclus, ca alți constituenți. De fapt, produsele aglutenice constituie, în prezent, un domeniu în plină efervescență, iar reprezentantele principale sunt cerealele și derivatele cerealiere.

Piața internațională pune la dispoziția consumatorilor cu regim aglutenic un sortiment variat de produse aglutenice: pâine și produse de panificație, paste făinoase, clătite, colțunași, sărățele, biscuiți, napolitane, sosuri, bere etc. La fabricarea acestor produse dietetice se utilizează în calitate de materie primă de bază surse aglutenice cum sunt orezul, cartofii, amidonul, meiul, hrișca, porumbul, soia etc.

În Moldova nu se fabrică produse aglutenice autohtone, iar cele importate sunt comercializate la prețuri foarte mari. Alegerea sorizului (*Sorghum oryzoidum*) ca obiect de cercetare a fost determinată de corespunderea acestei culturi tendințelor actuale de dezvoltare a agriculturii în țara noastră și pe plan mondial, și anume:

- sorizul este cereală locală cu potențial mare în diversificarea sortimentului de produse cerealiere și sporirea securității alimentare a populației;
- este nepretențioasă față de condițiile pedoclimaterice și fertilizanți, rezistentă față de dăunători;
- are productivitate înaltă la hectar (în medie - 7 t/ha).

Asigurarea pieței de consum cu produse fără gluten din materii prime locale va contribui la asigurarea securității nutriționale în Republica Moldova.

2.1. Produsele aglutenice - un imperativ al zilei

2.1.1. Afecțiuni corelate consumului de gluten

Majoritatea alimentelor pe bază de cereale conțin gluten. Consumul de gluten a crescut considerabil în era agroindustrială datorită proprietăților sale de ameliorare a indicilor organoleptici ai produselor (fig.2.1). În consecință, astăzi, ne confruntăm cu o epidemie ascendentă de tulburări corelate cu consumul de gluten.

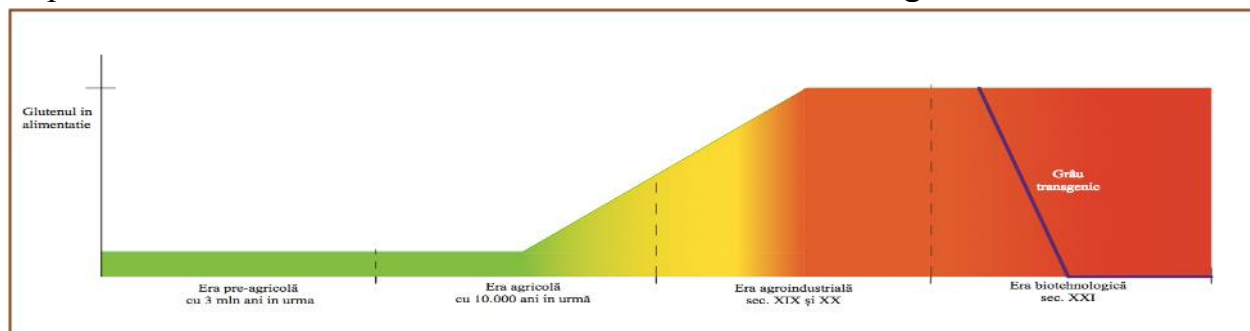


Figura 2.1. Evoluția consumului de gluten în diverse ere agroalimentare

Printre cauzele acestei ascensiuni se numără:

➤ *reducerea marcantă a timpului de fermentare a produselor de panificație, care comportă o creștere semnificativă a concentrației peptidelor toxice;*

➤ *cultivarea grâului în immunoblotting cu anticorpi monoclonali provoacă alterări consecvente ale homeostazei peretelui intestinal, iar culturile de grâu din secolul trecut erau mai puțin periculoase în comparație cu cele actuale.*

Ideea că unele cereale pot fi nocive pentru sănătatea multor persoane a fost acceptată cu dificultăți mari atât în cercurile științifice, cât și în cultura occidentală. Nu a fost ușor de atribuit proprietăți toxice unei substanțe conținute în alimente, care de-a lungul secolelor au fost considerate de bază în alimentația omului. Primul Simpozion Mondial de la Londra, care a vizat aspectele clinice și diagnostice ale patologiilor induse de gluten, a avut ca obiectiv transformarea observațiilor monitorizate de experți într-un algoritm diagnostico-științific privind diagnosticarea și tratarea acestor tulburări. A fost confirmată ipoteza că pe lângă maladia celiacă și alergiile la gluten mai există și sensibilitatea la gluten (tabelul 2.1) [4].

Tabelul 2.1. Tulburări corelate cu consumul de gluten

<i>Tulburări autoimune</i>	<i>Alergii la gluten (AG)</i>	<i>Alte tulburări</i>
Maladia celiacă (MC) • Dermatite herpetiforme • Ataxia la gluten	Alergii la grâu • Respiratorii, alimentare, de contact	Sensibilitate la gluten (GS)
Patogeneză alergică: 0,4...2%	Patogeneză autoimună: circa 1%	Se ipotizează 6-8%

Maladia celiacă (MC). Maladia celiacă este o maladie unică în felul ei, fiind în același timp o intoleranță la alimente și o patologie autoimună declanșată de ingestia

glutenului. Ea este o formă de enteropatie, care afectează intestinul subțire al persoanelor genetic predispușe. Se dezvoltă ca urmare a combinării factorilor ambientali (glutenul) și factorilor autoantigeni (enzima tisulară transglutaminază-tTG). Ca rezultat, în urma proceselor inflamatorii a intestinului subțire are loc aplatizarea vililor intestinali și, ca urmare, reducerea suprafeței intestinale de absorbție și malnutriția [5].

Primele menționări despre maladia celiacă datează la circa 10 000 ani în urmă, când orzul și grâul au început să ocupe un rol important în alimentația umană [2], dar legătura cu glutenul a fost definită doar în secolul trecut, răspândirea bolii datorându-se producției industriale a grâului și creșterii consumului la nivel industrial. În anul 1970, Societatea Europeană de Gastroenterologie Pediatrică și Nutriție (ESPGAN) a definit celiachia ca intoleranță permanentă la gluten [7, 8].

În trecut era considerată o maladie rară, cu prevalență la vârsta infantilă și cu manifestări clasice ale sindromului de malabsorbție. Studii epidemiologice bazate pe teste noi cu anticorpi au demonstrat că tot mai frecvent sunt diagnosticați adulții, cu o vârstă medie de circa 45 ani și circa 20% - diagnosticați peste 60 ani [6, 9, 10]. Boala prevalează mai frecvent la femei, cu un raport bărbați/femei de 1:2,5 [5]. Maladia celiacă poate afecta orice organ sau sistem, având o gamă largă de manifestări clinice de severitate variabilă [8]. Reprezentând o cauză majoră a sindromului de malabsorbție, una deloc neglijabilă în aria noastră geografică, maladia celiacă a polarizat atenția cercetătorilor. Deși termenul de maladie celiacă cunoaște în prezent cea mai largă răspândire, se mai mențin în circulație numeroase sinonime: enteropatia glutenică, boala Gee-Thaysen, steatoree idiopatică, sprue netropical sau sindrom celiac. Incidența maladiilor celiace în lume este de 6334993 persoane; circa 1% din populația Europei suferă de MC (fig.2.2). Dificultatea diagnosticării face aproape imposibilă crearea unei baze de date statistice reale referitoare la această boală [9].

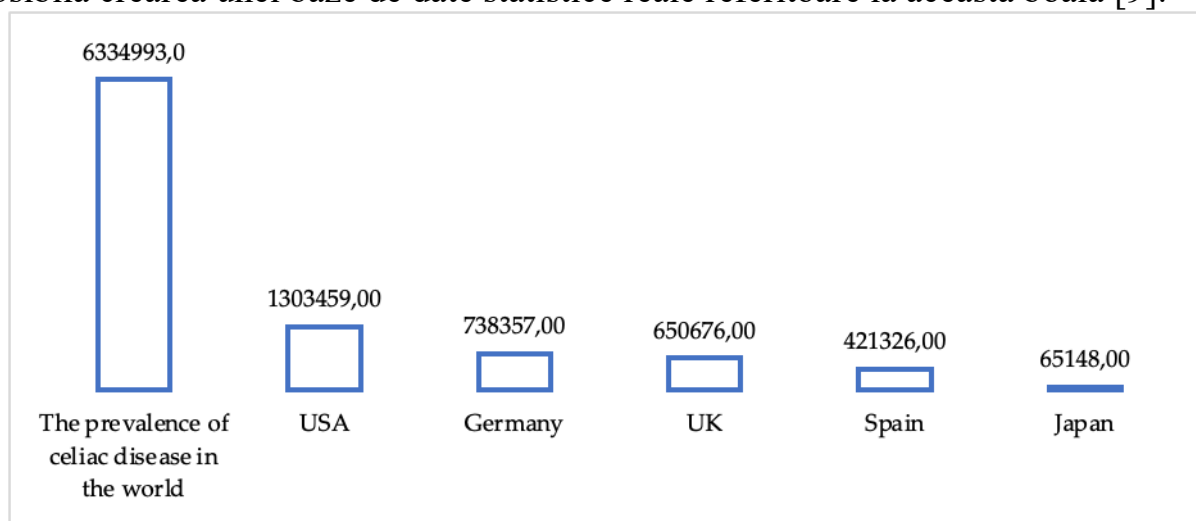


Figura 2.2. Prevalența maladiilor celiace în lume [4]

În unele surse bibliografice se indică prevalența maladiilor celiace de 2,22% în România, cu repartizare egală între sexe și predominarea pacienților din mediul urban cu vârsta cuprinsă între 30...60 ani [10]. Prevalența maladiilor celiace în lume și în Europa este dată în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2. Prevalența maladii celiace în lume și Europa

<i>Părți ale lumii</i>	<i>Țara</i>	<i>Incidența</i>	<i>Europa</i>	<i>Incidența</i>		
Africa	Saharawi	1:18	Ungaria Estonia Finlanda Marea Britanie Italia Irlanda	1:85 1:88 1:99 1:100 1:106 1:122		
	Burkina Faso (Mossi)	1:600				
America	Argentina	1:167				
	Brazilia	1:681				
	SUA	1:133				
Asia	Iran	1:166				
	Israel	1:157				
	Turcia	1:77				
Australia	Australia occidentală	1:430				

Sursa: [6, 14, 4].

În Republica Moldova lipsesc date statistice referitoare la incidența maladii celiace datorită dificultății de diagnosticare a acestei boli și a tabloului clinic comun cu alte patologii [11], dar cercetările preliminare atestă o incidență a maladii de 1:650 copii.

Gliadina: fracțiunea toxică a glutenului. Patogeneza maladii celiace implică factori genetici, ambientali și imunologici. Maladia celiacă este cauzată de reacția improprie a limfocitelor T-helper în confruntare cu glutenul conținut în alimentele consumate. Simptomele primare ale maladii celiace se manifestă prin afecțiuni histologice la nivelul mucoasei tractului duodenal și printr-o reacție imunologică a laminelor proprii. Inițial daunele sunt de tip celular, iar celulele implicate sunt limfocitele T-helper [16, 17, 18]. Studii multiple, care vizează răspunsul imunitar la gluten, au demonstrat că responsabilă de reacția adversă la gluten este gliadina, fracție glicoproteică alcool-solubilă a glutenului. Peptidele gliadinice au fost clasificate astfel:

➤ *Toxice*, capabile să provoace daune tisulare ale mucoasei intestinale, independent de activarea limfocitelor T-helper care explică activitatea lor prin activarea răspunsului imunitar înăscut.

➤ *Imunogene*, capabile să stimuleze, în mod specific, liniile celulare ale limfocitelor T HLA-DQ2/DQ8 și limfocitele B și, respectiv, să activeze răspunsul imunitar dobândit [13].

Gliadinele sunt greu digerabile datorită complexității lor chimice. De la digestia parțială a glutaminei și prolinei se obțin fragmente, capabile să revoce un răspuns inflamatoriu cu distrugerea celulelor epiteliale intestinale [5]. Au fost identificate 4 fracțiuni ale prolaminei: α -, β -, γ - și ω conform mobilității lor electroforetice în mediul acid [14]. Se consideră că forma α , cu o porțiune de 266 aminoacizi, numită α -gliadina, conține epitopii cei mai activi pentru sistemul imunitar și pare a fi principala responsabilă de toxicitate. Fragmentul 31-43 al A-gliadinei este transportat prin mucoasa pacienților celiaci în cantități dublu superioare, comparativ cu același proces la persoanele sănătoase și nu are activitate imunologică în confruntare cu limfocitele T-helper (fig.2.3).

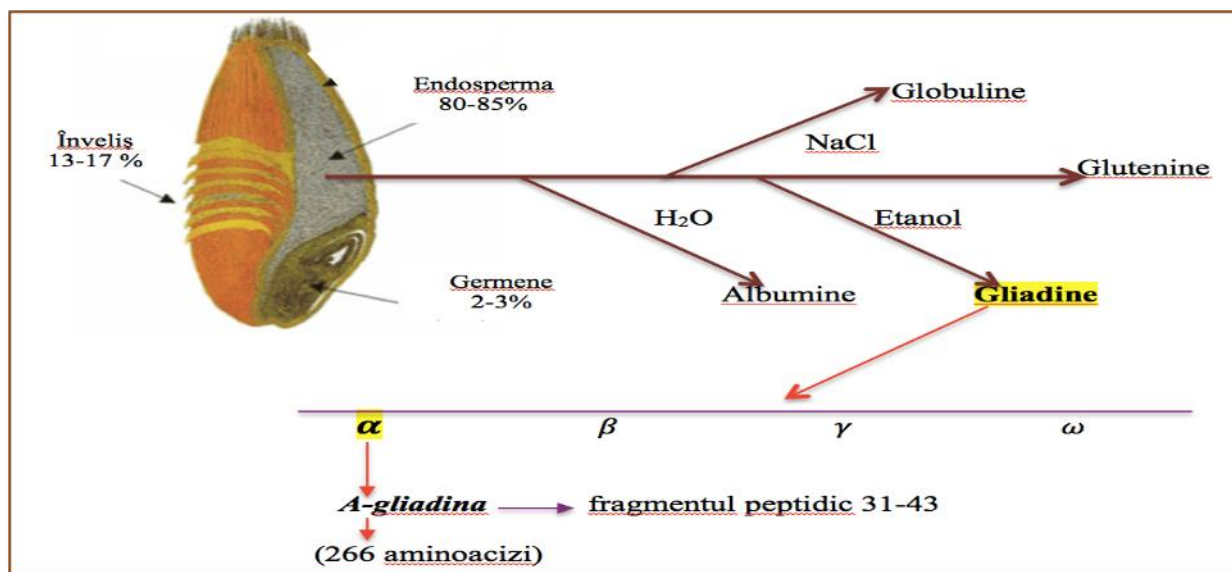


Figura 2.3. Frațiunile proteice ale cerealelor și subfracțiunile gliadinei

În condiții normale, gliadina este degradată în celulele endoteliului intestinal în fragmente peptidice mici neimunogene. Dar, când apar complicații particulare care intervin cu unele mecanisme responsabile de trecerea în lumenul intestinal, gliadina poate ocoli fără dificultăți celulele endoteliale - *zonulina* (o peptidă recent descoperită), secreția căreia poate fi stimulată de numeroase evenimente patologice și care este capabilă să declanșeze, printr-o legătură receptorială, o creștere a permeabilității intestinale cauzată de modificările citoscheletului enterocitelor, cu trecerea în submucoasă a unei mari cantități de alergeni și gliadină [18, 21, 22].

Alergia la gluten. Alergia alimentară la grâu este o reacție mediată, de regulă, de anticorpii alergici - IgE (imunoglobulina E) produși în cantități mari de sistemul imunitar de fiecare dată când se consumă alimente alergizante, iar, ca urmare, după o serie de procese, cauzează producerea histaminei care provoacă inflamații. Se deosebește de maladia celiacă prin faptul că la ultima avem un răspuns imunologic la consumul de gluten legat nu de anticorpi, dar de celule [23, 24].

Primul contact al pacientului cu glutenul nu conduce la o reacție negativă, dar sistemul imunitar îl selecționează ca o substanță „rea”, înregistrându-l și memorându-l într-un proces numit *sensibilizare*. Cu timpul, sistemul imunitar devine tot mai sensibil și inițiază producerea în cantități mari a IgE, care se leagă cu mastocitele, inducând eliberarea histamine [17]. Alergia are simptome diferite în dependență de subiect. Simptomele alergiei la gluten pot apărea imediat după consumul alimentelor glutenice. Pacienții afectați prezintă manifestări similare altor alergii alimentare, cu simptome de natură cutanată (dermatite, exeme, urticării), respiratorii (astm sau rinite alergice) și ale tractului gastrointestinal (inflamații a buzelor și limbii). Este important de menționat că daunele cauzate de gluten asupra tractului gastrointestinal în cazurile de alergie nu sunt permanente și trec odată cu depășirea fazei acute [2].

Sensibilitatea la gluten. Rezultatele unui important studiu internațional, condus de University of Maryland School of Medicine din Baltimore (USA) în colaborare cu Universitatea din Napoli (Italia), au fost publicate în revista științifică BMC Medicine, reușind să identifice diferențele existente între maladia celiacă și sensibilitatea la gluten [18]. În timp ce maladia celiacă este activată de un mecanism autoimun, determinat în mare parte de reacția de adaptare a sistemului imunitar, sensibilitatea la gluten este declanșată de un mecanism imunitar care nu intervine în funcționalitatea barierei intestinale.

Sensibilitatea la gluten a fost definită ca intoleranța la gluten în care, spre deosebire de maladia celiacă și alergია la gluten, în urma unei biopsii intestinale se constată un epiteliu normal. Se caracterizează prin simptome similare celor *de intestin iritat* (dureri și balonări abdominale, diaree) și simptome extraintestinale cu prevalență neurologică, care se manifestă imediat după consumul glutenului. Se întâlnește mai frecvent la adulți decât la copii. Aproximativ 17 milioane americani suferă de sensibilitate la gluten, cu o prevalență de șase ori superioară maladiei celiace [8], [19].

2.1.2. Aspecte nutriționale ale produselor aglutenice

Terapia nutrițională este unicul tratament pentru maladia celiacă unanim acceptat de comunitatea medicilor și constă într-o dietă aglutenică riguroasă. Adoptarea regimului aglutenic determină o normalizare graduală a mucoasei intestinale, dispariția anticorpilor prezenți în faza acută (anticorpii anti-transglutaminaza) și eventuale simptome prezente anterior diagnosticării. Regimul aglutenic trebuie să fie strict și urmat pentru toată viața, în special în celiachie.

Regimul aglutenic - metodă eficientă în terapia afecțiunilor corelate consumului de gluten

Regimul fără gluten impune eliminarea completă a tuturor alimentelor care conțin cereale generatoare de gluten sau derivatele lor. Așadar, sunt de evitat pastele, pâinea și toate produsele făinoase tradiționale (varietățile de grâu, camut, faro, spelta, malțul de grâu), care vor fi substituite cu produse fără gluten (tabelul 2.3).

Tabelul 2.3. Cereale permise și interzise în alimentația persoanelor celiace

<i>Permise</i>	<i>Controversate</i>	<i>Interzise</i>
Orez Porumb Mei Hrișcă Amarant	Ovăz Sorg	Grâu (<i>Triticum aestivum</i>), Secară (<i>Secale cereale</i>), Orz (<i>Hordenum vulgare</i>); Triticale (rezultatul încrucișării secarei și grâului), Boulogour-grâu copt difuz în Mediul Orient, Cous-Cous-produs din griș de grâu dur, de origine arabă, Frik sau Kamut-grâu egiptean Spelta - varietate de alac Seitan - derivă din glutenul grâului (în Orient)

Sursa: http://www.mednat.org/alimentazione/glutine_alimenti.htm

Opiniile asupra apartenenței ovăzului și derivatelor din ovăz la categoria de cereale aglutenice sunt contradictorii, de aceea Asociația Internațională de Celiachie

(AIC) recomandă utilizarea altor cereale, care nu prezintă riscuri de contaminare cu gluten în cursul de cultivare sau/și prelucrare tehnologică. Sorgul, de asemenea, datorită numărului mare de hibrizi, este inclus, conform unor surse bibliografice, în lista cerealelor care conțin gluten.

Orezul, porumbul, cartofii au fost de-a lungul anilor materiile prime cele mai utilizate în alimentația persoanelor cu intoleranță la gluten, iar în ultimii ani noi posibilități au focalizat atenția nutriționiștilor, precum cerealele minore, pseudocerealele și leguminoasele. Nu există restricții la legume, zarzavaturi, fructe, carne, pește, ouă, lapte și produse lactate. E necesar totuși de menționat că aceste produse de origine aglutenică ar putea conține gluten în produsul finit prezent în comerț.

Proteinele glutenului nu sunt esențiale pentru alimentația umană. Pe plan nutrițional valoarea biologică a glutenului este modestă, fiind sărac în unii aminoacizi esențiali. Absența acestui compus din dietă nu aportă nici un risc nutrițional specific, cu atât mai mult în primii ani de viață.

În rest, sunt valabile liniile-ghid pentru o alimentație corectă. Rezultă fundamental de vizat nu doar aspectele nutriționale ale fiecărui aliment, dar de luat în considerație aspectele mai generale ca: repartizarea corectă a meselor pe zi, evitarea exceselor sau abuzurilor alimentare. Sunt privilegiate mereu produsele proaspete și de stagiune, inclusiv diversificarea lor, la maxim posibil, în gradul să acopere necesitățile zilnice de nutimente [44, 37].

Numeroase studii au relatat că maladia celiacă are un impact major asupra statutului nutrițional al celiacului din momentul diagnozei și în perioada premergătoare. În momentul diagnosticării maladii celiace se poate observa o intoleranță tranzitorie la lactoză, secundară enteropatiei celiace. Aceasta poate cauza tendințe spre diaree, flatulență și dureri abdominale persistente, motiv pentru care poate fi indicată reducerea sau omiterea (în perioada inițială de tratament) aportului zilnic de lactoză, substituind laptele integral cu lapte cu un conținut redus de lactoză. Nu este obligatorie excluderea altor produse ca iaurtul sau brânzeturile, care au un conținut redus în aceste glucide. După 3-6 luni de regim aglutenic nivelul de lactază intestinală tinde spre a se normaliza și apare posibilitatea de reintroducere în regimul alimentar a produselor care conțin lactoză.

La diagnosticare, în dependență de timpul scurs de la debutul celiachiei și/sau lungimea tractului gastrointestinal afectat, și/sau diverse niveluri de malabsorbție, apare un statut nutrițional deteriorat [21]. La noii diagnosticați, se întâlnesc frecvent carențe de fier, vitamina B12, folați [22], [23]. Malabsorbția lipidelor, carențele de carbohidrați și vitamine (A, D, E, K) au fost întâlnite în cazurile când mucoasa intestinală a fost grav afectată [24]. La unii pacienți s-a observat creșterea fosfatazei alcaline, modificări în densitatea minerală a oaselor, osteoporoză, osteopenie, tulburări depresive [33, 34, 35]. Aceste carențe nutriționale dispar, în mare parte, după inițierea unui regim aglutenic datorită refacerii integrității mucoasei intestinale și vililor responsabili de absorbția nutrimenților.

S-a constatat că, de la un statut inițial de malnutriție (carențe), la unii pacienți se poate instaura un statut de malnutriție prin exces, datorită consumului unor produse

cu un conținut mare de grăsimi saturate, zaharuri simple și sare. În prezent se verifică un paradox: la celiaci o riguroasă dietă aglutenică poate deveni un factor de risc pentru patologii cronice ca bolile cardiovasculare, obezitatea, diabetul și neoplaziile [36, 37].

Alimentarea corectă a celiacului înseamnă, în primul rând, excluderea totală a produselor ce conțin gluten. Acestea, pe lângă faptul că garantează o palatabilitate majoră a produselor, asigură calitatea optimă nutrițională a dietei aglutenice, grație conținutului crescut de nutrimente ca substanțele minerale, vitaminele, fibrele alimentare sau fitocompușii cu putere antioxidantă majoră. În rest, sunt valabile liniile-ghid pentru o alimentație corectă. Rezultă că trebuie vizate fundamental nu doar aspectele nutriționale ale fiecărui aliment, dar și aspectele mai generale ca repartizarea corectă a meselor pe zi, evitarea exceselor sau abuzurilor alimentare. Sunt privilegiate produsele proaspete și de stagiune, inclusiv diversificarea lor, la maxim posibil, în gradul să acopere necesitățile zilnice de nutrimente.

Conform unor autori, adoptarea unei diete aglutenice necesită, în etapa inițială, majorarea aportului de proteine până la 140-160 g/zi (carne, pește, brânzeturi, leguminoase, ouă) și reducerea cantitativă a glucidelor până la 200 g/zi. Cantitatea de lipide (vegetale și animale) recomandată nu trebuie să depășească 100 g/zi. Valoarea energetică a rației alimentare a unui regim aglutenic trebuie să fie de 2300-3337 kcal. Aportul de glucide poate fi majorat până la 400 g/zi odată cu normalizarea epiteliului intestinal. Se limitează produsele care stimulează secreția sucului gastric și produsele care pot afecta ficatul [27].

Cu 10 ani în urmă se vorbea despre dieta fără gluten focalizată în special pe siguranță, referindu-se la nivelul glutenului (valori sub 20 ppm/kg produs) în produsele destinate celiacului. În anii succesivi la conceptul de siguranță a aderat și conceptul de calitate a produsului: organoleptică, tehnologică și nutrițională. Astăzi, în particular, se vizează calitatea nutrițională: compoziția și raportul macro- și micronutrimenților produselor dietoterapeutice.

Securitatea alimentară a persoanelor celiace. Piața produselor fără gluten.

Piața internațională pune la dispoziția consumatorilor, care urmează un regim aglutenic, un sortiment variat de produse aglutenice: pâine și produse de panificație, paste făinoase, clătite, colțunași, sărațele, biscuiți, napolitane, sosuri, bere etc. Unitățile de alimentație publică din Italia, de exemplu, oferă persoanelor cu tulburări corelate consumului de gluten preparate fără gluten la comandă, iar statul asigură celiacii cu recompense bănești lunare. În Federația Rusă, în urma cercetărilor, au fost elaborate tehnologii de obținere a pastelor făinoase pe bază de mixuri de făină de hrișcă, porumb și orez, prin utilizarea procedurilor de amestecare și presare a aluatului cu umiditatea de 34-38% și temperatura la finalul frământării de 74-78°C.

Piața produselor aglutenice pe plan mondial a crescut considerabil în ultimele decenii nu numai din cauza numărului tot mai mare de pacienți celiaci (datorită diagnosticării precoce și mai precise), dar și din cauza cererii sporite din partea pacienților non-celiaci, deoarece se consideră că produsele aglutenice pot contribui la ameliorarea și tratamentul tulburărilor cum ar fi autismul, oboseala cronică, schizofrenia, tulburările de deficit de atenție, scleroza multiplă, migrenele și

problemele de fertilitate. Mai mult decât atât, datorită celebrităților, care au adoptat și promovează un regim alimentar aglutenic, acesta a devenit cunoscut, a fost preluat și inclus ca stil de viață a multor persoane. Ca rezultat al creșterii pieței, companiile extind oferta lor printr-un număr mare de gustări și băuturi concepute pentru a atrage consumatorii la nivel senzorial. În ultimul deceniu, cercetările din domeniul științei vin cu informații tot mai ample cu privire la ingredientele fără gluten, lucru care a permis companiilor producătoare să inoveze, folosind cereale alternative și noi ingrediente. America de Nord are cea mai dezvoltată piață, cu mai mult de una din zece produse alimentare lansate în 2009, etichetate ca produse fără gluten [4].

Piața produselor aglutenice a crescut de la o rată anuală medie de 28% în 2004, când a fost evaluată la 580 milioane de dolari, apoi în 2008 - la 1,56 miliarde dolari, estimându-se că în 2012 va atinge 2,5 miliarde dolari. În realitate, această rată a fost atinsă în anul 2010, iar în 2012 aceasta a atins 4,2 mlrd euro (pentru o rată de creștere anuală de 28%). În anul 2019 piața produselor aglutenice în SUA a fost estimată la 21,61 bilioane USD, iar în 2020 a fost estimată la doar 5,6 bilioane (fig.2.4).

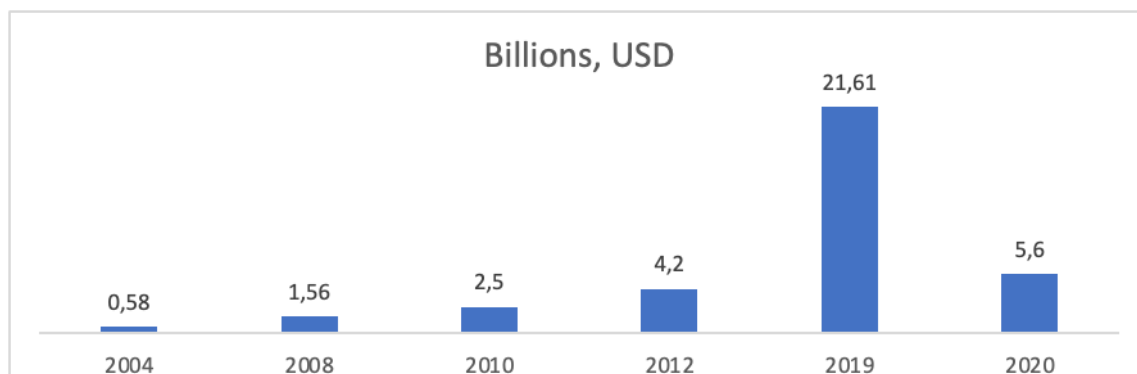


Figura 2.4. Evoluția pieței produselor fără gluten

Impactul pandemiei Covid-19 asupra pieței produselor fără gluten. Pandemia COVID-19 a influențat piața globală, inclusiv a produselor fără gluten. Datorită activităților restrânse ale lanțului de aprovizionare, producătorii nu sunt capabili să procure materia primă și să fabrice bunuri pentru a satisface cererea. Cu toate acestea, după pandemie, se preconizează că piața produselor fără gluten va asista la o tendință optimistă de creștere, datorită creșterii cererii consumatorilor, ca urmare a unei schimbări a stilului de viață, către o alimentație mai sănătoasă. Se preconizează o extindere în 2025 - de 8,3 bilioane la un CAGR de 8,1%, care va crește până în 2027 la 9,2%. În Europa se așteaptă o creștere de 2,7 bilioane USD până în 2025 la un CAGR de 8,7%. Segmentul produselor de panificație fără gluten (care include pâinea, fursecurile, prăjiturile, biscuiții) se așteaptă să se asiste la cel mai rapid CAGR de 10,4% în perioada respectivă [28] [29], [30].

Valoarea nutritivă a cerealelor aglutenice

Compoziția chimică a cerealelor aglutenice nu atestă deosebiri specifice în raport cu cerealele generatoare de gluten. De fapt, pentru toate cerealele este specifică variația compoziției chimice, care este condiționată de soiul botanic, condițiile pedoclimaterice, fertilizanzii folosiți, condițiile de recoltare și păstrare.

Principalele componente ale boabelor uscate de cereale sunt glucidele digerabile (55,0-70,0%), îndeosebi amidonul (90,0-95,0% din totalul glucidelor din bob). Cerealele reprezintă și o sursă de glucide nedigestibile (2,0-12,0%), printre care predomină celuloza, care se află aproape în totalitate concentrată în învelișul boabelor. Compoziția chimică a derivatelor cerealiere este identică sau apropiată de cea a boabelor din care provin, în funcție de procesele de prelucrare la care sunt supuse.

Proteinele cerealiere formează al doilea component principal după glucide, conținutul mediu al cărora variază între 7% și 17%. Proteinele din cereale sunt proteine de clasa a doua și a treia, având valoare biologică medie, în raport cu proteinele oului, ca urmare a prezenței lizinei (în unele cereale treonina) în proporții inferioare necesităților umane. Valori proteice mai mari au: hrișca (pseudocereală), după care urmează meiul, sorgul, iar cele mai sărace în proteine sunt orezul și porumbul, cu valori cuprinse între 7,9%-9,4%. Specific pentru toate cerealele este repartizarea neuniformă a proteinelor în părțile morfologice ale boabelor.

Partea majoritară revine endospermului (65-75%), germenului - până la 22% și stratului aleuronic - până la 15,5% din totalul de proteine. În endosperm concentrația proteinelor se micșorează de la periferie spre centru. Partea centrală a endospermului conține puțină proteină (7,0...9,0%). Repartizarea proteinelor în bob depinde de condițiile pedoclimaterice, de soi și condițiile de cultivare.

Aminoacizii. Calitatea unei proteine depinde de compoziția sa în aminoacizi.

Proteinele cerealelor, în comparație cu proteina etalon, sunt sărace în lizină (2,5-3,3%) și, cu excepția orezului și sorgului, în izoleucină. Triptofanul practic lipsește în proteinele porumbului. Proteinele meiului sunt mai complete decât cele ale grâului și orezului (indice proteic FAO:62). În proteinele de sorg conținutul de arginină, histidină, lizină și triptofan depășește conținutul acestora în porumb. O mare cantitate de acid glutamic în boabele de sorg și prezența aminoacizilor esențiali fac ca deșeurile de sorg, la producerea amidonului (extract de glutenină), să devină materie primă de perspectivă pentru obținerea acidului glutamic, hidrolizatelor aminoacidice și pastelor, necesitatea cărora în medicină și industria alimentară crește continuu. Sorgul conține diferiți compuși fenolici, precum flavonoide și taninuri, fitochimicale, care prezintă interes datorită activității lor antioxidante, reducerii nivelului de colesterol și altor potențiale beneficii pentru sănătate [31].

Porumbul (*Zea mays*) este una dintre cele mai mult cultivate cereale în lume, împreună cu orezul și grâul (fig.2.5). Porumbul oferă aproximativ 15% din totalul de proteine consumate de omenire și 20% din totalul de calorii. Este utilizat în regimurile alimentare dietetice de către mai mult de 200 milioane de oameni.

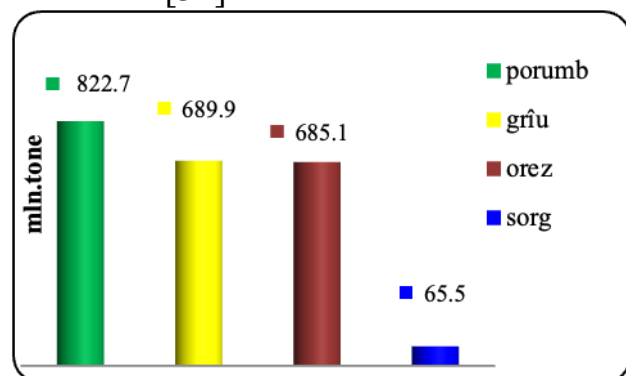


Figura 2.5. Topul celor mai cultivate cereale

Porumbul este o sursă bogată de energie furnizată de carbohidrați digerabili: aproximativ 72% amidon, 10% proteine, 4% lipide și 7,3% fibre.

Porumbul galben conține mai multe vitamine importante, cum ar fi vitamina A (sub formă de provitamina A sau carotenoide), vitamina E (tocoferoli), dar îi lipsește vitamina B12. Raportul amiloză/amilopectină, în mod obișnuit, este 25/75, deși acesta poate fi genetic modificat.

Orezul (*Oryza sativa*) este una dintre cele mai importante și mai extinse culturi cerealiere în dieta umană, constituind circa 9% din totalul solului cultivat. De fapt, orezul, în istoria umană a alimentat, probabil, mai mulți oameni decât orice altă cultură. Chiar și astăzi boabele de orez susțin două treimi din populația lumii [32]. Orezul este una dintre cele mai importante culturi alimentare din sud-estul Asiei, inclusiv India, unde producția acestuia este mult mai mare decât cea de grâu [33].

Meiul (*Panicum miliaceum*) este o plantă erbacee din familia gramineelor, cu inflorescența ramificată și cu flori albe-gălbui. Constituie o sursă excelentă de proteine, fier, complexul de vitamine B, fibre și, totodată, conține cantități importante de siliciu, magneziu, potasiu și o cantitate moderată de vitamina E. Ca majoritatea semințelor și cerealelor integrale, meiul este foarte bogat în enzime digestive. Meiul nu conține gluten, motiv pentru care poate fi consumat de către persoanele cu intoleranță sau alergii la gluten. Includerea meiului în regimurile alimentare contribuie la promovarea sănătății prin diversificarea sortimentului de cereale în rația alimentară, precum și datorită proprietăților sale antioxidante. Meiul este frecvent inclus în diferite produse alimentare destinate celiacilor [33].

Sorgul (*Sorghum bicolor*) se cultivă în aproape 100 de țări din lume și ocupă anual 50-55 mln hectare teren agricol. Culturile de sorg se situează pe locul patru în lume, după grâu, orez, porumb și orz (fig.2.6). Producția mondială de sorg, conform FAO, se estimează la 60 mln/tonne pe an.

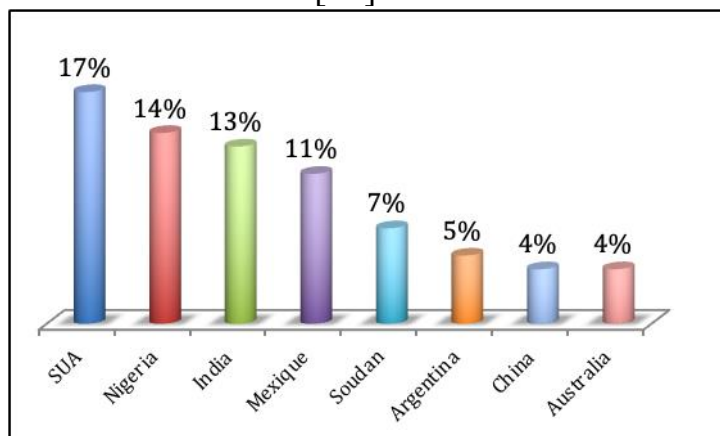


Figura 2.6. Principalele țări producătoare de sorg

Primii trei producători de sorg în 2010 au fost Statele Unite, Mexic și India (FAO, 2012).

2.1.3. Aspecte tehnologice ale produselor aglutenice

Preparate culinare din cereale aglutenice

Sortimentul preparatelor culinare pe bază de cereale este binecunoscut: crupe, musli, fulgi și, respectiv, un sortiment larg de terciuri, amestecuri de fulgi, iaurturi cu adaos de cereale zdrobite sau germinate, sosuri, produse de patiserie, panificație etc. Nu sunt lipsite de interes și cerealele mai puțin cunoscute regiunii noastre, dar larg utilizate în alte părți ale lumii.

În Europa, Statele Unite și Australia sorgul este utilizat, în principal, ca hrană pentru animale. În țările din Africa și Asia, utilizarea boabelor de sorg este foarte amplă și variată [34]. de exemplu, în unele părți ale Indiei, boabele imature de sorg sunt prăjite întregi, obținându-se un fel de pop-corn. Din amestec de particule grosiere de făină de sorg se obține un terci dens numit *sangati*. Printr-o tehnologie specială de decorticare a boabelor integrale se obțin crupe similare celor de orez (*annan*). În numeroase țări din Africa, din făina de sorg, tratată cu vapori de apă, se obține un produs grosier și uniform, gelifiat din care se face cous-cousul. Este larg utilizat procesul tehnologic de fabricare a fulgilor din sorg prin decorticarea, hidratarea crupelor cu vapori și apoi uscarea până la o anumită umiditate (aproximativ 17%), după care sunt zdrobite pentru a le aplatiza. Recent, sorgul a fost inclus într-o serie de produse, cum ar fi pâinea, tortilla, chips-uri, prăjituri și tăiței.

Proprietățile tehnologice culinare ale boabelor și crupelor de cereale se referă la capacitatea lor de a fierbe într-un timp cât mai scurt, însoțite de îmbunătățirea calităților organoleptice. Anterior tratării culinare cerealele sunt supuse unor procedee tehnologice de prelucrare primară ca sortarea (uneori cernerea) și spălarea. După sortare și spălare în cereale se reține o cantitate considerabilă de apă (10-30% din masa crupelor) de care trebuie să se țină cont la calcularea raportului *apă:produs* destinat fierberii. Conținutul de substanțe uscate în apa după spălare atinge următoarea pondere: amidon - circa 41%, substanțe azotoase - circa 33% și zahăr - circa 13% .

Studiile privind influența hidratării asupra timpului de fierbere relevă că pentru boabele și crupele de cereale este caracteristică hidratarea limitată, însoțită de solubilizarea parțială a polimerilor. Datorită acestui fapt, interacțiunea apei cu protopectina la fierbere și, corespunzător descompunerea ei în boabele hidratate, începe mai repede. Pentru hidratarea deplină în procesul de înmuiere la temperatura de 20-22°C boabele integrale de porumb au nevoie de 48 ore, cele de orez integral - de 12...28 ore [35].

Unele cereale pot fi prăjite înainte de fierbere. Această procedură permite evitarea lipirii boabelor în timpul fierberii, făcându-le mai digerabile datorită creșterii conținutului de substanțe hidrosolubile de la 1,6% la 3,6%. Cercetările efectuate privind influența hidratării (timp de 24 ore) boabelor integrale de cereale (porumb, sorg, orez etc.) asupra conținutului de fier, zinc și fitați au demonstrat că în timpul hidratării în apă trece o cantitate considerabilă de fier și mai mică de zinc. Hidratarea a favorizat diminuarea considerabilă a fitaților în cereale și leguminoase, dar nu a mărit raportul molar fitați/Fe și a micșorat, nesemnificativ, raportul molar fitați/Zn.

Produse de panificație aglutenice

Glutenul și importanța sa în elaborarea produselor de panificație. Pâinea este una dintre cele mai importante elemente de bază ale dietei umane. Grâul - cereala majoră în elaborarea produselor de panificație este format, în mare parte, din amidon (70-75%), apă (14%), proteine (10-12%), polizaharide nonamidonoase (2-3%), arabinoxilani și lipide (2%).

Izolată pentru prima dată în 1725 de către chimistul italian Giacomo Beccari, glutenul constituie fracția proteică principală din grâu și alte cereale și este format

din glutenină și prolamină. Atât gliadina, cât și glutenina cuprinde numeroși componenți proteici, caracterizați prin diferențe minime compoziționale pe plan structural (microeterogenitatea) [50, 51].

În soluție apoasă se formează legături între gliadină și glutenină, care duc la formarea unui rețicol proteic tridimensional, ce conferă elasticitate și rezistență la întinderea aluatului (fig.2.7). În rețeaua glutenului rămân fixate granule de amidon din făină și gaze, care sprijină aluatul în timpul fermentației.

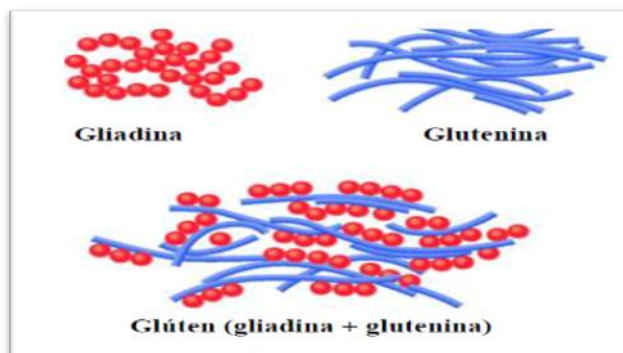


Figura 2.7. Frațiunile glutenului

Aceste proprietăți justifică rolul primar al glutenului în elaborarea produselor de panificație. Un gluten suficient de elastic și extensibil asigură obținerea pâinii bine dezvoltate, cu porozitate fină, uniformă și pereții porilor subțiri. Un gluten excesiv de rezistent și extensibil conduce însă la produse slab dezvoltate, cu miezul dens și, respectiv, la produse plate, cu porozitate grosieră [37]. Gliadinele controlează extensibilitatea și volumul pâinii, iar gluteninele sunt responsabile de elasticitatea aluatului și de condițiile de frământare ale acestuia [38]. Însușirile glutenului sunt determinate de structura terțiară și cuaternară a proteinelor, structura primară și secundară având un rol mai mic. Există o corelație între însușirile reologice ale aluatului și conținutul de grupări -SH și -SS-. Cu creșterea puterii făinii mărește conținutul de grupări -SS- și îl scade pe cel de -SH. Pentru un raport -SS-/-SH de 15/19 se obține un volum maxim al pâinii. Volumul pâinii crește odată cu creșterea conținutului de proteine ale făinii, dar depinde de calitatea acestora.

Caracteristici ale produselor de panificație aglutenice. Produsele de panificație aglutenice diferă semnificativ de produsele standard din făină de grâu. Deși procesul tehnologic de obținere a acestora, de regulă, include aceleași etape generale, timpul și condițiile de elaborare a produselor variază considerabil. În pâinea aglutenică lipsa de gluten este echilibrată de formule complexe, bazate pe făinuri și amidonuri fără gluten, inclusiv hidrocoloizi, cu scopul de a reproduce proprietățile vâscoelastice ale aluatului din făină de grâu. Cu toate acestea, produsele de panificație aglutenice prezintă, de obicei, caracteristici inferioare celor din făină de grâu. Lipsa unei matrice proteice rezistente, capabile să se extindă și să rețină gaze condiționează formarea aluaturilor slabe, cu permeabilitate ridicată la dioxidul de carbon și dificultăți mari de menținere a structurii, care conduce la reducerea volumului la coacere. Absența glutenului afectează, de asemenea, și capacitatea de reținere a apei în pâine, care demonstrează o structură friabilă timpurie și râncezirea rapidă a miezului. În plus, ca urmare a includerii în rețete a amidonului și timpului

scurt de amestecare și fermentare, produsele de panificație aglutenice au culoare palidă și gust slab pronunțat [32].

Pâinea aglutenică comercializată este produsă, de regulă, pe bază de amidon și, prin urmare, este săracă în fibre, vitamine și nutrienți, caracteristici care înrăutățesc dieta deja dezechilibrată nutrițional a persoanelor celiace. Sortimentul cerealelor utilizate în formularea produselor de panificație aglutenice este destul de variat. Au fost elaborate și studiate tehnologii de obținere a pâinii aglutenice și aprotice din făină de hrișcă, orez și porumb și pe bază de amidon de porumb și cartofi, drojzii și zahăr [39].

În România (IBA, București) au fost elaborate un șir de premixuri și produse aglutenice în ajutorul persoanelor cu intoleranță la gluten. La fabricarea acestor produse dietetice s-au utilizat, în calitate de materie primă de bază, surse aglutenice cum sunt: orezul, cartofii, amidonul de cartofi sau de porumb, porumbul, meiul, hrișca, soia.

Utilizarea amidonului în rețetele pentru pâine (pe bază de amidon) a fost menționată în multe studii. Cu toate acestea, până în prezent nu există nici o metodă de cocere standardizată pentru produsele de panificație pe bază de amidon și nici pentru cele pe bază de făină de cereale aglutenice [40].

Particularități ale aluatului de panificație aglutenic. Aluatul aglutenic pentru pâine, în absența unei matrice de gluten, este un sistem mai fluid, în comparație cu aluatul din făină de grâu, similar aluatului pentru torte și necesită o metodologie diferită de preparare și cocere [118, 59]. Aceste alături au capacitatea de reținere a gazelor foarte redusă, dar includerea amidonurilor pregelatinizate și/sau hidrocoloizilor în rețete ameliorează proprietățile aluatului. Cercetările asupra proprietăților structurale ale aluatului aglutenic sunt actuale. Pentru formulările care conțin făină cu dimensiuni mari ale particulelor, cum ar fi făina de orez brun sau făina de sorg, extinderea timpului de amestecare (în special pentru a activa incorporarea ingredientelor) ar putea îmbunătăți consistența aluatului și reduce fragilitatea miezului de pâine. Dar, deoarece aluatul aglutenic formează o matrice slabă, instabilă și poroasă, perioada de amestecare/frământare este mai scurtă decât pentru aluatul din făină de grâu.

Moore și colaboratorii (2006) au dezvoltat un procedeu pentru fabricarea pâinii aglutenic cu condițiile modificate, în special a timpului de amestecare (fig.2.8). Această metodă a fost aplicată cu succes de către alți cercetători în studii suplimentare care vizează pâinea aglutenică [41].

Proprietățile reologice ale aluatului sunt esențiale în determinarea interacțiunilor moleculare, cum ar fi interacțiunile amidon-emulgatori, amidon-hidrocoloizi, interacțiuni care joacă un rol important în optimizarea acceptabilității, stabilității și proprietăților texturale ale produselor coapte. Proprietățile reologice ale aluatului sunt esențiale în cercetări, deoarece preconizează performanțele produsului la copt.

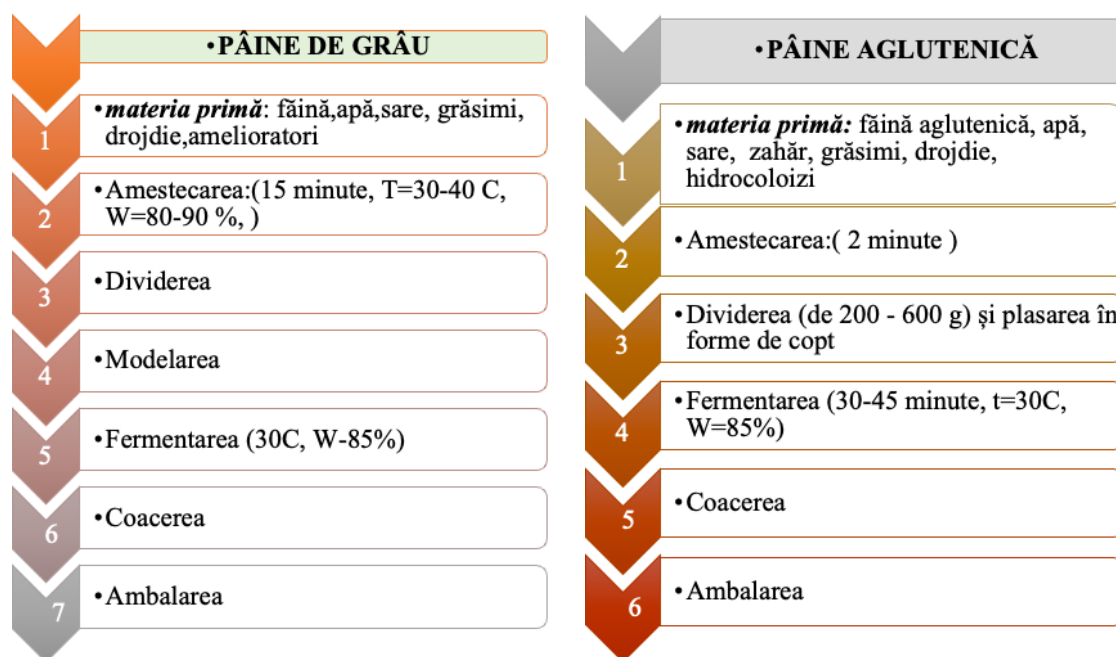


Figura 2.8. Proces de coacere a pâinii din grâu și a pâinii aglutenice [32]

Aluatul este un mediu coloidal complex care se formează în timpul procesului de malaxare a făinii cu adaos de apă. Însușirile reologice ale aluatului, respectiv elasticitatea și extensibilitatea, viscozitatea, relaxarea și fluajul se datorează în cea mai mare parte glutenului, care se formează în timpul procesului de malaxare din proteinele glutenice ale făinii de grâu. Aluatul din făină de grâu este un corp viscoelastic neliniar, care posedă proprietăți caracteristice atât corpurilor solide, cât și celor lichide, deținând un comportament intermediar între corpurile solide ideale și cele fluide. Deoarece aluatul este supus stresului în timpul amestecării, dospirii și coacerii, atributele finale de calitate, cum ar fi volumul pâinii și textura miezului, pot fi corelate cu capacitatea de manipulare a acestuia. Corelația directă dintre capacitatea de manipulare a aluatului și calitatea finală a pâinii pot fi observate în aluatul din făină de grâu, care are comportament cu proprietăți caracteristice atât solidelor, cât și lichidelor [42]. Studii recente s-au concentrat asupra proprietăților reologice ale aluatului fără gluten și, în aceste studii, cercetătorii au încercat să găsească o relație între proprietățile reologice ale aluatului respectiv și calitatea finală a pâinii. Au fost investigate influențele hidrocoloizilor și enzimelor asupra reologiei aluatului și calitatea pâinii în formulările fără gluten bazate pe făină de orez, amidon de porumb și cazeinat de sodiu [43]. Turabi și colaboratorii (2010) au determinat proprietățile reologice ale aluatului pentru torte din făină de orez cu adaos de hidrocoloizi: (xantan, gumă guar, kappa-caragenan, HPMC, amestec de xantan-guar și gumă kappa-caragenan etc.) și un amestec de emulgatori. Un alt studiu relatează ca aluatul din făină de orez, care conține hidroxipropilmetilceluloză (HPMC), are proprietăți reologice similare aluatului din făină de grâu și, prin urmare, este potrivit pentru formularea pâinii aglutenice.

Sciarini și colaboratorii (2012) au stabilit o corelație strânsă între efectul emulgatorilor, hidrocoloizilor, enzimelor și proprietăților termice asupra reologiei aluaturilor aglutenice și calității pâinii. De asemenea, a fost studiat impactul includerii

gumei de xantan și altor hidrocoloizi asupra comportamentului reologic al aluatului aglutenic din făină de orez. Proprietățile reologice ale aluatului din făină de castane au fost, de asemenea, relatate în diferite studii, în care s-a stabilit efectul hidrocoloizilor, agenților de coagulare și dimensiunea particulelor de făină. Cu toate acestea, predictibilitatea relației dintre proprietățile reologice ale aluatului fără gluten și calitatea finală a pâinii nu este la fel de exactă ca în cazul aluatului din făină de grâu [44].

Formularea produselor de panificație aglutenice pe bază de cereale. Grație cunoștințelor ample asupra aspectelor tehnologice și proprietăților nutriționale ale ingredientelor permise în alimentația celiacilor oferta sectorului alimentar aglutenic s-a amplificat. În formularea produselor aglutenice sunt implicate diverse materii prime. Pe lângă făinuri se utilizează amidon, surse de proteine, prebiotice, fibre alimentare și aditivi, care aparțin în prevalență categoriilor de adensatori și emulgatori (tabelul 2.4).

Tabelul 2.4. Ingrediente utilizate în procesul de fabricare a produselor făinoase aglutenice

Făină de cereale	Orez, porumb, mei, sorg
Făină de pseudocereale	Hrișcă, amarant
Făină de leguminoase	Lupin, linte, soia, năut
Alte făinuri	Castane, migdale
Amidon	Orez, porumb, cartofi, tapiocă
Grăsimi	Unt, uleiuri vegetale, margarine
Fibre vegetale	Mazăre, barbabietola, psyllium (<i>pătlagină</i>)
Izolate proteice	De soia, lupin, orez, mazăre
Gume/ hidrocoloizi alginați (E401...E405)	E406-agar-agar, E407-carragenina, E410-făină de carrube, E412-gumă de guar, E415-gumă de xantan, E461-metilcellulosa, E462-etilcellulosa, E464-hidrossipropilmetilcellulosa.

Combinăția dintre diferite ingrediente contribuie la ameliorarea gustului, texturii și aspectelor nutriționale ale alimentelor fără gluten.

Făinuri. Sortimentul de făinuri derivate din cereale sau pseudocereale aglutenice este destul de variat, unele fiind mai cunoscute și pe larg utilizate, iar pentru altele cercetările încă se impun. Specific pentru făinurile aglutenice este conținutul mai mare de apă necesar la prelucrarea aluatului. De fapt, spre deosebire de făina de grâu, unde de obicei cantitatea de apă constituie jumătate din masa făinii, pentru făinurile aglutenice este necesar a modifica acest raport. Se recomandă a include în rețetă circa 75% lichid din cantitatea totală făinii sau mixului uscat. Făinurile aglutenice se caracterizează prin conținut extrem de redus de umiditate, ceea ce impune modificarea oricărei rețete tradiționale prin utilizarea unor cantități mai mari de lichide [45].

Făina de porumb astăzi este cea mai utilizată în formularea produselor aglutenice. Datorită aromei sale marcante este recomandată utilizarea ei în amestec cu alte făinuri, iar datorită granulozității variate, făina de porumb se folosește la obținerea mămăligii, pizzei (din făină de porumb) și produselor dospite. Are un raport amiloză/amilopectină de 25/75, deși aceasta poate varia.

Făina de orez are gust moale, proprietăți hipoalergenice, conținut redus de sodiu și carbohidrați ușor de digerat. Datorită acestor proprietăți, făină de orez este una dintre cele mai potrivite derivate cerealiere pentru produsele aglutenice [46]. Are un conținut scăzut de proteine (aproximativ 7%) și proprietăți de panificație extrem de reduse. Pe de altă parte, aceasta o face utilă la producerea produselor din aluat fraged. În conformitate cu granulometria făinii de orez ea este indicată pentru diverse rețete: cea mai grosieră - pentru gnocchi (*găluște*) și biscuiți. Făina fină de orez este optimă pentru prepararea dulciurilor delicate, spongioase și moi. Deseori aceste tipuri de făină se utilizează în patiserie prin substituirea parțială a făinii de grâu.

Făina de mei este indicată la elaborarea produselor de patiserie-cofetărie și a cremelor datorită gustului dulce și aromei delicate de nuci. Din cauza capacității slabe de dospire, meiul nu este indicat la elaborarea produselor de panificație. Făina de mei râncezește repede, de aceea este recomandată măcinarea meiului doar înainte de utilizarea făinii.

Făina de sorg, produsă prin măcinarea boabelor integrale de sorg, este parțial divizată în anumite componente înainte de utilizarea ei pentru prepararea culinară a alimentelor. În dependență de proveniență și tehnologia de obținere, făina de sorg are masa specifică 68-70 g/ml, se caracterizează printr-o capacitate de absorbție a apei de 2,8...3,0 g/g, capacitate de absorbție a grăsimilor-1,1-1,14 g/g și capacitate de spumare de 60-64%. Utilizarea făinii de sorg la producerea produselor făinoase ia amploare. Recent, sorgul a fost inclus într-o serie de produse, cum ar fi pâinea, tortilla, chips-uri, prăjituri și tăieței [47]. Gustul neutru al făinii de sorg, conținutul redus de sodiu și lipsa glutenului o fac ideală pentru producerea produselor aglutenice. Totuși, făina de sorg are și unele dezavantaje, cum ar fi temperatura ridicată de gelifiere sau tendința de a forma crupe grosiere, care limitează aplicarea acesteia în produsele fără gluten [63, 64, 65].

Amidonuri și hidrocoloizi

Amidonul este folosit de mai mulți ani în industria alimentară pentru proprietățile sale unice funcționale ca agent de îngroșare, de gelifiere etc. În produsele de panificație, amidonul contribuie la ameliorarea texturii, aspectului și acceptabilității generale a alimentelor pe bază de cereale. Amidonul joacă un rol important în stabilirea structurii și proprietăților mecanice ale produselor de panificație. Rolul său este chiar mai mare în cazul produselor aglutenice de brutărie, unde proteina elastică a grâului se înlocuiește cu diferite amestecuri de hidrocoloizi.

Utilizarea amidonului în formularea produselor aglutenice (până la 6% din greutatea totală) îmbunătățește consistența aluatului în timpul amestecării: miezul pâinii devine mai elastic, mai alb. Capacitatea de gelatinizare a amidonului este crucială în formularea produselor aglutenice datorită capacității sale de a fixa și a reține bulele de aer din aluat. Cercetările din ultimii ani asupra produselor de

panificație aglutenice au scos în evidență amidonurile de porumb, orez și cartofi, ca fiind cele mai indicate la fabricarea produselor aglutenice [32]. Un studiu asupra rolului amidonului la producerea pâinii a demonstrat că aceasta ar putea fi preparată din amidon și substanțe gelifiante. Amidonurile de orez și porumb sunt pe larg utilizate la formularea produselor de panificație fără gluten [49].

Hidrocoloizii. La formularea produselor aglutenice își găsesc o largă implicare și alți polimeri care, prin caracteristicile lor fizico-chimice, se comportă ca hidrocoloizii. Aceste ingrediente sunt derivate din semințe, fructe, alge marine sau microorganisme, iar funcționalitatea lor depinde de sursa și procesul chimic de extracție, structura chimică, dozele utilizate și interacțiunile cu alți polimeri alimentari și/sau ingrediente. Hidrocoloizii sunt compuși cu masă moleculară mare, care constau din lanțuri lungi, hidrofiele cu proprietăți coloidale capabile a controla atât reologia și textura sistemelor apoase, precum și stabilitatea emulsiilor, suspensiilor, gelurilor și spumelor [50]. Implicarea hidrocoloizilor în industria alimentară nu este exclusiv gluten-free (fig.2.9), ei fiind utilizați pe scară largă în filierele producătoare de alimente în calitate de agenți de îngroșare, gelifiere sau stabilizatori [51]. Utilizarea hidrocoloizilor este reglementată la nivel european.

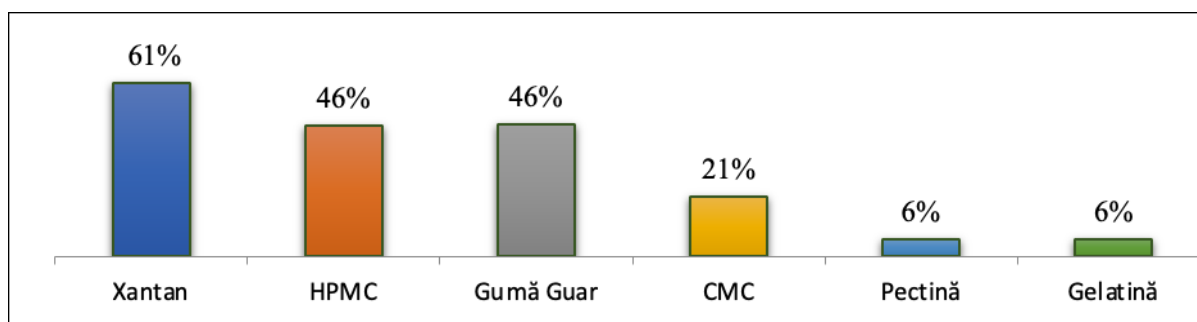


Figura 2.9. Utilizarea hidrocoloizilor în alimentație

La fabricarea produselor aglutenice de panificație hidrocoloizi sunt indispensabili, deoarece lipsa glutenului în aceste produse necesită dezvoltarea unei matrice complexe, cu proprietăți vâscoelastice suficiente pentru reținerea atât a dioxidului de carbon eliberat în timpul fermentației, cât și extinderea matricei în timpul coacerii.

Folosirea hidrocoloizilor cu proprietăți de îngroșare și stabilizare conduce la creșterea viscozității compoziției aluatului, ceea ce permite evitarea decantării amidonului și făinii în aluat, precum și coalescența bulelor de gaz [52].

Guma de guar a fost utilizată pentru îmbunătățirea volumului și texturii pâinii din aluatul congelat, în timp ce utilizarea de hidroxipropilmetilceluloză (HPMC) a avut ca scop obținerea unui miez de pâine mai moale, creșterea volumului pâinii, îmbunătățirea caracteristicilor senzoriale și prelungirea termenului de valabilitate. Toate tipurile de hidrocoloizi au fost considerate ca substituenți ai glutenului în pâinea aglutenică. Cu toate acestea, se consideră că HPMC și xantanul sunt mai potriviți pentru producerea pâinii fără gluten, indiferent de ingredientele incluse în formulă [53].

Guma xantan a fost semnalată pentru prima dată la fabricarea produselor de panificație aglutenice pe bază de amidon în 1974. Derivată din microorganismul *Xanthomonas campestris* în urma unui proces natural de fermentație, guma xanthan îmbunătățește proprietățile vâscoelastice ale aluaturilor fără gluten mai bine decât carboximetilceluloză (CMC), pectina, agaroză și β -glucanii. Studiile de toxicitate și siguranță au arătat că guma de xantan nu provoacă toxicitate acută, nu a avut nici o activitate de inhibare a creșterii sau efecte cancerigene nici pe termen scurt, nici pe termen lung [54]. Gumă xantan este insolubilă în alcool, dar soluțiile apoase de gumă xantan sunt compatibile cu alcoolul. Produsele care conțin alcool pot fi formulate să conțină până la 60% solvenți miscibili cu apa, cum ar fi etanolul. Acest lucru permite utilizarea sa, ca agent de îngroșare, în produsele pe bază de alcool. Majoritatea hidrocoloizilor sunt degradați într-o oarecare măsură, de enzimele prezente în mod natural în unele produse alimentare. Enzimele frecvent întâlnite în sistemele alimentare cum ar fi proteazele, pectinazele și amilazele nu degradează molecula de xantan, iar aceasta permite exploatarea xantanului în sistemele alimentare, în special, în sistemele pe bază de amidon, amestecuri de condimente și multe alte produse care conțin enzime active. În aluaturile pentru torte xantanul se folosește în concentrații de 0,05% din greutatea totală a aluatului, pentru aluaturile subțiri - în concentrație de 0,05%, în dressinguri pentru salate - circa 0,2-0,4%, în funcție de conținutul de ulei. Stabilizarea celulelor de aer contribuie la îmbunătățirea volumului și simetriei produsului finit. Pâine aglutenică de calitate se obține cu utilizarea gumei de xantan în cantități de 1-3% [55].

Surse proteice suplimentare

Surse proteice de origine animală, în special produsele lactate și proteinele din ou au fost utilizate pe scară largă în industria de panificație pentru îmbunătățirea proprietăților structurale și nutriționale.

Proteinele oului sunt o sursă deosebită de substanțe nutritive: oul are componente cu diferite proprietăți funcționale, care au devenit ingrediente esențiale în obținerea unor produse, cum ar fi maioneza, tăieței etc. Oul este deosebit de eficient ca agent de spumare, în principal datorită ovalbuminei și fosfolipidelor din gălbenusul de ou, care acționează ca emulgatori. În panificație componentele oului permit încorporarea aerului în matricea aluatului, promovează stabilitatea spumei în timpul frământării și menține structura aluatului în timpul coacerii. Deși oul nu este indicat, de obicei, în rețetele de pâine de grâu (datorită factorului alergen) includerea acestuia în pâinea fără gluten este foarte comună.

Moore și colaboratorii (2007) au studiat diferite rețete de pâine aglutenică cu adaos de ou și au observat că acesta contribuie la formarea unei rețele vâscoelastice de calitate, similare cu glutenul. Autorii, de asemenea, au constatat că rețetele care conțineau ou au avut duritate inițială mai mare, care a fost compensată printr-o perioadă mai lentă de învechire a pâinii în timpul perioadei de păstrare [56].

Proteinele lactice (utilizate sub diferite forme ca: zer, brânză, lapte bătut, lapte praf degresat, cazeinat de sodiu etc.) au fost utilizate în mod obișnuit în panificație datorită proprietăților sale tehnologice și nutriționale. Principalele proteine din lapte (globulinele și albuminele) sunt solubile în apă și au capacitate sporită de hidratare.

Din acest motiv, includerea acestora în elaborarea produselor de panificație contribuie la formarea unui aluat mai puternic și stabil. În plus, structura lor permite formarea unor rețele capabile de a reține apa și, astfel, încetinește râncezirea și prelungeste durata de depozitare a acestor produse [40].

Utilizarea proteinelor lactice contribuie la formarea unei cruste mai întunecate (reacția Maillard), care este indusă ca urmare a prezenței lactozei. Acest efect de întunecare este propice pentru pâinea aglutenică, deoarece are culoarea mai deschisă decât la omologii săi cu gluten. De asemenea, laptele contribuie la formarea gustului și aromei produsului [65]. În general, încorporarea proteinelor lactice în produsele aglutenice a dat rezultate benefice în termeni nutriționali și tehnologici. Totuși, acestea sunt nedorite în cazurile de intoleranță la lactoză, care predomină (50%) în rândul pacienților celiaci.

Surse proteice vegetale

Pseudocerealele. Din punct de vedere botanic, amarantul, quinoa și hrișca sunt plante dicotiledonate și, prin urmare, nu sunt cereale (care sunt monocotiledonate). Dar, deoarece ele produc semințe bogate în amidon, care sunt de obicei transformate în făină, acestea sunt numite pseudocereale. Pseudocerealele integrale sunt bogate într-o gamă largă de compuși ca: flavonoide, acizi fenolici, oligoelemente, acizi grași și vitamine cu efecte benefice cunoscute asupra sănătății [14]. Profilul nutrițional de înaltă calitate și natura aglutenică a hrișcăi a promovat studiile acesteia ca materie primă în măsură să contribuie la elaborarea produselor de panificație fără gluten. În ultimii ani hrișca se bucură de atenție sporită datorită proprietăților sale nutriționale: sursă de proteine și aminoacizi, vitamine, amidon, fibre, minerale esențiale și oligoelemente [57].

Amarantul a fost consumat de-a lungul istoriei, în special de către triburile Maya și civilizațiile aztece. Constituie o sursă excelentă de proteine (bogate în lizină) și lipide de înaltă calitate, are conținut ridicat de minerale (calciu, potasiu și fosfor) și fibre dietetice. Interesul pentru amarant a crescut, fiind utilizat pentru a îmbogăți diferite produse alimentare comerciale și, tot mai frecvent, pentru a substitui făina de grâu la elaborarea produselor făinoase aglutenice [41].

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) este cultivată în mod tradițional în unele regiuni ale Americii de Sud. Este o sursă importantă de proteine cu valoare biologică ridicată, carbohidrați cu indice glicemic redus, vitamine (tiamina, riboflavina, niacina și vitamina E) și minerale (magneziu, potasiu, zinc, mangan). De asemenea, conține fitosteroli și acizi grași (ω -3 și ω -6), are proprietăți funcționale cum ar fi: solubilitate, capacitatea de gelifiere și de emulsionare, capacitatea de spumare care permit utilizarea diversificată a acestei cereale la elaborarea produselor alimentare, inclusiv a produselor de panificație: biscuiți, prăjituri, clătite, briose și tortilla. Recent quinoa a fost utilizată la formularea produselor aglutenice.

Leguminoasele sunt semințe comestibile, recunoscute acum ca alimente cu beneficii semnificative pentru sănătate, care conțin cantități mari de proteine, cu un bun profil aminoacidic (conținut ridicat de lizină), glucide complexe (fibre alimentare și amidon rezistent), vitamine și minerale importante (B-vitamine, acidul folic, fier) și antioxidanți polifenolici. Leguminoasele nu conțin gluten și au un indice glicemic

scăzut, caracteristică de care beneficiază persoanele cu diabet zaharat, boli cardiovasculare și maladia celiacă [58]. Încorporarea făinurilor de leguminoase în produsele de panificație a crescut în ultimii ani datorită proprietăților lor nutriționale și funcționale.

Produse de patiserie aglutenice

Elaborarea produselor de patiserie este nu mai puțin importantă decât a produselor de panificație. Făinurile cu un conținut redus de gluten chiar sunt indicate la formularea produselor din aluat fraged, unde nu este necesară formarea unui reticol structural conferit de gluten. La elaborarea produselor de patiserie aglutenice includerea în rețetă a hidrocoloizilor nu este indispensabilă, în schimb se impune includerea suplimentară a grăsimilor, zahărului, ouălelor și altor ingrediente care conferă proprietăți specifice acestor produse.

Cercetările privind formularea produselor aglutenice de patiserie sunt actuale și variate. A fost elaborată tehnologia de obținere a brișelor aglutenice, în care, în calitate de materie primă a fost utilizată făina de hrișcă, porumb și orez cu adaos de fructoză și amidon de porumb. Au fost studiate tehnologiile de obținere a checurilor din făină de orez și porumb. De asemenea, au fost studiate unele proprietăți reologice ale aluatului fraged și aluatului pentru turte dulci din făină de orez și soia cu adaos de amidonuri și gumă de xantan în calitate de hidrocoloizi [59].

2.1.4. Sorizul (*Sorghum oryzoidum*) - o cultură cerealică de perspectivă pentru Republica Moldova

Sorizul (*Sorghum Oryzoidum*) este un hibrid al sorgului obținut pentru prima dată de selecționerul moldovan Gheorghe Moraru în cadrul cercetărilor realizate în anii 1987-1988 la Institutul de Cercetări Științifice pentru Porumb și Sorg. Începând cu anul 2010, cercetările privind cultivarea și valorificarea hibrizilor de sorg se efectuează la Institutul de Protecție a Plantelor și Agricultură Ecologică al Academiei de Științe a Moldovei.

Avantajele culturii de soriz se manifestă în procesul de producție, care nu necesită investiții majore: planta nu este pretențioasă față de condițiile pedoclimaterice, fertilizanți și are toleranță la boli și dăunători.

În Rusia, Ucraina și Republica Moldova valorificarea acestei culturi a trezit interesul specialiștilor din diverse domenii. Au fost elaborate tehnologii de prelucrare primară a sorizului, au fost studiate proprietățile fizico-chimice, higroscopice, biochimice și caracteristicile termofizice, ca obiect pentru uscare și păstrare. Au fost elaborate tehnologii de producere a crupelor din boabe de soriz în vederea obținerii fulgilor [60].

După aprecierile unor instituții de cercetare științifică și organizații comerciale din Republica Moldova, Ucraina și Rusia, valoarea alimentară a bobului de soriz este la nivelul bobului de orez și poate fi cu succes utilizat la producerea unei game largi de produse alimentare de primă necesitate pentru om.

Organizația Mondială a Sănătății recomandă utilizarea pe scară largă a produselor alimentare pe bază de cereale în fortificarea potențialului de sănătate al populației. Valorificarea sorizului în alimentație va permite diversificarea

sortimentului de produse cerealiere locale și va spori securitatea alimentară a populației în Republica Moldova.

Cercetările privind apartenența sorizului la grupul de cereale aglutenice sunt actuale. Elaborarea produselor alimentare aglutenice pe baza ingredientelor derivate din boabele de *Sorghum Oryzoidum* destinate celor ce suferă de intoleranță la gluten și malabsorbție, cât și persoanelor sănătoase, va permite valorificarea resurselor locale la producerea alimentelor funcționale cu rol curativ.

2.2. Aspecte nutriționale ale boabelor de soriz și derivatelor

Reglementarea produselor aglutenice. Normele privind produsele aglutenice și conținutul de gluten sunt armonizate la nivel european, conform Codex Alimentarius. Produsele alimentare pentru persoanele cu tulburări corelate consumului de gluten, care constau în (sau conțin) unul sau mai multe ingrediente ce înlocuiesc grâul, secara, ovăzul sau varietățile lor încrucișate nu trebuie să conțină un nivel de gluten de peste **20 mg/kg** în alimentul finit vândut consumatorului. Etichetarea, prezentarea și publicarea acestor produse conțin mențiunea „**fără gluten**”. Produsele alimentare care au un conținut de gluten sub 20 mg/kg produs finit, dar mai mare de 100 mg/kg de gluten în produsul finit, sunt etichetate ca produse alimentare cu „**conținut foarte scăzut de gluten**”. Această etichetare specifică nu se aplică decât alimentelor dietetice. Etichetarea produselor aglutenice trebuie să includă informații referitoare la caracteristicile speciale ale produsului, la valoarea energetică sau conținutul de glucide, protide, lipide etc. [12, 7].

Excluderea completă a glutenului din rația alimentară este greu realizabilă. Cerealele interzise celiacilor se găsesc în numeroase produse alimentare și riscul de contaminare accidentală cu prolamine toxice este mereu actual pe toată durata proceselor tehnologice în industria alimentară. Pentru obținerea produselor aglutenice, este necesar aplicarea unui plan de control al materiei prime și al produselor finite la unitățile de producere, și anume: monitorizarea permanentă a procesului tehnologic, a mediului de lucru, a echipamentelor, instalațiilor și formatarea adecvată a operatorilor. Tendințele actuale în elaborarea produselor aglutenice se bazează, preponderent, pe utilizarea materiei prime aglutenice ca cerealele aglutenice.

2.2.1. Testarea caracterului aglutenic al sorizului

Consumul produselor aglutenice fabricate prezintă riscuri potențiale asumate de către pacienții celiaci, deoarece glutenul poate fi adăugat la un produs în calitate de ingredient sau aditiv. Prin urmare, glutenul poate fi prezent nu doar în produsele fabricate din făină de grâu, orz și secară (pâine, paste, prăjituri și alte produse), dar, de asemenea, în mezeluri și produse din carne, sosuri, gustări, dulciuri, dar și în anumite medicamente ca excipient. Mai mult decât atât, când produsele aglutenice sunt elaborate în cadrul aceleiași întreprinderi care produce produse de panificație din făină de grâu, există mai multe puncte critice în timpul fabricării, care pot duce la contaminarea produselor aglutenice. Metodele de detecție a glutenului trebuie să fie suficient de sensibile pentru a cuantifica aceste niveluri de gluten din alimente.

Extragerea glutenului. Momentul cel mai dificil în determinarea glutenului constă în extracția glutenului prezent în sistemele alimentare. În timpul elaborării alimentelor, ele sunt supuse unor tratamente termice și altor procese care pot modifica structura glutenului. Aceste modificări și eterogenitatea alimentelor aglutenice face dificilă realizarea unei extracții corecte a glutenului. Detectarea cantitativă a glutenului poate fi efectuată prin mai multe metode: spectroscopia în masă, spectroscopia în infraroșu etc.

Metoda oficială de determinare a glutenului, acceptată de către Comisia Codex Alimentarius în colaborare cu Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity (WGPAT), este metoda ELISA (Enzyme-Linked Immunoassay R5 Mendez). Această metodă imunologică se bazează pe anticorpii monoclonali R5 care recunosc epitopii potențial toxici pentru celiaci prezenți în prolaminele cerealelor generatoare de gluten. Tehnica respectivă este utilizată în combinație cu soluția cocteil pentru o extragere a glutenului consolidat din alimentele tratate termic și poate fi efectuată doar în laboratoare acreditate [77, 78, 79].

Selectarea și utilizarea unor cereale în alimentația umană este condiționată tot mai frecvent de efectul acestora asupra sănătății. Tulburările corelate la consumul de gluten sunt într-o ascendență continuă, făcând ravagii atât în rândurile copiilor cât și a adulților. Pentru persoanele diagnosticate cu malabsorbție, maladia celiacă, alergii sau sensibilitate la gluten, consumul produselor ce conțin gluten, mai exact ce conțin prolamine toxice, este strict interzis, deoarece, chiar și în cantități foarte mici, acestea pot provoca dereglări grave ale sănătății, iar în cazuri extrem de grave pot duce la apariția cancerului sau chiar la deces.

Sorizul este o cereală relativ tânără la care până în prezent nu s-a determinat experimental prezența (sau lipsa) subfracțiunilor toxice a prolaminelor. Testarea caracterului aglutenic al sorizului, de asemenea, a fost condiționată de informațiile controversate privind apartenența sorgului la categoria cerealelor generatoare de gluten și de prevederile legislației europene cu referire la controlul și gestiunea adecvată a materiei prime utilizată la elaborarea produselor aglutenice. Însăși lipsa glutenului care se determină, de regulă, prin spălarea făinii, nu asigură inocuitatea sorizului pentru categoria de persoane cu intoleranță la gluten.

Determinările au fost efectuate în Italia, orașul Vicenza, R&C Lab s.r.l. - Laboratorul de Analize și Cercetări Aplicate. Rezultatele obținute au demonstrat absența subfracțiunilor toxice ale prolaminelor și, respectiv, admisibilitatea includerii sorizului în alimentația persoanelor cu tulburări corelate consumului de gluten. Rezultatele determinărilor sunt expuse în figura 2.10.

Rapporto di prova
Nr. 38334 - 11

Abvella Vicentina, 04/07/2011

ACCREDIA

pag. 1 di 1

Spett.le
SIMINIUC RODICA
Str. Studentilor, 3/10, ap. 54
- MOLDOVA, CHISINAU, MD-2001 0971107354050 (MD)

DATI CAMPIONE:
Identificator: 20645/1
Matrice: CEREALI E PRODOTTI MOLITI
Descrizione: Sorizo (sorghum Oxydolum)
Data ricevimento: 20/06/2011
Ora ricevimento: 11:00
Trasportato da: Cliente
Stato di arrivo in laboratorio: Idoneo
Data inizio prova: 20/06/2011
Data fine prova: 29/06/2011

DATI CAMPIONAMENTO:
Data campionamento: Non comunicata
Ora campionamento: Non comunicata
Campionato da: Cliente
Luogo di campionamento: Non comunicata
Punto di campionamento: Non comunicata

Il presente Rapporto di Prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione parziale del Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio. I campioni, se non menzionati nel corso della prova, vengono conservati presso il Laboratorio per le analisi successive sotto il controllo del cliente.

Risultati delle Prove (1)

Prova	Unità di misura	Valore	Incertezza (interv. 95%)	Limite di sensibilità	Metodo di prova
ALLERGENI DEL GLUTINE (GLIADINA)	mg/kg	N.B.		10	MP-210-200-iso 1.4

N.B. - Non rilevabile
(1) L'incertezza relativa è espressa indicandone l'intervallo probabile del risultato e, mentre l'intervallo fiducioso è espressa indicandone i limiti fiduciosi inferiori e superiori separati dal simbolo « ». L'incertezza relativa è calcolata come un fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95% ed a un numero di gradi di libertà maggiore o uguale a 30.
(2) I risultati delle prove sono stati ottenuti sulla base dei dati di campionamento dichiarati.

R&C Lab S.r.l. - Laboratorio di Analisi e Ricerca Applicata

Sede Legale ed Amministrativa: 04077 Abvella Vicentina (VI) - Via Botteghe, 20/10 - Tel. 0445/439988 - Fax 0445/439911 - http://www.abvella.it - e-mail: acc@abvella.it
P.IVA 03178780241 - cap. soc. € 1.000.000,00 - i.s. - reg. imp. di VI 03178780241 - REA 210415 Vicenza Direzione e Coordinamento: Delfino Group S.p.A.

Figura 2.10. Rezultatele încercărilor de detectare a subfracțiunilor toxice ale prolaminelor boabelor de soriz

2.2.2. Valoarea nutritivă a boabelor de soriz

Sorizul este o cultură cerealiară relativ nouă. Cu toate acestea, în unele surse bibliografice sunt deja menționate valorile principalelor macronutrimente ale boabelor integrale de soriz. Reieșind din variabilitatea mare a compoziției chimice a culturilor de sorg (în dependență de condițiile pedoclimaterice, fertilizanti etc.) și pentru aprecierea justă a rezultatelor ulterioare, s-a considerat necesar determinarea compoziției chimice a boabelor native de soriz, care constituie materia primă, din prelucrarea căreia rezultă o gamă largă de derivate.

Umiditatea boabelor de soriz a fost de circa 12,4%, rezultat ce le cataloghează în categoria *cerealelor uscate* ($W=12...14\%$), conform clasificării acestora după conținutul de umiditate. Valorile de imiditate se încadrează în limitele admisibile reglementate de documentația normativ tehnică. Pentru soriz, ca și pentru toate culturile cerealiare, este specific conținutul înalt de glucide (81,56%/s.u.), dintre care partea majoritară (circa 77,3%/s.u.) revine amidonului. Valorile conținutului de glucide sunt apropiate celor indicate în sursele bibliografice (71% - grâul integral, 73% - sorgul, 77,2% - orezul integral [62]. Compoziția chimică a boabelor integrale de soriz este reprezentată în figura 2.11.

Restul glucidelor aparțin mono- și dizaharidelor (2,03%), celulozei (2,23%). Conținutul de celuloză în boabele native de soriz (2,23%/s.u.) este mai mare decât la grâu (1,6%), dar mai mic decât în meiul integral (8,1%). Proteinele constituie al doilea component principal după glucide. Conținutul de proteine în boabele native de soriz este de 13,13%/s.u., depășind orezul (7,9 g/100 g) și porumbul (9,4 g/100 g), fiind apropiat de grâu (12,6 g/100 g).

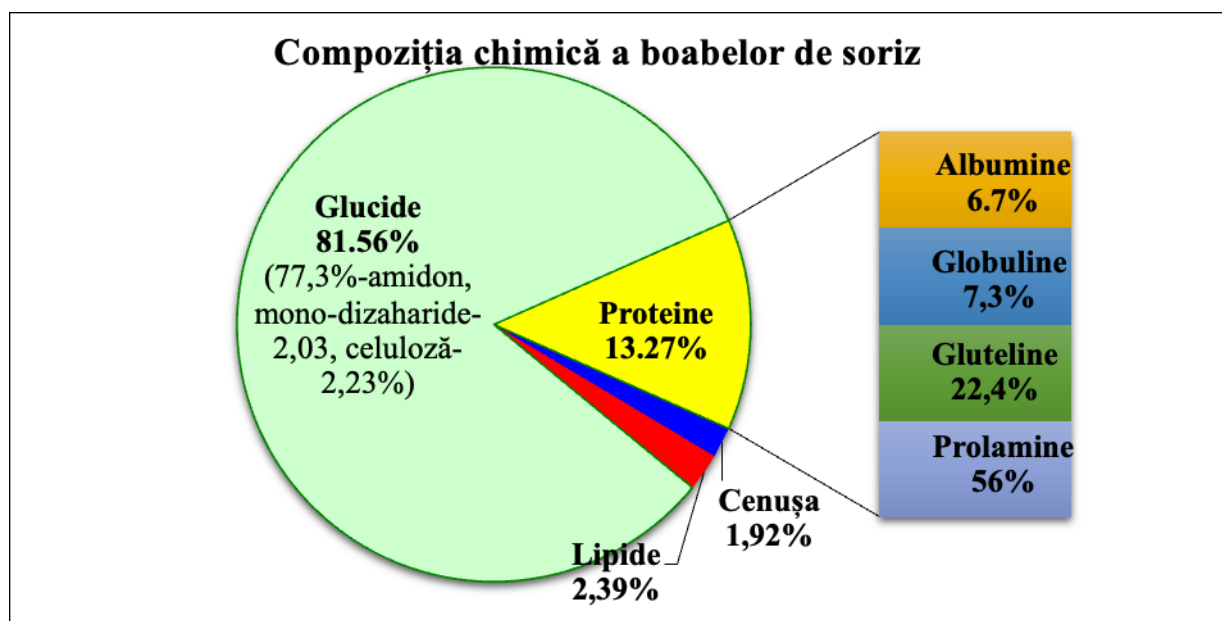


Figura 2.11. Compoziția chimică a boabelor integrale de soriz (%/s.u.)

Sorizul nativ este o sursă modestă de lipide (circa 2,36%), fiind depășit de porumbul nativ (4,7%) și chiar de sorg (4,2%). Conține, de asemenea, elemente minerale - circa 1,9%/s.u., în special, K (circa 394 mg/%), P (circa 308 mg/%) și Mg (circa 160 mg/%).

Fracțiunile proteice în cereale influențează direct proprietățile lor tehnologice. În proteina sorizului ele au următoarea pondere: albuminele și globulinele reprezintă circa 14% din totalul de proteine rezultate comparabile cu cerealele frecvent utilizate în alimentația publică cum ar fi grâul (17,0...18,0%), sorgul și porumbul (6,0...17,4%), orezul (8,0...18,0%). Ponderea glutelinelor constituie 22,4% din totalul proteinelor. În sursele bibliografice se întâlnesc valori ale conținutului de gluteline cuprinse între 18,3% și 40,0% (grâu), 39,0...40,0% (sorg), 26,6...4,0 (porumb) și 40,0...60,1% (orez). Partea majoritară a fracțiunilor proteice în boabele de soriz este reprezentată de prolamine - circa 56%, fiind apropiată după conținut de sorg (24,0...55,0%), grâu (40,0...42,0%) și porumb (22,6...44,0%) [63].

2.3. Elaborarea produselor aglutenice din făină de soriz

Datorită compoziției chimice prielnice, făina ocupă un loc deosebit în alimentația omului, iar datorită unor proprietăți tehnologice specifice reprezintă materia primă de bază pentru obținerea multor produse alimentare și în primul rând a pâinii. Sortimentul făinurilor aglutenice în Republica Moldova este redus, iar proprietățile acestora nu sunt suficient elucidate.

Caracteristicile organoleptice ale făinurilor influențează calitatea produselor obținute din ele și depind de soiul cerealelor, intensitatea de măcinare, gradul de extracție etc. Înșușirile organoleptice ale făinii de soriz (tabelul 2.5) corespund cerințelor stipulate în documentația normativă.

Tabelul 2.5. Caracteristica organoleptică a făinii de soriz

<i>Indici</i>	<i>Condiții de admisibilitate</i>
Culoare	Albă cu nuanță gri-gălbuie
Miros	Specific făinii de soriz, fără miros străin, rânced sau de mucegai
Gust	Specific făinii de soriz, fără gust străin, acru sau amar

2.3.1. Proprietățile fizico-chimice și tehnologice ale făinii de soriz

Granulozitatea făinii poate fi determinată prin analiza mărimii și distribuției după dimensiuni a particulelor rezultate în urma procesului de mărunțire a unui material în diferite mori. În urma unor astfel de cercetări putem menționa următoarele caracteristici ale acestuia:

- dimensiunile minime și maxime ale particulelor materialului;
- % (din masă) particulelor ale căror dimensiuni fie depășesc, fie sunt sub o anumită valoare;
- distribuția după dimensiuni (% din masă) a particulelor materialului.

Caracteristicile granulometrice ale materialelor măcinate determină, de asemenea, și nivelul de calitate a produsului finit, precum și valorile efective ale unor indicatori tehnico-economici de eficiență. În funcție de specificul operației din fluxul tehnologic, în care acestea apar, ele reprezintă o anumită dispersie a diametrelor în jurul unei valori medii, precum și distribuții granulometrice uni- sau multimodale. Este de menționat că particulele de măcinș au caracteristici mecanice și compoziție diferită. Granulozitatea făinii de soriz a fost stabilită prin cernere. Dimensiunile sitelor utilizate la determinări și ponderea fracțiunilor de material pe fiecare sită pentru materialele separate sunt date în tabelul 2.6.

Tabelul 2.6. Analiza granulometrică a făinii de soriz

<i>Sita</i>	<i>Dimesiunea ochiului sitei, l_i (μm)</i>	<i>Dimensiunile particulelor fracției, d_i (μm)</i>	<i>Făină cuprinsă între dimensiunile a două site alăturate, a_i (%)</i>	<i>Cernut pe sită, C_i (%)</i>	<i>Refuz pe sită, R_i (%)</i>
0	0	$d < 165$	1	0	
43	165	$165 < d < 219$	1,7	1	99,0
35	219	$219 < d < 226$	11	2,7	97,3
32	226	$226 < d < 250$	64	13,7	86,3
025*	250	$250 < d < 329$	6	77,7	22,3
23	329	$329 < d < 400$	12	83,7	16,3
040*	400	$400 < d < 450$	0,6	95,7	4,3
045*	450	$450 < d < 500$	2,2	96,3	3,7
050*	500	$500 < d$	1,5	98,5	1,5

*Site metalice

Fracțiunile de măcinș sortate și separate pe site sunt alcătuite din particule cu dimensiuni între o valoare minimă și o valoare maximă, în interiorul amestecului distribuția după dimensiuni fiind caracterizată de diverse legi de distribuție. Repartiția granulometrică (Curba $R_x=f(l_i)$) a făinii de soriz este caracterizată matematic de

relația Rosin-Rammler-Sperling-Bennett:

$$R_x = 100 * e^{-bx^n} \quad (2.1)$$

unde: R (%) - procentul de refuz (particule cu dimensiunea mai mare decât d);
 b și n - coeficienți constanți ce depind de natura materialului și de finețea mărunțirii ($b=0.003-0.035$; $n=0.53-0.70$);

x (d_i) - dimensiunea medie a particulelor din fracții obținute pe sită fiind:

$$x = \frac{L_{i+1} + L_i}{2}, i = 0, 1, \dots, n, \quad (2.2)$$

sitele, numerotându-se, începând cu dimensiunea minimă a orificiului sitei (în μm).

Din diagramă se observă că cele două curbe (C_i - cernut pe sită și R_i - refuzul pe sită) sunt simetrice față de linia care reprezintă $C=R=50\%$ (fig.2.12 a și b).

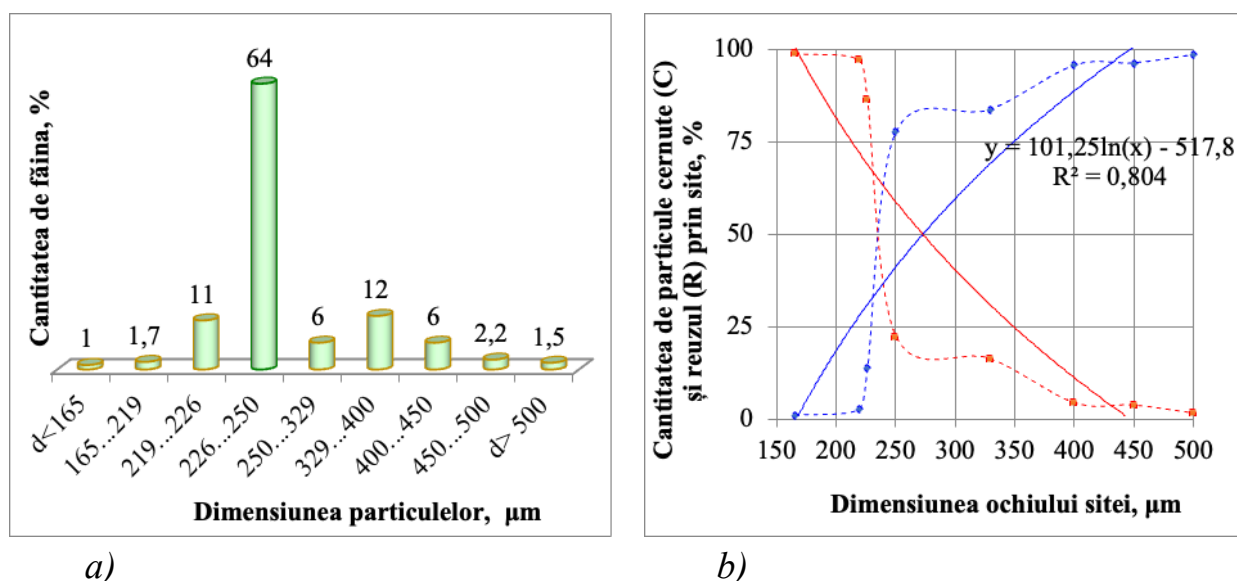


Figura 2.12. Repartiția granulometrică a făinii de soriz (a, b)

Rezultatele obținute confirmă că făina de soriz este un component poligranular, dimensiunea particulelor fiind cuprinsă între 165 și 500 μm , iar valoarea medie a dimensiunilor - 323,5. Aproximativ 78% din totalul făinii a avut dimensiunea particulelor mai mică decât 250 μm , dintre care 64% au reprezentat-o particulele cu dimensiunea cuprinsă între 226...250 μm . Frațiunile de măcinș cu dimensiuni mai mari de 500 μm au constituit 1,5% din totalul făinii (fig.2.13).

Conform granulometriei (făinurilor de sorg), dacă 100% de făină poate trece printr-o sită cu orificii cu diametrul de 1 mm, ea poate fi considerată făină de granulozitate medie, deci făina de soriz, conform clasificării respective, este de calitate *medie*.

Granulozitatea unor făinuri de sorg recomandate pentru elaborarea produselor de patiserie/cofetărie este de circa $250\ \mu\text{m}$ [64]. Potrivit unor studii, caracteristici bune ale produselor de panificație au fost obținute și din făina a cărei granulozitate era sub $750\ \mu\text{m}$.

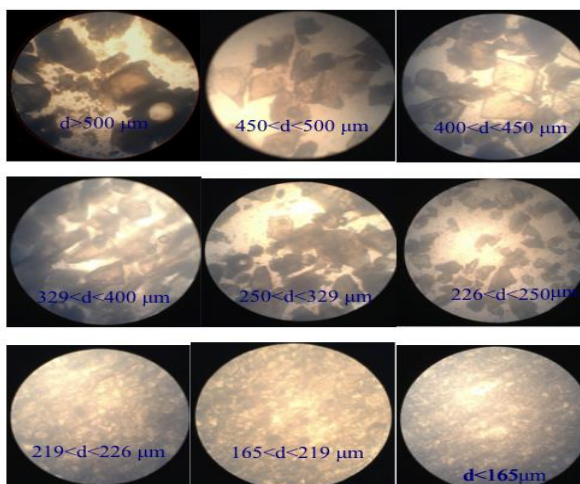


Figura 2.13. Imagini la microscop ale fracțiunilor de făină de soriz

Cu toate acestea, nu poate fi dată o anumită recomandare referitor la mărimea particulelor de făină pentru un anumit tip de pâine. Mărimea particulelor trebuie determinată prin probe. S-a stabilit că dimensiunile particulelor unor făinuri (inclusiv de secară) influențează însușirile reologice ale aluaturilor obținute. Sub aspectul tehnologiei de panificație, dimensiunea particulelor de făină influențează capacitatea de legare a apei și stabilitatea aluatului. Calitatea produselor de panificație și de patiserie este influențată de caracteristicile fizico-chimice ale făinurilor implicate în formularea lor.

Conținutul de gluten. Făina de soriz conține fracțiuni proteice generatoare de gluten (prolamină și glutelină), dar gluten propriu-zis nu formează (tabelul 2.7), posibil, din cauza raportului necorespunzător dintre aceste două fracțiuni, care este de circa 3:1, iar pentru formarea glutenului se consideră optimal un raport de circa 1:1.

Tabelul 2.7. Proprietățile fizico-chimice ale făinii de soriz

Nr. d/o	Indici	Valorile indicilor pentru făină cu dimensiunea particulelor		
		500...165 μm	500..250 μm	250..165 μm
1	Conținutul de gluten	-	-	-
2	Greutatea specifică, g/cm^3	0,59	-	-
3	Indicele de cădere, s	649	-	-
4	Activitatea apei, a_w	0,525	0,525	0,525
5	Aciditatea, grade aciditate	2,5	2,6	2,4
6	Capacitatea de hidratare, %	88	79	93
7	Capacitatea de reținere a apei, %	119	107	130
8	Capacitatea de reținere a uleiului, %	80	85	76
9	Capacitatea de spumare, %	54	60	46
10	Stabilitatea spumei (după 30 minute), %	6	16	-

Indicele de cădere (falling number-indicele Hagberg) oferă informații despre activitatea amilazei (în special α -amilazei) și despre procesul de fermentație care are loc în aluatul din făină de grâu. Determinarea indicelui de cădere pentru făina de soriz a stabilit valoarea acestuia de FN=649 s, care, conform surselor bibliografice, este invers proporțional cu activitatea α -amilazei, unica enzimă capabilă să degradeze amidonul nativ. Așadar, făina de soriz are o concentrație redusă de α -amilază și, dacă activitatea α -amilazei este mică, cantitatea de granule de amidon deteriorate constituie un factor limitant, iar condițiile de fermentare a aluatului se înrăutățesc [65]. Valorile unui FN optim pentru panificație sunt cuprinse între 200-280 s. Din făină cu indice de cădere mai mare de 280...300 s rezultă pâine nedezvoltată, cu volum mic și miez prea uscat.

Puterea făinii. Încercările de a determina puterea făinii de soriz, capacitatea ei de a forma și reține gaze (realizate atât la alveoconsistograf cât și la mixolab) au fost efectuate în laboratoarele S.A. Vel Pitar, România. Incapacitatea făinii respective de a forma coca și, respectiv, de a reține dioxidul de carbon în procesul de fermentație se datorează absenței glutenului care denotă proprietățile nepanificabile ale făinii de soriz. În unele surse bibliografice este menționată puterea făinurilor aglutenice apropiată de 40-60%.

Se cunoaște că făina de grâu destinată panificației are puterea cuprinsă între 160...250%, iar făinurile cu puterea sub 90% sunt considerate făinuri foarte slabe, destinate doar producerii napolitanelor, biscuiților din aluat fraged și galețelor [66].

Activitatea apei (a_w) se definește ca raportul dintre presiunea de vapori a soluției și presiunea de vapori a apei pure la aceeași temperatură și reflectă gradul de implicare activă a apei în diverse procese ca intensitatea reacțiilor de oxidare a lipidelor, reacțiile de melanoidizare, procesele fermentative și microbiologice ce decurg în produsele alimentare. Valoarea activității apei este determinantă pentru desfășurarea reacțiilor chimice și biochimice și pentru dezvoltarea microbiană, având un rol important în stabilitatea produselor alimentare.

Pentru unele cereale (orez) și făinuri este caracteristică activitatea apei (a_w) cu valorile cuprinse între 0,8...0,87 (la umiditatea 15-17%), iar pentru pesmeți și fulgi de ovăz - 0,3 (umiditatea - 5%). În dependență de valorile activității apei, produsele se clasifică în produse cu umiditate medie ($a_w=0,6...0,9$) și produse cu umiditate redusă ($a_w=0...0,6$). Valoarea activității apei făinii de soriz (tabelul 4.3) a fost de circa 0,525, fiind caracteristică produselor cu umiditate redusă. La acest interval de activitate a apei dezvoltarea microorganismelor este redusă și, respectiv, stabilitatea făinii mare.

Aciditatea titrabilă a făinii de soriz a fost cuprinsă între 2,4 (făina cu dimensiunile particulelor sub 250 μ m) și 2,6 grade aciditate (dimensiunea particulelor 250 ... 500 μ m) (tabelul 4.3) și, de regulă, este condiționată de prezența acizilor grași liberi rezultați în urma hidrolizei lipidelor făinii. Valorile obținute sunt inferioare valorilor de aciditate pentru făina de grâu grișată și de calitate I (3,5 grade aciditate), precum și pentru făina de seară (4,0-5,5 grade aciditate).

Capacitatea de hidratare, determinată experimental, a fost de 93% (dimensiunea particulelor sub 250 μ m) și s-a redus odată cu creșterea dimensiunilor particulelor, constituind circa 88% pentru făina cu dimensiunea particulelor cuprinsă

între 500...165 μm și 79% pentru făina cu dimensiunea particulelor - 500...250 μm (tabelul 3.3). Valorile obținute sunt superioare capacității de hidratare a făinii de grâu (care se încadrează între 54...64% pentru făinurile de larg consum), dar sunt apropiate capacității de hidratare a făinii de orez (circa 100%). Aceasta s-ar putea explica prin prezența fibrelor alimentare și a granulelor de amidon zdrobite din făina de soriz (dat fiind faptul că sorizul se caracterizează prin duritate și sticlozitate înaltă).

Capacitatea de reținere a apei (CRA) a făinii de soriz a fost direct proporțională cu capacitatea de hidratare a făinii și cu dimensiunea particulelor de făină. Făina cu dimensiunea particulelor mai mică a absorbit apa mai repede și a avut capacitatea de reținere a apei mai mare (circa 130%), în comparație cu făina mixtă (119%) și cea grosieră (107%).

Capacitatea de absorbție a grăsimilor (CRG) are rolul său în formularea alimentelor, deoarece îmbunătățește indicii organoleptici ai acestora, în special gustul și mirosul. Capacitatea de absorbție a grăsimilor făinii de soriz a fost cuprinsă între 76...85%. Valorile obținute sunt mai mici în comparație cu alți hibrizi ai sorgului, a căror capacitate de absorbție a grăsimilor este cuprinsă între 1,10...1,14 g/g [67].

Capacitatea de spumare și stabilitatea spumei sunt în funcție de tipul de proteine, pH, metodele de prelucrare, viscozitatea și tensiunea de suprafață a materialului. Făina de soriz cu granulozitatea cuprinsă între 500...250 μm a manifestat o capacitate de spumare de circa 60%, făina mixtă - 54% , cea fină - 46%. Aceeași tendință se observă și la stabilitatea spumei: spuma obținută din făină grosieră a fost mai stabilă (circa 16% timp de 30 minute), urmată de făina mixtă (6%), iar spuma din făină mai fină a fost foarte instabilă, pierzându-și structura în primele 10 minute (fig.2.14).

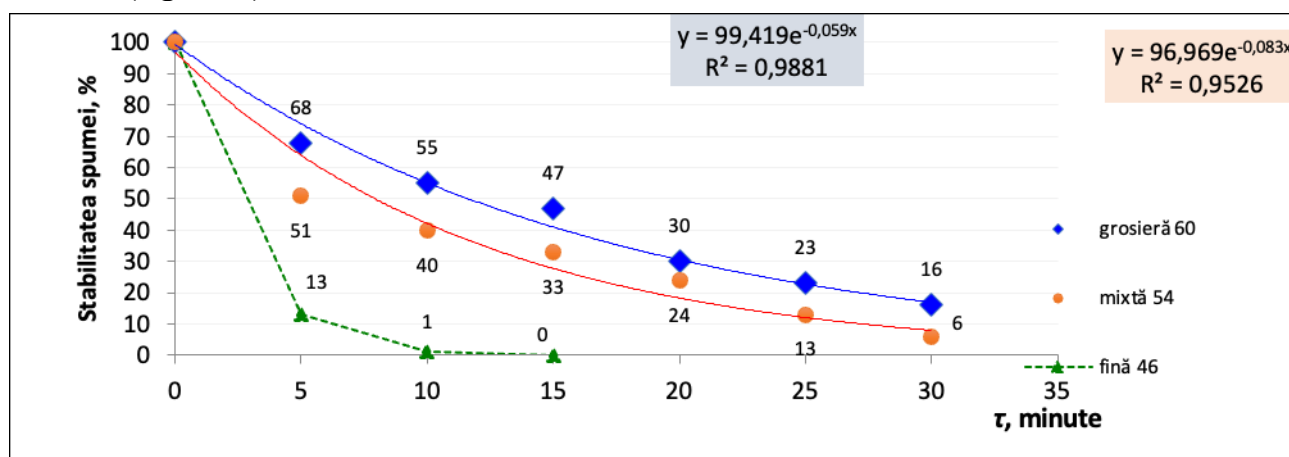


Figura 2.14. Dependența stabilității spumei (făinii de soriz) de timp

Diferența respectivă a capacității de spumare și stabilității spumei ar putea fi explicată prin ponderea fracțiunilor proteice: făina de soriz conține cantități reduse de albumine (3,9% din totalul proteinelor). Și, deoarece se consideră că anume albuminele contribuie la formarea spumei, se poate presupune că ele influențează și

capacitatea de spumare a făinurilor. O altă cauză ar putea fi conținutul relativ mai mare de fibre ale făinii de granulozitate mai mare, care se reduce odată cu creșterea gradului de prelucrare a cerealelor.

2.3.2. Formularea și cercetarea pâinii aglutenice din făină de soriz

Cerealele și produsele din cereale constituie elementul de bază al asigurării securității alimentare a populației, având o contribuție esențială în aportul nutritiv și caloric. Direcțiile de dezvoltare ale industriei produselor aglutenice de panificație vizează utilizarea amidonurilor și/sau făinurilor aglutenice în calitate de materie primă. Mai frecvent se utilizează amidonul de orez, porumb și cartofi [68]. Utilizarea amidonurilor este condiționată, probabil, de proprietățile funcționale ale acestora, precum și de compatibilitatea cu alte componente ale rețetei. Selectarea justă a ingredientelor și stabilirea raportului procentual optim al acestora, precum și a proceselor tehnologice, constituie cheia succesului unui produs de panificație cu palatabilitate la consumatori [69]. În calitate de materii prime principale pentru elaborarea pâinii aglutenice s-a utilizat făina de soriz cu dimensiunea particulelor mai mică de $250\mu\text{m}$, amidonuri de porumb și de cartofi. La elaborarea produselor de panificație aglutenice implicarea hidrocoloizilor este indispensabilă, deoarece lipsa glutenului în aceste produse necesită substituirea acestuia cu alte componente, care să favorizeze dezvoltarea unei matrice complexe, cu proprietăți vâscoelastice suficiente pentru reținerea atât a dioxidului de carbon eliberat în timpul fermentației, cât și extinderea matricei în timpul coacerii. Utilizarea gumei de xantan a fost condiționată de proprietățile sale specifice: rezistența la enzime și la variații mari de temperatură, compatibilitatea cu alte ingrediente, capacitatea mare de absorbție și reținere a apei, precum și absența unor reacții adverse la consum. Xantanul, alături de hidroxipropilmetilceluloza (HPMC) este considerat hidrocoloizii cel mai utilizat în elaborarea produselor de panificație. Cercetările au vizat 16 variante de rețete, urmărindu-se influența cantitativă și calitativă a amidonului în amestecuri asupra calității pâinii aglutenice, având ca scop stabilirea unui raport optim al ingredientelor, care să conducă la produse cu caracteristici similare unor produse de panificație clasice. Ponderele amidonului de porumb (AP) și de cartofi (AC) în rețetă a constituit 20%, 30%, 40% și 50% (din mixul uscat), a gumei de xantan (X) - 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% și 3% (din mixul uscat) și a apei - 75%, 90% și 100% (din mixul uscat).

Influența hidrocoloizilor asupra parametrilor fizico-chimici și reologici ai aluatului

În timpul procesului fermentativ al semifabricatelor drojdiile și bacteriile produc cantități însemnate de gaze, în principal CO_2 și în cantități mici H_2 . Datorită gazelor care se formează, volumul semifabricatelor se modifică în direcția creșterii și depinde de însușirea făinii de a produce gaze, precum și de capacitatea de reținere a acestora de către aluat.

Evoluția volumului. Probele de aluat obținute au fost testate pentru a observa stabilitatea aluatului și, respectiv, pentru a determina timpul optim de fermentare. Monitorizarea evoluției volumului aluatului (din făină de soriz cu hidrocoloizi) la

fermentare ($T=30^{\circ}\text{C}$) a arătat că probele de aluat fără hidrocoloizi și cele cu cantități reduse ale acestora (amidon 20% și 30%, xantan 0,5...1,5%) manifestă o creștere mai intensă în primele 20-30 minute (în comparație cu restul probelor), dar și o regresie mai rapidă, probabil, datorită glucidelor fermentescibile care se găsesc, de regulă, în cantități mici în făina de cereale (1,0–1,5%) și care au importanță deosebită în declanșarea proceselor fermentative (fiind consumate în prima jumătate de oră a procesului de fermentare) (fig.2.15) [8].

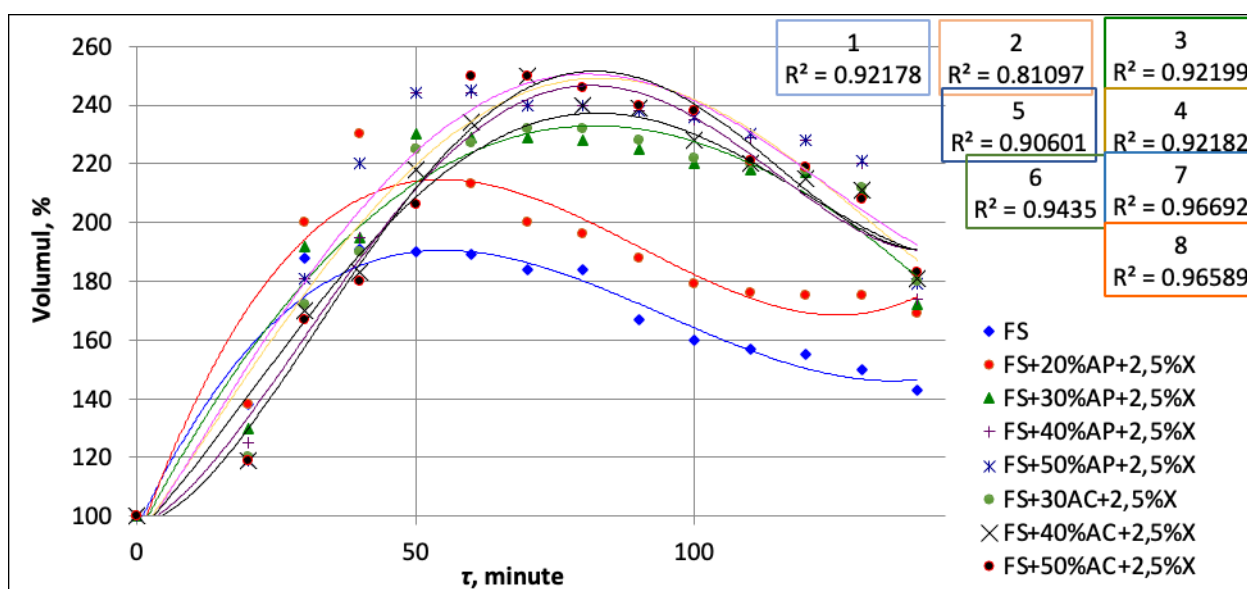


Figura 2.15. Dependenta volumului aluatului din făină de soriz cu xantan de timpul de fermentare și concentrația amidonului:
FS - făină de soriz; AC - amidon cartofi; AP - amidon porumb; X – xantan.

Pentru restul probelor, adaosul de hidrocoloizi a condus la creșterea mai lentă a volumului, valorile maxime fiind atinse în intervalul de 45...70 minute. Diferența dintre volumul probelor cu aceeași concentrație de amidon, dar din surse diferite, ar putea fi explicată prin raportul diferit de amiloză și amilopectină în amidonul utilizat (fig.2.16). Probele cu cantități mai mari de amiloză sunt supuse hidrolizei mai greu decât cele care conțin mai multă amilopectină [69]. Pentru toate probele de aluat, volumul în timpul perioadei de fermentare a demonstrat o creștere polinomială, iar coeficientul patratric de regresie a constituit $R^2 \approx 0,81 \dots 0,99$.

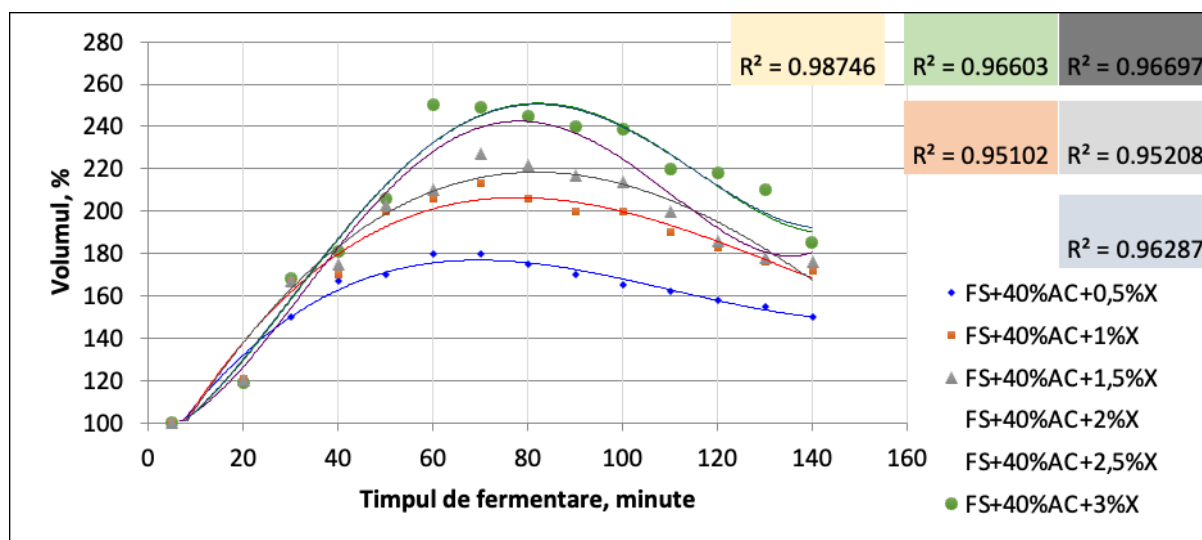


Figura 2.16. Dependența volumului aluatului din făină de soriz cu amidon de cartofi de timpul de fermentare și concentrația xantanului

Așadar, evoluția volumului și stabilității aluatului în dependență de concentrația xantanului și sursa de amidon, este condiționată de matricea tridimensională formată de hidrocoloizi și de rezistența acestora la presiune: bulele de gaz exercită presiune asupra rețelei pseudo-glutenice, ajungând până la ruperea parțială a pereților cavităților din aluatul format, permițând scurgerea acestora prin canalele colectoare în mediul exterior.

Viscozitatea aluatului este un mediu coloidal complex care se formează în timpul procesului de malaxare a făinii cu adaos de apă. Însușirile reologice ale aluatului, respectiv elasticitatea și extensibilitatea, se datorează, în mare parte, glutenului, care se formează din proteinele glutenice ale făinii de grâu în timpul frământării. Gliadinele determină extensibilitatea glutenului și volumul pâinii, iar gluteninele determină elasticitatea glutenului și toleranța la malaxare a aluatului [70]. Când aluatul are elasticitate și extensibilitate suficient de mare, pâinea este afânată, cu volum dezvoltat și miez cu pori și pereți subțiri. Dacă aluatul este prea tenace, pâinea se obține nedezvoltată și cu miez dens, iar când aluatul este excesiv de extensibil pâinea se aplatizează, are volum redus și porozitate grosieră [71].

Este evident că polizaharidele nonamidonoase joacă un rol important în formarea texturii și calității produselor finite. Utilizarea xantanului în formularea produselor de panificație din soriz a fost condiționată de proprietățile sale structurale, de menținerea uniformă a viscozității și de capacitatea de reținere a apei. Viscozitatea reprezintă proprietatea corpurilor de a se opune deformării. Viscozitatea aluatului este aparentă și, spre deosebire de viscozitatea lichidelor, depinde nu numai de temperatură și presiune, dar și de o serie de alți factori cum sunt viteza și tensiunea de forfecare, precum și de procesul la care a fost supus anterior aluatul. Profilul de viscozitate este definit ca reprezentarea grafică a variației viscozității în funcție de viteza de forfecare aplicată indiferent de tipul de curgere investigat. Caracterizarea cantitativă a proprietăților reologice ale aluatelor de panificație este dificilă tocmai datorită comportamentului vâscoelastic neliniar al acestora.

Determinările au fost efectuate în laboratorul Centrului de Producție și Implementare a Tehnologiilor Avansate "Etalon" al Universității Tehnice a Moldovei. Testările asupra viscozității aluatului din făină de soriz s-au efectuat la Reometrul–DV-III Ultra (Brookfield), iar proprietățile reologice au fost descrise cu ajutorul ecuației IPC (*Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits*). Acest model se bazează pe ecuația puterii și implică calcularea exponentului de sensibilitate la ecrusaj al produsului:

$$\eta = kR^n, \quad (2.3)$$

unde: η - viscozitatea, (mPa*s);
 k - coeficientul de coerență;
 R - viteza de rotație (rotații/minut);
 N - coeficientul de ecrusaj.

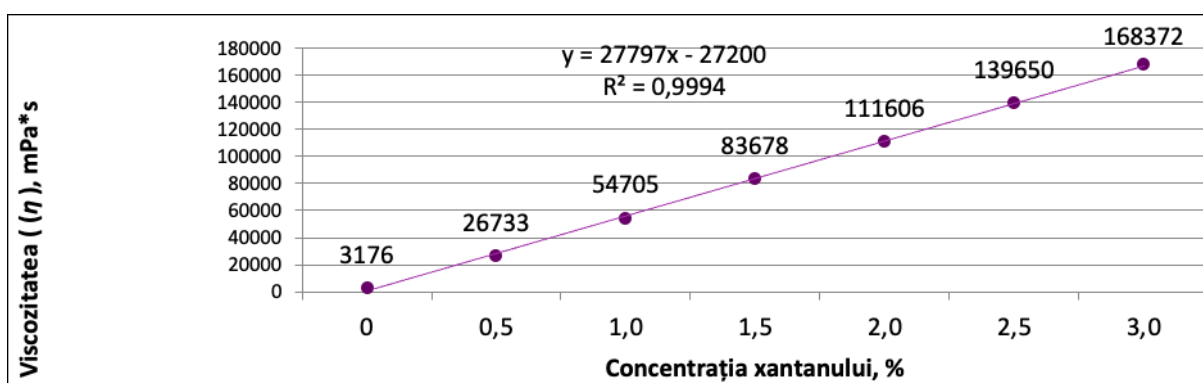


Figura 2.17. Dependenta viscozității aluatului din făină de soriz de concentrația xantanului

La viteza de zece rotații pe minut viscozitatea aluatului, pentru toate probele, crește liniar odată cu mărirea concentrațiilor de xantan (fig.2.17). Adaosul de xantan în cantități reduse (0.5...1%) a mărit viscozitatea de circa 8,4...17,2 ori, în raport cu proba fără xantan (3176 mPa*s), iar a probelor cu 2,5...3% xantan - de 44...53 ori.

Odată cu creșterea vitezei de deformare particulele constituate se orientează în direcția curgerii. Lanțurile moleculare din amestec se desfac, se întind și se orientează paralel cu direcția de acțiune a forțelor care tind să deformeze domeniul fluid. Această orientare permite alunecarea relativă între straturile fluide corespunzătoare unei reduceri a viscozității. Deformarea poate produce dezagregarea aglomerărilor de particule, având ca efect accelerarea curgerii, deci, reducerea viscozității.

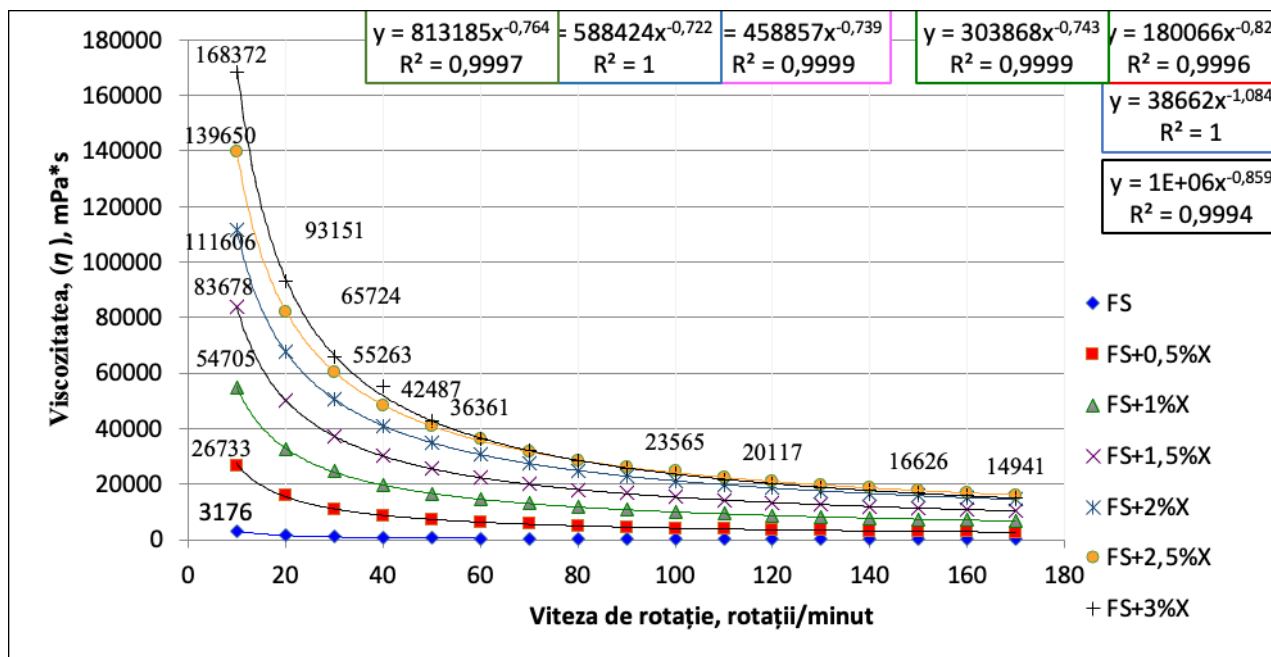


Figura 2.18. Dependența viscozității aluatului din făină de soriz cu concentrații diferite de xantan în funcție de viteza de rotație

Creșterea vitezei de rotație a condus la reducerea viscozității în toate probele de aluat cu adaos de xantan (fig.2.18). Viteza de forfecare a fost determinată din relația:

$$\gamma = \frac{(2\omega R_c^2 + Ra^2)}{Ra^2 * (R_c^2 - Ra^2)} \quad (2.4)$$

unde: R_c – raza recipientului, cm;

R_a – raza arborelui, cm;

ω – viteza unghiulară de rotație a arborelui, rad/s;

$$\omega = \frac{2\pi}{60} * N; \quad (2.5)$$

N – viteza de rotație, rotații/minut.

De aici, tensiunea de forfecare:

$$\tau = \eta * \gamma \quad (2.6)$$

Tensiunea de forfecare a aluatului cu xantan a crescut odată cu creșterea vitezei de forfecare, iar a aluatului fără xantan s-a redus. Dependența tensiunii de forfecare de viteza de forfecare este redată în figura 2.19.

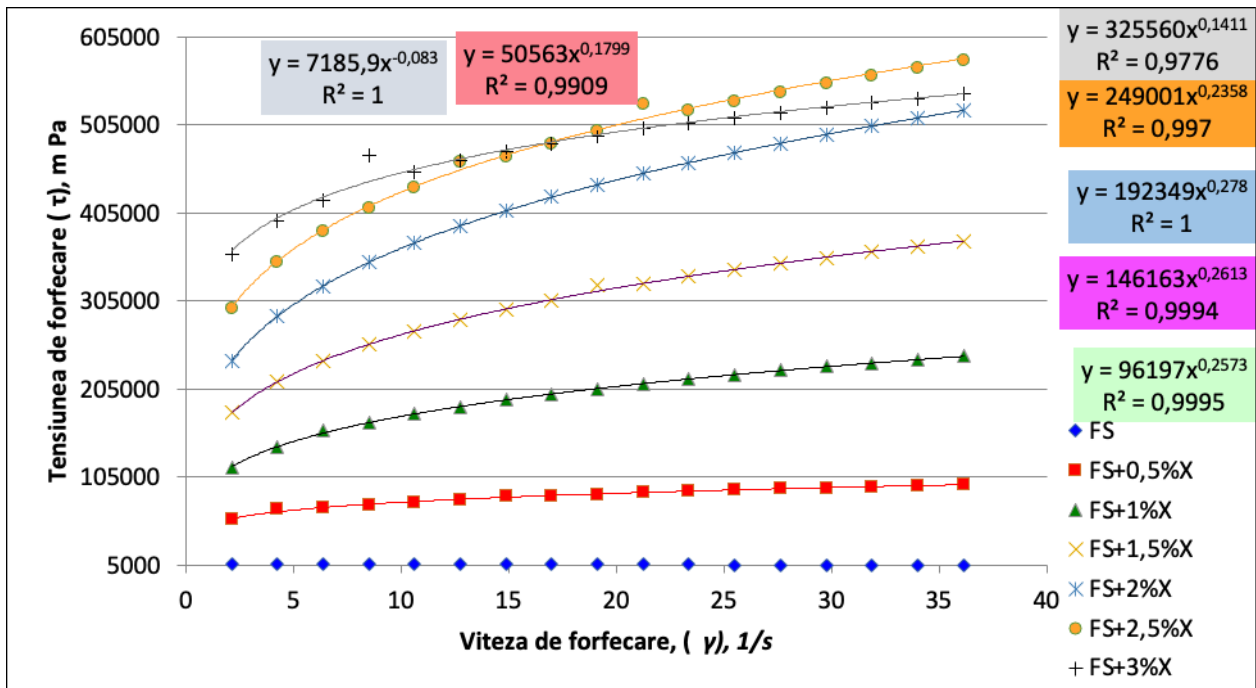


Figura 2.19. Dependența tensiunii de forfecare a aluatului din făină de soriz cu xantan de viteza de forfecare

Conform rezultatelor reogramelor de dependență a viscozității de viteza de rotație și a tensiunii de forfecare de viteza de forfecare, aluatul din făină de soriz cu adaos de xantan are comportament similar fluidelor non-newtoniene, pseudoplastice independente în timp, ce constituie o particularitate specifică a soluțiilor de xantan.

Aciditatea și umiditatea aluatului. Fermentarea aluatului are la bază fermentația alcoolică. Ea este însoțită însă de fermentații secundare, cu formarea acidului lactic, acetic, succinic, formic, citric etc. Sub acțiunea acizilor se intensifică procesele de hidratare și peptizare a acizilor, cu formarea gustului și aromei specifice pâinii. Datorită apariției acestor acizi se produce o creștere a acidității aluatului în timpul dospirii. Circa 60% din aciditatea aluatului se datorează acidului lactic. Aciditatea inițială și finală a aluatului este influențată de gradul de extracție a făinii, de consistență, de temperatura și durata dospirii. Aciditatea finală a semifabricatelor constituie un indice al maturității lor, fiind un parametru important, controlabil, în elaborarea produselor de panificație, care influențează în mod direct proprietățile finite ale acestora [99, 93]. Aciditatea aluatului poate fi mai mică decât aciditatea făinii datorită diluării acesteia prin introducerea unor noi cantități de ingrediente (apă, amidon și xantan), precum și dacă timpul de fermentare a aluatului este scurt. Aciditatea aluaturilor din făină de soriz, cu și fără hidrocoloizi, după 45 minute de fermentare a fost cuprinsă între 0,7...0,9 grade aciditate. Valori mai mari ale acidității au avut probele formulate doar cu făină de soriz (fără xantan și amidon) și cele cu cantități reduse de xantan (0,5...1,5%) - circa 0,9-0,8 grade aciditate (tabelul 2.8).

Tabelul 2.8. Aciditatea titrabilă și umiditatea probelor de aluat din făină de soriz

<i>Nr. d/o</i>	<i>Probele de aluat</i>	<i>Umiditatea (W), %</i>	<i>Aciditatea, grade</i>
1.	FS	51,14±0,02	0,9
2.	FS+AP20%+X2,5%	51,38±0,03	0,7
3.	FS+AP30%+X2,5%	51,44±0,01	0,7
4.	FS+AP40%+X2,5%	51,37±0,02	0,7
5.	FS+AP50%+X2,5%	51,38±0,02	0,7
6.	FS+AC30%+X2,5%	51,38±0,02	0,7
7.	FS+AC40%+X2,5%	50,39±0,03	0,7
8.	FS+AC50%+X2,5%	51,05±0,01	0,7
9.	FS+AC40%+X0,5%	50,16±0,01	0,8
10.	FS+AC40%+X1%	51,24±0,02	0,8
11.	FS+AC40%+X1,5%	51,36±0,03	0,8
12.	FS+AC40%+X2%	51,38±0,03	0,7
13.	FS+AC40%+X2,5%	51,39±0,02	0,7
14.	FS+AC40%+X3%	55,32±0,02	0,7
15.	FS+AC40%+X2,5%+90% apă	57,83±0,02	0,7
16.	FS+AC40%+X2,5%+100% apă	59,14±0,02	0,7

În primul caz, rezultatul obținut ar putea fi explicat prin fermentarea mai rapidă și mai intensă a făinii de soriz în comparație cu alte probe, iar pentru restul probelor s-ar putea explica prin proprietatea xantanului de a stabili compozițiile. Umiditatea aluaturilor a fost influențată de cantitatea de apă prevăzută de rețetă, fiind cuprinsă între 51% și 59%. Valori maxime au avut probele cu un conținut de apă de 90 și 100% (circa 57 și, respectiv, 59%).

Indici de calitate ai pâinii aglutenice

Indicii organoleptici. Proprietățile senzoriale constituie unul dintre cele mai importante elemente de analiză a unui produs alimentar. Primul contact al consumatorului cu produsul se realizează pe cale senzorială și, în consecință, proprietățile senzoriale dețin un rol primordial în selectarea și decizia de cumpărare. Pe de altă parte, proprietățile senzoriale constituie primul indiciu la îndemâna consumatorului cu date reale în legătură cu prospețimea produselor alimentare și calitatea acestora. Rezultatele analizei organoleptice a pâinii aglutenice din făină de soriz au demonstrat o calitate joasă a pâinii fără hidrocoloizi, fiind aplatizată și cu crăpături pronunțate pe toată suprafața (fig.2.20).

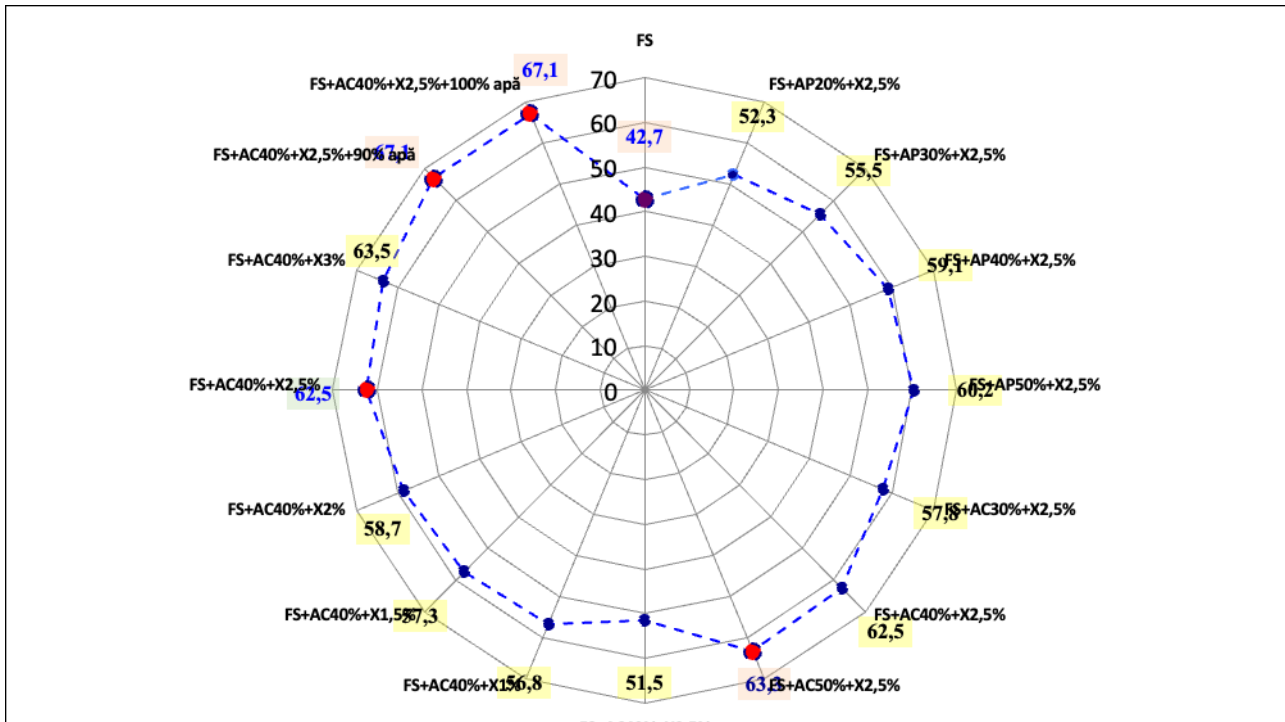


Figura 2.20. Variația punctajului sumar de analiză senzorială a probelor de pâine cercetate

Adaosul de amidon și xantan a ameliorat indicii organoleptici direct proporțional cu creșterea concentrației acestora. Punctaj maximal (67 din 70) au acumulat probele de pâine ce conțineau 2,5% xantan, 40% amidon de cartofi și apă - 90 și 100%, urmate de probele cu aceeași concentrație de xantan, amidon cartofi - 40% și 50%, și apă - 75% (62,5 și, respectiv, 63,5 puncte).

Caracteristici fizico-chimice

Scăzăminte de masă prin coacere și păstrare. La coacere sunt inevitabile scăzămintele de masă, care includ pierderile de umiditate și de substanță uscată. Scăzămintele de umiditate reprezintă 95–96% din pierderile totale la coacere și rezultă din apa care se evaporă din straturile exterioare ale aluatului, care se transformă ulterior în coajă. Pierderile de substanță uscată au o pondere mică, circa 4–5% din pierderile totale, și rezultă din pierderile de alcool, dioxid de carbon și alte substanțe volatile existente în aluat, rezultate din fermentarea glucidelor.

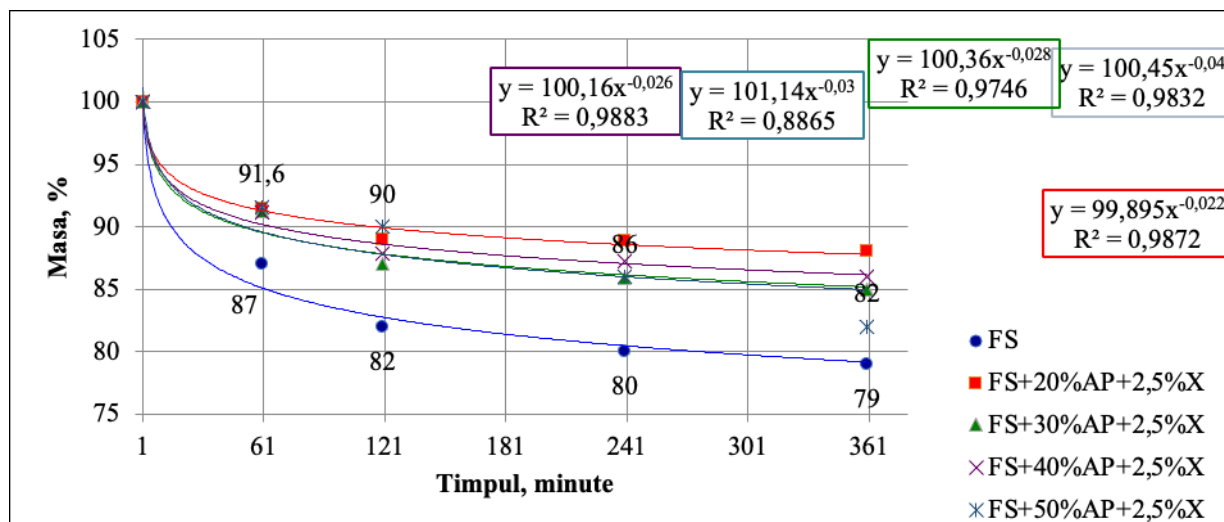


Figura 2.21. Influența concentrației amidonului de porumb (AP) asupra scăzământelor de masă prin coacerea și depozitarea probelor de pâine aglutenică din soriz

Pentru pâinea din făină de soriz fără hidrocoloizi (amidon și xantan) pierderile de masă la coacere au fost mai mari (circa 13%) în comparație cu restul probelor datorită, probabil, lipsei unei structuri tridimensionale a glutenului, care ulterior a condus la formarea fisurilor pe suprafața pâinii și la evaporarea mai intensă a apei din straturile exterioare ale pâinii. Nu s-a observat o diferență pregnantă a valorilor scăzământelor de masă, prin coacere, pentru probele cu adaos de amidon din surse diferite (cartofi, porumb), pierderile fiind cuprinse între 8,4...8,9% pentru produsele cu amidon de porumb și 8,5...9,1% pentru produsele cu amidon de cartofi (fig.2.21 și 2.22).

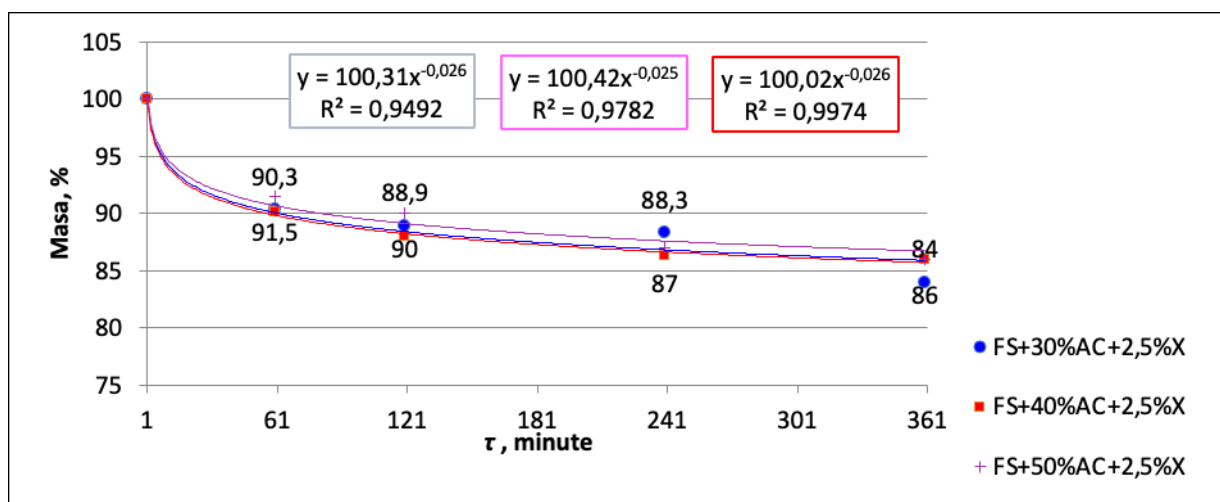


Figura 2.22. Influența concentrației amidonului de cartofi (AC) asupra scăzământelor de masă prin coacerea și depozitarea probelor de pâine aglutenică din soriz

După 6 ore de păstrare, reducerile de masă au constituit circa 13-18% pentru toate probele de pâine, cu excepția probei fără hidrocoloizi, pierderile căreia au atins valori de circa 21%. Mărirea concentrației de xantan corelează pozitiv cu reducerea

pierderilor de masă la coacere și păstrare: la probele cu 0,5% xantan pierderile au constituit 11,8%, reducându-se odată cu mărirea concentrației de xantan până la 8% (fig.2.23).

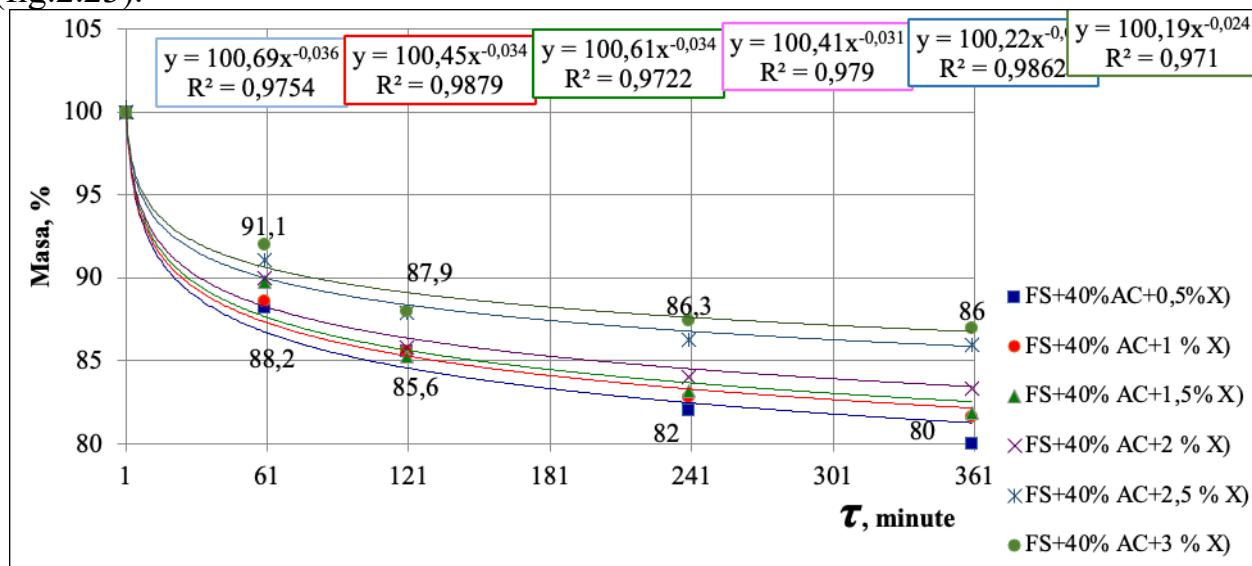


Figura 2.23. Influența concentrației xantanului (X) asupra scăzătorilor de masă la coacerea și depozitarea pâinii aglutenice din făină de soriz

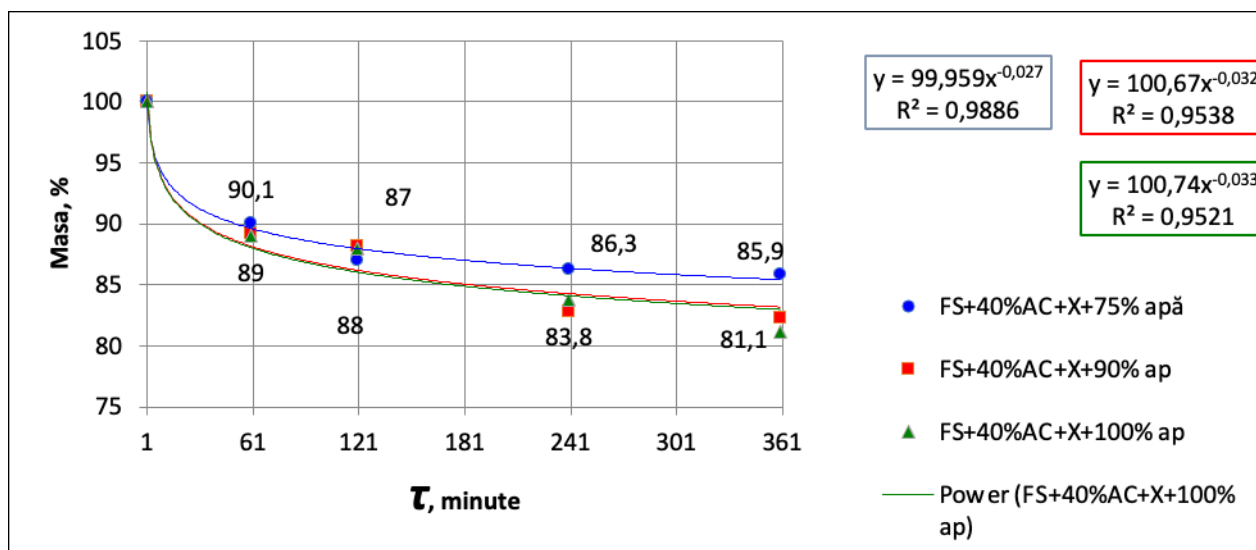


Figura 2.24. Influența conținutului de apă (conform rețetei) asupra scăzătorilor de masă la coacerea și depozitarea pâinii aglutenice din făină de soriz

Pâinea, care, conform rețetei, a fost obținută cu cantități mai mari de apă (90 și 100%) a pierdut la coacere circa 10,8% și 11% din masă, iar după 6 ore pierderile au constituit 18,9% și, respectiv, 17,3% (fig.2.24). Totuși, rezultatele obținute pentru toate probele se încadrează în intervalul de pierderi pentru produsele de panificație (6...13%) menționat în sursele literare [93, 99].

Efectul hidrocoloizilor asupra parametrilor reologici ai pâinii aglutenice. Se presupune că rolul amidonului în producerea pâinii fără gluten constă în efectul său

de diluare a făinii prin adăugarea sa la produs, perturbând omogenitatea acesteia, precum și în efectul său simbiotic cu alți hidrocoloizi. Pentru a caracteriza proprietățile mecanice și de structură ale produselor de panificație aglutenice elaborate a fost determinată porozitatea, volumul specific, deformația totală, plasticitatea și elasticitatea lor.

Porozitatea produselor de panificație constituie un indice important care, în mare parte, depinde de calitatea făinii și tehnologia de coacere, condiționând gradul de asimilare al produselor. Porozitatea pâinii reprezintă volumul total al porilor dintr-un anumit volum de miez exprimat în %. Adaosul amidonului de la 20% până la 50% a contribuit la creșterea polinomială a valorilor indicilor cercetați: *porozitatea*, de la 31% (pentru probele fără adaos de hidrocoloizi) a crescut până la 56% (în probele cu adaos de amidon de 40 și 50%), iar *deformația* a crescut, respectiv cu 10% (de la 21% la 31%).

Adaosul de amidon a influențat în mod direct volumul pâinii la coacere. Probele de pâine în care, conform rețetei, s-a inclus amidon au avut valori ale *volumului specific* mai mari: pentru pâinea cu amidon de cartofi sau porumb (30%) volumul specific a atins valori de 2,5 cm³/g, iar probele cu un conținut mai mare de amidon (40 și 50%) au atins valori de 2,8-2,9 cm³/g pentru pâinea cu amidon de porumb și 3,0 cm³/g pentru cea cu amidon de cartofi (fig.2.25). Rezultatele ar putea fi explicate prin proprietatea amidonului de reținere a gazelor datorită proprietăților sale de gelatinizare [72]. Valorile indicilor cercetați practic nu se modifică la creșterea concentrației de amidon de la 40% la 50% și nici în dependență de tipul amidonului utilizat.

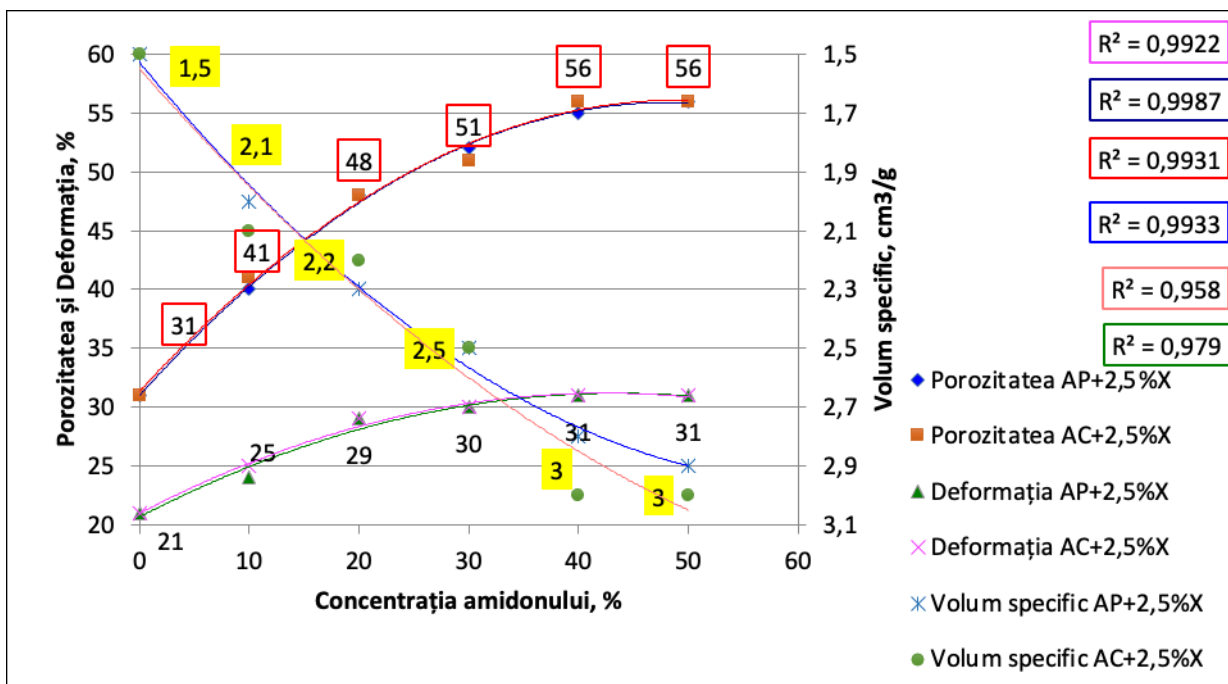


Figura 2.25. Influența concentrației și tipului de amidon asupra porozității, deformației totale și volumului specific al pâinii aglutenice din făină de soriz

Guma de xantan, de asemenea, a favorizat creșterea porozității, deformației totale și volumului specific al pâinii. În literatura de specialitate, concentrația xantanului în elaborarea produselor de panificație variază între 2,0 și 3,0%. Totuși, s-a considerat necesară stabilirea unei concentrații optime de xantan pentru pâinea aglutenică din făină de soriz, dat fiind diversitatea făinurilor și proprietățile sale specifice. Variația concentrației de xantan asupra indicilor de structură a pâinii a fost cercetată în probele ce conțineau amidon de cartofi - 40%, deoarece probele respective au prezentat, conform determinărilor anterioare, rezultate mai bune.

Porozitatea a crescut de la 31% (pentru probele de pâine fără hidrocoloizi) până la 56% la probele cu 2,5% xantan. Rezultatele obținute sunt inferioare valorilor de porozitate pentru produsele de panificație din făină de grâu (62...75%), dar sunt apropiate valorilor pentru produsele obținute din amestecuri de făină de grâu și secară (45...60%). Deformația, de asemenea, a crescut de la 21% la 31%, odată cu creșterea concentrației de xantan până la 2,5%.

Adaosul de 0,5% xantan a favorizat creșterea *volumului specific* de 1,2 ori față de pâinea fără hidrocoloizi. Creșterea concentrației de xantan (până la 2,5-3,0%) a mărit volumul specific al pâinii până la 2,9 cm³/g. Mărirea concentrației de xantan de la 2,5% până la 3,0% nu modifică porozitatea, deformația totală și volumul specific, ce permite să considerăm concentrația de 2,5% xantan ca fiind optima (fig.2.26).

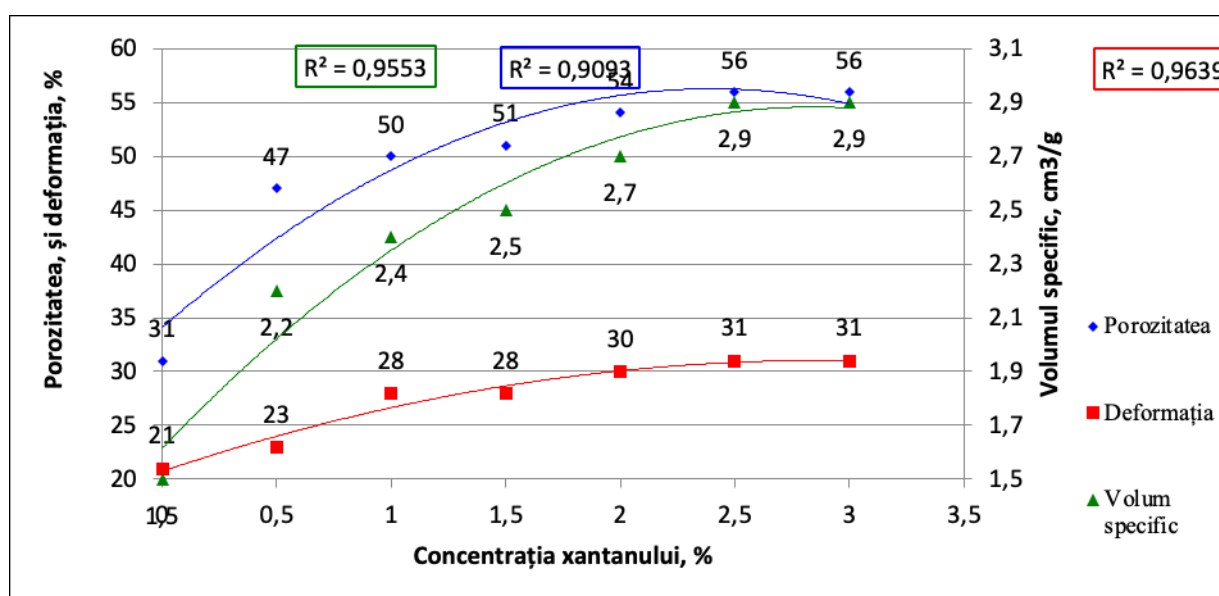


Figura 2.26. Influența xantanului asupra porozității, deformației totale și volumului specific al pâinii aglutenice din făină de soriz

În sursele literare se recomandă ca pentru elaborarea produselor de panificație aglutenice, cantitatea de apă participantă la procesul de fabricație să constituie circa 75% din amestecul uscat. Aportul sporit de apă (90% și 100%) a contribuit la creșterea

volumului specific până la 3,0...3,1 cm³/g. Rezultatele obținute sunt apropiate valorilor pentru produsele de panificație pe bază de sorg (2,13 cm³/g) și altor produse de panificație aglutenice: 2,8 cm³/g și 3,8-3,9 cm³/g [73].

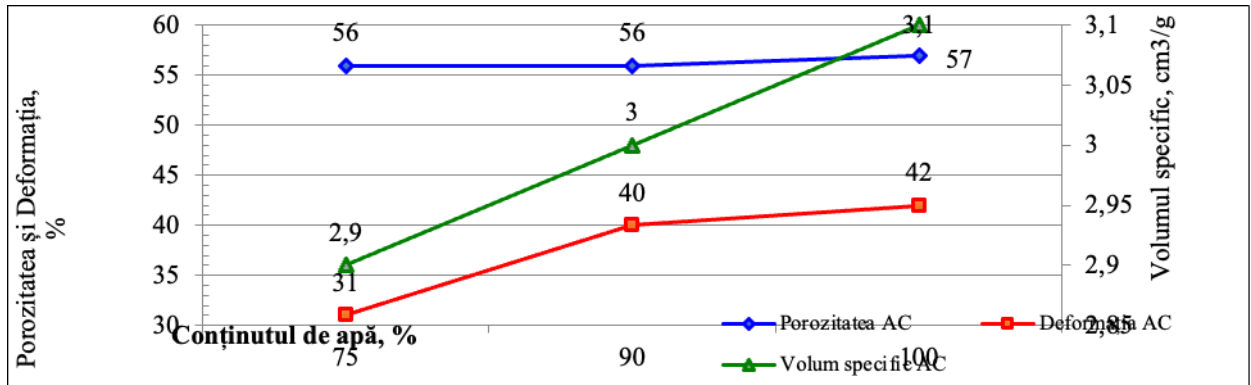


Figura 2.27. Influența apei asupra porozității și deformației totale și volumului specific al pâinii

Grad de *porozitate* mai mare a fost obținut la probele de pâine cu 100% adaos apă (2,5% xantan și 40 % amidon), constituind circa 57%, urmate de probele cu 90 și 75% adaos apă (cu amidon de cartofi 40-50% și xantan - 2,5-3,0%), atingând valori de circa 56% porozitate (fig.3.16). În probele de pâine, rețeta cărora prevedea apă în cantități de 90 și 100%, deformația totală a constituit 40%, și respectiv, 42 % (fig.2.27).

Modificarea elasticității și plasticității relative a pâinii aglutenice din făină de soriz. Pentru a caracteriza proprietățile mecanice și de structură ale produselor de panificație din făină de soriz, reieșind din deformația totală, a fost determinată plasticitatea și elasticitatea relativă a produselor. *Elasticitatea* este proprietatea corpurilor de a reveni la forma și dimensiunile inițiale după încetarea acțiunii sarcinilor exterioare care au produs deformarea, iar *plasticitatea* reprezintă deformarea remanentă a unui corp după încetarea acțiunii unei forțe exterioare. Proprietățile elastice ale probelor de pâine au fost mai pronunțate în primele ore după coacere. Elasticitatea relativă, fiind foarte redusă la pâinea din făină de soriz fără hidrocoloizi (circa 17%), a crescut odată cu mărirea cantității de amidon și xantan până la 71% (fig.2.28).

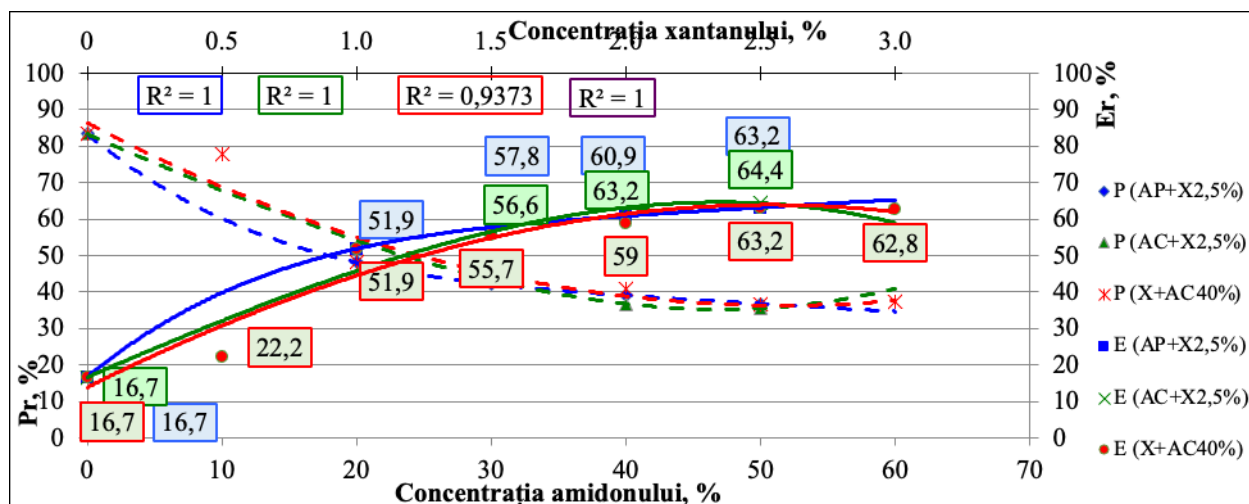


Figura 2.28. Influența hidrocoloizilor asupra plasticității și elasticității pâinii aglutenice din făină de soriz

Se observă o corelație inversă dintre plasticitatea probelor de pâine și elasticitatea lor, cu o valoare a coeficientului de corelație $R^2=0,84$ (fig.2.28).

Concentrațiile mai mari de apă (90 și 100%) au mărit elasticitatea relativă a probelor de pâine de la 63,2% la 70,3% și, respectiv, 71,2% (fig.2.29). Rezultatele obținute caracterizează probele de pâine aglutenică din făină de soriz ca corpuri elasto-plastice.

Probabil, aceasta se datorează capacității mari de hidratare a făinii de soriz, care favorizează dezvoltarea unei matrice complexe, cu proprietăți viscoelastice suficiente pentru reținerea atât a dioxidului de carbon eliberat în timpul fermentației, cât și extinderea matricei în timpul coacerii.

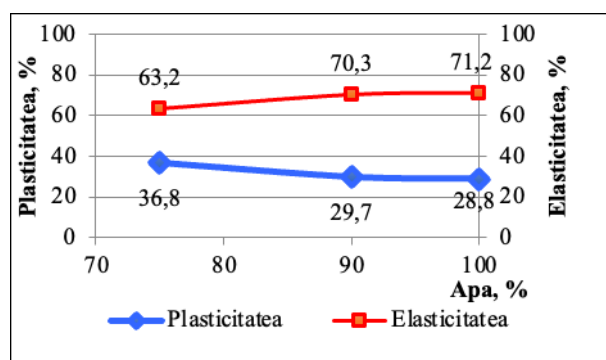


Figura 2.29. Influența apei asupra plasticității și elasticității relative a pâinii aglutenice din soriz

Aciditatea și umiditatea pâinii. Aciditatea pâinii este influențată în mare parte de prezența acizilor, în special a acidului acetic și lactic, care se formează ca rezultat al fermentării aluatului. Aciditatea probelor de pâine din făină de soriz a fost cuprinsă între 0,6...0,8 grade. Timpul redus de fermentare a aluatului și prezența hidrocoloizilor practic nu modifică aciditatea pâinii, fiind totuși mai redusă, în comparație cu a aluatului cu circa 0,1 grade. Valorile obținute sunt inferioare valorilor pentru pâinea de grâu sau seară, care au aciditatea 3,0...7,0 grade, dar se încadrează în limitele valorilor pentru pâinea aglutenică, care variază între 0,2 grade și 1,2 grade (tabelul 2.9) [74], 93].

Tabelul 2.9. Umiditatea și aciditatea probelor de pâine aglutenică din făină de soriz

<i>Nr. d/o</i>	<i>Probele de pâine</i>	<i>Umiditatea, %</i>	<i>Aciditatea titrabilă, grade</i>
1.	FS	38,03± 0,01	0,8
2.	FS+AP20%+X2,5%	43,14±0,02	0,8
3.	FS+AP30%+X2,5%	43,36±0,03	0,6
4.	FS+AP40%+X2,5%	42,44±0,01	0,6
5.	FS+AP50%+X2,5%	43,37±0,02	0,6
6.	FS+AC30%+X2,5%	41,38±0,02	0,6
7.	FS+AC40%+X2,5%	42,38±0,02	0,7
8.	FS+AC50%+X2,5%	42,39±0,03	0,6
9.	FS+AC40%+X0,5%	42,50±0,01	0,7
10.	FS+AC40%+X1%	40,36±0,01	0,7
11.	FS+AC40%+X1,5%	40,07±0,02	0,8
12.	FS+AC40%+X2%	41,26±0,03	0,7
13.	FS+AC40%+X2,5%	41,39±0,03	0,6
14.	FS+AC40%+X3%	42,37±0,02	0,6
15.	FS+AC40%+X2,5%+90% apă	44,62±0,01	0,6
16.	FS+AC40%+X2,5%+100% apă	47,76±0,01	0,6

Umiditatea probelor de pâine a fost cuprinsă între 38% și 48%. Umiditate redusă (circa 38%) au avut probele de pâine obținute doar din făină de soriz (fără amidon și xantan) și probele cu cantități reduse de xantan (0,5...1,5%). Pâinea, în care conținutul de apă, inclus conform rețetei, a fost mai mare (90% și 100%) a avut umiditatea de 44,6% și, respectiv, 47,8%. Rezultatele obținute se datorează prezenței xantanului și capacității lui de legare a apei. Valorile de umiditate a pâinii din făină de soriz (cu adaos apă - 75%) sunt apropiate celor din făină de grâu (43...45%), iar la probele cu adaos mai mare de apă (90% sau 100%) sunt apropiate pâinii de secară (48-51%).

Evoluția calității pâinii în timpul depozitării. Învechirea pâinii reprezintă modificarea esențială a calității pâinii după scoaterea ei din cuptor și în timpul păstrării și începe odată cu răcirea sub 60°C. Degradarea amidonului este considerată cauza principală care determină învechirea. La răcirea pâinii moleculele de amidon încep să revină la forma lor semicristalină inițială. Această retrogradare se crede a fi responsabilă pentru schimbările texturale care au loc când pâinea se învechește. Procesul de învechire este destul de complex și imprimă produselor de panificație modificări calitative importante, care se manifestă prin următoarele:

- fermitatea crustei cu reducerea crocanteții;
- fermitatea miezului cu reducerea elasticității;
- tendință majoră de friabilitate;
- pierderea aromelor caracteristice.

Depozitarea pâinii aglutenice de soriz s-a efectuat la temperatura camerei ($18\pm 1^\circ\text{C}$) în pungi de hârtie. Evoluția indicilor organoleptici și fizico-chimici s-a realizat timp de 30 ore (termenul de realizare pentru pâinea clasică este de 24 ore și pentru pâinea cu masa mai mica de 200 g - circa 16 ore, iar evoluția indicilor microbiologici - timp de 72 ore.

Evoluția calității senzoriale. Timp de 24 ore de păstrare probele de pâine selectate au fost supuse analizei senzoriale, rezultatele căreia sunt expuse în tabelul 2.10.

Tabelul 2.10. Indicii organoleptici ai probelor de pâine din făină de soriz în perioada depozitării

<i>Proba</i>	<i>1.FS+AC40% +X2.5%+75% apă</i>	<i>2.FS+AC5 0%+X2.5%+75 % apă</i>	<i>3.FS+AC4 0%+X2.5%+90 % apă</i>	<i>4.FS+AC40% +X2.5%+100% apă</i>
Aspect/ culoare	Culoarea pâinii nu s-a modificat timp de 24 ore. S-a intensificat aspectul mat.			
Miros	Miros specific de pâine caracteristic sorizului. Intensitatea mirosului s-a redus ușor.			
Gust	Caracteristic de pâine.			
Consistență	Moale. În comparație cu primele ore după coacere, granulozitatea pâinii s-a făcut simțită mai intens, fiind mai pronunțată la primele două probe. Miezul a devenit mai friabil, iar crusta relativ mai moale. După 30 ore friabilitatea miezului a fost mai pronunțată, iar crusta s-a întărit.			

Pierderea aromei se atribuie parțial volatilizării și oxidării substanțelor de aromă și, parțial, formării de către compușii de aromă cu masa moleculară mică a unor complecși cu proteinele și amiloză, devenind astfel insolubili și imperceptibili la gust. Conform analizei organoleptice, pâinea de soriz își modifică în special consistența miezului și crustei, ceilalți indici însă nu au suferit schimbări considerabile. Modificările respective sunt caracteristice și pentru pâinea clasică.

Modificarea unor parametri reologici

Deformația totală a miezului de pâine s-a redus timp de 24 ore cu 14-15% în probele care, conform rețetei adaosul de apă constituia 75%, amidon de cartofi 40-50% și xantan - 2,5%, iar în probele cu conținutul apei de 90 și 100%, amidon de cartofi 40% și xantan 2,5% deformația s-a redus cu 11-12% (fig.2.39), probabil, datorită modificării proprietăților hidrofiele ale miezului: reducerii capacității de hidratare și absorbție a apei și etanșării structurii proteinelor.

Încă după 6 ore de păstrare elasticitatea relativă s-a redus cu 4% pentru probele cu adaos de apă de 90 și 100% (2,5% xantan și 40% amidon cartofi) și cu 6-7% pentru probele cu 75% adaos apă (2,5% xantan și amidon cartofi 40 și 50%). Rezultatele se datorează în mare parte pierderilor de apă și retrogradării amidonului și sugerează un comportament preponderent plastic și mai puțin elastic al pâinii. Dar atât elasticitatea, cât și plasticitatea diminuează odată cu reducerea deformației.

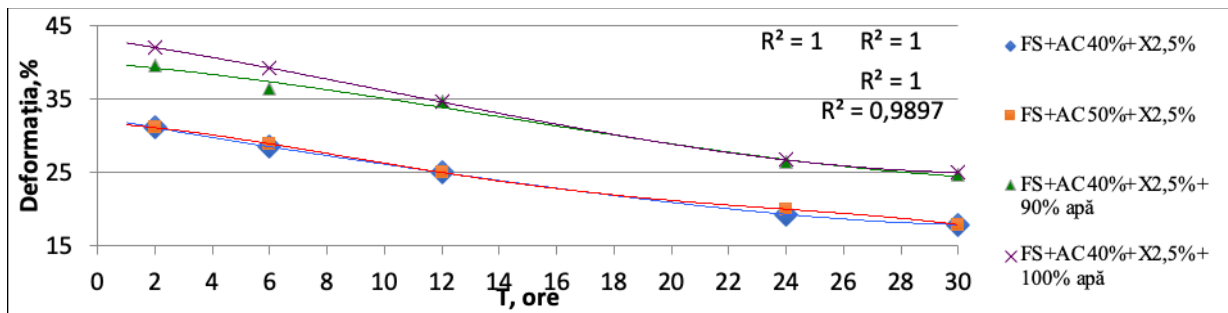


Figura 2.30. Modificarea deformației totale a pâinii aglutenice din făină de soriz în perioada păstrării

Elasticitatea și plasticitatea. Elasticitatea relativă a miezului de pâine s-a redus considerabil după 24 ore de păstrare, atingând valori cuprinse între 37% și 39% pentru toate probele (fig.2.31).

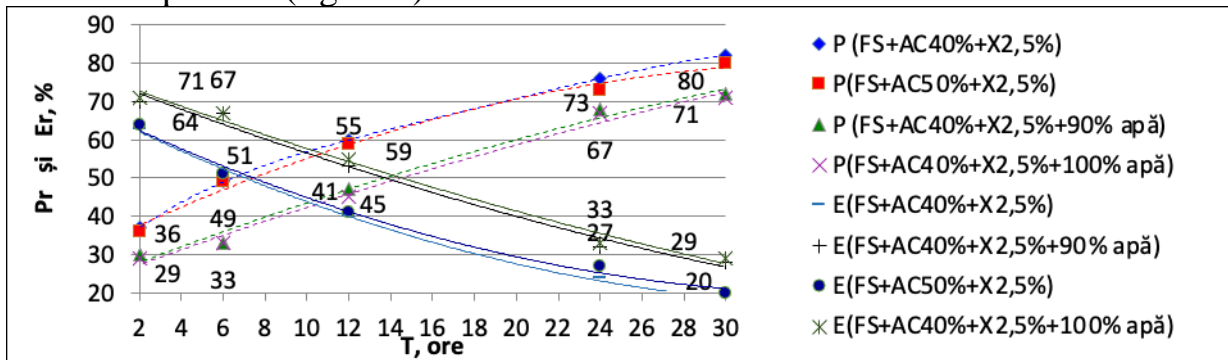


Figura 2.31. Modificarea elasticității și plasticității relative a pâinii aglutenice din făină de soriz în perioada păstrării

Evoluția indicilor microbiologici. Contaminarea microbiologică a fost determinată prin însămânțare pe mediul agar, iar numărul total de drojdii și mucegaiuri - pe mediul Sabouraud.

Tabelul 2.11. Evoluția numărului de microorganisme în timpul depozitării

Probele	FS+AC40% +X2.5%+ 75% apă	FS+AC50% +X2.5%+ 75% apă	FS+AC40% +X2.5%+ 90% apă	FS+AC40% +X2.5%+ 100% apă
Mediu agar				
Numărul de zile până la apariția primei colonii	70 ore			
Numărul total de microorganisme, ucf/g	$3,2 \times 10^2$			
Nr. maxim admis, ucf/g (pentru pâinea proaspătă)	$< 10^3$ N,			
Mediu Sabouraud				
Nr. zile până la apariția primei colonii	70 ore			
Drojdii și mucegaiuri, ucf/g	83			
Nr. maxim admis, ucf/g (pentru pâinea proaspătă)	$< 10^2$ (max. 50 drojdii; max. 50 mucegai)			

În primele 4 ore după scoaterea din cuptor a pâinii contaminarea cu microorganisme a fost nulă. Primele microorganisme au fost depistate după 70 ore de depozitare, valorile obținute fiind sub valoarea limită admisă (tabelul 2.12.) Analiza evoluției indicilor organoleptici, caracteristicilor fizico-chimice și microbiologice a permis stabilirea termenului de păstrare a probelor de pâine aglutenică din făină de soriz de până la 24 ore.

În baza rezultatelor obținute a fost elaborată schema tehnologică de obținere a pâinii aglutenice din făină de soriz și hidrocoloizi care include următoarele operații tehnologice: pregătirea mixului (făină de soriz, amidon de cartofi și gumă de xantan), activarea drojdiilor prin dizolvare în soluție de apă și zahăr (35°C, timp de 10 minute), amestecarea mixului uscat cu soluția de drojdie și malaxarea (timp de 2 minute, 3000 rotații/minut), fermentarea aluatului (30°C, 35-45 minute), coacerea la temperatura de circa 200°C timp de 30 minute (pentru pâinea cu masa 250-300 g) și răcirea la temperatura de 18-20°C).

Modelarea matematică a calității pâinii aglutenice din făină de soriz

Pentru realizarea modelului matematic al pâinii aglutenice din făină de soriz am utilizat 12 variabile pentru 16 rețete de pâine. Valoarea absolută a indicelui unitar de calitate a produsului P_i se poate modifica într-un oarecare interval maximal (P_i^{\max}) și minimal (P_i^{\min}). Evaluarea calității produselor se bazează pe compararea valorilor indicelui unitar de calitate a produselor (P_i) în comparație cu valoarea de bază (P_i^{baz}). Dependența dintre valoarea curentă și cea de bază a indicelui de calitate a produsului cercetat poate fi exprimată prin ecuația:

$$K_i = f(P_i / P_i^{\text{baz}}), \quad (2.7)$$

unde K_i este indicele de calitate relativ (adimensional).

La evaluarea complexă a calității s-a ținut cont de coeficienții de pondere corespunzători (M_i) ai indicilor de calitate. Factorul de pondere se exprimă ca o funcție oarecare a probabilității de tindere a fiecărui indice unitar de calitate al pâinii către o valoare de bază. Evaluarea complexă a calității este o metodă de apreciere a nivelului de calitate cu utilizarea indicelui comun de calitate (K_i):

$$K_i = f(K_i, M_i) \quad (2.8)$$

Pentru alcătuirea modelului matematic sub formă de polinom s-a utilizat metoda lui **Brandon**. La alcătuirea modelelor statistice, deseori apare necesitatea utilizării legăturilor neliniare, mai des parabola de ordinul II, III sau mai mare, mai rar dependențele funcționale logaritmice, exponențiale, hiperbolice. Metoda Brandon poate fi utilizată când în baza studiului preventiv este cunoscut, cu o precizie oarecare, caracterul calitativ al acțiunii fiecărui factor X_i asupra parametrului y . Această metodă admite că funcția aproximată are forma:

$$\hat{y} = \lambda \cdot f_1(X_1) \cdot f_2(X_2) \cdot \dots \cdot f_n(X_n) = \lambda \cdot \prod_{i=1}^n f_i(X_i) \quad (2.9)$$

unde λ este constanta funcției.

Modelul matematic obținut are forma:

$$k = 0.43 * (0.3859 * X_3 - 39.11) * (0.6591 * X_2 + 0.2452) * (-0.0556 * X_1 + 3.9) * (0.6717 * X_4 - 43.75) * (0.0251 * X_5 + 0.75) * (-0.0194 * X_6 + 5.036) * (0.001 * X_7 + 0.9542) * (-0.0047 * X_8 + 1.015) * (0.6186 * X_9 - 33.96) * (0.0082 * X_{10} + 0.413) * (0.003 * X_{11} + 0.683) * (-0.0226 * X_{12} + 2.327) \quad (2.10)$$

Compatibilitatea modelului matematic a fost verificată prin compararea dispersiilor rezultatelor calculate și celor experimentale conform criteriilor statistice (criteriul Fisher). Ecuația are sens când dispersia mediei parametrului la ieșire S_y^2 are forma:

$$S_y^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{u=1}^N (y_u - \bar{y})^2 \quad (2.11)$$

unde: S_y^2 este dispersia mediei parametrului la ieșire;

y_u - valoarea experimentală a parametrului la ieșire;

\bar{y} - valoarea medie a parametrului la ieșire (K) este mai mare decât dispersia remanentă, S_{rem}^2 :

$$S_y^2 > S_{rem}^2 \quad (2.12)$$

$$S_{rem}^2 = \frac{m}{f} \sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2 \quad (2.13)$$

unde: $f = N \cdot m - 1$ - numărul gradelor de libertate;

N - numărul de repetări;

m - numărul de repetări paralele;

Nm - numărul total al experimentelor.

În acest caz, valorile dispersiilor trebuie să difere esențial, iar criteriul semnificativ (criteriul Fisher) va reprezenta raportul dispersiilor:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{rem}^2} > 1 \quad (2.14)$$

Condiția la care ecuația are sens se exprimă prin relația:

$$F > F_T(f_1, f_2) \quad (2.15)$$

în care: F_T este valoarea Fisher din tabele și se determină în funcție de:

$$f_1 = N-1; \quad f_2 = N-1 = N-n-1$$

În cazul când se respectă inegalitatea (4.15), relația (4.14) arată de câte ori se micșorează dispersia ecuației obținute în raport cu cea medie. Cu cât F depășește mai mult F_T , cu atât ecuația regresiei este mai efectivă. După verificarea modelului matematic la compatibilitate, am obținut rezultatele:

$$S_{rem}^2 = 220,1353; \quad S_y^2 = 429,3073; \quad F = 1,950198; \quad F_T = 1,93$$

$F_T = 1,93$, ceea ce demonstrează validitatea modelului matematic.

Reprezentarea grafică a compatibilității modelului matematic este redată în figura 2.32.

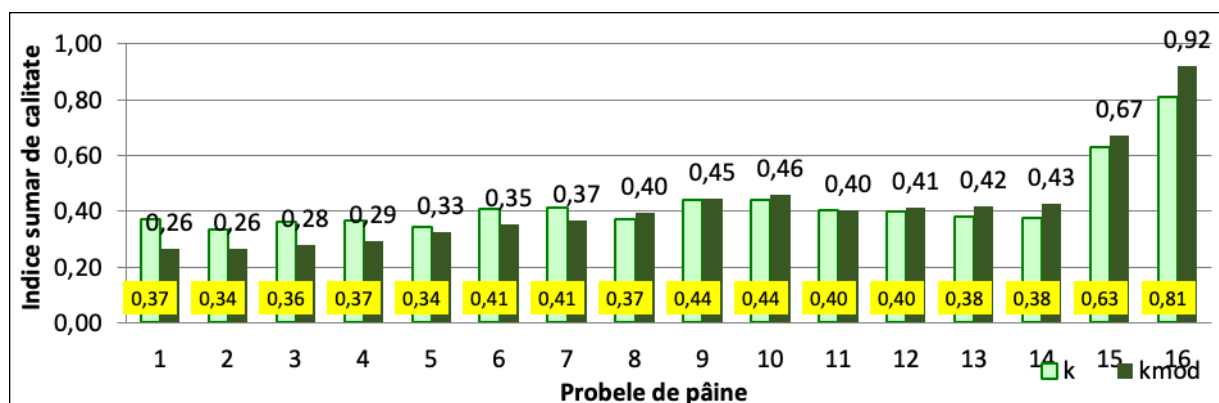


Figura 2.32. Compatibilitatea modelului matematic

Validitatea modelului matematic constituie 0,92 sau 92%, ceea ce îl face util la modelarea predictivă a calității pâinii aglutenice din făină de soriz.

Valoarea nutritivă și energetică a pâinii aglutenice

Cercetările efectuate asupra probelor de pâine aglutenică din făină de soriz au permis identificarea rețetelor a căror cantitate și raport dintre ingrediente au format produse cu caracteristici organoleptice și de structură optime.

Conform rezultatelor obținute, printre cele mai reușite rețete de pâine au fost probele cu adaos de xantan (2,5%) și amidon de cartofi (40%-50%), fiind depășite de probele cu adaos sporit de apă (90% și 100%). Valoarea nutritivă și energetică a acestor probe este dată în tabelul 2.12.

Tabelul 2.12. Valoarea nutritivă și energetică a probelor de pâine din făină de soriz

	Probele de pâine din făină de soriz	Proteine, g	Lipide, g	Glucide, g			VE, kcal
				mono- și diglucide	amidon	fibre	
1	FS+AC40%+2,5%X	3.6	3.5	1.3	47.3	1.2	235.4
2	FS+AC50%+2,5%X	3.2	3.5	1.3	49.9	1.2	244.4
3	FS+AC40%+2,5%X+90% apă	3.4	3.3	1.2	44.9	1.1	227.6
4	FS+AC40%+2,5%X+100 apă	3.1	2.9	1.1	40.2	1.0	200.2

Valoarea energetică a probelor selectate de pâine a fost cuprinsă între 200 kcal (pâinea cu adaos de 100% apă) și 244 kcal (pâinea cu adaos de 50% amidon). Practic, de 2,5 ori este mai redus conținutul de proteine a probelor cercetate în comparație cu pâinea din făină de grâu (proteine 7,6-8,1 g/100 g), iar conținutul de glucide este apropiat atât pentru pâinea din făină de grâu, cât și pentru pâinea din făină de soriz cu 75% adaos apă. Datorită aportului mare de apă probele 3 și 4 au valoare nutritivă mai redusă, în comparație cu restul probelor. Totodată, 100 grame de pâine acoperă circa 8% din necesarul zilnic recomandat de fibre pentru copii și adolescenți (DZR - până la 15 g) și 4% pentru adulți (DZR - circa 25...30 g fibre). Valorile energetice obținute

sunt apropiate valorilor pâinii de Chișinău - 226 kcal, franzelei "Orășenească Plus" - 254 kcal și pâinii de grâu de calitate superioară - 233 kcal.

2.3.3. Elaborarea și cercetarea unor varietăți de pandișpan aglutenic din făină de soriz

Semifabricatele din pandișpan servesc ca bază pentru multe produse de cofetărie. Aluatul de pandișpan se prezintă ca un sistem spongios, termodinamic-instabil obținut prin spumarea mecanică a albușului de ou, zahăr și făină. În baza rețetei clasice (metoda rece) au fost elaborate 32 probe de pandișpan: din făină de grâu (proba etalon) și făină de soriz cu adaos de pireu de dovleac sau morcov (în proporții diferite) (tabelul 2.13).

Tabelul 2.13. Rețete de pandișpan din făină de soriz elaborate și utilizate pentru cercetări

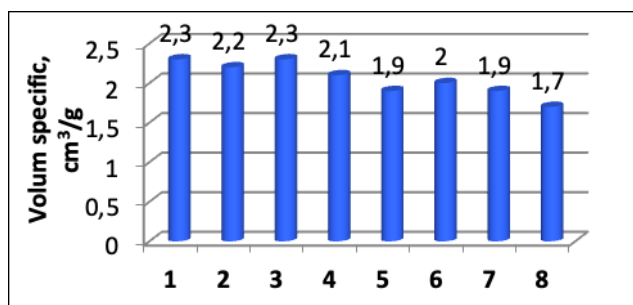
Nr. rețetei	FG	FSf	Fsi	FSg	Amidon	Zahăr	Ouă	Cacao	Dovleac, % din ou cantitatea oului	Morcovi, % din ou cantitatea oului	Esență
	Unități de măsură, g										
1	281,2	-	-	-	69,4	347,1	578,5	-	-	-	3,74
2	-	281,2	-	-	69,4	347,1	578,5	-	-	-	3,74
3	-	-	281,2	-	69,4	347,1	578,5	-	-	-	3,74
4	-	-	-	281,2	69,4	347,1	578,5	-	-	-	3,74
5	350,6	-	-	-	-	347,1	578,5	-	-	-	3,74
6	-	350,6	-	-	-	347,1	578,5	-	-	-	3,74
7	-	-	350,6	-	-	347,1	578,5	-	-	-	3,74
8	-	-	-	350,6	-	347,1	578,5	-	-	-	3,74
9	316,6	-	-	-	-	316,6	527,6	9	-	-	3,74
10	-	316,6	-	-	-	316,6	527,6	9	-	-	3,74
11	-	-	316,6	-	-	316,6	527,6	9	-	-	3,74
12	-	-	-	316,6	-	316,6	527,6	9	-	-	3,74
13	350,6	-	-	-	-	347,1	578,5	-	15	-	3,74
14	-	350,6	-	-	-	347,1	578,5	-	15	-	3,74
15	-	-	350,6	-	-	347,1	578,5	-	15	-	3,74
16	-	-	-	350,6	-	347,1	578,5	-	15	-	3,74
17	350,6	-	-	-	-	347,1	578,5	-	25	-	3,74
18	-	350,6	-	-	-	347,1	578,5	-	25	-	3,74
19	-	-	350,6	-	-	347,1	578,5	-	25	-	3,74
20	-	-	-	350,6	-	347,1	578,5	-	25	-	3,74
21	350,6	-	-	-	-	347,1	578,5	-	-	15	3,74
22	-	350,6	-	-	-	347,1	578,5	-	-	15	3,74
23	-	-	350,6	-	-	347,1	578,5	-	-	15	3,74
24	-	-	-	350,6	-	347,1	578,5	-	-	15	3,74
25	350,6	-	-	-	-	347,1	578,5	-	-	25	3,74
26	-	350,6	-	-	-	347,1	578,5	-	-	25	3,74
27	-	-	350,6	-	-	347,1	578,5	-	-	25	3,74
28	-	-	-	350,6	-	347,1	578,5	-	-	25	3,74

Nr. rețetei	FG	FSf	FSi	FSg	Amidon	Zahăr	Ouă	Cacao	Dovleac, % din ou cantitatea oului	Morcovi, % din ou cantitatea oului	Esență
29	350,6	-	-	-	-	347,1	578,5	-	-	35	3,74
30	-	350,6	-	-	-	347,1	578,5	-	-	35	3,74
31	-	-	350,6	-	-	347,1	578,5	-	-	35	3,74
32	-	-	-	350,6	-	347,1	578,5	-	-	35	3,74

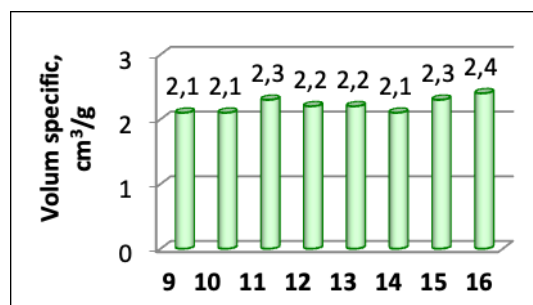
FS - făină de soriz; FG - făină de grâu (f - fină; i - integrală; g - grosieră; c - cacao; d - dovleac; m - morcov).

În scopul sporirii valorii nutriționale a produselor finite și pentru a camufla nuanța gri (specifică produselor din soriz) au fost efectuate încercări de obținere a pandișpanului prin adaos de pulpă de dovleac sau de morcov.

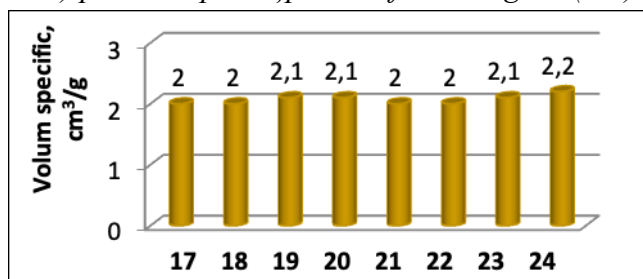
Volumul specific al aluatului de pandișpan. La elaborarea pandișpanului a fost testată făina cu granulozitatea cuprinsă între 226-250 μm , numită în continuare *făină fină*, 250-500 μm - numită *făină grosieră* și *făină integrală* cu dimensiunea particulelor 500 μm . În probele de aluat elaborate după rețeta clasică valori mai mari ale volumului specific au prezentat probele din făină de grâu (2,23-2,26 cm^3/g), urmate de probele din făină de soriz fină (2,08 cm^3/g). Probele din făină integrală și grosieră au avut volumul specific mai redus (2,0-2,4 cm^3/g și, respectiv, 1,8-1,98 cm^3/g) în comparație cu proba etalon și cea din făină de soriz fină (fig.2.33).



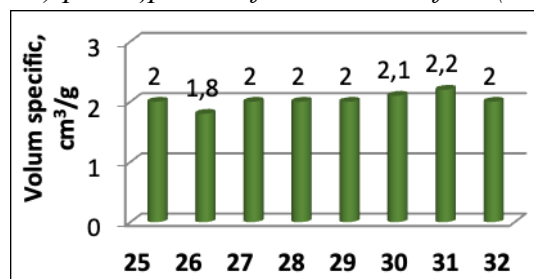
a) probe de pandișpan din făină de grâu (FG)



b) pandișpan din făină de soriz fină (FSf)



c) pandișpan din făină de soriz integrală (FSi)



d) pandișpan din făină de soriz grosieră (FSg)

Figura 2.33. Volumul specific al probelor de aluat de pandișpan:

(f - fină; i - integrală; g - grosieră; c - cacao; d - dovleac; m - morcov); 1 - probe cu amidon; 2 - fără amidon; 3 - cu cacao; 4 - cu dovleac (15%); 5 - cu dovleac (25%); 6 - cu morcovi (15%); 7 - cu morcovi (25%); 8 - cu morcovi (35%).

Probele de pandișpan cu adaos de pulbere de cacao au obținut valori ale volumului specific cuprinse între 2,3 cm³/g (*FGc, FS*) și 2,0-2,1 cm³/g (*FSgc și FSic*). Adaosul pireului de dovleac sau morcov a influențat în mod diferit volumul specific: s-a observat că valori optime ale volumului specific aparțin probelor cu pireu de dovleac în cantități de circa 25% și celor cu 35% pireu de morcovi (din masa oului). Adaosul de pireu în aluatul din făină de grâu a condus la micșorarea volumului specific de la 2,26 cm³/g (proba clasică) la 1,93 cm³/g (proba cu 25 % pireu de dovleac) și 1,72 cm³/g (proba cu 35 % pireu de morcov).

Indici de calitate ai pandișpanului aglutenic

Indicii senzoriali. Semifabricatele coapte de pandișpan au fost păstrate la temperatura camerei (18-20°C) timp de 8 ore pentru întărirea și stabilizarea structurii miezului, după care au fost supuse cercetărilor.

Analiza indicilor senzoriali ai probelor de pandișpan din făină de soriz a demonstrat că substituirea făinii de grâu cu făină de soriz a modificat culoarea (în special în secțiune), mirosul, gustul și consistența produselor. Astfel, *culoarea miezului* de pandișpan din făină de soriz a căpătat nuanță ușor cenușie, iar suprafața blatului nuanță brună-aurie. Probele din făină de soriz integrală și grosieră au avut nuanțe mai închise ale suprafeței blatului comparativ cu cele din făină cu granulozitate fină. *Mirosul și gustul pandișpanului* din făină de soriz a fost plăcut, specific de cereale, cu aromă de vanilie și gust dulce puțin pronunțat. Indicii respectivi au fost mai accentuați în probele de pandișpan din făină de soriz grosieră.

Utilizarea făinii de soriz grosiere a condus la obținerea pandișpanului cu o consistență mai friabilă și mai puțin fină. Probele de pandișpan din făină de soriz cu adaos de cacao sau pulpă de dovleac/morcov (în diverse cantități) au prezentat caracteristici organoleptice bune. Astfel, nuanțele cenușii ale probelor de pandișpan aglutenic au fost camuflate prin adaosul ingredientelor menționate, produsul preluând nuanțele de culori caracteristice ingredientelor respective. Mărirea cantității de pulpă de legume în rețetă a intensificat culoarea, mirosul și gustul produsului. Culoarea probelor de pandișpan cu pireu de dovleac a avut nuanță galben-aurie, iar probele cu pulpă de morcov nuanță portocalie.

Consistența probelor de pandișpan din făină integrală și grosieră (indiferent de cantitatea pireului de dovleac/morcovi sau cacao) a fost mai puțin elastică, mai friabilă, cu rugozități la suprafață și în secțiune. Aprecierea indicilor senzoriali s-a efectuat conform scării de punctaj de cinci puncte. Valori medii optime au fost atribuite tuturor probelor de pandișpan din făină de grâu și din făină de soriz fină cu și fără adaos de amidon, cacao, pireu de dovleac sau morcovi.

Pandișpanul cu făină de soriz integrală (de granulozitate medie) a obținut valori ale punctajului cuprinse între 4,29...4,5, iar cele mai mici valori au obținut probele din făină de soriz grosieră (circa 3,7) (fig.2.34). Așadar, adaosul de cacao, pireu de dovleac sau morcovi au influențat benefic indicii organoleptici ai probelor de pandișpan din făină de soriz fină. Cantitatea optimă de pireu de dovleac adăugată, conform indicilor organoleptici, este de 25% din masa oului, iar a pireului de morcov

- 35%. Pandișpanul din făină integrală și grosieră are caracteristici organoleptice reduse în comparație cu făină fină: parțial datorită granulozității mari și culorii specifice formate în timpul coacerii și nu s-a bucurat de o apreciere înaltă a echipei de degustatori.

1-FG cu amidon, 2-FSf cu amidon, 3-FSi cu amidon, 4-FSg cu amidon, 5-FG fără amidon, 6-FSf fără amidon, 7-FSi fără amidon, 8-FSg fără amidon, 9-FG cu cacao, 10-FSf cu cacao, 11-FSi cu cacao, 12-FSg cu cacao, 13-FG cu dovleac (15%), 14-FSf cu dovleac (15%), 15-FSi cu dovleac (15%), 16-FSg cu dovleac (15%), 17-FG cu dovleac (25%), 18-FSf cu dovleac (25%), 19-FSi cu dovleac (25%), 20-FSg cu dovleac (25%), 21-FG cu morcovi (15%), 22-FSf cu morcovi (15%), 23-FSi cu morcovi (15%), 24-FSg cu morcovi (15%), 25-FG cu morcovi (25%), 26-FSf cu morcovi (25%), 27-FSi cu morcovi (25%), 28-FSg cu morcovi (25%), 29-FG cu morcovi (35%), 30-FSf cu morcovi (35%), 31-FSi cu morcovi (35%), 32-FSg cu morcovi (35%).

(FG-făină de grau, FSf-făină de soriz fină, FSi-făină de soriz integrală, FSg-făină de soriz grosieră).

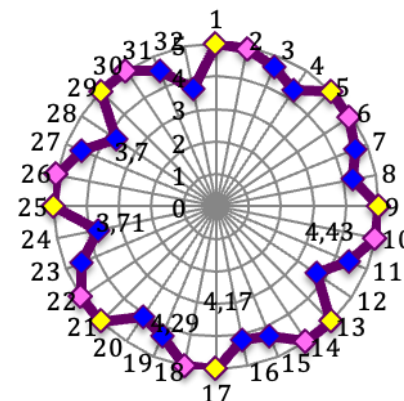


Figura 2.34. Punctajul mediu al examenului organoleptic al probelor de pandișpan aglutenic

Reieșind din rezultatele analizei organoleptice, în continuare se vor cerceta doar probele de pandișpan din făină fină de soriz cu cacao, cu adaos de pireu de dovleac - 25% sau pireu de morcov - 35%, iar ținând cont de recomandările nutriționiștilor privind utilizarea cerealelor integrale, s-a considerat necesară determinarea ulterioară a indicilor de calitate ai probelor de pandișpan din făină integrală, alături de pandișpanul din făină fină.

Indicii fizico-chimici

Scăzăminte de masă prin coacere. În dependență de rețeta utilizată, reduceri mari de masă (circa 28%) au fost semnalate la probele cu pulpă de morcov, urmate de cele cu pulpă de dovleac (20...22,6%) și cu cacao (17,0...17,9%) (fig.2.35).

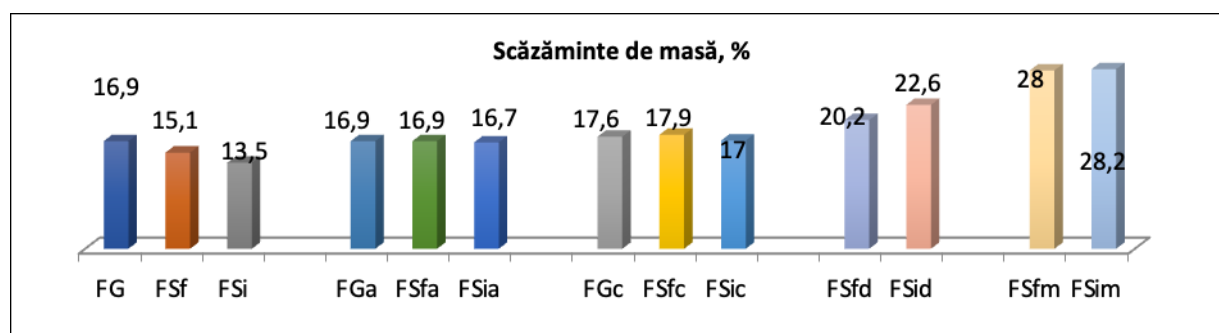


Figura 2.35. Scăzăminte de masă prin coacere a probelor de pandișpan din făină de soriz

Cele mai mici scăzăminte de masă au fost înregistrate în probele din făină de soriz fără amidon (circa 13,5...15,1%). În probele cu amidon valorile reducerilor de masă au fost apropiate probabil datorită proprietăților coloidale ale acestuia.

Umiditatea Umiditatea probelor de pandișpan din făină fină, fără adaos de pireu de legume a fost cuprinsă între 20,1 și 23%, fiind mai redusă în probele cu pulbere de cacao. Includerea în rețetă a pireului de morcov sau dovleac a condus la creșterea umidității până la 22,7...29% în pandișpanul din făină fină și 26,4...30% în cel din făină integrală. Pandișpanul din făină integrală, probabil datorită conținutului sporit de fibre, a avut umiditatea mai mare în comparație cu probele din făină fină de soriz. Probele de pandișpan din făină integrală au avut umiditatea cuprinsă între 20-30% (fig.3.36). Valorile de umiditate sunt apropiate valorilor indicate în literatura de specialitate pentru semifabricatele de pandișpan (22-27%) [13].

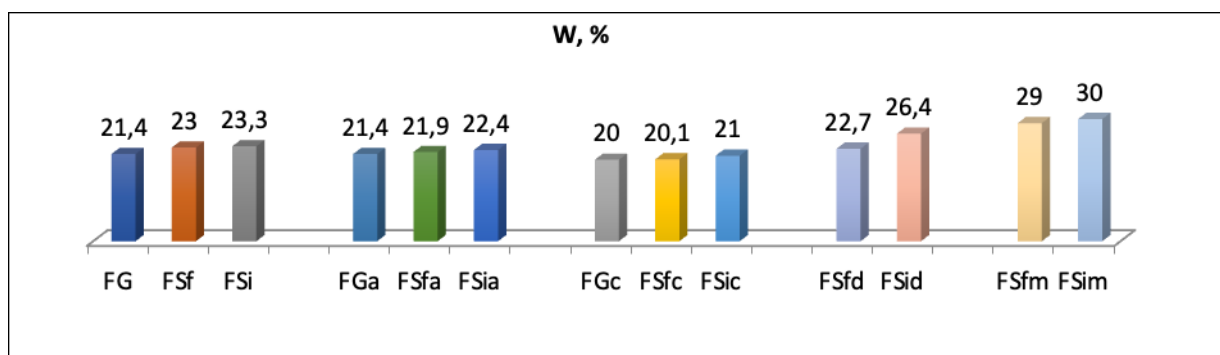


Figura 2.36. Umiditatea probelor de pandișpan din făină de soriz

Volumul specific (Vs). Pentru proba de control (pandișpanul clasic din făină de grâu) a fost înregistrată valoarea maximă a volumului specific (3,38 cm³/g). Probele de pandișpan din făină de soriz fină, fără pireu de legume au avut valori ale volumului specific cuprinse între 2,75 cm³/g și 2,98 cm³/g, fiind în descreștere pentru probele din făina de soriz integrală (2,74...2,87) (fig.2.37).

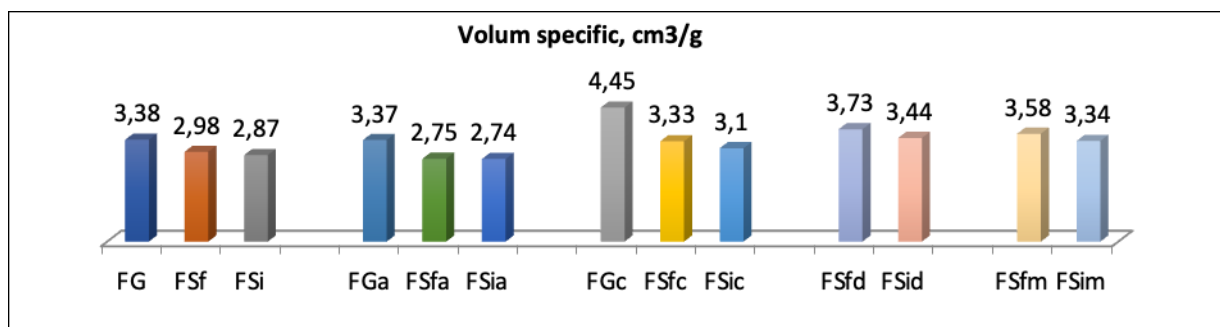


Figura 2.37. Volumul specific al probelor de pandișpan din făină de soriz

Volumul specific al probelor (pandișpan din făină de soriz integrală) cu cacao a fost cuprins între 3,1cm³/g și 3,33cm³/g, fiind mai reduse în comparație cu proba de control (4,54 cm³/g). Volumul specific al probelor cu morcovi a fost în limitele 3,58...3,34 cm³/g, fiind mai reduse în comparație cu pandișpanul din făină de soriz cu pireu de dovleac (3,44...3,73 cm³/g).

Porozitatea probelor de pandișpan a fost cuprinsă între 75% (pentru proba de control) și 62,6% (pentru proba de pandișpan din făină de soriz integrală). Deci, porozitatea pandișpanului s-a redus odată cu creșterea dimensiunilor particulelor de făină. Valori mai mari ale porozității au fost înregistrate la pandișpanul cu pulbere de cacao - 81,8% (făină fină) și 77% (făină integrală). Porozitatea pandișpanului din făină de soriz de granulozitate fină cu cacao a depășit proba de control cu 4,51%, iar a celor din făină de soriz integrală și grosieră a fost mai mică respectiv, cu 0,26% și 0,08%. Adaosul pireului de legume (dovleac/morcov) a condus la reducerea porozității în comparație cu același indice la pandișpanul obținut cu ingrediente clasice, fiind cuprinsă între 64,4...63,1% (pandișpan cu pireu de dovleac) și 66,6...62,6% (pandișpan cu pireu de morcov) (fig.2.38).

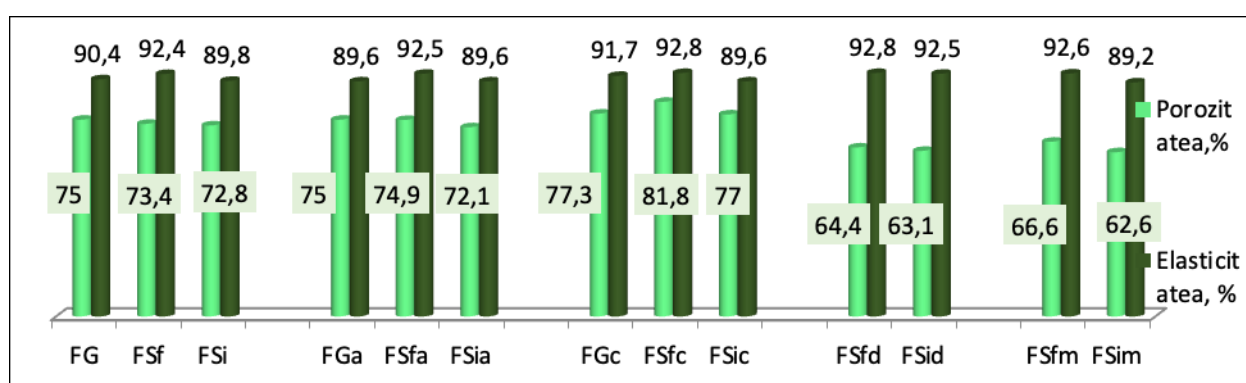


Figura 2.38. Porozitatea și elasticitatea probelor de pandișpan din făină de soriz

Elasticitatea tuturor probelor de pandișpan din făină fină de soriz a fost cuprinsă între 91,7...92,8%, fiind apropiată valorilor pentru proba etalon (cu făină de grâu) - 89,6...91,7%. Adaosul de pireu de legume a modificat ușor elasticitatea probelor: 92,6% la pandișpanul cu pireu de morcov și 92,8% la cel cu pireu de dovleac (valoare identică cu cea a probelor de pandișpan cu cacao).

Evoluția calității pandișpanului în timpul depozitării

Probele de pandișpan, după coacere și răcire la temperatura camerei, au fost ambalate în peliculă de polietilenă, închise cu ajutorul clamelor și păstrate la temperatura de $18 \pm 5^\circ\text{C}$ și umiditatea relativă a aerului de 75%, conform standardelor în vigoare pentru astfel de produse [75].

Evoluția calității senzoriale. Evaluarea indicilor organoleptici ai probelor de pandișpan a fost efectuată timp de 8 zile, la intervale de 2 zile. După primele patru zile de păstrare nu au fost înregistrate modificări ale indicilor organoleptici de calitate. Peste șase zile probele de pandișpan cu pireu de dovleac și morcovi aveau miros și gust, deși slab pronunțat, de produs stătut, iar peste 8 zile acesta s-a intensificat, trecând în miros și gust netipic (tabelul 2.14). Restul probelor au prezentat modificări perceptibile ale indicilor organoleptici după 8 zile de păstrare, care apoi s-au intensificat, devenind inacceptabile pentru consum după 10 zile de păstrare.

Deci, rezultatele examenului organoleptic al probelor în perioada de păstrare au demonstrat că termenul limită de consum al pandișpanului din făină de soriz cu pireu

de dovleac sau morcovi este de 6 zile, iar al celui din făină de soriz cu sau fără cacao - 8 zile.

Tabelul 2.14. Evoluția indicilor organoleptici ai probelor de pandișpan după 8 zile de păstrare

Indici organoleptici	Caracteristica indicilor organoleptici ai pandișpanului aglutenic din:			
	făină de soriz	făină de soriz cu pireu de dovleac	făină de soriz cu pireu de morcov	făină de soriz cu cacao
Gust și miros	Neplăcut, de produs stătut	Netipic, de produs alterat	Netipic, de produs alterat	Neplăcut, de produs stătut și cacao.
Aspect în secțiune	Miezul poros, neelastic, umed, de culoare gri, omogen	Miezul poros, umed, elastic, de culoare galben-oranj	Miezul poros, umed, elastic, galben-oranj, omogen	Miezul poros, neelastic, umed, cafeniu-deschis, omogen

Evoluția umidității. Umiditatea probelor de pandișpan din făină de soriz cu pireu de legume (morcov sau dovleac) a fost mai mare decât a celorlalte, ceea ce a condus, după cum au arătat rezultatele, la alterarea lor mai rapidă în timpul păstrării (fig.2.39).

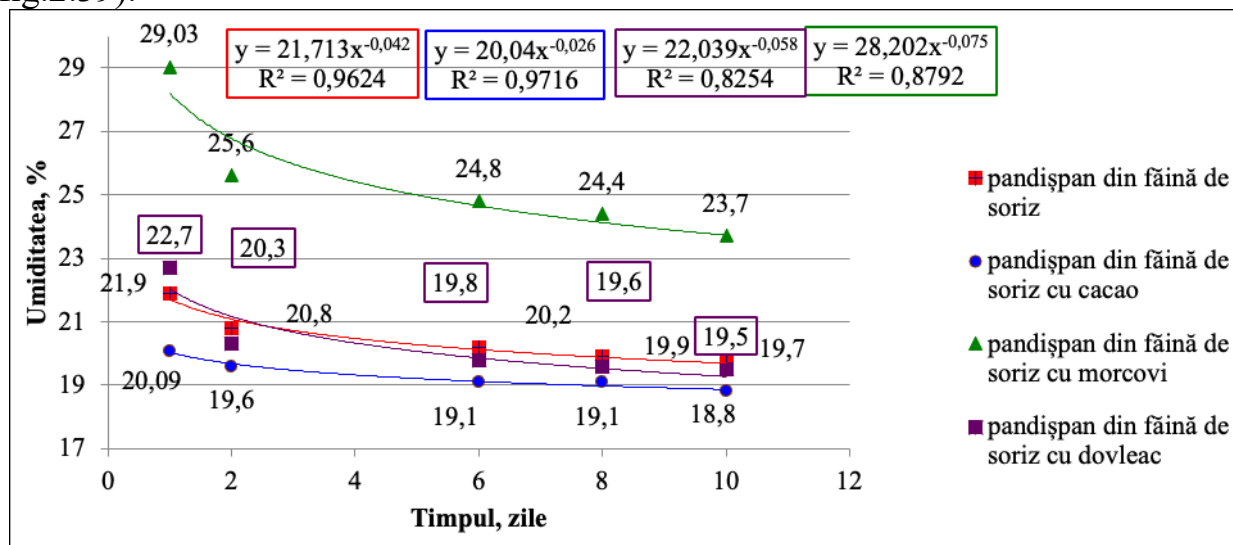


Figura 2.39. Evoluția umidității probelor de pandișpan în timpul depozitării

S-a stabilit că umiditatea probelor de pandișpan cu morcovi după 10 zile de păstrare s-a redus cu 5,3%, la pandișpanul cu dovleac - cu 3,2%, la pandișpanul din făină de soriz fără adaosuri (pireu de legume) - 2,2% și cu 1,3% - la pandișpanul cu cacao. Rezultatele obținute au demonstrat că în timpul păstrării umiditatea a avut tendința de a se reduce, în special în primele zile de păstrare, după care procesul devine mai lent. Pe perioada a 10 zile de păstrare indicii fizico-chimici de calitate ai probelor cercetate nu au suportat modificări esențiale, încadrându-se în limitele admisibile stipulate în documentația normativ tehnică. Termenul respectiv este

apropiat timpului de păstrare pentru semifabricatele de pandișpan de consum curent [SM CP-03].

Evoluția indicilor microbiologici de calitate în perioada de păstrare.

Mucegăirea este tipul de alterare cu frecvența cea mai mare de răspândire. *Penicillium* este un gen de mucegai ce reprezintă risc sever dacă este prezent în produsele alimentare. Odată cu creșterea umidității peste valoarea de conservare (maxim 15%) spori de mucegai germinează și, prin intermediul hifelor, se răspândesc cu ușurință în alimente. Ca rezultat al dezvoltării mucegaiurilor se produc modificări ale mirosului și gustului care devin neplăcute. Cu timpul se pot forma micotoxine, ce pot duce la intoxicații alimentare cu consecințe grave pentru sănătate.

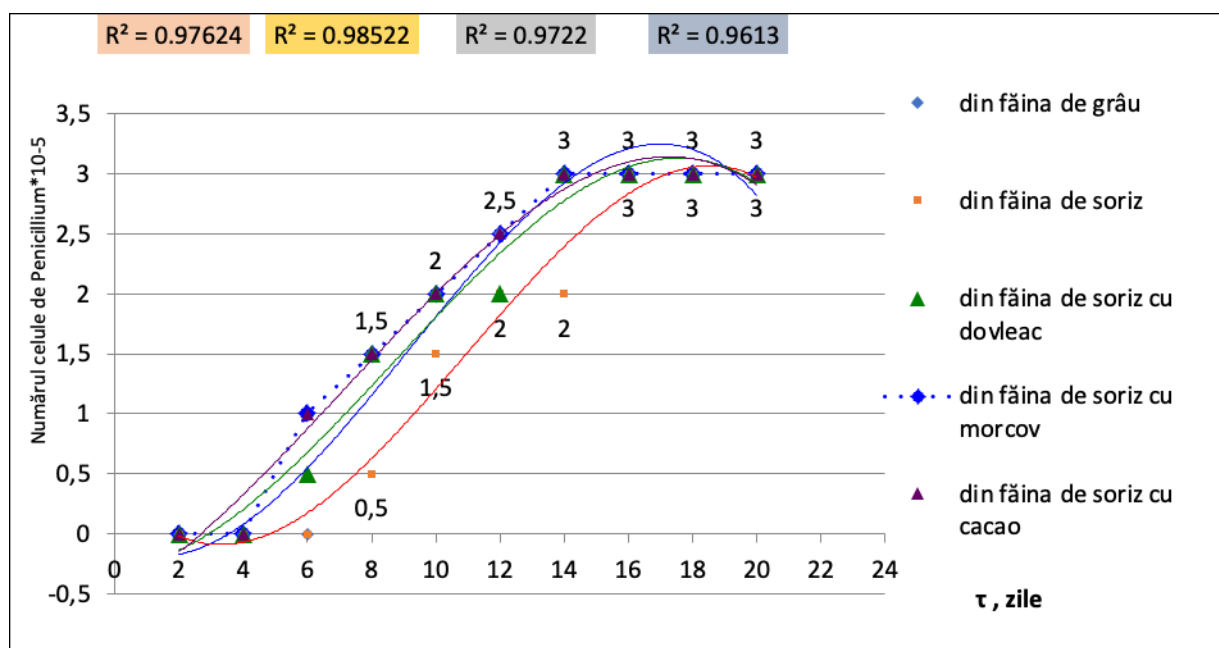


Figura 2.40. Modificarea numărului de celule de *Penicillium* în probele de pandișpan aglutenic în perioada de păstrare

Probele de pandișpan au fost examinate microbiologic timp de 20 zile la intervale de 2 zile. Datele experimentale au demonstrat că în proba martor primele celule de *Penicillium* au fost identificate în a 8-a zi, iar numărul critic de celule a fost identificat în a 14-a zi de păstrare (fig.2.40). În pandișpanul din făină de soriz contaminarea critică cu celule de *Penicillium* a fost atinsă după 16 zile de păstrare (cu două zile mai târziu decât în pandișpanul din făină de grâu). În proba de pandișpan din făină de soriz cu pireu de morcovi și cea cu cacao contaminarea a apărut după a 6-a zi de păstrare, iar numărul critic de celule de *Penicillium* în 1 ml de mediu de cultură a fost stabilit, ca și în cazul probei martor, după 14 zile de păstrare. În probele de pandișpan din făină de soriz cu pireu de dovleac au fost identificate celule de *Penicillium* după a 6-a zi de păstrare, însă într-un număr mai mic decât în probele cu adaos de pireu de morcov și de cacao. După 14 zile de păstrare numărul de celule de mucegai în 1 ml de mediu de cultură a atins nivelul critic și în pandișpanul din făină de soriz cu pireu de morcovi și în cel cu cacao.

În baza rezultatelor obținute a fost elaborată schema tehnologică de obținere a

pandișpanului aglutenic care este similară cu schema clasică și diferă doar prin adaosul pireului de dovleac sau morcov (după încorporarea totală a făinii în compoziție).

2.3.4. Elaborarea și cercetarea unor varietăți de biscuiți aglutenici din făină de soriz

Pentru elaborarea biscuiților din aluat fraged s-a utilizat doar făină de soriz cu granulozitatea $\leq 226 \mu\text{m}$ (datorită rezultatelor anterioare mai bune în comparație cu făina grosieră). Au fost elaborate 4 rețete de bază (biscuiți cu adaos de ou, biscuiți fără ou, biscuiți cu pireu de dovleac și biscuiți cu pireu de morcov). În rețeta aluatului de biscuiți fără ou au fost adăugate fructe uscate: prune, stafide, caise, smochine ori fulgi de ciocolată, diversificându-se, în felul acesta, sortimentul de biscuiți. Componentele implicate în formularea rețetelor de biscuiți aglutenici din făină de soriz utilizați pentru cercetări sunt expuse în tabelul 2.15.

Tabelul 2.15. Componente implicate în formularea biscuiților aglutenici din făină de soriz (aluat fraged) modelați cu poșul

Biscuiți din făină de soriz (aluat fraged)	Ingrediente												
	Făină de soriz fină	Unt	Zahăr	Ouă	Apă	Pireu de dovleac, % din masa făinii	Pireu de morcovi, % din masa făinii	Vanilină	Bicarbonat de sodiu	Caise uscate	Stafide	Prune uscate	Fulgi de ciocolată
Cu ou	500	290	160	125	-	-	-	0,5	2	-	-	-	-
De post	500	290	160	-	160	-	-	0,5	2	-	-	-	-
Cu dovleac	500	290	160	-	110	34	-	0,4	2	-	-	-	-
Cu morcovi	500	290	160	-	120	-	31	0,4	2	-	-	-	-
Cu fructe uscate	500	290	200	-	125	-	-	0,5	2,5	230	200	170	-
Cu ciocolată	500	290	200	-	125	-	-	0,5	2,5	-	-	-	200

Indici de calitate ai biscuiților aglutenici

Indicii senzoriali. Conform rezultatelor analizei senzoriale, probele de biscuiți din făină de soriz cu ou au avut o prestație bună, cu aspect exterior plăcut, uniform și bine păstrat. Excluderea oului din rețetă a condus la aplatizarea ușoară a probelor de biscuiți, conferindu-le și o structură mai friabilă. Adaosul pireului de legume în aluatul fraged din făină de soriz, la fel ca și în cazul pandișpanului, a modificat culoarea biscuiților în exterior și în secțiune, atribuindu-le acestora consistență moale, cu aromă și gust specific pireurilor adăugate, dar a condus la formarea crăpăturilor pe

suprafața produselor. Adaosul de fructe uscate a fost apreciat pozitiv de către echipa de degustatori și nu a modificat aspectul exterior al produselor.

Indicii organoleptici ai biscuiților din făină de soriz cu și fără ou au obținut punctajul mediu de 4,72 și, respectiv, 4,68. Biscuiții din făină de soriz cu ou și cei fără ou au obținut punctaj identic pentru aspectul exterior (5,0) și gust (4,4), iar valorile pentru consistență și miros s-au diferențiat în favoarea probelor cu ou. Punctajul mediu al indicilor organoleptici pentru biscuiții din făină de soriz cu magiun a fost de 4,88, a celor cu pireu de morcovi - 4,8, cu pireu de dovleac - 4,56, fără pireu de legume și fără ou - 4,6 (fig.2.41, a).

Figura 2.41 (a)
Evaluarea indicilor organoleptici ai probelor de biscuiți din făină de soriz

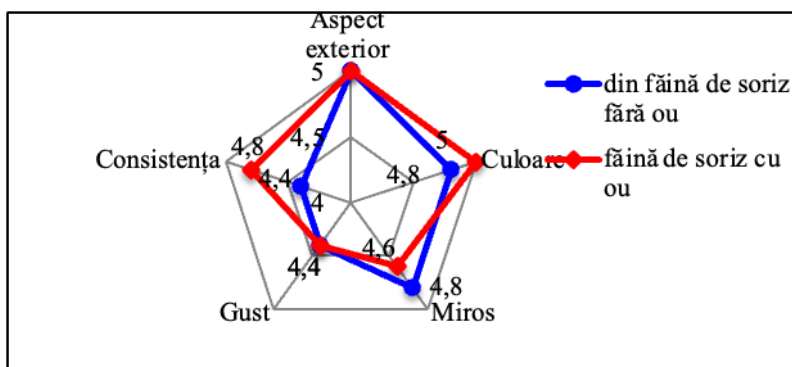


Figura 2.41 (b)
Evaluarea indicilor organoleptici ai probelor de biscuiți din făină de soriz (fără ou) cu pireu de dovleac, morcovi sau magiun

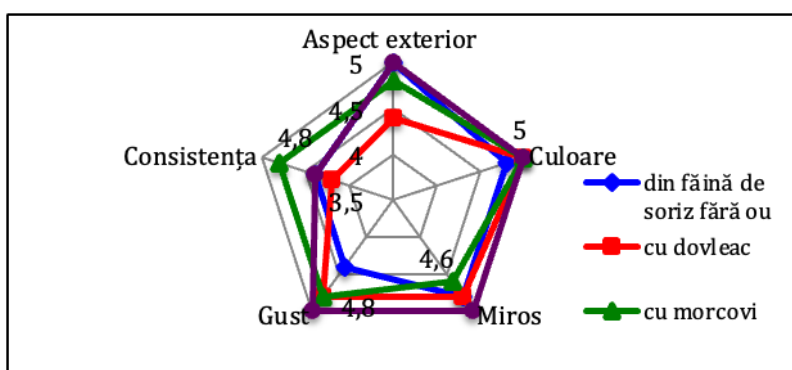
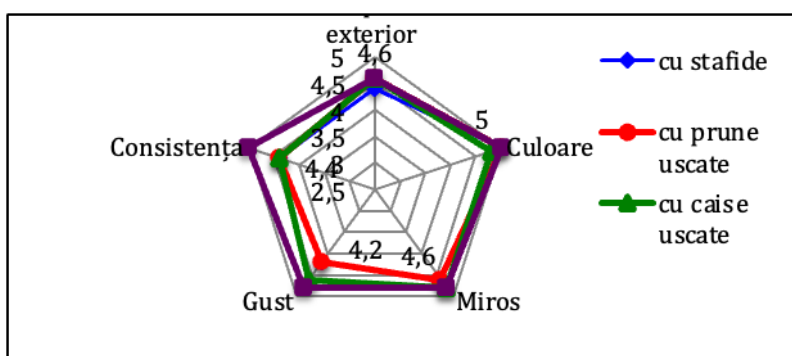


Figura 2.41 (c)
Evaluarea indicilor organoleptici ai probelor de biscuiți din făină de soriz (fără ou) cu adaos de fructe uscate sau fulgi de ciocolată



Deși probele de biscuiți din făină de soriz cu adaos de fructe uscate sau fulgi de ciocolată au fost obținute după aceeași rețetă și metodă ca și biscuiții fără ou, totuși, valorile indicilor organoleptici se deosebesc, preferențabili fiind biscuiții cu fulgi de ciocolată și cei cu caise uscate, cei cu prune și stafide obținând valori mai mici ale indicilor organoleptici (fig.2.41, c).

Indicii fizico-chimici ai biscuiților din făină de soriz (modelați cu poșul) cu diverse adaosuri au fost determinați în condiții de laborator, iar rezultatele obținute comparate cu cele stipulate în documentația normativ tehnică corespunzătoare biscuiților din aluat fraged (tabelul 2.16). Umiditatea probelor de biscuiți din făină de soriz, cu și fără ou, precum și a celor din făină de grâu fără ou variază între 8,8%...10,8% și, practic, se încadrează în limitele admisibile, iar cele cu pireu de dovleac și morcovi și cele din făină de grâu cu ou depășesc aceste limite cu 4,1%, 2,7%, și, respectiv, cu 2,8%.

Tabelul 2.16. Indicii fizico-chimici ai biscuiților din făină de soriz (modelați cu poșul)

Nr. d/o	Indici	Umiditatea, %	Alcalinitatea, %	Cenușă insolubilă în HCl-10%, %
	biscuiți din făină de:			
1	soriz cu ou	10,65±0,03	0,8±0,05	0,088±0,003
2	soriz fără ou	8,8±0,01	0,7±0,03	0,07±0,006
3	soriz cu dovleac	14,1±0,06	1,5±0,03	0,068±0,008
4	soriz cu morcov	12,7±0,04	1,3±0,05	0,072±0,007
5	grâu cu ou	12,8±0,03	0,8±0,04	0,065±0,009
6	grâu fără ou	10,8±0,02	0,7±0,05	0,05±0,008
7	Condiții de admisibilitate, conform GOST 24901-89	Max.: 10,0	≤ 2	< 0,1

Alcalinitatea tuturor probelor de biscuiți a fost cuprinsă între 0,7...1,5 grade alcalinitate și nu a depășit limita valorilor normative (≤ 2). Valori mai mari ale alcalinității aparțin probelor cu adaos de pireu de dovleac - circa 1,5 grade alcalinitate (tabelul 2.16).

Indicele de îmbibare a biscuiților din făină de soriz fără ou, cu dovleac sau morcovi a avut valori foarte bune, cuprinse între 168...226%, încadrându-se în normele prevăzute.

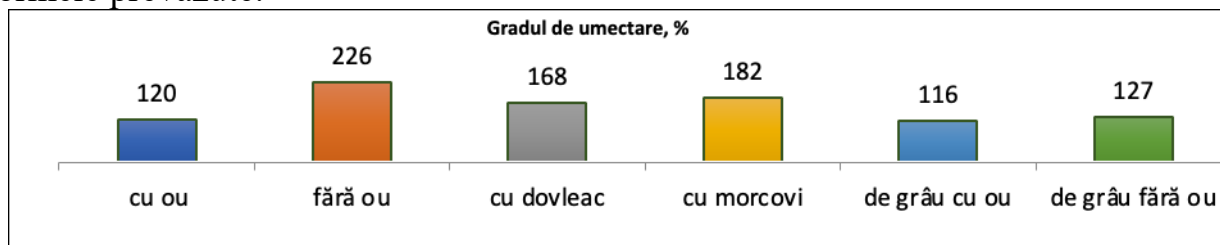


Figura 2.42. Indicele de îmbibare a biscuiților aglutenici din făină de soriz

Pentru restul probelor indicele de îmbibare variază între 116 și 127%, fiind inferior valorilor stipulate în documentația normativ-tehnică (fig.2.42). Probabil, aceasta se datorează adaosului de ou, care întărește structura biscuiților din făină de soriz, oul servind ca liant ce încetinește pătrunderea apei în produs, iar la biscuiții din făină de grâu acest lucru se poate datora glutenului și proprietăților sale specifice.

Evoluția calității biscuiților în timpul depozitării

Evoluția calității senzoriale. După coacere și răcire probele de biscuiți au fost ambalate în casete de plastic, fiind aranjate în poziție verticală, închise cu clame și păstrate la temperatura de $18 \pm 5^\circ\text{C}$ și umiditatea relativă a aerului nu mai mare de 75%, conform documentației normativ-tehnice. Timp de 18 zile, la intervale stabilite de timp au fost estimați indicii organoleptici ai probelor de biscuiți. După 12 zile, în toate probele de biscuiți, nu au fost înregistrate modificări ale indicilor organoleptici (tabelul 2.17). Începând cu ziua a 14-a, în probele de biscuiți cu pireu de morcov sau dovleac s-a simțit un miros, abia perceptibil, de produs stătut, care s-a intensificat ușor în următoarele zile. Probele de biscuiți din făină de soriz fără pireuri de legume, precum și cele cu cacao, și-au păstrat indicii organoleptici intacti timp de 18 zile. Așadar, conform examenului organoleptic al probelor de biscuiți în perioada de păstrare, termenul limită de consum pentru biscuiții cu pireu de morcov sau dovleac este de 12 zile, iar pentru cei din făină de soriz cu sau fără cacao - 18 zile [76].

Tabelul 2.17. Modificarea indicilor organoleptici ai biscuiților la păstrare (după 12 zile)

Indicii	<i>Biscuiți aglutenici din făină de soriz</i>			
	<i>cu ou</i>	<i>de post (fără ou)</i>	<i>cu pireu de morcov</i>	<i>cu pireu de dovleac</i>
Forma	Forma bine păstrată, uniformă. Marginile biscuiților drepte, bine conturate.			
Suprafața	Suprafața nu s-a modificat: netedă, fără urme de arsuri, fără aglomerări de fărâmituri			
Culoarea	Rumenă-aurie, uniformă, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate.			
Gustul și mirosul	Plăcut, caracteristic produselor de patiserie coapte, fără gust amar și miros străin. Caracteristic ingredientelor adăugate.		Miros caracteristic ingredientelor adăugate, cu nuanțe abia perceptibile de produs stătut	
Consistența	Consistența friabilă pentru toate probele. Mai dură la biscuiții cu ou.			

Evoluția umidității. Timp de 31 zile de depozitare, în probele de biscuiți s-a cercetat evoluția umidității ca factor important care condiționează calitatea produselor (în special în perioada de păstrare). Umiditatea, în perioada păstrării, s-a redus cu aproximativ 1,9 % pentru probele de biscuiți din făină de soriz cu ou, iar pentru cele fără ou - cu 1,0%, și cu 2,8-2,3% pentru probele cu adaos de pireu de dovleac și, respectiv, cu pireu de morcov (fig.2.43). Pierderea umidității este mai intensă în prima perioadă (1-5 zile), după care se observă încetenirea procesului.

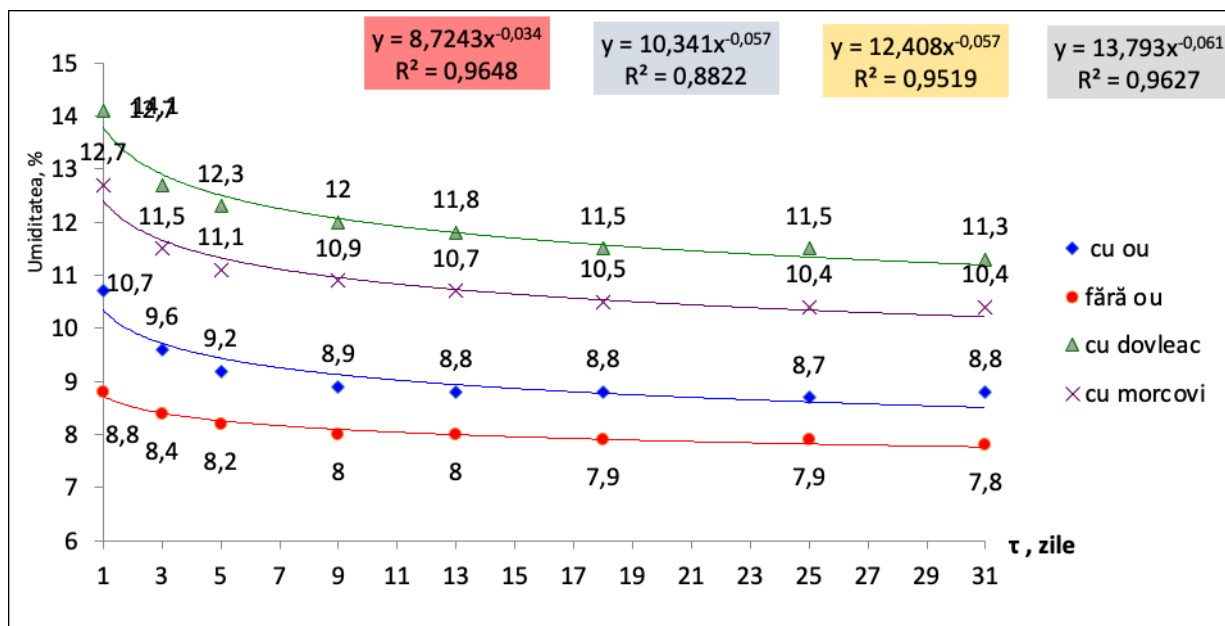


Figura 2.43. Evoluția umidității probelor de biscuiți aglutenici din făină de soriz pe perioada păstrării

Evoluția indicilor microbiologici. Pe parcursul perioadei de păstrare în probele de biscuiți selectate s-a determinat conținutul de celule de *Penicillium*. În primele 10 zile de păstrare celule de mucegai ale genului *Penicillium* nu s-au observat. Începând cu ziua a 12-a, în proba de biscuiți din făină de soriz, în biscuiții din făină de soriz cu pireu de dovleac, cât și în biscuiții din făină de soriz cu pireu de morcov au apărut primele celule de *Penicillium*. În aceste trei probe, numărul de celule de *Penicillium* a început să crească lent, creșterea fiind mai intensă în probele de biscuiți cu pireu de dovleac și morcovi, probabil datorită umidității mai mari a acestor probe (fig.2.44).

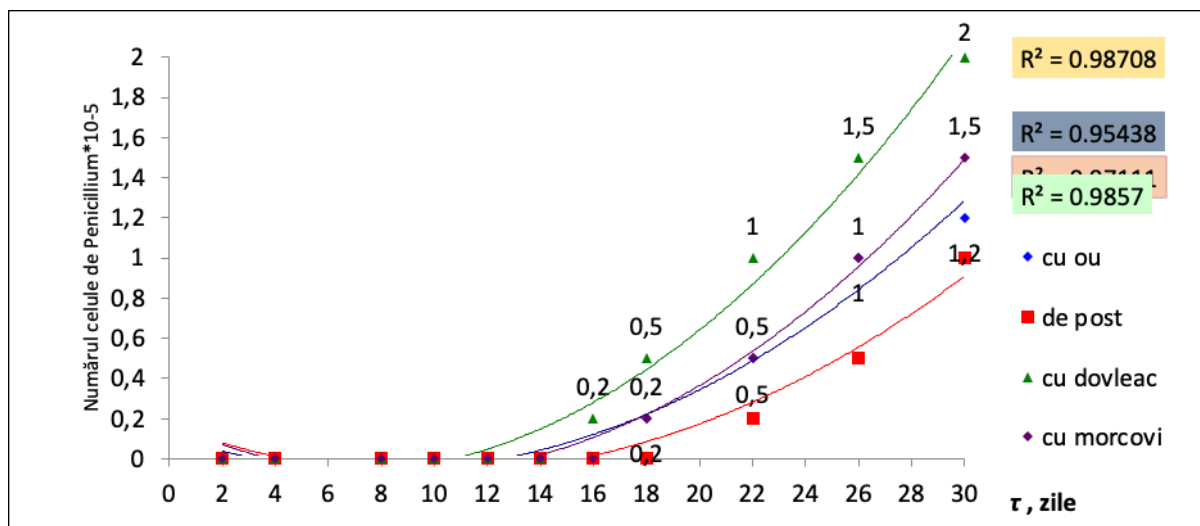


Figura 2.44. Evoluția numărului de celule de *Penicillium* în perioada de păstrare a biscuiților aglutenici din făină de soriz

Numărul critic de celule de *Penicillium* ($3,5 \cdot 10^{-5}$) în toate probele de biscuiți timp de 30 zile nu a fost identificat. În conformitate cu rezultatele obținute a fost elaborată

schema tehnologică de obținere a biscuiților aglutenici din făină de soriz care constă în recepționarea și dozarea materiei prime, pregătirea ingredientelor, formarea aluatului: spumarea margarinei cu zahăr până se obține o consistență omogenă și spumoasă la care se adaugă trepat făina (cu bicarbonat și vanilină). Biscuiții de post pot fi obținuți cu sau fără adaos de pireu de legume: în primul caz pireul de legume se adaugă după amestecarea tuturor ingredientelor. Biscuiții sunt modelați cu ajutorul poșului și se coc la temperatura de 180-200°C timp de 10-15 minute.

Valoarea nutritivă și energetică a produselor aglutenice de patiserie din făină de soriz

Produsele de patiserie obținute (varietăți de pandișpan și biscuiți din aluat fraged) din făină de soriz, la fel ca și majoritatea produselor de acest gen, se caracterizează printr-o valoare energetică mare, datorită cantității mari de zahăr și grăsimi incluse în rețetă. Valoarea energetică a probelor de pandișpan a fost cuprinsă între 288 și 347 kcal/100g produs, fiind mai redusă la probele cu adaos de dovleac și morcovi (285-288 kcal). Valoarea energetică a biscuiților cu dovleac și morcov a fost cuprinsă între 457 și 460 kcal/100 g produs. Valoare energetică mai redusă au avut biscuiții fără ou – circa 451 kcal/100 g, iar cei cu ou - circa 470 kcal/100 g produs (tabelul 2.18).

Tabelul 2.18. Valoarea nutritivă și energetică a produselor aglutenice de patiserie din făină de soriz

<i>Produse de patiserie</i>	<i>Proteine, g</i>	<i>Lipide, g</i>	<i>Glucide, g</i>	<i>VE, kcal</i>
Pandișpan				
Pandișpan din făină de soriz	10,8	7,1	61,8	347
Pandișpan cu dovleac (25%)	9,5	0,5	62,1	285
Pandișpan cu morcov (35%)	8,7	0,6	63,4	288
Pandișpan cu cacao	10,7	6,6	56,3	319
Biscuiți				
Biscuiți cu ou	6,9	25,7	52,9	470
Biscuiți fără ou	5,3	24,3	52,8	451
Biscuiți cu dovleac	5,5	24,3	54,2	457
Biscuiți cu morcov	5,5	24,3	54,9	460

Tehnologia elaborată pentru produsele de patiserie obținute (pandișpan și biscuiți aglutenici din făină de soriz) a fost testată la scară semiindustrială, în cadrul SRL. *Dulcinella*, or.Chișinău. Testările au demonstrat fezabilitatea tehnologică a produselor respective.

CONCLUZII

1. A fost demonstrat caracterul aglutenic al sorizului (*Sorghum Oryzoidum*), confirmându-se lipsa fracțiunilor toxice ale prolaminelor responsabile de tulburările corelate consumului de gluten, ceea ce argumentează utilizarea sa ca materie primă sigură la elaborarea produselor alimentare aglutenice.

2. Absența totală a glutenului, indicele de cădere mare (649 s) și activitatea redusă a α -amilazei au demonstrat lipsa proprietăților panificabile ale făinii de soriz, iar utilizarea ei la fabricarea produselor de panificație aglutenice a fost posibilă doar în combinație cu hidrocoloizii (xantan și amidon).

3. Aplicarea hidrocoloizilor (xantan, amidon) la formularea compoziției pentru pâinea aglutenică a corelat pozitiv cu proprietățile fizico-chimice și reologice ale aluatului și ale pâinii aglutenice din făină de soriz. Ca urmare, s-a stabilit perioada de fermentare a aluatului de circa 45 minute (temperatura de circa 30°C), iar perioada de coacere de 25-30 minute (la circa 200°C pentru produsele cu masa de 250-300 g). Caracteristicile organoleptice, fizico-chimice și microbiologice ale pâinii aglutenice din făină de soriz cu hidrocoloizi sunt apropiate pâinii din făină de grâu. Termenul de păstrare a pâinii aglutenice este de 24 ore (T=18-20°C).

4. A fost demonstrată oportunitatea utilizării făinii de soriz la elaborarea produselor aglutenice de patiserie ca pandișpanul și biscuiții din aluat fraged. Indicii organoleptici, fizico-chimici și microbiologici ai acestora s-au încadrat în limitele celor stipulate în documentația normativă.

5. Introducerea pireului de dovleac sau morcovi în compoziția pandișpanului și a biscuiților a îmbunătățit calitatea senzorială și valoarea nutritivă a produsului finit. Termenul de păstrare a pandișpanului aglutenic cu pireu de legume (dovleac, morcovi) sau cu cacao este de 6 zile, a pandișpanului clasic - 8 zile. Biscuiții cu pireu de dovleac sau morcov își păstrează calitățile acceptabile 12 zile, iar cei cu și fără ou - 18 zile.

6. Testările la scară semiindustrială ale pandișpanului și biscuiților fără gluten din făină de soriz au demonstrat fezabilitatea tehnologică a produselor de patiserie elaborate.

În baza cercetărilor efectuate și rezultatelor obținute se recomandă:

- *Pentru unitățile de alimentație publică:*
 - parametri tehnologici de prelucrare culinară a boabelor și crupelor de soriz;
 - fișele tehnologice ale preparatelor din boabe integrale (10 varietăți) și crupe de soriz (10 varietăți).
- *Pentru laboratoarele de panificație a unităților de alimentație publică:*
 - tehnologia de fabricare a pâinii aglutenice din făină de soriz.
- *Pentru laboratoarele de patiserie-cofetărie a unităților de alimentație publică:*
 - tehnologia de fabricare a unui sortiment de pandișpan aglutenic (4 varietăți) și biscuiți aglutenici (5 varietăți) din făină de soriz.

BIBLIOGRAFIE

1. (2020) Cereal markets to remain well supplied in 2020/21. In: FAO. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>. Accessed 14 Oct 2020
2. Sapone A, Bai JC, Ciacci C, et al (2012) Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Med* 10:13. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-13>
3. Siminiuc R, Țurcanu D (2020) Certain Aspects of Nutritional Security of People with Gluten-Related Disorders. *FNS* 11:1012–1031. <https://doi.org/10.4236/fns.2020.1111072>
4. (2020) Global Celiac Disease (CD) Market Insights, Epidemiology and Market Forecasts, 2017-2019 & 2020-2030. In: *GlobelNewswire*. <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/09/28/2099717/0/en/Global-Celiac-Disease-CD-Market-Insights-Epidemiology-and-Market-Forecasts-2017-2019-2020-2030.html>. Accessed 4 Oct 2020
5. Volta U, Ubaldi E (2010) *La malattia celiaca in medicina generale/ Celiac disease in general medicine*. Pacini Editore, Ospedaletto (Pisa)
6. Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione (2013) Annual report to Parliament on celiac disease (Relazione annuale al Parlamento sulla celiachia).
7. Irvine AJ, Chey WD, Ford AC (2017) Screening for Celiac Disease in Irritable Bowel Syndrome: An Updated Systematic Review and Meta-analysis: *American Journal of Gastroenterology* 112:65–76. <https://doi.org/10.1038/ajg.2016.466>
8. Sapone A, Lammers KM, Casolaro V, et al (2011) Divergence of gut permeability and mucosal immune gene expression in two gluten-associated conditions: celiac disease and gluten sensitivity. *BMC Med* 9:23. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-23>
9. Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza, degli Alimenti e la Nutrizione (2018) Annual report to Parliament on celiac disease (Relazione annuale al Parlamento sulla celiachia)
10. Zugravu, Corina (2020) Celiac disease, general aspects and therapeutic advances (Boala celiaca, aspecte generale si progrese terapeutice). *Galenus*
11. Clichici, D. (2015) Epidemiological aspects of celiac disease in children in the Republic Moldova. *Buletin de Perinatologie* 4:39–42
12. Matysiak-Budnik T, Candalh C, Dugave C, et al (2003) Alterations of the intestinal transport and processing of gliadin peptides in celiac disease. *Gastroenterology* 125:696–707. [https://doi.org/10.1016/S0016-5085\(03\)01049-7](https://doi.org/10.1016/S0016-5085(03)01049-7)
13. Mcl Mowat A (2003) Coeliac disease—a meeting point for genetics, immunology, and protein chemistry. *The Lancet* 361:1290–1292. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)12989-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)12989-3)
14. Qi PF, Wei YM, Yue YW, et al (2006) [Biochemical and molecular characterization of gliadins]. *Mol Biol (Mosk)* 40:796–807
15. Dunne MR, Byrne G, Chirido FG, Feighery C (2020) Coeliac Disease Pathogenesis: The Uncertainties of a Well-Known Immune Mediated Disorder. *Front Immunol* 11:1374. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01374>

16. Inomata N (2009) Wheat allergy: Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology 9:238–243. <https://doi.org/10.1097/ACI.0b013e32832aa5bc>
17. Ward RK (2015) Introduction to food allergy. In: Handbook of Food Allergen Detection and Control. Elsevier, pp 1–15
18. Pietzak M (2012) Celiac Disease, Wheat Allergy, and Gluten Sensitivity: When Gluten Free Is Not a Fad. JPEN J Parenter Enteral Nutr 36:68S-75S. <https://doi.org/10.1177/0148607111426276>
19. Fasano A, Sapone A, Zevallos V, Schuppan D (2015) Nonceliac Gluten Sensitivity. Gastroenterology 148:1195–1204. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2014.12.049>
20. Nardo GD, Villa MP, Conti L, et al (2019) Nutritional Deficiencies in Children with Celiac Disease Resulting from a Gluten-Free Diet: A Systematic Review. Nutrients 11:1588. <https://doi.org/10.3390/nu11071588>
21. See J, Murray JA (2006) Gluten-Free Diet: The Medical and Nutrition Management of Celiac Disease. Nutr Clin Pract 21:1–15. <https://doi.org/10.1177/011542650602100101>
22. Annibale B, Severi C, Chistolini A, et al (2001) Efficacy of gluten-free diet alone on recovery from iron deficiency anemia in adult celiac patients. Am J Gastroenterology 96:132–137. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2001.03463.x>
23. Saturni L, Ferretti G, Bacchetti T (2010) The gluten-free diet: safety and nutritional quality. Nutrients 2:16–34. <https://doi.org/10.3390/nu20100016>
24. Barton SH, Kelly DG, Murray JA (2007) Nutritional Deficiencies in Celiac Disease. Gastroenterology Clinics of North America 36:93–108. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2007.01.006>
25. Abenavoli L, Delibasic M, Peta V, et al (2015) Nutritional profile of adult patients with celiac disease. Eur Rev Med Pharmacol Sci 19:4285–4292
26. Wierdsma N, van Bokhorst-de van der Schueren M, Berkenpas M, et al (2013) Vitamin and Mineral Deficiencies Are Highly Prevalent in Newly Diagnosed Celiac Disease Patients. Nutrients 5:3975–3992. <https://doi.org/10.3390/nu5103975>
27. Diez-Sampedro A, Olenick M, Maltseva T, Flowers M (2019) A Gluten-Free Diet, Not an Appropriate Choice without a Medical Diagnosis. Journal of Nutrition and Metabolism 2019:1–5. <https://doi.org/10.1155/2019/2438934>
28. Siminiuc, Rodica. Turcanu, Dinu (2020) THE IMPACT OF THE PANDEMIC ON THE AGRI-FOOD SYSTEM. JSS 3:8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3971973>
29. (2020) Gluten-free Products Market by Type (Bakery products, Snacks & RTE products, Condiments & dressings, Pizzas & pastas), Distribution channel (Conventional stores, Specialty stores and Drugstores & Pharmacies), Form & Region - Global Forecast to 2025. In: Markets and markets. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/gluten-free-products-market-738.html>
30. (2020) Gluten-Free Products Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Bakery Products, Dairy/Dairy Alternatives), By Distribution Channel

- (Grocery Stores, Mass Merchandiser), By Region, And Segment Forecasts, 2020 - 2027. In: Grand view Research. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/gluten-free-products-market>. Accessed 10 Feb 2020
31. Simontacchi M, Sadovsky L, Puntarulo S (2003) Profile of antioxidant content upon developing of Sorghum bicolor seeds. *Plant Science* 164:709–715. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(03\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00027-X)
 32. Arendt EK, Dal Bello F (2011) *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. Elsevier Science & Technology Books, San Diego, CA, USA
 33. Taylor JRN, Schober TJ, Bean SR (2006) Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science* 44:252–271. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.06.009>
 34. Awika JM, Rooney LW (2004) Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry* 65:1199–1221. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.04.001>
 35. Pedrotti W (2003) *I cereali: proprietà, usi e virtù*. Giunti Demetra, Firenze
 36. Tronsmo KM, Færgestad EM, Longva Å, et al (2002) A Study of how Size Distribution of Gluten Proteins, Surface Properties of Gluten and Dough Mixing Properties Relate to Baking Properties of Wheat Flours. *Journal of Cereal Science* 35:201–214. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2001.0431>
 37. Cabras P, Martelli A (2004) *Chimica degli alimenti: nutrienti, alimenti di origine vegetale, alimenti di origine animale, integratori alimentari, bevande, sostanze indesiderabili*. Piccin, Padova
 38. Vaccarini G (2016) *Manuale degli abbinamenti: armonie del gusto, ideali contrasti fra vino e cibo*. Giunti, Firenze; Milano
 39. Belderok B (2000) [No title found]. *Plant Foods for Human Nutrition* 55:1–14. <https://doi.org/10.1023/A:1008199314267>
 40. Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK (2003) Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering* 56:153–161. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00244-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00244-3)
 41. Schober TJ, Messerschmidt M, Bean SR, et al (2005) Gluten-Free Bread from Sorghum: Quality Differences Among Hybrids. *Cereal Chemistry Journal* 82:394–404. <https://doi.org/10.1094/CC-82-0394>
 42. Malkin AI, Isayev AI (2017) *Rheology: concepts methods, and applications*, 3rd edition. ChemTec Publishing, Toronto
 43. Renzetti S, Arendt EK (2009) Effects of oxidase and protease treatments on the breadmaking functionality of a range of gluten-free flours. *Eur Food Res Technol* 229:307–317. <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1048-6>
 44. Nunes MHB, Ryan LAM, Arendt EK (2009) Effect of low lactose dairy powder addition on the properties of gluten-free batters and bread quality. *Eur Food Res Technol* 229:31–41. <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1023-2>
 45. Ribotta PD, Ausar SF, Morcillo MH, et al (2004) Production of gluten-free bread using soybean flour. *J Sci Food Agric* 84:1969–1974. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1915>

46. Gujral HS, Rosell CM (2004) Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science* 39:225–230. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2003.10.004>
47. Smith CW, Frederiksen RA (2000) Sorghum: origin, history, technology, and production. Wiley, New York
48. Njintang NY, Mbofung CM, Balaam F, et al (2008) Effect of taro (*Colocasia esculenta*) flour addition on the functional and alveographic properties of wheat flour and dough. *J Sci Food Agric* 88:273–279. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3085>
49. Wronkowska M, Zielińska D, Szawara-Nowak D, et al (2010) Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced gluten-free bread: Buckwheat-enhanced gluten-free bread. *International Journal of Food Science & Technology* 45:1993–2000. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02375.x>
50. Anton AA, Artfield SD (2008) Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 59:11–23. <https://doi.org/10.1080/09637480701625630>
51. Rosell CM, Collar C, Haros M (2007) Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab. *Food Hydrocolloids* 21:452–462. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.05.004>
52. Moreira R, Chenlo F, Torres MD (2013) Effect of chia (*Sativa hispanica* L.) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut flour. *LWT - Food Science and Technology* 50:160–166. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.06.008>
53. Moore MM, Schober TJ, Dockery P, Arendt EK (2004) Textural Comparisons of Gluten-Free and Wheat-Based Doughs, Batters, and Breads. *Cereal Chemistry Journal* 81:567–575. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.5.567>
54. Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, et al (2007) Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering* 79:1033–1047. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032>
55. Preichardt LD, Vendruscolo CT, Gularte MA, Moreira A da S (2011) The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients: The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes. *International Journal of Food Science & Technology* 46:2591–2597. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02788.x>
56. Kato A, Ibrahim HR, Watanabe H, et al (1990) Enthalpy of Denaturation and Surface Functional Properties of Heated Egg White Proteins in the Dry State. *J Food Science* 55:1280–1283. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb03916.x>
57. Kreft I, Fabjan N, Yasumoto K (2006) Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chemistry* 98:508–512. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.081>

58. Han J (Jay), Janz JAM, Gerlat M (2010) Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International* 43:627–633. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.015>
59. Ратушный Д С Баранов, Б ,Д Ковалев, Н ,И (2003) Технология продукции общественного питания. Физико-химические процессы, протекающие в пищевых продуктах при их кулинарной обработке
60. Siminiuc R, Țurcanu D (2020) The Impact of Hydrothermal Treatments on Technological Properties of Whole Grains and Soriz (<i>Sorghum oryzoidum</i>) Groats. *FNS* 11:955–968. <https://doi.org/10.4236/fns.2020.1110067>
61. SIMINIUC, Rodica (2011) ENZYME LINKED IMMUNO SORBENT ASSAY FOR THE QUANTITATIVE ANALYSIS OF PROLAMINS OF SORYZ (ELISA). *Meridian Ingineresc Technical University of Moldova* 48–49
62. Rodica, Siminiuc, Coşciug Lidia, Popescu Liliana, Bulgaru Viorica. (2012) The effect of dehulling and thermal treatment on the protein fractions in soryz (*Sorghum oryzoidum*) grains. *The Annals of the University Dunarea De Jos of Galati* 36:97–103
63. Mincu I (1985) *Elemente de biochimie și fiziologie a nutriției*
64. Siminiuc, Rodica. (2014) Distribuția granulometrică a făinii de soriz. In: *Proceedings Papers*. pp 95–97
65. Siminiuc, Rodica. (2020) THE INFLUENCE OF BIOTECHNOLOGICAL STRATEGIES ON NUTRITIONAL ASPECTS OF BAKERY PRODUCTS. *JES* 27:216–224. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3949722>
66. Siminiuc R, Țurcanu D (2021) Physico-Chemical and Nutritional Characteristics of Soriz Flour (*Sorghum Oryzoidum*). *GJRE* 1–8. <https://doi.org/10.34257/GJREJVOL21IS1PG1>
67. Frénot M, Vierling E (2002) *Biochimie des aliments, diététique du sujet bien portant*. Doin; Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, Rueil-Malmaison; Bordeaux
68. Pruska-Kędzior A, Kędzior Z, Gorący M, et al (2008) Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. *Eur Food Res Technol* 227:1523–1536. <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0875-1>
69. Siminiuc, Rodica, Cosciug, Lidia, Grosu, Carolia,, Gutium, Olga. (2016) Influența gumei de xantan și amidonului asupra volumului aluatului aglutenic de panificație din făină de soriz. Chisinau, Technical University of Moldova, Republic of Moldova, pp 300-3–4
70. Wieser H, Koehler P (2008) The Biochemical Basis of Celiac Disease. *Cereal Chemistry Journal* 85:1–13. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-1-0001>
71. Tomotake H, Yamamoto N, Kitabayashi H, et al (2007) Preparation of Tartary Buckwheat Protein Product and Its Improving Effect on Cholesterol Metabolism in Rats and Mice Fed Cholesterol-Enriched Diet. *J Food Science* 72:S528–S533. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00474.x>

72. Bárcenas ME, Benedito C, Rosell CM (2004) Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen storage. *Food Hydrocolloids* 18:769–774. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2003.12.003>
73. Rønning SB, Berdal KG, Andersen CB, Holst-Jensen A (2006) Novel Reference Gene, *PKAB1*, Used in a Duplex Real-Time Polymerase Chain Reaction for Detection and Quantitation of Wheat- and Barley-Derived DNA. *J Agric Food Chem* 54:682–687. <https://doi.org/10.1021/jf052328n>
74. Siminiuc R, Țurcanu D (2020) IMPACT OF ARTISANAL TECHNOLOGIES ON THE QUALITY INDICES OF THE COZONAC. *Food systems* 3:25–31. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2020-3-3-25-31>
75. SIMINIUC, Rodica, CHIRSANOVA, Aurica, COSCIUG, Lidia, DESEATNIC-CILOCI, Alexandra (2011) Modificarea calității pandișpanului aglutenic din făină de soriz (*Sorghum oryzoidum*) în perioada de păstrare. Sibiu, Romania
76. SIMINIUC, Rodica, CHIRSANOVA, Aurica, COSCIUG, Lidia, DESEATNIC-CILOCI, Alexandra (2011) Modificarea calității biscuiților aglutenici obținuți din făină de soriz (*Sorghum oryzoidum*) în perioada de păstrare. Sibiu, Romania, p 4

3. FORTIFICAREA ALIMENTELOR CU CALCIU: PRINCIPII TEORETICE ȘI ELABORĂRI PRACTICE

Sănătatea și alimentația sunt două categorii interdependente de importanță vitală. O alimentație adecvată presupune o dietă echilibrată atât după conținutul de macronutrienți, cât și de micronutrienți. În ultimul timp, în legătură cu modificările esențiale ale modului de viață al populației (hipodinamia, consumul excesiv de alimente rafinate), o atenție deosebită se acordă conținutului de micronutrienți, printre care un rol important îl are calciul.

Insuficiența de calciu în alimentație conduce la dezvoltarea diferitor maladii nutriționale, în special a unor anumite categorii ale populației: copii, adolescenți, femei gravide și care alăptează. Carențele de calciu suferite în aceste perioade este cauza unor patologii, care se manifestă ulterior, dintre care cea mai frecventă este osteoporoza.

Conform numeroaselor cercetări efectuate de către Ministerul Sănătății al R.Moldova și UNICEF [58, 73, 84], deficiențele de calciu din alimentație constituie o problemă serioasă pentru țara noastră. Cauzele principale ale acestui fenomen rezidă în componența alimentației, cauzată de veniturile mici ale majorității populației în care predomină alimente de origine vegetală, bogate în antinutrienți [59]. Pâinea și produsele de panificație ocupă un loc special atât datorită tradițiilor alimentare, cât și prețului accesibil al acestor produse.

În practica mondială, o direcție prioritară de reducere a carențelor nutriționale de micronutrienți, și în special de calciu, constă în fortificarea alimentelor accesibile pentru majoritatea populației [5, 39, 47, 49]. Aplicarea procedurii de fortificare cu săruri de calciu a produselor în bază de făină se întâlnește în S.U.A., Canada, țările Europei și Japonia [6, 87, 66, 70]. Problema fortificării produselor alimentare cu micronutrienți este foarte actuală și pentru țările postsovietice [5]. Din acest punct de vedere, pentru R. Moldova este deosebit de actuală ameliorarea valorii nutritive a produselor de panificație consumate zilnic și accesibile pentru toate categoriile de populație.

Dar fortifierea prin administrarea mecanică a compușilor de calciu în făină nu este eficientă, deoarece biodisponibilitatea sa în produsele fabricate este foarte redusă. Astfel, cercetarea modalității și tehnicilor de adăugare a calciului, elaborarea metodelor de fabricare a produselor de panificație fortificate cu calciu în scopul plasării lor ulterioare pe piața R. Moldova este extrem de actuală.

3.1. Calciul în nutriție. Biodisponibilitate și fortificare

3.1.1. Problema deficiențelor de calciu în Republica Moldova

Menținerea unui echilibru în relația om-aliment impune revizuirea viziunii privind utilitatea alimentelor. Având în vedere că produsele alimentare sunt primordial mijloace ce asigură existența biologică a omului, producția și distribuția ei se află sub impactul politicilor alimentare.

Diversele investigații privind starea de nutriție și alimentare efectuate pe parcursul ultimului deceniu în R. Moldova de către Ministerul Sănătății în cooperare

și cu susținerea organismelor internaționale au scos în evidență mai multe probleme rezultate din alimentația neadecvată a populației [58, 83]. Printre acestea se evidențiază rahitismul la copii și osteoporoza la adulți ca rezultat al insuficienței calciului pentru organism.

Sursa principală de calciu pentru organism reprezintă produsele alimentare, valoarea cărora poate fi apreciată din punct de vedere al conținutului de calciu, pe de o parte, și al biodisponibilității acestuia pentru absorbția de organismul uman, pe de altă parte. Un conținut și o biodisponibilitate înaltă a calciului se înregistrează pentru produsele lactate, care se consideră o sursă principală de calciu alimentar. Alte produse de proveniență animală (carne, pește, subproduse) conțin calciu în cantități ne semnificative. Produsele vegetale se caracterizează prin conținutul de calciu de la moderat până la ne semnificativ, excepție fac leguminoasele și unele verdețuri. Însă biodisponibilitatea calciului din aceste surse este redusă [44]. Conținutul mediu în calciu în unele produse autohtone sunt expuse în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Conținutul mediu de calciu în unele produse autohtone [101]

<i>Produse lactate</i>	<i>Conținutul calciului, mg/100 g aliment</i>	<i>Produse lactate</i>	<i>Conținutul calciului, mg/100 g aliment</i>
Lapte de vacă	120	Cărnuri	10-15
Produse acido-lactice	120-150	Pește	40-70
Cașcaval	800-1100	Legume	10-50
Brânză de vaci	150	Leguminoase	150-350
Brânză de oaie	550	Fructe	20
Smântână 10%	90	Crupe	20
Verdețuri	100-245	Produse de panificație	23-33

Starea de sănătate a unei națiuni poate evalua în baza rezultatelor bilanțului alimentar pentru regiunea dată. Analiza alimentelor și componentelor nutritive pentru anii 2000 denotă utilizarea produselor cu un nivel mai echilibrat pentru țările Europei de Vest, a S.U.A. și Japoniei (tabelul 3.2) [48, 85].

Pentru R. Moldova, în comparație cu celelalte grupe de țări, se înregistrează un aport al alimentelor mai redus pentru majoritatea pozițiilor alimentare, pâinea rămânând a fi produsul utilizat în cantități majore - 141 kg / persoană /an – cea mai înaltă utilizare [83].

Conform datelor statistice de consum al produselor alimentare, Moldova se alătură țărilor Europei de Est. O privire de ansamblu înregistrează pentru anii 1997-2003 o descreștere pentru anii 1999-2000, apoi se înregistrează o creștere a puterii de cumpărare a produselor alimentare. Pâinea, produsele lactate în acest răstimp și-au dublat indicele de consum (tabelul 3.3).

Deficiența bilanțului comercial este într-o criză permanentă și această problemă ar putea fi rezolvată prin modificările comportamentului alimentar al acelor segmente de populație, la care se înregistrează un consum minim al alimentelor funcționale [73]. Baza produselor modificate trebuie să se pună pe acele produse,

care rămân a fi utilizate în cantități majore și care ar putea conduce la rezolvarea problemei deficiențelor alimentare.

Tabelul 3.2. Consumul mediu anual al produselor alimentare pe locuitor [83]

	<i>Carne și produse din carne în echivalent carne, kg</i>	<i>Lapte și produse din lapte (inclusiv unt) în echivalent lapte, l</i>	<i>Pește și produse din pește, kg</i>	<i>Ouă, buc.</i>	<i>Zahăr, kg</i>	<i>Ulei vegetal, l</i>	<i>Legume și bostănoase, kg</i>	<i>Cartofi, kg</i>	<i>Fruite și pomușoare (fără prelucrare în vin), kg</i>	<i>Produse de panificație (pâine făinoase în echivalent făină, făină, crupe și leguminoase), kg</i>
Europa de Vest	88,67	334	17,97	208,7	33,6	12,08	67,8	108,5	113	81,67
Europa de Est	51,78	228	5,9	217,75	32,89	16,06	102,6	103,33	48,78	121,12
Asia apropiată	25	184	1,9	91,4	15,5	4,4	66	111,2	43	131,8
Japonia	44	93	57,6	320	18	15	-	-	-	110
S.U.A.	120	269	10,5	255	31	24,6	59	121	106	113
R. Moldova*	27	167	5,5	158	-	-	68	99	38	141

Complexitatea situației se confirmă și prin bugetul familiar al unor segmente de populație ce nu-și pot permite achiziționarea unor alimente, care ar asigura un anumit raport între proteinele de origine animală și vegetală, dar mai ales în realizarea unui aport mineral și vitaminic cât mai apropiat de necesarul zilnic. Alimentele de origine animală au, de regulă, costul maxim pe piață dintre totalitatea produselor.

Posibilitatea achiziționării produselor alimentare este în funcție de veniturile populației, care nu poate asigura o alimentație rațională, ci doar procurarea alimentelor la un preț rezonabil. Acestea sunt reprezentate de produsele agricole de origine locală, pâinea și produsele de panificație.

Alimentația neadecvată este una dintre cauzele principale ale deficiențelor alimentare. Multiplele cercetări efectuate în Republica Moldova [58, 83] atestă creșterea numărului de afecțiuni apărute ca urmare a alimentației neechilibrate, mai cu seamă pentru următorii micronutrienți: calciu, fier, iod.

Strategiile specifice eliminării deficiențelor nutriționale, aplicate în țările dezvoltate, pot fi clasificate în trei grupe principale:

- ameliorarea practicilor alimentare;
- suplimentarea grupurilor de risc ale populației cu pastile ce conțin micronutrienți necesari;
- îmbogățirea (fortificarea) alimentelor de larg consum cu micronutrienți.

Tabelul 3.3. Evoluția puterii de cumpărare a produselor alimentare în R. Moldova*, kg/an

<i>Perioada</i>	<i>Pâine și produse de panificație, kg</i>	<i>Cartofi, kg</i>	<i>Legume și bostănoase, kg</i>	<i>Carne, kg</i>	<i>Lapte și produse din lapte, l</i>	<i>Ouă, bucăți</i>
1997	64,8	104,4	185,1	31,8	84,5	314
1998	60,1	79,8	199,2	30,8	71,6	301
1999	48,1	59,2	130,4	30,7	58,9	250
2000	43,5	70,0	149,8	27,6	59,1	261
2001	54,1	127,5	285,2	29,5	58,8	312
2002	90,6	119,2	261,3	39,4	72,1	501
2003	89,3	107,1	172,4	50,8	75,1	572
2004	146	63	88	32	166	162
2005	142	75	101	40	174	177
2006	136	88	132	38	177	168
2007	119	59	76	36	175	177
2008	123	88	99	32	155	141
2009	119	59	106	30	169	162
2010	101	54	92	43	159	160
2011	116	60	115	38	170	190
2012	109	52	78	40	171	156
2013	106	53	86	46	176	165
2014	107,9	45,0	99,0	42,2	204,9	172,8
2015	110,4	45,5	107,0	45,1	207,1	173,4
2016	114,5	46,6	109,7	46,2	211,3	181,5
2017	118,8	45,1	112,9	49,6	218,5	191,9
2018	119,9	43,4	113,1	54,1	233,3	199,6
2019	120,3	43,5	118,9	52,8	242,0	218,8

*Banca de date statistice a Moldovei

În baza indicilor alimentației înregistrați în republică, care provoacă probleme de sănătate, Guvernul R. Moldova a adoptat un șir de decizii importante în acest scop:

- Strategiei în domeniul siguranței alimentelor pentru anii 2011-2015 și 2018-2022;
- Programul Național în domeniul Alimentației și Nutriției pentru anii 2014-2020;
- Planul Național de Acțiuni pentru anii 2016–2020 privind implementarea Strategiei Naționale de Prevenire și Control al Bolilor Netransmisibile.

3.1.2. Cauzele apariției deficiențelor nutriționale de calciu

Obiectivul de bază al alimentației constă în asigurarea unui aport optimal de diferiți nutrienți și corecțiile de rigoare. La începutul mileniului III, neluând în considerație progresele înregistrate în diverse domenii ale activității umane, este atestată o situație îngrijorătoare de dezvoltare a maladiilor nutriționale la nivel mondial [73]. Cauza acestui fenomen rezidă în dereglarea aporturilor nutriționale survenite în rezultatul unei alimentații iraționale.

Estimarea statutului nutrițional al populației din diferite țări industrializate denotă un supraconsum de produse rafinate, cu o valoare energetică sporită și o rată de extracție înaltă. În consecință, produsele finite nu asigură necesitățile organismului uman în micronutrienți (tabelul 3.4).

Tabelul 3.4. Influența ratei de extragere asupra valorii nutritive a grâului [15]

Nutrienți, %	Rata de extragere, %				Nutrienți, %	Rata de extragere, %			
	100 (grâu integral)	80	75	66		100 (grâu integral)	80	75	66
Proteine (N·6.25)	14.2	13.4	13.3	12.7	Aminoacizi: (g/16 g N)				
Amidon, zaharuri	2.7	1.6	1.4	1.1	cisteina	2.1	2.1	2.1	2.2
Grăsimi	2.4	0.2	0.3	0.2	lizina	2.6	2.3	2.2	2.2
Fibre alimentare	1.8	0.7	0.6	0.5	metionina	1.5	1.5	1.5	1.5
Minerale (total)					triptofan	1.1	1.1	1.1	1.1
					treonină	2.6	2.5	2.5	2.5
Minerale esențiale:					Vitamine μg/g:	5.8	3.4	2.2	1.4
calciu (mg/g)	0.4	0.3	0.3	0.2	tiamina	1.0	0.5	0.4	0.4
fosfor (mg/g)	3.8	1.5	1.3	1.2	riboflavina	25.2	5.9	5.2	3.4
zinc (ppm)	29.0	12.0	8.0	8.0	niacina	7.5	1.7	1.4	1.3
fier (ppm)	35.0	15.0	13.0	10.0	piridoxina (B ₆)	0.6	0.1	0.1	0.1
cupru (ppm)	4.0	2.4	1.6	1.3	foliați biotina(ηg / g)	116.0	76.0	46.0	25.0

Deși valoarea energetică a făinurilor de grâu, cu rate de extragere importante, este mai înaltă decât a produsului de origine (conținutul de amidon și zaharuri crește, iar rata fibrelor alimentare se diminuează), conținutul de minerale esențiale și vitamine descrește drastic. Evident, acest fapt are consecințe directe asupra valorii biologice a produselor ingerate [14, 15, 19].

Conform datelor FAO, circa 2 mlrd. de oameni de pe globul pământesc suferă de malnutriție. Aceasta se referă, în special, la țările în curs de dezvoltare și la cele în tranziție spre economia de piață. Dar și în țările cu venituri importante ale populației se atestă stări carentiale grave, în special la unele categorii ale populației.

Astfel, în Marea Britanie au fost semnalate la adolescenți deficiențe nutriționale importante în fier, calciu, vitaminele A, B₁, B₂, C [10, 37, 46]. Consiliul Superior de Igienă Publică din Franța constată, de asemenea, deficiențe moderate în mai multe vitamine (α/β -carotene, E, C, folați, B₁, B₆, B₂) și minerale (fier, zinc, seleniu, calciu, iod, magneziu) [91].

În cazul calciului, al cărui rol este primordial în menținerea sănătății publice, se constată că 44-45% dintre bărbați și 52-57% dintre femei se află în condițiile unor carențe moderate (aportul zilnic este inferior de 80% față de aportul nutrițional recomandat) [87]. În plus, este important de menționat că o alimentație săracă în calciu semnalează, în marea majoritate a cazurilor, carențe ale mai multor micronutrienți. Aceasta este una dintre cauzele pentru care nu se recomandă eradicarea carențelor de calciu pe cale medicamentoasă. Astfel, calciul este un indice important al calității alimentației [18, 94].

Cauzele principale ale insuficienței calciului în organism sunt următoarele: insuficiența de produse alimentare (malnutriție), influența compoziției dietei (calciu, fosfor, proteine), dereglarea absorbției calciului în organism, intoleranța la produsele lactate, factori endocrini, sexuali, forțe mecanice (activitatea fizică, greutatea corporală), factorul genetic etc. [1, 52, 87, 89].

Un rol determinant în insuficiența calciului îi revine asimilării calciului de către organism. Dereglarea absorbției calciului în intestin poate fi provocată de o serie de factori: îmbolnăviri gastrointestinale; malabsorbție primară; malabsorbție secundară și insuficiență digestivă; insuficiență în vitamina D; insuficiență în dietă, dereglarea transformării în 2,5-oxicolo-calciferol; dezechilibrare medicamentoasă sub acțiunea corticoizilor și a neomicinei; legarea calciului (chelatarea) cu diferiți componenți ai alimentelor (oxalați, fitați); reducerea absorbției odată cu îmbătrânirea organismului [38, 42, 55, 64, 89].

Insuficiența de alimente bogate în calciu disponibil constituie, în majoritatea situațiilor, principala cauză a lipsei calciului din organism. Asupra biodisponibilității calciului influențează un număr impunător de substanțe [1]. În primul rând se remarcă influența fibrelor alimentare. Dar influența celulozei asupra biodisponibilității substanțelor minerale este relativ scăzută. Aceeași teză se referă la metilceluloză și gumele ce practic nu influențează asupra absorbției intestinale a Ca și Fe [1]. În mai multe lucrări a fost studiată influența fibrelor complexe, sărace în fitați, care provin din diverse legume (morcovi, varză, mazăre și fructe), în care n-a fost constatată influența acestora asupra bilanțurilor substanțelor minerale [46]. În unele lucrări, însă, se constată influența negativă a celulozei asupra bilanțului a Ca, Zn și Fe [34].

Alimentele bogate în calciu, dar care conțin o cantitate importantă de antinutrienți, asociați absorbției calciului (fitați, taninuri, oxalați ș.a) nu pot, de regulă, satisface necesitățile organismului, nefiind capabile a fi absorbite și valorificate.

Astfel, pe plan mondial se atestă un spectru larg de deficiențe nutriționale în micronutrienți. Cauzele acestor carențe sunt diverse. În linii generale, acestea ar putea fi generalizate prin următoarele:

- factorii socioeconomi, care determină nivelul de viață al populației și de care depinde puterea de cumpărare și varietatea alimentației populației;
- situația geopolitică a teritoriului, eroziunea solurilor, în general cea provocată de superexploatare și de ploile acide;
- condițiile tradiționale de alimentație, care determină consumul prioritar de alimente de proveniență vegetală, cu un conținut înalt de antinutrienți, capabili a exercita o competiție asupra site-urilor de absorbție a micronutrienților și a diminua considerabil acest aport;
- aplicarea tehnologiilor moderne de transformare a materiei prime și a alimentelor, care contribuie la diminuarea conținutului de micronutrienți;
- nivelul redus de cunoștințe al populației în privința alimentației raționale;
- subestimarea de către factorii de decizie a rolului sănătății ca factor prioritar în dezvoltarea economică a țării;
- absența unui cadru legislativ și a programelor strategice de prevenire și eradicare a maladiilor nutriționale.

3.1.3. Metabolismul calciului și factorii de risc ai carenței de calciu

Calciul reprezintă 1,6% din masa corporală și se divizează în trei compartimente: osos, extracelular și intracelular. Organismul conține aproximativ de la 1000 la 1200 g de calciu, din care 99% se găsește în schelet în formă de hidroxiapatite [1, 45]. Restul calciului (1%) se află în sânge.

Calciul este un element esențial în compoziția oaselor. El este recunoscut, în general, ca un aport alimentar adecvat, care permite a atinge o masă scheletică superioară în timpul pubertății și la începutul vârstei adulte [2, 30]. Multe studii [33, 79] referitoare la necesarul mediu evaluat de calciu consideră, totuși, că principalul criteriu utilizat este reținerea maximală a calciului apreciat prin studiul bilanțului. Fiind dată și complexitatea acestei noțiuni, s-a propus a utiliza noțiunile: aportul suficient (AS) și aportul maxim tolerabil (AMT). AMT de calciu este stabilit la 2500 mg/zi, începând de la 1 an. La persoanele cu o vârstă mai mare de 50 de ani, coeficientul AS este de 50% față de ANR (aportul nutrițional recomandat) (1200 mg/z în raport la 800 mg/z).

Un aport insuficient de calciu cauzează osteoporoza [41, 50, 63]. Osteoporoza se definește ca fiind o diminuare din masa osoasă, ce survine foarte lent la o combinație de factori legați cu vârsta, cu dieta, cu ereditatea și cu sistemul endocrin. După vârsta de 35 de ani, se produce în medie o scădere de 1% din masa osoasă mineralizată. Această pierdere este influențată și de factorii nenuționali: stilul de viață, greutatea corporală, tabagismul, alcoolul, maladiile hipertiroide, medicamentele. Osteoporoza este o problemă de sănătate majoră ce afectează între 25-30% femeii și 12-15% bărbați (fig.3.1).

Această boală este invalidantă, provocând fracturi și reducând considerabil costul îngrijirii de sănătate (în Statele Unite, de exemplu, costurile asociate la fracturile osteoporotice depășesc zece miliarde de dolari în fiecare an). Ca urmare, strategiile vizând prevenirea osteoporozei sunt foarte importante [50, 63].

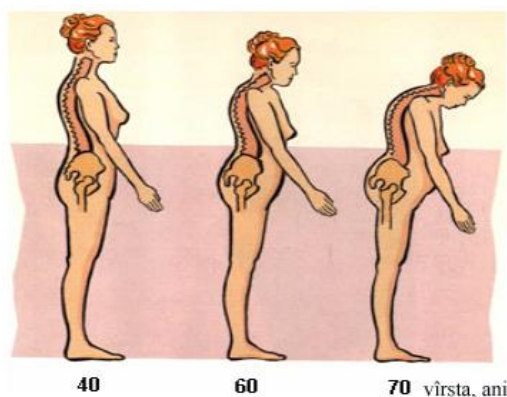


Figura 3.1. Modificarea scheletului ca urmare a diminuării masei osoase

Calciul prezent în țesutul muscular (1%) joacă un rol important în multe procese fiziologice și biochimice esențiale, precum activarea enzimatică, transmisiunile nervoase, transportul membranelor, coagularea, contracția musculară și funcția hormonală [79] (fig.3.2).

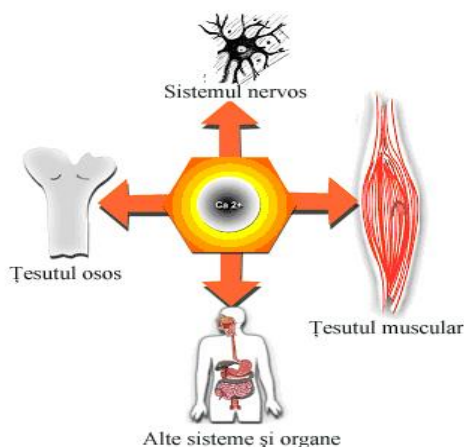


Figura 3.2. Calciul în organismul uman

Necesitatea zilnică de calciu se schimbă odată cu vârsta. Asociația Canadiană de osteoporoză recomandă următoarele cantități de calciu pentru copii și adolescenți (tabelul 3.5). Necesarul zilnic de calciu raportat la greutatea corporală este mult mai mare la copii și adolescenți decât la maturi. Necesarul de calciu recomandat pentru adulți și femei în perioada de graviditate și lactație este expus în tabelul 3.5.

Funcțiile calciului în organismul omului pot fi clasificate în felul următor [79]:

➤ *Plastică*, fiind material de construcție pentru toate țesuturile de legătură în organism, inclusiv mușchi, sânge, tendoane, piele și oase.

➤ *Biocatalitică*, fiind activator și făcând parte din componența multor fermenți:

- coagularea sângelui ca urmare a activării fermentului trombochinaza, care participă la formarea moleculelor ATP;

- *transferul energiei* chimice în mecanică datorită fermentului miozinadenozintrifosfataza;

- digestia alimentelor în baza *activării fermenților* lipaza, tripsina, holinesteraza.

➤ *Cofactor* al unor vitamine și substanțe minerale, la fel și component hormonal:

- absorbția vitaminei B₁₂;
- intră în componența parathormonului și calcitoninei.

➤ *Fiziologică*:

- menține *bilanțul acido-bazic*, deci, menține starea coloidală a organismului, mai cu seamă în sânge;
- intervine în *controlul permeabilității* membranelor celulare contrabalansând ionii de Na⁺ și K⁺;
- intervine în *excitabilitatea neuromusculară* împreună cu magneziul.

➤ *Fizico-chimică*:

- menține presiunea celulelor;
- menține bilanțul coloidal: la disocierea sărurilor de calciu în organism, ionii formați pot fi absorbiți de suprafața celulei care se află în stare coloidală.

Tabelul 3.5. Necesitatea zilnică de calciu a diferitelor categorii de vârstă ale populației

<i>Grupe</i>	<i>Aportul zilnic recomandat*, mg</i>	<i>Grupe</i>	<i>Aportul zilnic recomandat**,mg</i>
Copii până la 1 an	500-600	Bărbați	1000
1-3 ani	800	Femei	1000
4-10 ani	1100	Femei însărcinate și în perioada de alăptare	1200
11-17 ani (fete)	1100	Femei, bărbați (doza maxim admisibilă)	2500*
11-17 ani (băieți)	1200		

*Normele fiziologice aprobate de MS prin dispoziția nr. 5786-91 din 02.05.91.

**Necesitatea zilnică pentru bărbați și femei în perioada 25-51 ani. Normele sunt recomandate de Asociația Germană de Nutriție (Deutsche Gessellschaft fur Ernährung - DGE).

***Normele sunt indicate de Secția Alimentație și Produse Alimentare Food and Nutrition Board (FNB) a Institutului de Medicină din SUA și Comitetul Științific pentru produse alimentare al Uniunii Europene (Scientific Committee on Food - SCF).

Calciul extracelular există sub 3 forme: combinat cu proteine (45%), ionizat (45%) și complexat cu mici molecule, precum citratul și fosfatul (10%). Acesta este calciul responsabil de majoritatea efectelor fiziologice [80].

Prima condiție pentru asimilarea calciului din alimente constituie absorbabilitatea sa, adică disponibilitatea pentru absorbția intestinală. Calciul absorbit este utilizat în reacțiile metabolice și retenția osoasă: aceasta constituie biodisponibilitatea reală [33].

Absorbția calciului alimentar la un adult este de 25-35%. Ea este invers corelată cu aportul alimentar în calciu [60]. Pentru a fi absorbabilă, o sursă de calciu trebuie să fie solubilă în mediul acid (în sucul gastric). O bună solubilitate în apă este o condiție suficientă, dar nu absolut necesară.

Calciul poate fi absorbit de-a lungul tractului intestinal. El rămâne o perioadă lungă de timp în ileon, unde are loc absorbția la nivel de 63% din calciul absorbit (pentru adulți). Restul este absorbit în stomac – 2%, în duoden – 7%, în jejun – 17% și 8% în colon. Dar acest raport variază cu vârsta, cu sexul, cu rasa, cu statutul în estrogeni, cu cantitatea de calciu ingerată și cu activarea sau inhibarea absorbției de către factorii alimentari. Cantitatea de calciu absorbită crește foarte repede, în funcție de aportul calcic, până aceasta va atinge aproximativ 10 mg/kg din greutatea corporală. Superior acestei limite este observată o calciurie importantă, precum și o diminuare a procentului calciului absorbit din rația alimentară.

Calciul trece în sânge și limfă începând din intestin printr-un mecanism ce constă din două componente:

➤ transcelulară saturată activă, care se produce contra unui gradient electrochimic, cauză a reglării hormonale, și anume, cu vitamina D. Principala moleculă ce reglează această compoziție este Ca-Binding Protein (CaBP). Sinteza se produce sub controlul 1,25-dihidroxitamini D₃, care este metabolitul activ al vitaminei D. Acest transport activ are loc la nivelul duodenului și jejunului [95]. El intervine doar când aportul calciului este slab;

➤ para-celulară pasivă, care nu pare a fi un subiect al reglării fine. Mecanismele acestui transport pasiv nu sunt încă bine cunoscute. Are loc într-un mod majoritar la nivelul intestinului subțire [79] și este responsabil de transportul majorității calciului. Fluxul calciului pe această cale pare a fi legat de concentrația calciului în intestin, până la un anumit prag superior, la care absorbția devine limitată în comparație cu capacitatea de flux a lichidului.

Metabolismul calciului se datorează compoziției reglabile a absorbției intestinale. Componenta pasivă a absorbției este o funcție ce depinde de cantitatea calciului solubilizat și de durata tranziției intestinale [79]. Organismul trebuie să fie capabil a regla nivelul plasmatic al calciului într-o manieră fină, deoarece acesta intervine în numeroase procese metabolice. Concentrația reglată este de 2,5 mol/l la indivizii sănătoși pe tot parcursul vieții. Există patru sisteme endocrinene ce participă la reglarea calciului în organism: calcitonine, hormonul paratiroidian (PHT), 1,25-dihidroxicolecalciferolul și estrogenele. Trei organe constituie purtătorii majori de intrare și de ieșire a calciului din sânge: intestinul, rinichii și osul.

Vitamina D este principalul reglator al absorbției intestinale a calciului [27]. Prezența vitaminei D în organism depinde de razele ultraviolete care transformă 7-dehidrocolesterolul din piele în vitamina D₃ și surse alimentare de vitamina D₂.

Carența în vitamina D este o cauză a maladiei osoase la om (rahitism la copii, osteomalacia la adulți). Ea cauzează o masă minerală osoasă mică și fracturi, observate la pacienții care suferă de osteoporoză. Oricare ar fi aporturile în calciu, vitamina D ameliorează absorbția sa intestinală și aceasta are loc când aportul de calciu în alimentație este mai mic (fig.3.3). În absența vitaminei D absorbția calciului este insuficientă pentru a satisface necesitățile fiziologice ale organismului.

Rinichii joacă un rol dublu în homeostaza calciului: excretă calciul absorbit în intestin sau reabsorbit de oase și au funcția de organe endocrine, care controlează absorbția calciului la nivel intestinal (fig.3.3).

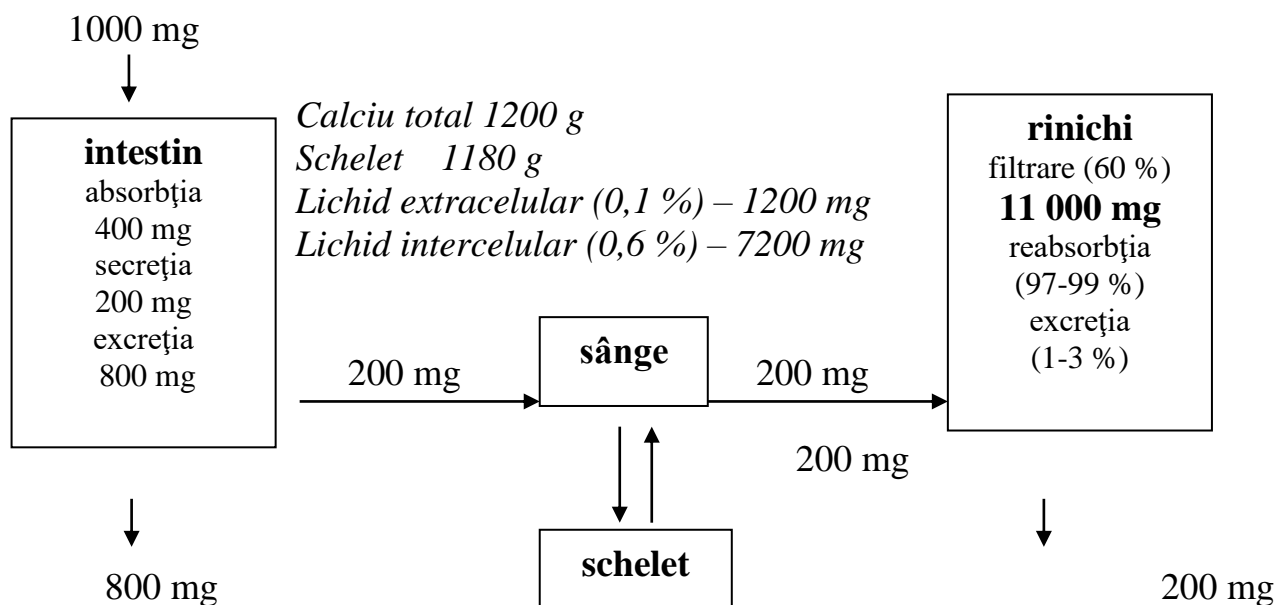


Figura 3.3. Absorbția calciului în organism

În schelet, traiectoria calciului se explică printr-un mecanism celular și unul necelular [1]. Evenimentele celulare se manifestă printr-o serie de etape care includ sinteza colagenului și a fibrelor în osteoblaste (celule responsabile pentru formarea oaselor). Fibrele se aliniază pentru a forma matrice extracelulară în care s-a depus fosfatul de octacalcium, care dă după maturare hidroxiapatită. Evenimentele celulare includ și reabsorbția osoasă. Osteoclastele eliberează protoni și enzime lisosomale, care hidrolizează matricea și solubilizează sărurile osoase.

Hormonii sexuali (estrogenii și testosteronul) intervin în procesele de osificare. S-a demonstrat că lipsa acestor hormoni favorizează reabsorbția osoasă [80]. Administrarea de testosteroni împiedică această scădere. Acțiunea antiosteolitică a estrogenelor poate fi explicată printr-o stimulare a absorbției intestinale a calciului și o inhibiție a pierderilor renale. Allen [4] explică acest efect prin două metode. Estrogenele pot reduce viteza de reproducție osoasă ce cauzează o cantitate de calcium seric mai slabă. PTH activează sinteza $1,25-(OH)_2-D_3$ și astfel provoacă o mai bună absorbție intestinală de calcium. A doua ipoteză: estrogenele stimulează direct dihidroxivitamina D_3 . S-a demonstrat că osteoblastele constituie receptori specifici ai estrogenelor [79]. Deci, hormonoterapia este intens recomandată femeilor în perioada peri- și postmenopauzală pentru a oferi o protecție contra pierderilor osoase.

O necesitate acută de calcium apare în condiții fiziologice speciale precum sunt sarcina, alăptarea, creșterea. La fel ca și în cazul carenței de calcium, organismul antrenează o mai bună absorbție intestinală a calciului [79]. Eficacitatea absorbției calciului diminuează odată cu vârsta, în jur de 0,21% anual după 40 ani.

3.1.4. Biodisponibilitatea calciului – promotor și inhibitor al valorificării calciului alimentar

Biodisponibilitatea poate fi definită ca proporția unui nutrient care este absorbită și utilizată în raport cu conținutul acestuia în dietă [90]. Termenul de

biodisponibilitate include într-un singur concept efectul unei secvențe de evenimente metabolice: digestibilitatea, solubilizarea, absorbția, captarea și eliberarea de către organe, transformarea metabolică, secreția și excreția. Majoritatea acestor evenimente constituie subiectul controlului nutrițional și hormonal. În cazul calciului, aportul este în general inferior aportului recomandat [4]. Astfel, este indispensabil a considera nu numai cantitatea totală de calciu conținută în regim, dar, de asemenea, biodisponibilitatea și dependența sa față de factorii nutritivi și nenuitritivi [4, 60].

Gueguen [57] a sugerat definirea *biodisponibilității calciului în funcție de capacitatea sa de a asigura mineralizarea osoasă*, deoarece anumite forme de calciu, în pofida unei bune absorbții, măresc calciuria și nu sunt eficace pentru mineralizare. Astfel, absorbția nu depinde numai de cantitatea de mineral conținut în aliment, biodisponibilitatea sa este de fapt influențată de sursa și forma chimică a calciului și de asociațiile sale cu alți nutrienți.

O bună parte a calciului alimentar formează complecși cu alți constituenți ai dietei. Acești complecși urmează a fi hidrolizați, pentru ca calciul să fie eliberat sub formă solubilă înainte de a fi absorbit [1]. Ei pot, de asemenea, să fie fixați cu substanțe, ele însăși fiind solubile și absorbabile. Solubilitatea mineralelor este de fapt o condiție dorită la o biodisponibilitate optimală. Pentru ca calciul să fie bine absorbit, el trebuie să fie sub formă liberă sau ionizată în tractul digestiv. Dar factorii care determină biodisponibilitatea calciului sunt extrem de complecși, iar solubilitatea este unul dintre factorii predictivi biodisponibilității sale potențiale.

În cazul sărurilor de calciu există 4 factori fizico-chimici care limitează absorbția calciului: solubilitatea sării în mediul acid al stomacului; reprecipitarea sa după neutralizarea influentului gastric în secțiunile pancreatice alcaline; formarea compușilor complecși dintre calciu și anionii din mediul neutru al intestinului și expunerea limitată la centrele de absorbție a calciului inclus în masele fecale ale intestinului distal.

Studiile vizând compararea biodisponibilității calciului din diferiți compuși arată că anume sărurile mai solubile prezintă cea mai bună biodisponibilitate [74, 90]. Totuși, Heaney și col. [44, 90] confirmă că solubilitatea unei surse de calciu are puțină influență asupra absorbibilității sale. Alți compuși ai alimentelor ar juca, de fapt, un rol mai important. S-a demonstrat *in vivo*, pe șobolani, că absorbția calciului din alimentele preparate pentru copii nu depinde de solubilitatea sursei de mineral.

Sunt puțin studiate proprietățile de chelatare ale reziduurilor metabolice ale medicamentelor de utilizare curentă cum sunt antibioticele, antiinflamatoarele, antisepticele, antihipertensivele.

Influența antinutrimenților de origine vegetală asupra biodisponibilității calciului. Cu toate că o varietate largă de alimente, provenind din diferite surse și din diferite regimuri alimentare, sunt bogate în calciu, biodisponibilitatea sa poate varia considerabil [91]. Mai mulți compuși vegetali printre care fibrele, fitații, oxalații și acizii uronici sunt responsabili de o biodisponibilitate redusă a calciului [38, 42, 55, 64, 89]. Astfel, ingestia unui produs pe bază de grâu integral poate rezulta la om într-un bilanț calcic negativ. Totuși, se menționează că reducerea absorbției minerale,

provocată de alimentele bogate în fibre, poate fi legată mai mult de fitați. Grâul conține fitați – săruri ale acidului fitic, stratul aleuronic fiind depozitarul principal (până la 87%), urmat de germene (până la 31%) și endosperm (până la 2%).

Fitații reduc absorbția calciului la om, formând săruri insolubile [42, 55, 64, 89]. S-a demonstrat că absorbția calciului conținut în boabele de soia bogate în fitați este de 33% mai joasă în timp ce în boabele sărace în fitați este comparabilă cu cea a laptelui. De asemenea, Weaver și col. au arătat că cerealele bogate în tărâță reduc cu o treime absorbția calciului din laptele cu care sunt consumate [90].

După mulți autori, stabilitatea fitaților și afinitatea lor pentru cationi variază astfel: $Fe < Ca < Mn < Co < Ni < Zn$ și depinde de raporturile Fe/Ca și Ca/Zn [53].

Fitazele (mioinozitol hexa *cis* fosfat fosfohidrolazele) catalizează hidroliza fitaților și acidului fitic (IP6) cu producerea mioinozitolului și a fosfaților, respectiv acidului fosforic. Hidroliza are loc în etape, ca produși intermediari formându-se mioinozitol fosfații penta-, tetra-, tri-, bi- și monosubstituiți (IP₅, IP₄, IP₃, IP₂, IP₁).

Sunt cunoscute două tipuri de fitaze: așa-numita *3 fitază* (mioinozitol hexa *cis* fosfat 3 fosfohidrolază) care hidrolizează mai întâi legătura esterică din poziția 3 și *6 fitaza* (mioinozitol hexa *cis* fosfat 6 fosfohidrolază, EC 3.1.3.26) care hidrolizează inițial legătura esterică din poziția 6 (fig.3.4).

Legăturile esterice de la IP₅ sunt hidrolizate în continuare cu viteze diferite ca și în cazul hidrolizei legăturilor esterice de la IP₄, IP₃, IP₂. Se menționează că ultimii trei sunt capabili a penetra bariera gastrointestinală [53].

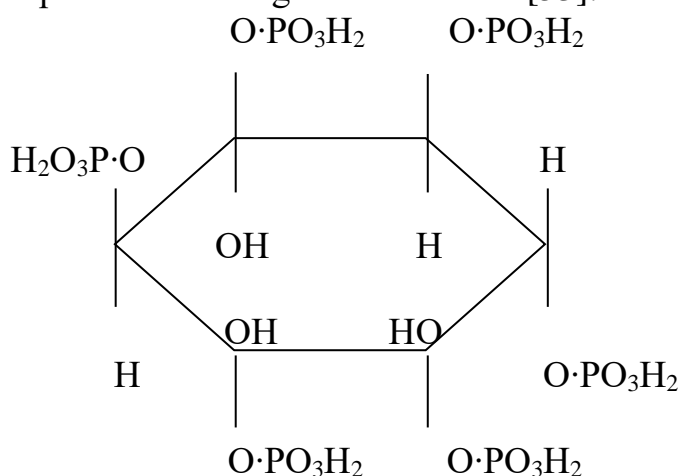


Figura 3.4. Structura acidului fitic

În cereale fitații există în forma de săruri solubile de potasiu și magneziu, raportul fitat : Mg : K fiind aproximativ 1 : 3 : 5 [53]. Conținutul de fitați din grâu și produsele de panificație este dat în tabelul 1.6.

Efectul antinutrițional al acidului fitic din cereale se manifestă prin capacitatea lui de chelatare a ionilor metalici (Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+}), la pH-ul gastrointestinal formându-se complecși insolubili metal-fitat care indisponibilizează metalul pentru absorbție la nivelul tractului gastrointestinal [53, 56, 45].

Acidul fitic interacționează și cu unele enzime (tripsina, pepsina, α -amilaza, β -galactozidaza), proteine și vitamine, reducând activitatea acestora. S-a constatat că

fitatul suprimă activitatea α -amilazei prin chelatarea calciului necesar pentru activitatea enzimei. Cu proteinele, acidul fitic formează complexul proteină-fitat sau proteină-mineral-fitat care duce la scăderea solubilității, a digestibilității și funcționalității proteinelor [78].

Tabelul 3.6. Conținutul de fitați în grâu și produsele de panificație*

<i>Produsul</i>	<i>Cantitatea de fitați, %</i>	<i>Produsul</i>	<i>Cantitatea de fitați, %</i>
Grâu	0,39-1,35	Concentrat proteic de grâu	1,88-2,70
Făină de grâu	0,25-1,37	Pâine integrală	0,43-0,82
Tărâțe de grâu	2,85-5,11	Pâine albă	0,03-0,13
Gluten de grâu	2,13	Franzeluțe din tărâțe de grâu	0,77-1,27

*Vashishth A., Ram S., Beniwal V. (2017). Cereal phytases and their importance in improvement of micronutrients bioavailability.

Produsele de origine vegetală care conțin fitați, conțin și enzima de hidroliză - *fitaza*, cantitatea de enzimă fiind dependentă de natura produsului vegetal, și nu de conținutul de fitat. Activitatea fitazică este mai mare la secară și grâu, medie la orz și mică la ovăz și porumb, deși conținutul lor de fitat este cam același (tabelul 3.7).

Tabelul 3.7. Activitatea fitazică medie a unor cereale*

<i>Produsul</i>	<i>Activitatea fitazică</i>	<i>Produsul</i>	<i>Activitatea fitazică</i>
Grâu	600±60	Orz	400±200
Tărâțe de grâu	1100±140	Porumb	30±15
Secară	4900±120	Ovăz	30±15
Tărâțe de secară	6300±1100	Orez	125±60

*Stoica A., Banu C. Aditivi chimici și biochimici utilizați în panificație. Editura Biblioteca, Târgoviște, 2002, p. 211.

Odată cu germinarea grâului, activitatea fitazei crește de 6,5 ori. Fitaza din grâu poate fi activată de Mg^{2+} , Ca^{2+} și Co^{2+} și puternic inhibată de Zn^{2+} și Mn^{2+} . Boabele măcinate au activitate fitazică mai mare decât boabele întregi datorită contactului enzimei cu substratul ei.

Activitatea fitazică este optimală la un pH = 5-5,5 și la o temperatură de 55°C, enzima menținându-și activitatea până la 70°C. Enzima este stabilă în special în făină, menținându-și activitatea timp de 10 minute la 80°C. Termostabilitatea sa este dependentă de pH. La pH scăzut enzima este puțin stabilă. Fitazele sunt inhibate de concentrațiile înalte de substrat. În aluat, alături de fitaza endogenă a grâului acționează și fitaza din drojdia de panificație, când afânarea aluatului se realizează biochimic [42].

Hidroliza acidului fitic și a fitaților are loc în toate etapele procesului de panificare, fiind influențată de următorii factori: gradul de extracție al făinii; cantitatea de drojdie folosită; timpul și temperatura de dospire; pH-ul aluatului;

cantitatea de apă din aluat; solubilitatea fitatului, în special a sărurilor sale de magneziu; prezența unor aditivi precum acidul ascorbic și bicarbonatul de sodiu (tabelul 3.8).

Procentul de fitat hidrolizat (85%) în pâinea preparată din făină albă cu gradul de extracție 70%, este mult mai mare decât în pâinea preparată din făină cu gradul de extracție 92%. Adiția de drojdii la prepararea pâinii intensifică semnificativ hidroliza fitatului.

După două ore de fermentare a aluatului, conținutul de fitat scade cu 58-70%, în funcție de gradul de extracție al făinii, cu o viteză mai mare în primele 30 de minute [85].

Datorită termostabilității înalte a fitazei, hidroliza fitaților are loc și în timpul stadiilor inițiale de coacere. Cu cât se prelungește timpul alocat fermentării aluatului, cu atât mai mult diminuează conținutul de fitat, la aceasta contribuind și coacerea, până în momentul în care miezul atinge temperatura de 70°C.

Tabelul 3.8. Hidroliza fitaților în timpul procesului de fabricație a produselor de panificație*

<i>Făina folosită</i>	<i>Produsul</i>	<i>Fitații prezenți în făină (mg/100g)</i>	<i>Fosforul fitic hidrolizat</i>	
			<i>mg/100 g</i>	<i>%</i>
Făină albă (extracție 70%)	Pâine fermentată cu drojdii	51	43,4	85
Făină de grâu (extracție 85%)	Pâine fermentată cu drojdii	127	87,6	69
Făină de grâu (extracție 92%)	Pâine fermentată cu drojdii	214	66,3	31
Făină de grâu (extracție 92%)	Pâine dospită cu pudră de coacere	214	10,7	5
Făină cu adaos de fitat de sodiu	Pâine dospită cu pudră de coacere	214	32,1	15

*Stoica A., Banu C. Aditivi chimici și biochimici utilizați în panificație. Editura Biblioteca, Târgoviște, 2002, p. 211.

Fitazele sunt produse de un număr mare de microorganisme [85], incluzând bacterii precum *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas*, drojdii – *Saccharomyces cerevisiae* și mucegaiuri – *Aspergillus terreus*, *Aspergillus ficuum*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*.

Prin adăugarea enzimelor care degradează acidul fitic și fitații, aceștia din urmă ar putea fi complet eliminați în timpul fabricării pâinii [85] (tabelul 3.9).

Pentru a fi eficient în panificație, un preparat enzimatic de fitază trebuie să fie stabil, cu o activitate înaltă, cu un pH optim de acțiune 4,5-5,0 și o viteză de reacție considerabilă la temperaturi de 30°C.

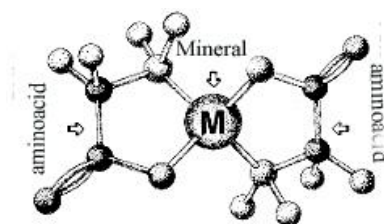
Tabelul 3.9. Proprietățile unor fitaze din diverse surse microbiologice [85]

<i>Sursă</i>	<i>pH optim</i>	<i>Temperatură optimă (°C)</i>
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	4,6	45
<i>Aspergillus ficuum</i>	5,5	55
<i>Aspergillus oryzae</i>	5,3	50
<i>Aspergillus niger</i>	5,5	53
<i>Aspergillus oligosporus</i>	4,5	55

Oxalatul conținut în alimentele de origine vegetală este un inhibitor mult mai puternic al absorbției calciului decât fitații [38]. El este prezent în mare cantitate în majoritatea legumelor cu frunze verzi și în ceai. Acidul oxalic reduce absorbția calciului în intestin, formând oxalatul de calciu insolubil. Cantități relativ mici de calciu pot totuși să fie absorbite în colon, unde bacteriile intestinale metabolizează oxalatul și eliberează calciul.

Calciul din legumele bogate în oxalați, precum spanacul, frunzele de sfeclă, cartofii dulci prezintă o biodisponibilitate considerabil de redusă în raport cu cea a laptelui. Heaney și col. [44, 89] au demonstrat că absorbabilitatea calciului din spanac este nulă și că acesta diminuează biodisponibilitatea calciului din lapte la consumul concomitent al alimentelor.

Influența proteinelor asupra biodisponibilității calciului. Procentul de calciu urinar crește odată cu conținutul de proteine în alimente și aceasta pentru toată gama de aporturi de proteine [54]. Acest efect asupra calciuriei este datorat unei creșteri a ratei de filtrare glomerulară și a unei scăderi simultane a reabsorbției tubulare renale. Calciul este eliminat în urină împreună cu sulfatați, care rezultă din metabolismul aminoacizilor sulfurați. Aceștia se găsesc în concentrații mari în proteinele din carne și modifică metabolismul calciului în rinichi. Acești sulfatați sunt responsabili de reducerea absorbției calciului cauzată de regimurile bogate în proteine. Dacă aporturile de calciu sunt mari, efectul proteinelor este contrabalansat de absorbția unei mari cantități de calciu. Dar dacă aporturile sunt mici, acest grad de ajustare este insuficient pentru a compensa pierderile de calciu cauzate de proteine. Unii autori [28] afirmă, totuși, că acest fenomen de hipercalcemie apare numai în cazul proteinelor purificate. În cazul unui regim normal proteinele complexe conțin fosfor și alți electroliți care favorizează biodisponibilitatea calciului datorită faptului că aminoacizii eliberați în cursul digestiei proteinelor formează săruri solubile de calciu, ușor absorbabile.



Fosfopeptidele cazeinei pot mări calcificarea oaselor la copiii rahitici [23], fapt demonstrat și pe puii de găină chiar în absența vitaminei D. Influența lor se realizează la nivelul transportului pasiv [81]. Lee și col. [43, 49] au demonstrat că un regim bogat în cazeină generează în partea inferioară a intestinului subțire o concentrație de

calciu solubil superioară celei din regimurile care conțin albumină din ou, aminoacizi sau proteine din soia. Solubilitatea mărită este legată de prezența fosfopeptidelor cazeinei care pot forma un complex între grupările lor fosforice și calciu. Aceste peptide provenite din digestia tripsică a cazeinei ar putea să mărească solubilitatea sa, împiedicând precipitarea fosfatului de calciu insolubil din intestinul subțire. Ele inhibă total formarea fosfatului de calciu la o concentrație de 100 mg/l. Eficacitatea acestui fenomen depinde de raportul calciu-fosfor, deoarece terminația fosfată a macropeptidelor de cazeină este indispensabilă fixării calciului. Lee și col. [43, 49] și Lasztity și col. [56] au arătat că fosfopeptidele cazeinei stimulează direct absorbția calciului în celulele mucoasei ileonului, dar creșterea indirectă a biodisponibilității acestui element este corelată concentrației calciului solubil în intestin. Însă rezultatele *in vitro* sunt incerte.

Lee și col. [43, 49] au demonstrat creșterea absorbției aparente și a reținerii calciului în organismul șobolanilor nou-născuți, care au la bază un regim bogat în fosfopeptidele cazeinei; acest efect poate fi semnificativ în condițiile unde aportul calciului este redus.

Fosforul alimentar poate afecta absorbția calciului în două moduri: printr-un efect direct asupra biodisponibilității datorită interacțiunii dintre calciu și fosfor, sau printr-un efect indirect al răspunsului hormonal legat de lipsa sau excesul continuu de fosfor [4]. La șobolanii cu un aport alimentar bogat în fosfor are loc diminuarea conținutului de calciu, asemănătoare celei produse de către un aport slab în calciu. Se înregistrează o creștere a concentrației PTH în sânge și o creștere a reabsorbției calciului urinar. Astfel, este recunoscut raportul P/Ca majorat drept factor inhibitor al absorbției calciului în organism.

Raportul concentrației intestinale a calciului și fosforului în lapte este 1, considerat optimal pentru absorbția calciului [28]. Totuși, unii autori [55] au arătat că proteinele alimentare bogate în fosfor nu provoacă pierderi calcice în organismul uman adult. Autorii pun în gardă riscul reprezentat de un regim sărac în proteine și în fosfor pentru echilibrul fosfo-calcic în cazul persoanelor în etate. Astfel, pentru prevenirea osteoporozei o importanță majoră trebuie acordată raportului P/Ca [28].

Influența lactozei asupra biodisponibilității calciului. Lactoza majorează absorbția calciului, acționând prin stimularea transportului intestinal [71]. Aceasta este componenta pasivă a transportului situată în regiunea intestinului subțire. Acțiunea lactozei este independentă de vitamina D. Astfel, Miller și col. [59] au analizat creșterea absorbției calciului la șobolanii adulți cu deficiență în vitamina D, ameliorând astfel mineralizarea și dezvoltarea osoasă. Această independență față de vitamina D poate fi importantă la mamiferele în etate la care capacitatea de sintetizare și răspundere a 1,25-dihidroxicolocalciferol este scăzută. La șobolanii alimentați cu lapte de 2-8 luni s-a demonstrat că absorbția calciului este redusă de 30-60% pentru laptele cu lactoza înlăturată în raport cu laptele normal. Această absorbție a crescut, din contra, până la 72%, când lactoza este adăugată în laptele normal. Efectul lactozei sau al produselor hidrolizei sale rezultă ca urmare a unui flux bogat de soluție la mucoasa ileonului, pe parcursul unui transport activ al glucozei și galactozei în intestin.

Stimularea absorbției calciului de lactoză depinde de concentrația sa în intestin și, posibil, de raportul optimal dintre lactoză și calciu în regiunea distală a intestinului. O mare parte a sucului metabolizat sporește absorbția calciului *in vitro* [71]. Acest efect este totuși rar întâlnit *in vivo*, probabil din cauza absorbției rapide a calciului în raport cu lactoza, care este absorbită lent de segmentul distal al intestinului.

Influența grăsimilor asupra biodisponibilității calciului. Efectul grăsimilor alimentare asupra biodisponibilității calciului este departe de fi clar stabilit. Pentru un adult sănătos, cantitatea de lipide ale regimului nu influențează absorbția [4]. Regimul alimentar bogat în grăsimi greu absorbabile reduc absorbția și reținerea calciului prin pierderi crescânde de calciu prin săruri [13]. În cazul malabsorbției lipidelor, absorbția calciului scade prin precipitarea calciului cu acizii grași care duc la formarea săpunului calcic pe parcursul digestiei. Disponibilitatea calciului din aceste săpunuri scade în funcție de lungimea catenei și a gradului de insaturare a acizilor grași [4]. Practic, formarea săpunurilor calcice în intestin este o parte integrantă a digestiei lipidelor și are loc la hidroliza picăturilor de lipide de către lipaza pancreatică, în prezența colipazei și a micelilor sării biliare [4]. Între timp, unii autori [43] au demonstrat că absorbția calciului și conținutul calciului în oasele șobolanilor hrăniți cu brânzeturi cu un conținut de grăsimi de 30% este mai înaltă decât în baza unei diete pe brânzeturi cu 7% grăsimi. Aceasta s-a datorat faptului că materia grasă a laptelui este esențială pentru transportul vitaminei D, indispensabilă la absorbția calciului. Un studiu *in vitro* al lui Clydesdale [29] a demonstrat că biodisponibilitatea potențială a calciului într-un amestec de lapte și cereale crește semnificativ odată cu cantitatea grăsimii din lapte.

Prezența mai multor molecule chimice străine, cu diverse funcții, precum coloranții, edulcoranții, reziduurile de insecticide, unele având proprietăți de chelatare față de metale, poate constitui un factor de risc mai puțin important pentru asimilabilitatea calciului. Un metal poate fi sechestrat într-un complex de tip chelat prin formarea legăturilor coordinative dintre acest metal și mai multe poziții reactive ale moleculelor sechestrante. În multe cazuri complexii de tip chelat nu sunt accesibili acțiunii enzimelor respective, astfel, metalul nu poate fi supus digestiei gastrointestinale.

3.1.5. Principalele realizări în fortificarea alimentelor cu calciu în practica alimentară

Fortificarea alimentelor cu calciu poate fi urmărită pe parcursul ultimelor decenii, începând cu mijlocul secolului trecut. Multe țări ale lumii (Marea Britanie, Norvegia, Finlanda, S.U.A., Peru ș.a.) au adoptat programe de fortificare a produselor de panificație prin care se realizează eradicarea carențelor specifice, și în special a calciului. În S.U.A., Canada și Marea Britanie din anii 1941 a fost implementat procesul de fortificare a făinii de grâu cu cretă (235-390 mg de CaCO_3), care apoi a fost preluat de majoritatea țărilor occidentale [102].

Alimente fortificate cu calciu în bază de produse cerealiere. Practica mondială identifică o gamă largă de produse alimentare fortificate cu calciu. Cel mai

frecvent sunt propuse spre fortificarea cu calciu alimentele-vectori recomandate de OMS precum sunt făina și produsele de panificație. În prezent, fortificarea produselor cerealiere cu calciu este admisă și studiată de majoritatea țărilor lumii. În unele țări cantitatea sării de calciu este reglementată de legislația țării (tabelul 3.10).

Tabelul 3.10. Reglementări privind fortificarea făinii în diferite țări*

<i>Țara</i>	<i>Sursa de calciu</i>	<i>Calciu, mg/453 g făină</i>
Brazilia	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	1110
Canada	CaCO_3	565
Chile	CaCO_3 sau făina de oase	5
Danemarca	CaCO_3	900
Marea Britanie	CaSO_4	550
Statele Unite	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaSO_4 sau CaCO_3	250-500

*Banu C., Jordan M., Nour V., Musteață G. Procesarea materiilor prime alimentare și pierderile de substanțe biologice active, 2003.

În multe țări, subiectul circumstanțelor suplimentării produselor alimentare cu calciu rămâne a fi discutabil, necâtând la lucrările ce se efectuează. Practica mondială demonstrează următoarele direcții de realizare a procedurii de fortificare a produselor de panificație cu calciu [9, 39, 61, 93]:

- prin obținerea unui premix din făină și săruri de calciu, care se ambalează și se comercializează ca făină fortificată;
- prin încorporarea în făină, pe parcursul procesului tehnologic de fabricare a produselor de panificație, a unei cantități determinate de sare sau amestec de săruri minerale, care se comercializează sub formă de pulberi sau pastile;
- prin folosirea drojdiei de panificație îmbogățită cu micronutrienți.

Cel mai frecvent studiu al fortificării, precum și aplicarea procedurii de fortificare cu săruri de calciu a produselor în bază de făină, se întâlnește în S.U.A., Canada, țările Europei și Japonia, ceea ce este cauzat de rata înaltă a osteoporozei pentru aceste regiuni.

În S.U.A. [72, 78], administrarea sărurilor de calciu în pâine se efectuează în cantitățile de 660-1766 mg/kg prin încorporarea acestora în făina de grâu în procesul măcinării. Aceste cantități sunt excesive și o mare parte din sărurile încorporate rămân nedisponibile pentru organism, factor cauzat de prezența fitaților. În același timp, indicii tehnologici și organoleptici diferă de cei ai făinurilor nefortificate.

În S.U.A. se propune utilizarea hidraților și sărurilor de calciu și magneziu drept componente acide ale unui afănător chimic pentru aluatul destinat panificației. Componentele acide, în prezența legăturilor bazice adăugate intenționat, joacă rolul de afănători ai aluatului [85]. În cazul dat, sarea de calciu este introdusă în cantități infime, care în prezența mediului bazic impus de rețetă, se va insolubiliza total. Paralel cu produsele de patiserie se propune fortificarea pastelor făinoase cu săruri de calciu [36]. Suplimentul este reprezentat de o sare ce conține cationi și anioni inerti față de pastele făinoase. Suplimentar la sare se mai adaugă substanțe gelifiante,

vitamine, substanțe de aromă, emulgatori, componenți din legume, albuș, gălbenuș sau amestecul lor.

Problema fortificării produselor alimentare cu micronutrienți este foarte actuală pentru țările postsovietice. În Rusia a fost emisă „Concepția politică privind alimentația sănătoasă a populației Federației Ruse pentru perioada până în 2005”, din 15 iunie 1996. Astfel, începând cu 1998 și până în prezent, volumul produselor cu proprietăți funcționale a crescut considerabil, practic s-a dublat de la 230,31 mii bucăți în 1998 până la 400,90 mii bucăți în 2002 [101,102].

O pondere esențială în aceste produse constituie produsele cerealiere și pâinea fortificată cu micronutrienți, principalii fiind calciul, fierul și iodul.

Este cunoscut procedeul de fabricare a pâinii din făină de grâu, suspensie de drojdii de panificație, soluție de sare și zer de soia, îmbogățit cu clorură de calciu. Zerul de soia constituie 5-15% din masa totală a făinii, iar clorura de calciu se introduce în limitele de 1,5-3,5% din cantitatea de zer de soia. Includerea în compoziția pâinii a zerului de soia are o acțiune pozitivă asupra procesului de fermentare a aluatului și asupra calității pâinii [106]. Dar se cunoaște faptul că zerul de soia, bogat în aminoacizi, deși stimulează activitatea microflorei, indisponibilizează considerabil calciul și alte minerale, care formează compuși greu asimilabili pentru organismul uman.

Sunt cunoscute o serie de propuneri, care vizează pregătirea aluatului cu drojdii. Procedeul constă în prepararea emulsiei apă-ulei, preparate de calciu, vitamina D și apă, adăugarea făinii, a suspensiei de drojdii de panificație, a soluției de sare de bucătărie, apă. Preparatele de calciu se iau în cantitate de 0,2-0,4% față de masa făinii, vitamina D – în cantitate de 0,002% în raport cu masa făinii. Procedeul în cauză permite majorarea conținutului de calciu în pâine și a capacității de reținere a apei de către produs [106].

Fortificarea cu micronutrienți poate fi realizată atât prin metoda monofazică, cât și prin metoda bifazică de panificație. Pentru metoda bifazică fortificarea poate fi efectuată în prima etapă a panificației sau în etapa a doua, de preparare a aluatului, când are loc introducerea suplimentelor minerale și restul ingredientelor conform rețetei [19]. Orlov și col. săi au propus o metodă de preparare a aluatului în bază de maia, cu adăugarea preparatului de calciu în maia, a soluției de sare, a apei cu frământarea ulterioară a aluatului. Conținutul sării de calciu destinată suplimentării reprezintă 0,3-0,5% din masa făinii. Autorii susțin că metoda dată permite majorarea conținutului de calciu de 3,3-12,8 ori, creșterea posibilității de absorbție a apei de către făină, ceea ce conduce la creșterea masei pâinii [110].

Practica fortificării din Rusia include prepararea unor alimente funcționale prin fortificarea cu complexe de micronutrienți (premixuri), ce conțin elementele necesare pentru organism. Pascenco și col. [109] propun pâine în bază de maia, obținută din făină de calitate superioară, drojdii și apă. În etapa a doua se prepară aluat din maiaua obținută, făină de calitate superioară, L-lizină monohidroclorid în raport de 0,18-0,22% din cantitatea totală de făină, supliment mineral în bază de coajă de ou în raport de 0,28-0,30% față de făină, drojdii de bere 0,13-0,15% față de masa făinii, preparat fermentativ Fungamil Super AX în concentrație de 0,015-

0,019% față de masa făinii, sare, zahăr și apă până la umiditatea de 45%. În acest mod se obțin produse biologice, cu un conținut înalt de lizină – aminoacid deficitar caracteristic produselor de panificație, majorarea conținutului calcic, perfectarea indicilor de calitate și fizico-chimici și produsul dat, oferă posibilitatea de lărgire a produselor cu un nivel biologic perfecționat [109].

Institutul Alimentar al Academiei Științifice Medicale (PAMH) din Rusia propune un șir de procedee de preparare a unor alimente funcționale prin fortificarea în baza unor complexe de micronutrienți. Trubco și col. au elaborat suplimente nutritive pentru făina de grâu și produse de panificație „Valetec”, care conțin vitamine și săruri minerale în raport optimal și care se deosebesc prin stabilitate înaltă și tehnologie de utilizare bine stabilită [97]. Stabilitatea înaltă a microelementelor se datorează microîncapsulării suplimentelor.

Cijicova și col. [100] propun prepararea unei compoziții pentru ameliorarea calității nutritive a produsului finit cu reglarea cantității proteinelor, mineralelor și a acidului ascorbic. Drept adaos proteic servește făina de porumb, alte adaosuri – carbonatul de calciu, amoniu, tiosulfat de natriu ș.a. Acești componenți sunt luați în raport determinat. Invenția dată permite obținerea unei compoziții, care asigură ameliorarea calității pâinii obținute din făină cu gluten slab și cu o activitate fermentativă înaltă. Utilizarea compoziției date permite perfectarea gustului, aromei pentru pâine, crește volumul și porozitatea [100].

Pe lângă produsele de patiserie, în Rusia sunt propuse spre fortificare și pastele făinoase. Adaosul substanțelor pentru fortificare în paste făinoase se face în cantități mai mari decât în cazul făinii și al pâinii (în raport față de masa făinei): 8,5% pastă de morcov, 4,5% și 6% lactat, 1, 2 și 3% carbonat de calciu. În mare parte, în produsul finit se păstrează beta-carotenul, iodul. Pierderile de calciu constituie 19-25% în produsele uscate [107, 108].

Ucraina s-a alăturat destul de activ țărilor Europei și Rusiei în cadrul programelor de fortificare a alimentelor cu microelemente. Universitatea Națională a Tehnologiilor Alimentare din Ucraina propune diverse compoziții pentru îmbogățirea pâinii cu micronutrienți [98]. Drept supliment de calciu se utilizează carbonatul de calciu, iar pentru fier – citratul de fier-amoniu și suplimentar se mai introduce iodcazeină în următoarele proporții relative: carbonat de calciu - 95,87-97,35, citrat de fier-amoniu - 260-406, iodcazeină - 0,05-0,07. Compoziția se adaugă în cantitate de 0,3-0,36% din cantitatea totală a făinii. O altă compoziție pentru fortificare cu calciu, fier, iodcazeină, acid folic, malț de soia, hidroselenat de sodiu, este expusă în următoarea lucrare [99].

În România sunt propuse compoziții în care sunt incluse săruri de calciu drept amelioratori pentru panificație. Astfel, Răducanu și col. [31] propun compoziții tip *zimofort* pentru pâine și produsele de panificație constituită din acid ascorbic 1-10%, gluten de grâu 10-60% și/sau gumă-guar 5-60% și/sau carboximetilceluloză 5-60%, dextroză 5-30% și/sau amidon 2-20% și/sau extract de malț 2-20%, la care eventual se pot adăuga făină de malț cu aport de α -amilază până la 10%, lecitină până la 40%, esteri ai mono- și digliceridelor cu acizi organici, cum ar fi acidul acetic, lactic citric, tartaric, monoacetiltartaric și diacetiltartaric până la 40%, stearyl 2-lactilat de sodiu sau

de potasiu până la 30%, făină de soia până la 10%, acetat de calciu până la 30%, propionat de calciu sau sodiu până la 20%, acid sorbic sau sorbat de calciu, sodiu sau potasiu până la 10%, mono- și digliceride până la 40% și făină albă de grâu până la 60%.

Aceeași autori propun o compoziție asemănătoare tip *complexofort*, pentru pâine și produsele de panificație, care este constituită din aceiași componenți, precum și în compoziția precedentă, adăugând: protează fungică sau bacteriană până la 10%, hemiceluloză până la 8%, L-cisteină sau clorhidrat de cisteină până la 10%, lipooxygenază până la 5%, lipază până la 9%, glucooxidază până la 10% și făină de grâu până la 60% [32]. Aceste compoziții au drept scop îmbunătățirea calității pâinii, dar nu și scop de fortificare cu micronutrienți.

În practica mondială fortificarea produselor de panificație cu săruri de calciu necesită utilizarea unor metode de panificație care ar avea scopul diminuării conținutului de fitați (principalul demineralizant în făină) și nu doar fortificarea mecanică a produselor cu săruri de calciu [14, 105]. În multe cazuri este întâlnită utilizarea unor premixuri. La alegerea compoziției acestora trebuie utilizați acei componenți, care s-ar combina corect atât din punct de vedere tehnologic, cât și din punct de vedere al biodisponibilității microelementelor. Atât premixurile, cât și sărurile propuse pentru fortificarea produselor de panificație cu calciu trebuie să aibă un preț rezonabil, astfel încât prețul produselor fortificate să nu difere esențial de prețul produselor tradiționale.

Lapte, produse lactate, brânzeturi fortificate cu calciu. Laptele și produsele lactate care ajung la consumator pot fi deficitare în vitaminele D, C, A și B₆, precum în fier și iod. Din punct de vedere al conținutului în calciu, produsele date sunt cele mai bogate în acest micronutrient, având și o biodisponibilizare înaltă, efectul fiind datorat raportului optimal de Ca/P. Cel mai des, laptele și produsele lactate se îmbogățesc cu vitamina D, dar poate fi obținut lapte și produse lactate multivitaminizate și mineralizate [16].

În Marea Britanie se fabrică produse lactate fortificate cu calciu (brânza și iaurtul) [24, 71]. Metoda propusă de Kraft Foods [24] asigură o suplimentare fină, organoleptic plăcut naturală a cașcavalului cu un conținut semnificativ de calciu. Drept fortifiant servește suplimentul mixt în bază de calciu sulfat și tricalciu fosfat.

Autorii americani propun compoziții cu compuși de calciu – Ca (OH)₂, CaCO₃, CaO, care se introduc în lapte, în unt [88], produse de soia și alte băuturi. Premixul are un pH 5,5-7,5, conține fosfați și citrați, care dau posibilitatea obținerii unor suspensii coloidale, cu o biodisponibilitate înaltă a calciului, după cum susțin autorii [21].

Dar administrarea calciului în produsele lactate conduce la modificarea echilibrului Ca/Mg/P, fapt nedorit din punct de vedere nutrițional. Administrarea calciului exogen conduce la diminuarea ratei de valorificare a calciului endogen, deoarece organismul valorifică doar cantitatea de calciu necesară.

Produse alimentare în bază de legume și fructe fortificate cu calciu. Sucurile de fructe și legume au o importanță deosebită în alimentație datorită conținutului lor de glucide, substanțe biominerale și vitamine. Pentru standardizarea nivelului de

vitamine în sucuri s-a pus problema îmbogățirii lor cu vitamina C, cu β -caroten și vitamine din grupul B.

Autorii americani [69] propun aceleași compoziții cu calciu și pentru fortifierea sucurilor din legume și fructe. Ca urmare sunt obținute sucuri cu o biodisponibilitate înaltă a calciului.

Fortificarea cu calciu a produselor în bază de legume și fructe este binevenită datorită nivelului redus al acestui microelement în produsele date. Dar sucurile din fructe și legume au un conținut bogat de substanțe tanante, oxalați și a urmelor de fitați, care leagă calciul introdus. Totodată, este cunoscut faptul că sărurile de calciu conferă turbiditate.

Fortificarea produselor în bază de legume și fructe cu săruri de calciu necesită analiza procedurii tehnologice și al compoziției chimice a produsului matrice. Adăosul unei cantități mari de calciu poate afecta calitatea produsului finit.

Băuturi și ape minerale fortificate cu calciu. Un loc aparte în alimentația umană îl ocupă apa, necesitatea zilnică fiind de 2,5-3 litri. Este binevenit faptul că odată cu utilizarea băuturilor, organismul să primească microelementele și vitaminele necesare organismului. Există ape minerale de masă cu un conținut de micronutrienți sporit, care se clasifică în alcaline, sulfuroase, feruginoase și radioactive.

Autorii francezi Jauf-Fret și Lascoste [68] propun un procedeu de obținere a apei mineralizate cu un conținut înalt de calciu. Băutura se obține prin următoarele etape: diluția gazului carbonic în apa potabilă slab mineralizată, trecerea apei carbonatate printr-un spațiu ce conține carbonat de calciu solid, adăugarea la apa obținută a unei soluții de sulfat sau clorură de calciu.

Autorii ruși propun un procedeu de îmbogățire a produselor dietetice cu săruri solubile de calciu și magneziu, prin utilizarea apei minerale naturale în produsele alimentare astfel, încât sărurile solubile de calciu și magneziu se introduc nemijlocit în apă, corectând astfel conținutul ei în calciu și magneziu, 20-120 mg Ca^{2+} și 10-70 mg Mg^{2+} pentru 1 l de apă [107, 108].

Institutul Național de Cercetări Agronomice, reprezentat de Remesy Christian [75], propune un supliment de calciu și magneziu pentru băuturi. Suplimentul de CaCO_3 și MgHCO_3 trebuie să reprezinte raportul 1/6 și, după părerea autorilor, microelementele vor fi în băutura dată în formă solubilă.

Fortificarea produselor alimentare cu calciu necesită perfecționarea tehnologiilor de obținere a produselor alimentare prin implementarea unor procedee de fortificare, care ar asigura optimizarea factorilor tehnologici și ai biodisponibilizării elementului propus spre fortificare [14]. Pentru aceasta, este necesar a efectua studiul compoziției chimice a alimentului-vector, al factorilor chimici de interferență cu microelementul dat, diminuarea activității acestora, cercetarea procesului tehnologic și analiza punctelor în lanțul tehnologic, în care s-ar putea influența asupra compușilor nefași, influența asupra acestora în scopul asigurării unui produs finit cu calități similare celui tradițional, sau un produs nou care ar corespunde cerințelor unui produs de acel tip.

3.1.6. Aspecte practice în realizarea tehnologiilor de fortificare a alimentelor

Fortificarea alimentelor cu micronutrienți are la bază realizarea următoarelor etape: alegerea produsului pentru fortificare; alegerea fortifiantului; nivelul de fortificare [97, 98, 102].

Fortificarea cu micronutrienți nu trebuie să modifice proprietățile și calitățile de consum ale produsului fortificat, fără a permite variația radicală a gustului, aromei, prospețimii produsului; micșorării termenelor de păstrare; înrăutățirii indicilor de salubritate a produsului etc.

Selectarea produselor pentru fortificare presupune următoarele criterii (fig.3.5) [65, 106].

Pentru fortificarea produselor alimentare cu calciu sunt utilizate mai frecvent, în practica mondială, următoarele săruri de calciu: carbonatul, sulfatul, clorura, gluconatul de calciu, făina de oase ș.a.

Pentru alegerea cantității aditivului trebuie luați în considerație următorii factori:

➤ necesitatea fiziologică a organismului în calciu. Conform recomandărilor OMS pentru asigurarea necesităților zilnice în calciu, o persoană are nevoie de 800-1200 mg calciu, în dependență de vârstă și starea fiziologică;

➤ necesitatea zilnică în produse. Produsele de panificație sunt utilizate în alimentație zilnic și la fiecare masă în cantitate de 200-250 g/zi;

➤ conținutul endogen al calciului în produs. Pentru produsele cerealiere destinate panificației conținutul calciului endogen este în limitele 18-53 mg%. Conform principiilor științifice moderne, utilizarea produselor fortificate trebuie să asigure 30-50% din necesitățile organismului în micronutrient;

➤ recomandarea aditivului de calciu pentru producători.

Fortificarea produselor de panificație cu săruri de calciu, în practica mondială, se efectuează în limitele 660-1600 mg Ca /kg produs [49, 86].

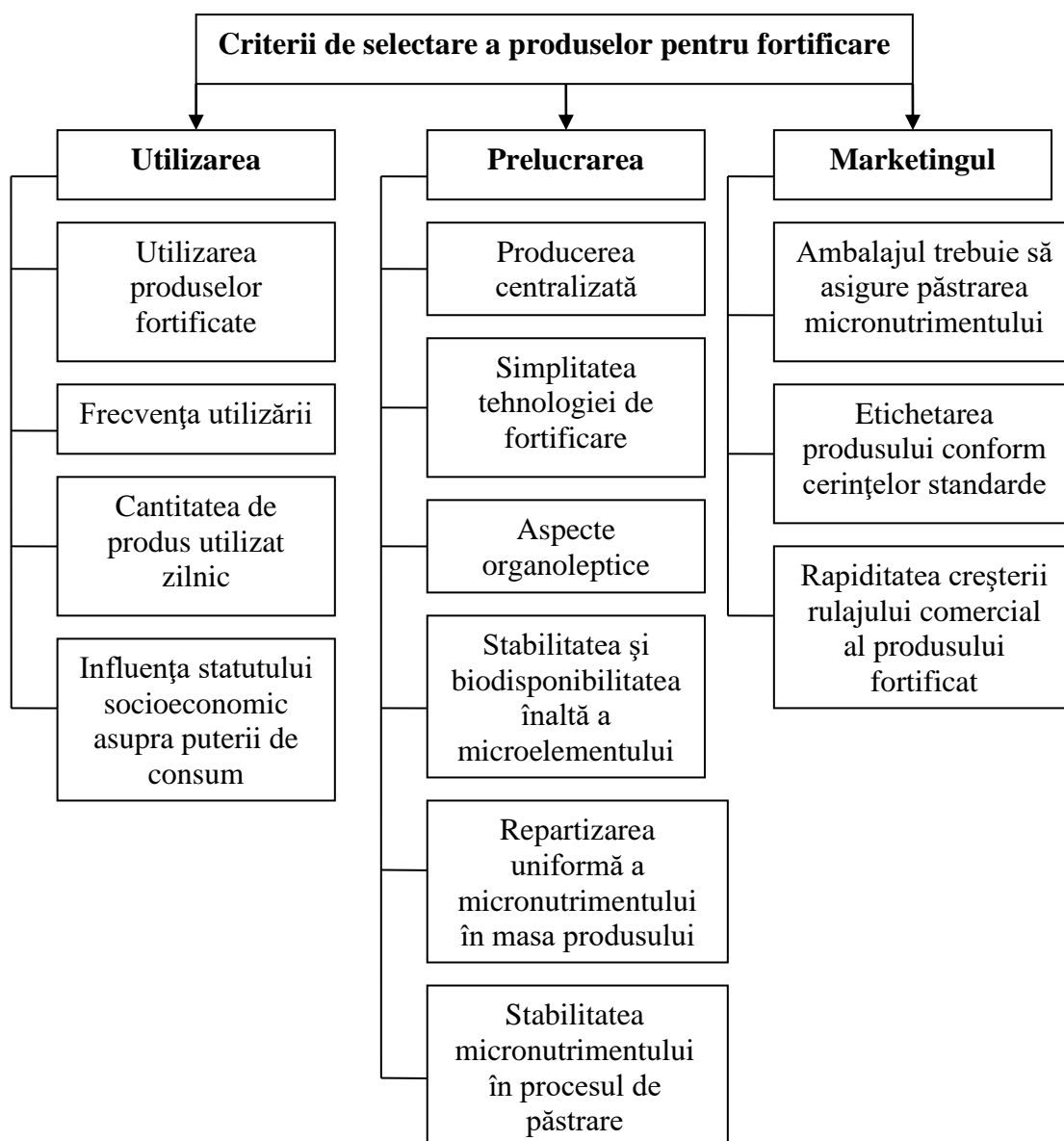


Figura 3.5. Criterii de selectare a produselor pentru fortificare [102]

Administrarea aditivului în produs se recomandă în etapele tehnologice care ar asigura:

- omogenizarea prin repartizarea uniformă în masa produsului;
- conținutul garantat al aditivului într-un anumit volum sau masă;
- metodă de administrare simplificată. La alegerea aditivilor este necesară analiza posibilității apariției unor noi etape sau a unui nou proces tehnologic de obținere a produsului fortificat.

Structura unui sistem de criterii privind fortificarea produselor de panificație cu cationi de calciu este reprezentată în figura 3.6.

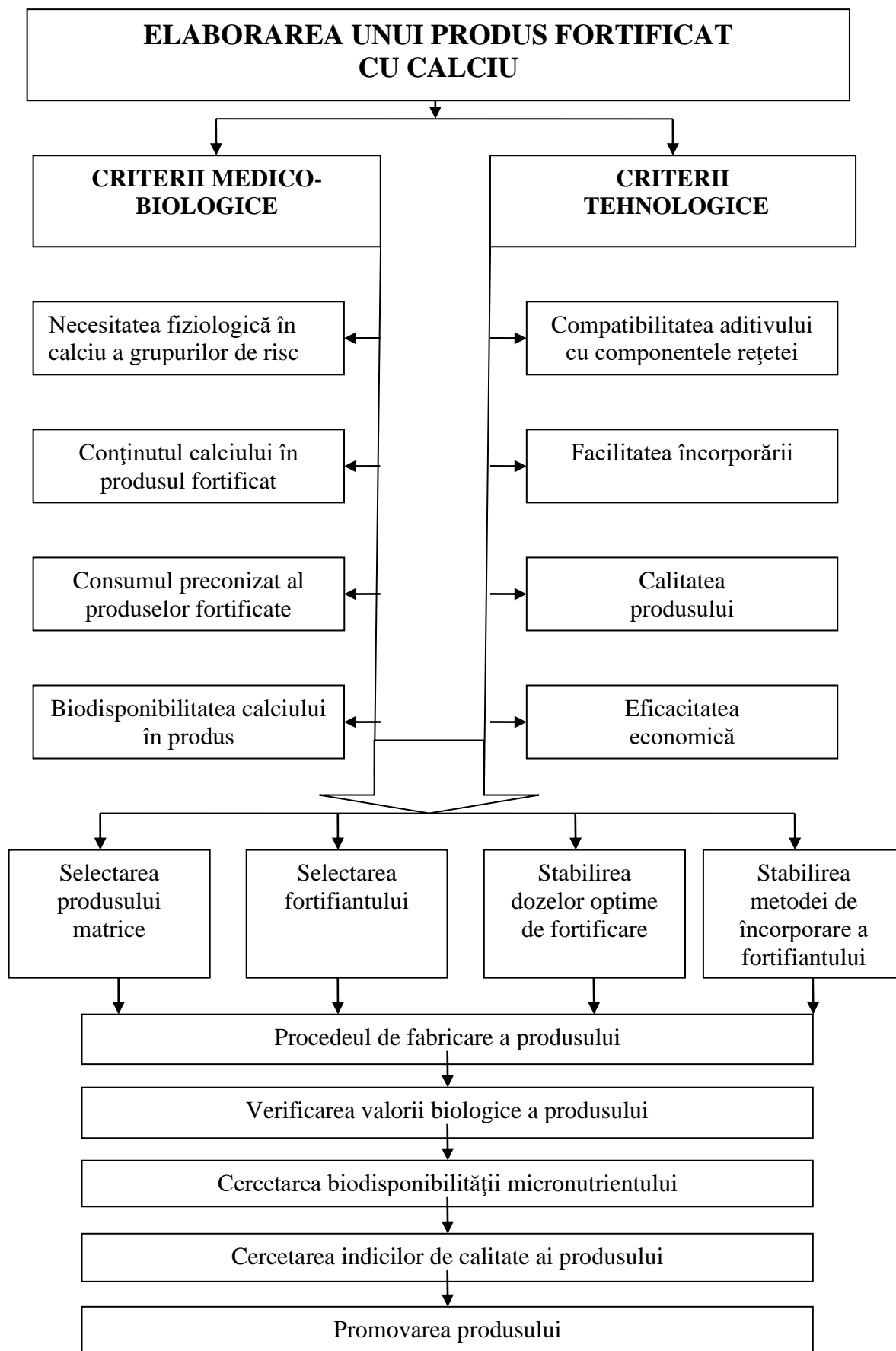


Figura 3.6. Sistem de criterii privind fortificarea produselor de panificație cu calciu

Tabelul 3.11. Metode de administrare a aditivului

Metode de administrare a aditivului	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Omogenizarea uscată a aditivului cu produsul ➤ Dizolvarea aditivului în apă sau mediul lichid ➤ Dizpolvarea aditivului în ulei sau grăsimi ➤ Stropirea suprafeței produsului cu soluție de aditiv ➤ Adeziunea aditivului pe suprafața produsului ➤ Aplicarea unui înveliș în bază de aditiv pe suprafața produsului
-------------------------------------	--

Astfel, obținerea industrială a produselor de panificație fortificate cu săruri de calciu este posibilă fără a modifica esențial procesul tehnologic. Administrarea aditivului poate fi realizată analogic sării de bucătărie, ceea ce nu necesită operații tehnologice suplimentare.

3.2. Strategii de optimizare a tehnologiei de panificație în scopul biodisponibilizării calciului

3.2.1. Încorporarea calciului în produsele de panificație prin aplicarea procedeeleor de reducere a inhibitorilor absorbției elementelor minerale

Fortificarea alimentelor nu poate fi privită ca o simplă administrare mecanică a fortifiantilor. Pe parcursul fortificării, a pregătirii și păstrării alimentelor au loc o serie de procese fizico-chimice și enzimatice, care pot influența considerabil valoarea biologică a acestor produse. Astfel, elaborarea unor procese tehnologice de fabricare a produselor alimentare fortificate trebuie să se bazeze pe un studiu profund al evoluției acestor micronutrienți pe parcursul traseului tehnologic, precum și în etapa de consum.

Un factor esențial îl constituie eliminarea sau diminuarea impactului interferențelor, ce pot surveni atât în etapa de fabricare a alimentului, cât și în etapa de consum. De asemenea, trebuie evaluat impactul adăugării suplimentului asupra biodisponibilității altor nutrienți prezenți în regimul alimentar.

Cantitatea de calciu absorbită de către organism în valoarea absolută depinde de mai mulți factori:

- de conținutul de calciu din alimente sau de regimul alimentar;
- de forma chimică în care se află calciul în alimente (ionică, solubilă sau insolubilă, legată în compuși, care nu sunt capabili a penetra bariera gastrointestinală);
- de factorii fiziologici care pot influența eficacitatea de absorbție a calciului;
- de interferențele alimentare: unii compuși pot să sporească absorbția Ca (proteinele, lactoza, vitamina D), alții pot s-o diminueze (oxalații, fosfații, fitații). Acidul fitic (esterul hexafosforic al *myo*-inozitolului), răspândit în toate organele vegetale, dar concentrat în semințe, are o mare capacitate de complexare a metalelor, formând cu cationii macro - și microelementelor compuși insolubili.

În scopul elucidării influenței alimentului-matrice asupra distribuției formelor chimice ale calciului din făina de grâu a fost efectuat un studiu ce viza stabilirea relației dintre conținutul de calciu total, calciul solubil și calciul insolubil.

Cercetarea raportului dintre formele chimice ale calciului în făina de grâu. În cazul produselor cerealiere, principalul responsabil al demineralizării îl constituie fitații. Compoziția minerală a făinurilor de grâu autohtone utilizate în lucrare sunt date în tabelul 3.12.

În lucrare a fost cercetată puterea demineralizantă a acidului fitic, prezent în mod natural în făina de grâu, precum și în sistemele model (făină și sare de calciu).

Tabelul 3.12. Conținutul de minerale și fitați (exprimat în acid fitic) în făina de grâu cu grad de extragere diferit

Calitatea făinii	Constituenți ai făinii, mg/100g făină			Acid fitic, mmol/100g făină	$\frac{v(Ca)}{v(fitat)}$
	Ca	Mg	P _{total}		
Superioară	25,6 ± 1,2	40,5 ± 2,7	138,9 ± 4,6	0,783 ± 0,012	0,82
I	31,6 ± 1,4	51,3 ± 2,5	161,5 ± 2,5	0,877 ± 0,015	0,90
II	43,6 ± 1,7	63,6 ± 3,3	172,7 ± 5,7	0,951 ± 0,023	1,14

Pentru aceasta probele de făină (10,0 g) au fost plasate în 100 ml apă distilată. Conținutul de calciu a fost reglat prin adăugarea aditivului în formă de gluconat de calciu. Probele au fost menținute la temperatura de 37 ± 2 °C și supuse agitării continue. Peste fiecare 15 min. erau preluate câte o parte alicotă pentru a efectua analiza conținutului de calciu solubil și a fitaților supuși hidrolizei. Rezultatele obținute la finele a două ore sunt incluse în tabelul 3.13.

Pe baza rezultatelor experimentale au fost calculate constantele de echilibru ale compușilor complecși de tip helat formați conform ecuației reacției (1). Constantele de echilibru prezintă constantele de stabilitate ale complecșilor fitat/Ca (2). De asemenea, a fost evaluată energia liberă a procesului de formare a complecșilor în baza relațiilor din termodinamica clasică (3).

S-a stabilit că partea majoră a calciului, prezent în mod natural în făină (32,03 mg/100 g făină), este insolubilizat pe parcursul a două ore de tratament (93,7%). Rata fitaților insolubili este, de asemenea, foarte înaltă.

Pe baza datelor obținute a fost calculat raportul molar Ca legat/Fit legat, care este apropiat de valoarea 2 (1,84). Ulterior a fost calculată constanta de echilibru a ecuației (1) conform relației (2), pentru numărul de coordonare $x = 2$. S-a stabilit că echilibrul reacției (1) este puternic deplasat spre formarea compușilor puțin solubili și, deci, puțin disponibili digestiei gastrointestinale

Pe baza modelului propus a fost calculat raportul Ca legat/Fit legat, pentru făina suplimentată cu gluconat de calciu (40-200 mg/100 g făină de calciu). S-a constatat că acest raport este apropiat de 4 (40-80 mg/100 g făină Ca) și de 6 (160-200 mg/100 g făină Ca). Concentrația de echilibru a calciului este depășită doar în cazul ratei calciului administrat în raport de 200 mg/100 g făină ($C_{Ca(legat)} = 0,174$ mmol/100 g făină), în timp ce conținutul total de calciu este de 1,2098 mmol/100 g făină.

Ulterior au fost calculate constantele termodinamice de echilibru ale reacțiilor de complexare a calciului administrat de către fitații din făină. Rezultatele obținute denotă, că pentru un conținut total de calciu de 1,8 ÷ 3,8 mmol/100 g făină, formarea

complecșilor Fitat-(Ca)₄ este cea mai probabilă (fig.3.7, b), în timp ce pentru concentrații mai înalte ale calciului administrat (4,8÷5,8 mmol/100 g făină) este maximă probabilitatea formării complecșilor Fitat-(Ca)₆ (fig.3.7, c).

Tabelul 3.13. Constantele termodinamice Fitat-xCa în sistemul model făină*-gluconat de calciu**

$C_{(Ca\ total)}$, mmol/100g făină	Rapor- tul Ca total/Fit. total	$C_{(Ca\ liber)}$, mmol/ 100 g făină	$C_{(fitat\ liber)}$, mmol/ 100 g făină	$C_{(Ca\ legat)}$, mmol/ 100 g făină	$C_{(Fit.legat)}$, mmol/ 100 g făină	Rapor- tul Ca legat/ fit. legat	$K_{ech.}(x)$	$K_{ech.}^-$	ΔG_{298}^0 kJ/mo l
0,800 ± 0,001**	1,02	0,0503	0,375	0,7497	0,408	1,84	x=2 4,38× 10 ²	4,3× 10 ²	- 14,987
1,800 ± 0,001	2,30	0,0813	0,353	1,7187	0,430	4,00	x=4 2,79× 10 ⁴	2,4× 10 ⁴	- 24,845
2,825 ± 0,002	3,61	0,1202	0,139	2,7048	0,644	4,20	x=4 2,23× 10 ⁴		
3,800 ± 0,002	4,85	0,1304	0,104	3,6037	0,679	5,13	x=4 2,26× 10 ⁴		
4,825 ± 0,004	6,16	0,1314	0,027	4,6936	0,756	6,24	x=6 5,5×10 ⁶	7,5× 10 ⁶	- 39,177
5,800 ± 0,005	7,41	1,209 ^a	0,029	4,5902	0,754	6,09	x=6 9,4×10 ⁶		

* $C_{fitat(tot)} = 0,783$ mmol/100 g făină; durata tratamentului – 2 ore.

** $C_{Ca\ tot}$ (făină) = 0,8 mmol/100 g făină.

^a C_{Ca} (echilibru) = 0,174 mmol/100 g făină.



$$K_{ech.} = K_{stab.} = \frac{[Fitat \cdot xCa]}{[Fitat] \cdot [Ca^{2+}]^x} = \frac{C_{fitat.legat}}{C_{fitat.liber} \cdot C_{Ca.liber}^x} \quad (2)$$

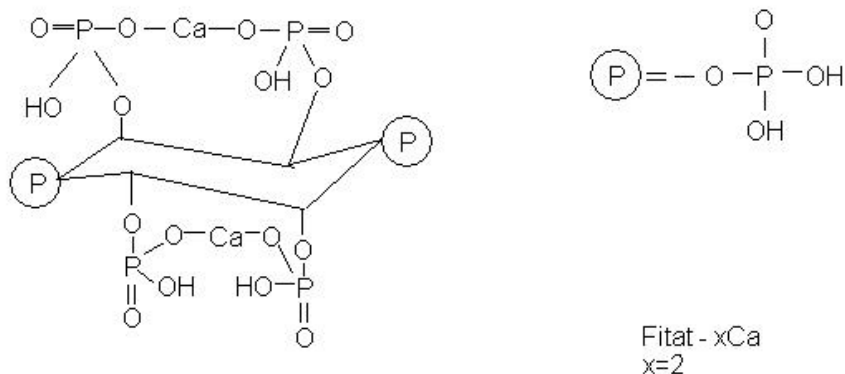
$$\Delta G_{298}^0 = -RT \ln K_{ech.} = -2,3 \cdot 8,314 \cdot 298 \cdot \lg K_{ech.} \quad (3)$$

Conform valorilor obținute ale constantelor de stabilitate, solubilitatea compușilor Fitat-xCa descrește considerabil odată cu creșterea gradului de coordonare x.

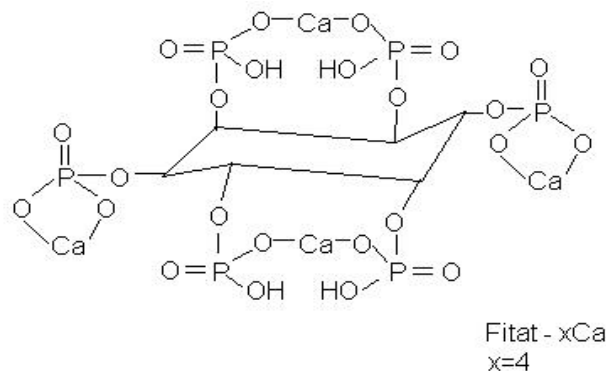
Valorile energiei Gibbs, calculate pentru reacțiile evaluate, permit a concluziona că afinitatea fitaților, prezenți în mod natural în făina de grâu, este atât de înaltă pentru calciu, încât fortificarea făinii (40-200 mg/100 g făină Ca) nu aduce decât o majorare neesențială a conținutului de calciu solubil. Partea cea mai importantă a calciului administrat este indisponibilizată pe parcursul tratamentelor tehnologice.

Pentru a spori eficiența fortificării alimentelor de larg consum cu calciu, aditivul trebuie administrat nu în făină, dar în timpul proceselor tehnologice, care conduc la diminuarea capacității de chelatare a fitaților datorită dezvoltării unei activități enzimatiche. Astfel, micșorând capacitatea de chelatare a fitaților din făină, se va reduce puterea demineralizantă a acestui antinutrient.

a)



b)



c)

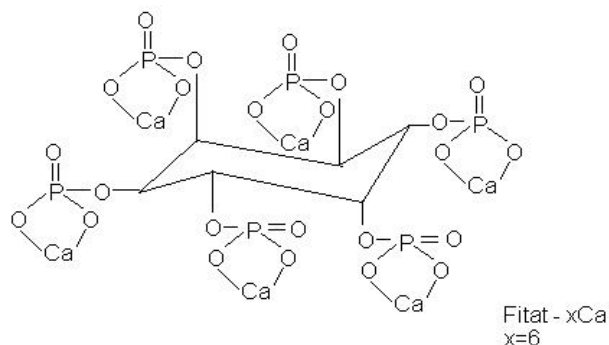


Figura 3.7. Structura acidului fitic și a complexelor Me^{2+} - myo-inositol ($Me - Ca^{2+}, Fe^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}$ ș.a.) [98]

Influența naturii, a concentrației aditivului și a gradului de extragere al făinii asupra solubilității calciului. Procesul de hidroliză a fitaților pe parcursul fermentării aluatului condiționează în mare măsură disponibilitatea cationilor de interes alimentar.

În lucrare a fost cercetat procesul de fortificare a produselor de panificație în baza compoziției model cu gluconat și clorură de calciu. Drept compoziții model ale produselor de panificație au servit rețetele de fabricare a pâinii după cum urmează în tabelul 3.14.

Tabelul 3.14. Rețetă model de fabricare a pâinii

<i>Materia primă</i>	<i>Nefortificată</i>		<i>Fortificată</i>					
	<i>maia</i>	<i>aluat</i>	<i>1</i>		<i>2</i>		<i>3</i>	
			<i>maia</i>	<i>aluat</i>	<i>maia</i>	<i>aluat</i>	<i>maia</i>	<i>aluat</i>
Făină, g	150	150	150	150	150	150	150	150
Drojdie, g	3	-	3	-	3	-	3	-
Apă, ml	158	-	128	30	128	30	128	30
Sare, g	-	3,5	-	3,5	-	3,5	-	3,5
Fortifiant*, mg Ca	-	-	-	200	-	300	-	400

*mg Ca/100 g făină

Drept criteriu al evoluției procesului de fermentare a aluatului a servit conținutul total de alcool etilic acumulat. Drept criteriu pentru eficacitatea procesului de fortificare a servit conținutul calciului solubil în produs. A fost cercetată corelația dintre conținutul de calciu solubil față de cel total și acumularea alcoolului etilic total pe parcursul fermentării aluatului timp de 2,5 ore. Pentru determinarea concentrației optime a conținutului de calciu solubil, s-a efectuat fortificarea în intervalul de concentrații ale calciului în aditiv: 200, 300 și 400 mg calciu față de 100 g făină (fig.3.8).

Analizând corelația dintre concentrațiile inițiale și cele finale ale calciului solubil, observăm următoarele:

- cu cât cantitatea aditivului adăugat este mai mare, cu atât este mai mare și cantitatea calciului solubil;
- cantități mai mari de calciu solubil s-au înregistrat pentru făina de calitate I în cazul concentrației 300 și 400 mg calciu din aditiv/100 g făină, și anume, pentru gluconat, reprezentând aproximativ 27 mg calciu liber/100 g produs și 46 mg calciu liber/100 g produs respectiv (tabelul 3.15).

Cercetările efectuate denotă că biodisponibilitatea calciului în cazul făinii de calitate superioară crește foarte lent și doar administrarea a 400 mg de calciu/100 g făină asigură un aport de calciu solubil de 32-39 mg/100 g produs. Acest fapt confirmă datele bibliografice, conform cărora doar 8-10% din calciul administrat rămâne disponibil [35].

Aceeași situație este atestată și în cazul făinii de calitate II, unde doar 6-8% din calciul total se află în formă solubilă. Doar în cazul făinii de calitate I se atestă o creștere a conținutului de calciu solubil în cazul administrării a 300 mg Ca /100 g făină (aditiv-gluconatul de calciu).

Acest fapt se explică printr-o activitate relativ mai înaltă a drojdiilor pe parcursul fermentării alcoolice a făinii de calitate I față de făina de calitate II.

Pentru a putea înțelege cum influențează concentrația sării asupra procesului de fermentare, trebuie studiați unii indici ce caracterizează intensitatea procesului de fermentare. Unul dintre parametrii cel mai frecvent utilizați în industria panificației în acest scop este determinarea conținutului de alcool acumulat în procesul fermentării.

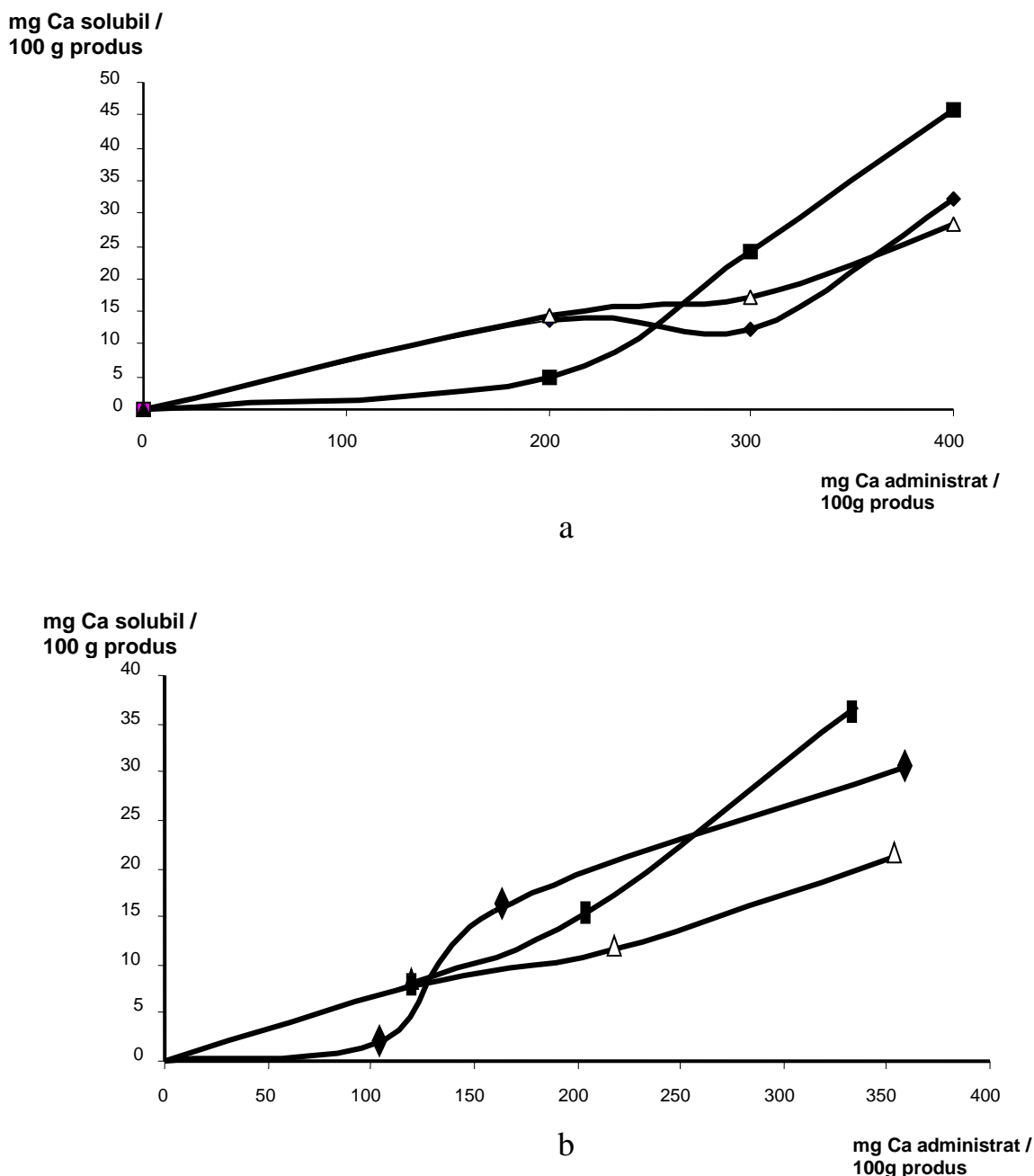


Figura 3.8. Rata calciului solubil în funcție de conținutul de calciu administrat în formă de gluconat (a) și clorură de calciu (b): calitatea făinii: ◆ - superioară; ■ - calitatea I; △ - calitatea II.

S-a constatat că în cazul făinii de calitate superioară conținutul de alcool variază neînsemnat față de proba nesuplimentată și doar la cantități esențiale de gluconat (400 mg/100 g produs) procesul de fermentare decurge mai lent. Este evident că pentru fortificarea făinii superioare ar putea servi gluconatul de calciu luat în intervalul 200-300 mg/100 g produs, deoarece o creștere a conținutului calciului liber după 300 mg/100 g produs va scădea considerabil și intensitatea de fermentare a aluatului.

Tabelul 3.15. Conținutul de calciu solubil în aluatul fortificat cu gluconat și clorură de calciu pe parcursul fermentării aluatului

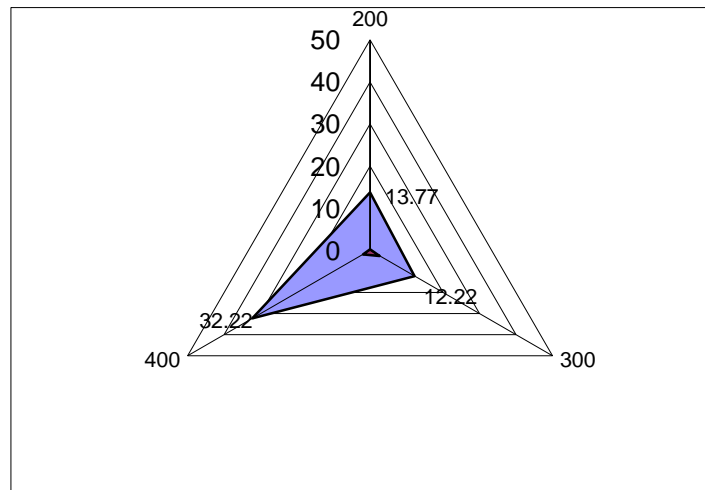
<i>Calitatea făinii</i>	<i>Gluconat</i>		<i>Clorură</i>	
	<i>Ca_{total}, mg Ca/100 g produs</i>	<i>Ca_{solubil}, mg Ca/100 g produs</i>	<i>Ca_{total}, mg Ca/100 g produs</i>	<i>Ca_{solubil}, mg Ca/100 g produs</i>
Super.	15,4±0,3	0,5±0,1	15,4±0,3	0,5±0,1
	55,4±0,3	5,4±0,3	31,9±0,3	4,5±0,4
	80,4±0,4	9,9±0,3	48,9±0,5	5,9±0,3
	105,4±0,4	12,1±0,6	98,9±0,8	11,7±0,5
I	16,9±0,5	0,6±0,1	16,9±0,5	0,6±0,1
	56,9±0,2	9,2±0,4	36,8±0,7	8,9±0,2
	81,9±0,3	14,6±0,5	57,8±0,7	11,8±0,4
	106,4±0,6	13,4±0,6	90,9±0,6	11,7±0,3
II	18,9±0,5	0,4±0,5	18,9±0,5	0,4±0,5
	58,9±0,7	3,6±0,2	38,8±0,6	3,9±0,3
	83,9±0,9	6,3±0,5	62,9±0,7	6,9±0,6
	108,9±0,9	8,9±0,6	92,4±0,6	8,3±0,5

*Durata fermentării - 2,5 ore.

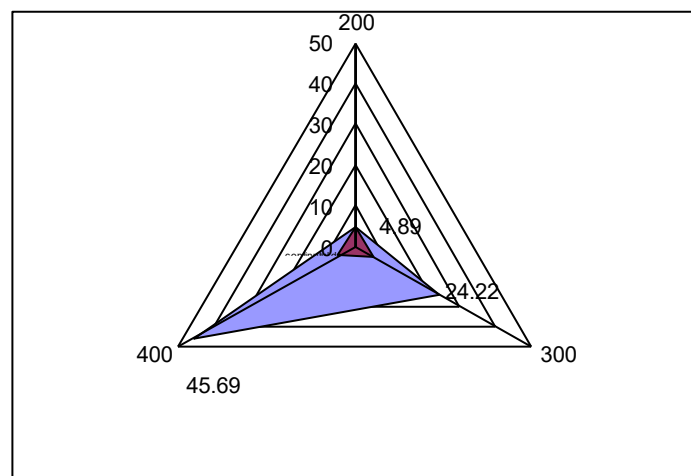
În cazul făinii de calitate I și II menționăm un maximum de acumulare a alcoolului între 200-300 mg calciu/100 g produs, ceea ce corespunde unui conținut de calciu liber mai important la 300 mg calciu/100 g produs (fig.3.9, 3.10).

Pentru clorura de calciu (fig.3.10) cantitatea de alcool acumulat în pâine la sfârșitul fermentării este mai mare în cazul suplimentării făinii de calitate superioară și II și atinge valoarea maximală de acumulare a alcoolului – 0,135 mg/100 g produs. Acest fenomen se explică prin mărirea activității fitazei, care intensifică procesul de fermentare. Cantități maxime de calciu liber s-au obținut în cazul suplimentării cu clorură a făinii de calitate superioară și de calitate I.

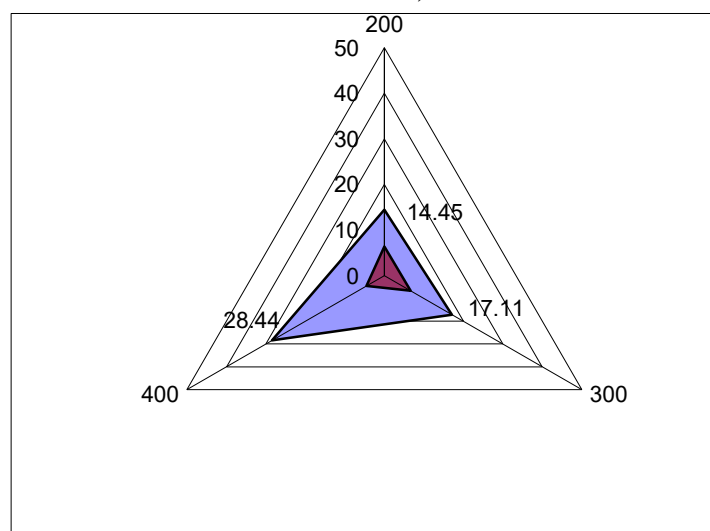
Astfel, s-a stabilit că natura aditivului influențează procesul de disponibilizare a calciului. În cazul gluconatului, care este mai puțin solubil, legarea calciului în fitați insolubili se produce mai lent față de calciul, provenit din clorură. Acest fapt se datorează solubilizării treptate a gluconatului, care se produce concomitent cu defosforilarea enzimatică a fitaților.



a)

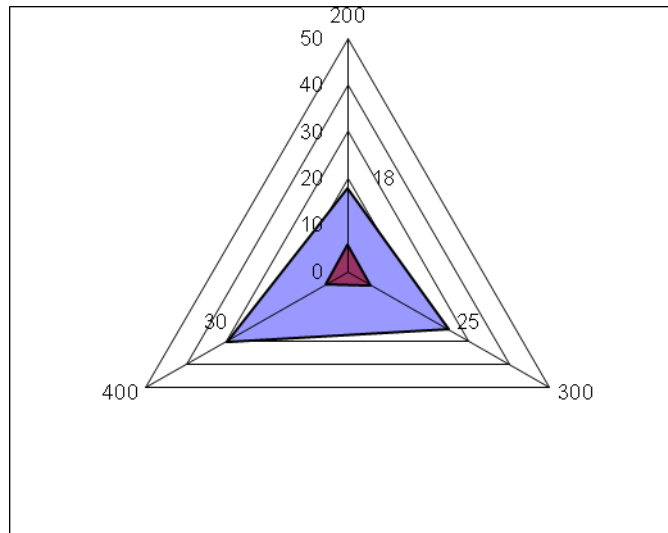


b)

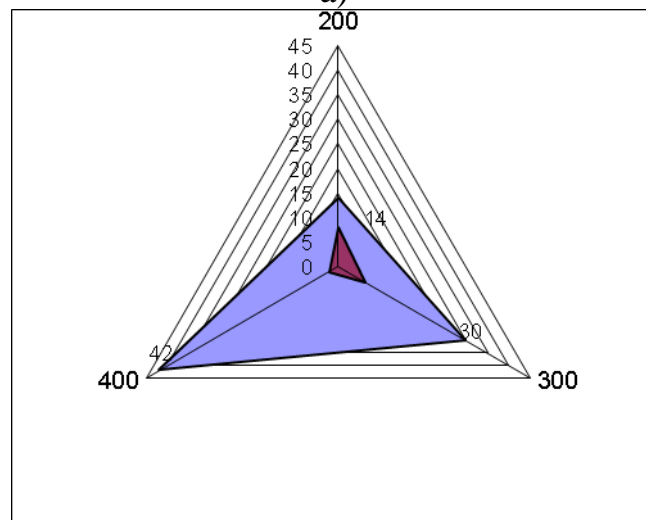


c)

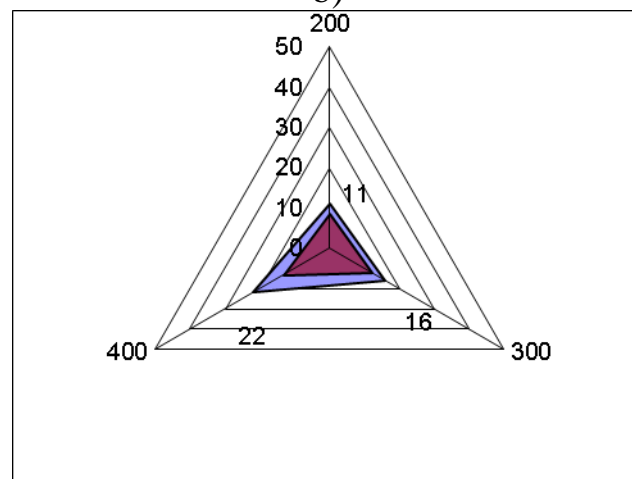
Figura 3.9. Conținutul de calciu solubil și alcool acumulat pe parcursul fermentării aluatului îmbogățit cu gluconat de calciu: a - făină calitate superioară; b - făină calitatea I; c - făină calitatea II; ■ - conținutul de calciu solubil, mg /100 g produs; ■ - conținutul de alcool acumulat pe parcursul fermentării aluatului, mg /100 g produs.



a)



b)



c)

Figura 3.10. Conținutul de calciu solubil și alcool acumulat pe parcursul fermentării aluatului îmbogățit cu clorură de calciu: a - făină calitate superioară; b - făină calitate I; c - făină calitate II; ■ - conținutul de calciu solubil, mg /100 g produs; ■ - conținutul de alcool acumulat pe parcursul fermentării aluatului, mg/100 g produs.

Influența fitaților asupra procesului de legare a calciului pe parcursul fermentării aluatului. Analiza comparativă a conținutului de fitați și de calciu în făina cu grad de extragere diferit denotă că concentrația molară Ca/acid fitic variază de la 0,82 (făină de calitate superioară) la 0,90 (făină de calitate I) și 1,14 pentru făina de calitate a doua (tabelul 3.16). Tot calciul prezent se leagă în formă de compuși insolubili. Acest fapt contestă părerea răspândită, precum că biodisponibilitatea mineralelor este mai înaltă în pâinea de calitate superioară: odată cu creșterea gradului de extragere a făinii raportul molar $\frac{v(Ca)}{v(fitat)}$ variază neesențial.

Aceasta se explică prin faptul că fibrele alimentare au un aport esențial nu numai de fitați și alți antinutrienți asociați (celuloza, metilceluloza, hemiceluloza), dar și de minerale.

Tabelul 3.16. Conținutul total de fosfor în făină și cantitatea de fitați defosforilați în urma activității fitazei

<i>Calitatea făinii</i>	<i>P_{total}, mg/100 g făină</i>	<i>Acid fitic total, mmoli /100 g făină</i>	<i>Fitați disponibil., mmoli /100 g făină</i>	<i>Acid fitic defosforilat, %</i>
Superioară	138,9 ± 4,6	0,783 ± 0,012	0.243 ± 0,015	30.99 ± 0,22
I	161,5 ± 2,5	0,877 ± 0,015	0.242 ± 0,014	27.59 ± 0,34
II	172,7 ± 5,7	0,951 ± 0,023	0,207 ± 0,012	21.75 ± 0,23

Biodisponibilitatea calciului în făină, indiferent de calitatea ei, este neglijabilă. Conform datelor bibliografice, un mmol acid fitic fixează în compuși insolubili până la 6 mmol de calciu. Astfel, fortificarea făinii cu 150 mg/100 g de calciu, practic nu va influența conținutul de calciu ionic, deoarece aportul molar Ca/acid fitic ≤ 6 .

Cercetările efectuate denotă că biodisponibilitatea calciului în cazul făinii de calitate superioară crește foarte lent și doar fortificarea cu 400 mg calciu /100 g făină asigură un aport ionic de 32-39 mg/100 g produs. Aceasta confirmă datele obținute anterior, conform cărora doar 8-10% din calciul administrat este solubil. Aceeași situație este atestată și în cazul făinii de calitate II, unde doar 6-8% din calciul introdus rămâne în formă ionică. Și doar în cazul făinii de calitate I se atestă o creștere a conținutului calciului ionic în cazul administrării a 300 mg calciu/100 g produs. Acest fapt, oarecum paradoxal, corelează cu conținutul de alcool acumulat pe parcursul fermentării, ceea ce denotă o activitate relativ mai înaltă a levurilor pe parcursul fermentării alcoolice.

Este evident că maximul de acumulare a conținutului de alcool, ce atestă o activitate fitazică importantă, este factorul determinant la disponibilizarea calciului. Efectele nefaste ale fitaților pot fi combătute de acțiunea fitazei (EC 3138), o enzimă, capabilă a defosforiza progresiv acidul fitic. Astfel, se obțin o serie de compuși ca inozitol pentafosfat, tetra-, tri-, bi- și monofosfat.

Tărâța de grâu, bogată în fibre (45%), fitați (3%), prezintă și activitate fitazică importantă. Aceasta se manifestă prin cantitatea de fosfor solubilizat în urma hidrolizei enzimatice a acidului fitic. Conform datelor bibliografice [64], activitatea fitazică poate să se manifeste atât în timpul fermentației aluatului, cât și în prima fază a digestiei. Condițiile optime pentru dezvoltarea activității fitazice sunt temperatura 50° C și pH≈5.

Cercetările efectuate denotă că cca 31% (tabelul 3.16) din fosforul total este defosforilat în cazul făinii de calitate superioară, 27,6% - în cazul făinii de calitate I, iar în cazul făinii de calitate II - doar aproximativ 22%. Este bine cunoscut faptul că unii cationi, inclusiv calciul, formează compuși inaccesibili atacului enzimatic. În cazul făinii de calitate II, bogată în cationi metalici (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}), activitatea fitazică se manifestă într-o măsură mai mică. Aceasta denotă că pentru fortificare ar servi mai eficient produsele din panificație din făină de calitate I și superioară.

Astfel s-a stabilit că disponibilizarea calciului începe după ce raportul Ca total /fitați depășește cifra 6. La sfârșitul fermentării procentul de acid fitic supus hidrolizei enzimatice (EC 3138) atinge 22-31%, ceea ce influențează pozitiv evoluția calciului ionic. Maximul acumulării alcoolului coincide cu valoarea optimă a eficienței suplimentării (300 mg aditiv/100 g făină – gluconat de calciu, pentru făina de calitate I).

Cercetările efectuate au permis a constata că tot calciul prezent în mod natural în făina de grâu cu grade de extragere diferite, este indisponibil pentru absorbția gastrointestinală, fiind legat cu fitații insolubili. Administrarea aditivului de calciu în făină nu este rentabilă, deoarece legarea calciului cu fitații din făină conduce rapid la indisponibilizarea acestui element mineral, fapt demonstrat prin cercetarea evoluției formelor chimice ale calciului și ale fitaților pe parcursul înmuierii făinii. Valorile constantelor termodinamice de echilibru ale compușilor de tip helat formați pe parcursul tratamentului, precum și energia liberă a procesului de complexare fitat-calcium denotă o aviditate extrem de înaltă a fitaților față de calciul administrat în făină. Astfel, disponibilizarea calciului începe doar după ce raportul Ca/fitați depășește cifra 6.

Studiul evoluției formelor chimice ale calciului pe parcursul fermentării aluatului sub influența levurilor de panificație denotă că natura aditivului are o influență semnificativă asupra distribuției $\text{Ca}_{\text{solubil}}/\text{Ca}_{\text{insolubil}}$. Astfel, în cazul utilizării gluconatului, solubilizarea căruia se produce treptat, este atins un conținut mai important al ratei calciului solubil față de cazul administrării suplimentului în formă de clorură de calciu. Acest fapt este legat de concurența proceselor de solubilizare a calciului din gluconatul puțin solubil și complexarea sa de către fitații din făină. Deoarece pe parcursul fermentării aluatului se dezvoltă o acțiune fitazică combinată, pe de o parte datorită sensibilizării fitazei, prezente în mod natural în făina de grâu, pe de altă parte datorită fitazei din drojdiile de panificație, solubilizarea calciului din gluconat are loc concomitent cu defosforilarea enzimatică a fitaților, ceea ce diminuează puterea demineralizantă a fitaților.

La sfârșitul fermentării, 22-31% din fitații prezenți în făina de grâu cu grade de extragere diferită sunt defosforilați datorită hidrolizei enzimatice, ceea ce

influențează pozitiv evoluția calciului solubil. Odată cu creșterea gradului de extragere al făinii crește și procentul fitaților defosforilați. Acest fapt, oarecum paradoxal (făinurile cu un grad de extragere mai mic sunt mai bogate în fitază, care este localizată esențial în tărațe) denotă că hidroliza enzimatică se produce esențial sub influența fitazei din drojdiile de panificație, care se dezvoltă mai rapid. În plus, conținutul mai important al mineralelor din făina cu un grad de extragere mai mic conduce la legarea mai puternică a fitatului în compuși insolubili, care nu se supun hidrolizei enzimatice. Astfel, a fost stabilit că în cazul fermentării rapide sub influența drojdiilor de panificație, fitaza din făină nu contribuie esențial la defosforilarea fitaților, deoarece viteza procesului este esențial mai mică decât viteza hidrolizei enzimatice, dezvoltate de către levurile de panificație.

Cercetarea influenței conținutului de aditiv asupra procesului de fermentare a aluatului în condițiile, când drept indice al fermentării a servit conținutul de alcool etilic acumulat a permis a stabili următoarele. Atât în cazul utilizării drept aditiv a gluconatului, cât și a clorurii de calciu, nu se atestă o influență negativă a aditivului asupra procesului de fermentare, rata alcoolului etilic acumulat fiind chiar mai importantă în cazul probelor fortificate (făină de calitate I și II, aditiv - gluconat de calciu; făină de calitate a II – aditiv – clorura de calciu). Maximul de acumulare a alcoolului etilic se atestă în cazul conținutului de calciu total în intervalul 200-250 mg/100 g produs.

Studiul comparativ al solubilității calciului și procesului de acumulare a alcoolului etilic pe parcursul fermentării aluatului atestă existența unei corelații între acești doi factori. Disponibilizarea calciului se produce mai intens când conținutul de alcool este mai înalt, adică în cazul unui grad de fermentare mai avansat (figura 3.11). Conținutul de alcool etilic acumulat pe parcursul fermentării poate servi drept indice atât pentru a determina intensitatea procesului de fermentare, cât și pentru activitatea fitazică. Este evident că dezvoltarea unei activități fitazice importante reprezintă factorul determinant pentru disponibilizarea calciului.

Astfel, cercetările prealabile au demonstrat că, deși aditivul (sarea de calciu) nu stagnează procesul de fermentare, administrarea sa trebuie efectuată la sfârșitul fermentării aluatului, deoarece în acest caz o parte considerabilă a fitaților din făină sunt defosforilați. Acest fapt diminuează puterea lor demineralizantă.

Cercetările efectuate au demonstrat influența naturii și a concentrației aditivului, precum și a gradului de extragere al făinii asupra disponibilității calciului din produsele de panificație. În cazul utilizării gluconatului este atins un conținut mai important al ratei calciului solubil față de cazul administrării suplimentului în formă de clorură de calciu. Acest fapt este legat de concurența proceselor de solubilizare a calciului din gluconatul puțin solubil și complexarea sa de către fitații din făină. Solubilizarea calciului din gluconat are loc concomitent cu defosforilarea enzimatică a fitaților, ceea ce diminuează puterea demineralizantă a fitaților. Odată cu creșterea gradului de extragere al făinii crește și rata fitaților defosforilați. În cazul fermentării rapide sub influența drojdiilor de panificație, fitaza din făină nu contribuie esențial la defosforilarea fitaților, deoarece viteza procesului este considerabil mai mică decât viteza hidrolizei enzimatice dezvoltate de către levurile de panificație.

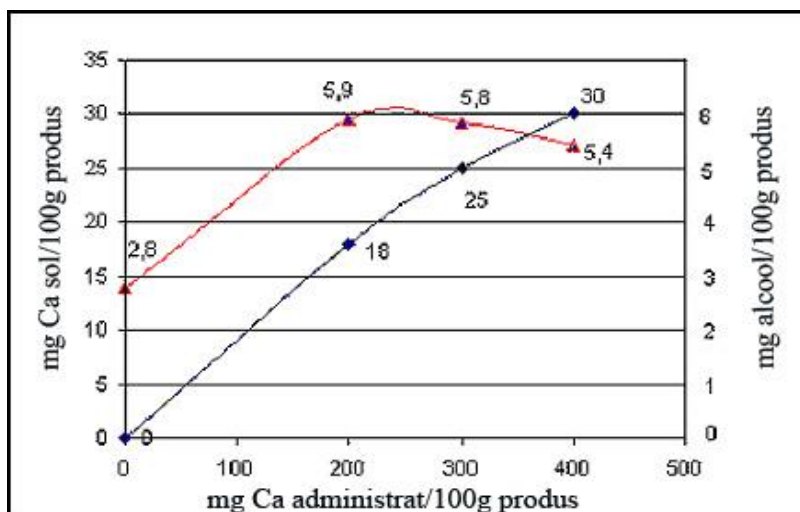


Figura 3.11. Acumularea calciului solubil și a conținutului de alcool etilic acumulat în procesul de fermentare a aluatului în funcție de conținutul de calciu administrat în aluat:

◆ conținutul calciului solubil; ▲ - conținutul alcool etilic acumulat.

Atât în cazul utilizării drept aditiv a gluconatului, cât și a clorurii de calciu, nu se atestă o influență negativă a aditivului asupra procesului de fermentare, rata alcoolului etilic acumulat fiind chiar mai importantă în cazul probelor fortificate (făină de calitate I și a II, aditiv - gluconat de calciu; făină de calitate a II – aditiv – clorura de calciu). Maximul de acumulare a alcoolului etilic se înregistrează pentru un conținut de calciu de 200-250 mg/100 g produs. Cercetările efectuate denotă că, deși aditivul nu stagnează procesul de fermentare, administrarea sa trebuie efectuată la sfârșitul etapei de fermentare a aluatului, deoarece în acest caz o parte considerabilă a fitașilor din făină sunt defosforilați. Acest fapt diminuează puterea lor demineralizantă.

3.2.2. Aplicarea diferitor procedee de panificație

Influența procedurii de panificație asupra procesului de hidroliză enzimatică a fitașilor și a distribuției formelor chimice ale calciului. În scopul evaluării procedurii de panificație și a condițiilor de fermentare a aluatului asupra procesului de degradare enzimatică a fitașilor și a capacității lor demineralizatoare au fost analizate produse de panificație, fortificate cu calciu, fabricate prin metoda monofazică și cea bifazică.

S-a constatat că procedeul de panificație influențează semnificativ asupra conținutului de calciu solubil pe parcursul fermentării aluatului (tabelul 3.17).

S-a mai constatat că în cazul aplicării procedurii monofazice de panificație administrarea aditivului în etapa inițială de panificație conduce la insolubilizarea rapidă a calciului, astfel încât deja peste 0,5 h conținutul calciului solubil scade de 5 ori față de cel inițial. Ulterior, viteza procesului de insolubilizare a calciului scade, iar pe parcursul ultimei ore de fermentare conținutul de calciu solubil crește neesențial.

În cazul aplicării procedurii bifazice de panificație, aditivul este administrat în aluat, după ce a fost dezvoltată activitatea fitazică în etapa de maia. În acest caz, este

atestată, de asemenea, o diminuare rapidă a conținutului de calciu solubil la începutul fermentării aluatului, dar ulterior se atestă o creștere mai importantă a conținutului de calciu solubil, luat în raport față de procedeul monofazic.

Tabelul 3.17. Influența procedeeului de panificație asupra cineticii insolubilizării calciului pe parcursul fermentării aluatului*

Procedeu de panificare	Conținutul de calciu solubil, mg/100 g produs						
	durata de contact, ore						
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Metoda monofazică	200 ± 4	40 ± 4	27 ± 3	25 ± 2	17 ± 2	21 ± 3	23 ± 4
Metoda bifazică	-	-	200 ± 5	27 ± 4	33 ± 4	34 ± 5	36 ± 6

*Aditiv – clorura de calciu.

În scopul stabilirii influenței ratei aditivului asupra evoluției formelor chimice ale calciului și a cineticii solubilizării fitaților pe parcursul duratei de fermentare (metoda bifazică), a fost cercetată evoluția acestor parametri în funcție de conținutul total de calciu.

S-a constatat că pe parcursul panificației are loc degradarea enzimatică continuă a fitaților (fig.3.12). Procesul decurge mai lent pe parcursul primelor două ore, iar ulterior viteza hidrolizei enzimatice crește esențial.

Aceasta este legat de faptul că la început se produce fixarea intensă a cationilor metalici cu insolubilizarea fitaților conform ecuației (1). Ulterior, datorită dezvoltării unei activități fitazice importante, cauzate atât de prezența drojdiilor de panificație, cât și a fitazei din făină, o parte din aceștia sunt supuși hidrolizei enzimatice.

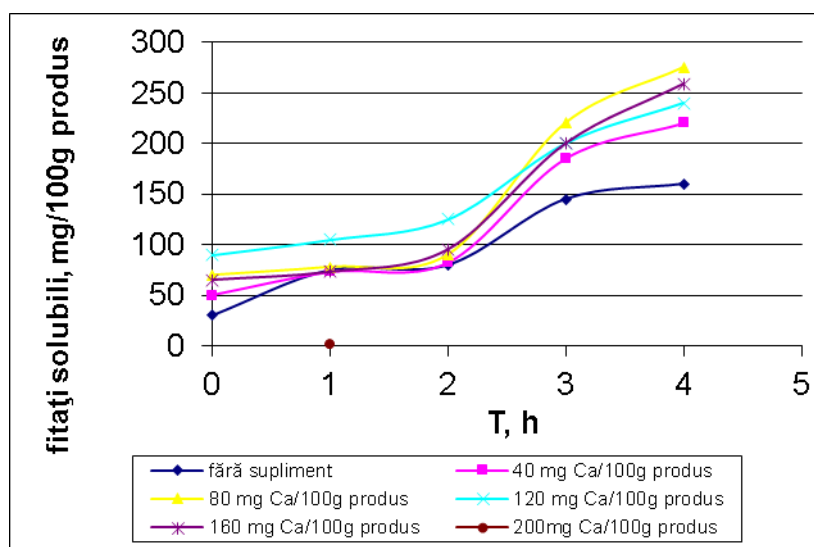


Figura 3.12. Cinetica procesului de hidroliză enzimatică a fitaților pe durata de fermentare a aluatului (metoda bifazică)

Influența procedurii de panificație asupra biodisponibilității potențiale a calciului din pâine. Un interes deosebit îl prezintă modelarea procesului de digestie *in vitro* în scopul de a elucidă influența condițiilor de digestie asupra solubilizării calciului și degradării fitaților.

Pâinea obținută a fost uscată până la o masă constantă, apoi măcinată și porționată (câte $10,0 \pm 0,2$ g). În scopul de a evalua biodisponibilitatea potențială a calciului a fost studiată cinetica solubilizării calciului în condiții asemănătoare digestiei din stomac: soluție de HCl (pH=2); $t^{\circ}=37 \pm 1^{\circ}\text{C}$; pepsină (80 mg pepsină/10 g pâine); durata de digestie - 2h. Conform datelor bibliografice, biodisponibilitatea *in vitro* este corelată digestiei *in vivo* în raport de 60-76% [60]. Drept criteriu de biodisponibilitate servește calciul solubil, deci, disponibil pentru absorbția gastrointestinală. Rezultatele obținute sunt inserate în tabelul 3.18.

S-a constatat că solubilizarea calciului se produce treptat pe parcursul a 2 ore de digestie gastrică *in vitro*. În cazul pâinii fortificate conținutul de calciu solubil atinge 25-28% față de conținutul total de calciu, în timp ce în pâinea nefortificată acest indice este de doar 6%, aportul de calciu solubil fiind în acest caz nesemnificativ.

Tabelul 3.18. Acumularea calciului solubil pe parcursul digestiei *in vitro* a pâinii fortificate cu calciu*

Supliment Ca mg/100g făină	Ca total mg/100 g făină	Ca solubil							
		T=0,5h		T=1,0h		T=1,5h		T=2,0h	
		mg/100 g produs	% din Ca total	mg/100 g produs	% din Ca total	mg/100 g produs	% din Ca total	mg/100 g produs	% din Ca total
-	$32,0 \pm 1,8$	$1,8 \pm 0,1$	5,5	$2,0 \pm 0,21$	6,2	$2,0 \pm 0,2$	6,1	$2,0 \pm 0,2$	6,3
40	$72,8 \pm 2,1$	$14,1 \pm 0,2$	19,2	$18,9 \pm 0,2$	25,9	$21,1 \pm 0,2$	29,2	$19,9 \pm 0,2$	27,8
80	$113,1 \pm 3,1$	$23,9 \pm 0,1$	21,2	$26,1 \pm 0,2$	23,0	$27,5 \pm 0,2$	24,3	$29,0 \pm 0,2$	25,7
120	$152,9 \pm 2,2$	$19,9 \pm 0,2$	13,2	$25,7 \pm 0,2$	17,0	$28,1 \pm 0,2$	18,4	$33,1 \pm 0,2$	21,6
160	$193,2 \pm 2,2$	$23,0 \pm 0,2$	11,9	$24,1 \pm 0,3$	12,4	$31,2 \pm 0,1$	16,1	$33,0 \pm 0,3$	17,1
200	$232,1 \pm 2,8$	$25,8 \pm 0,1$	11,2	$30,1 \pm 0,4$	12,9	$33,5 \pm 0,2$	14,4	$34,2 \pm 0,3$	14,7

*Pâine din făină de calitate I fabricată prin metoda bifazică; aditiv - gluconatul de calciu.

Dar curbele de solubilizare a calciului au o pantă lentă, ceea ce denotă că echilibrul nu este atins, iar solubilizarea calciului continuă (fig.3.13).

Analiza conținutului de calciu solubil în condițiile digestiei gastrice în funcție de concentrația aditivului atestă o creștere considerabilă a ratei calciului solubil la adăugarea a 40-80 mg Ca/100 g făină. În același timp, se constată că pentru 120-200 mg Ca/100 g făină, conținutul de calciu solubil rămâne practic invariabil. Acest fapt este legat, probabil, de formarea în aceste condiții a fitaților hexa-substituiți, a căror constantă de stabilitate este foarte mare ($k_s = 7,5 \times 10^6$).

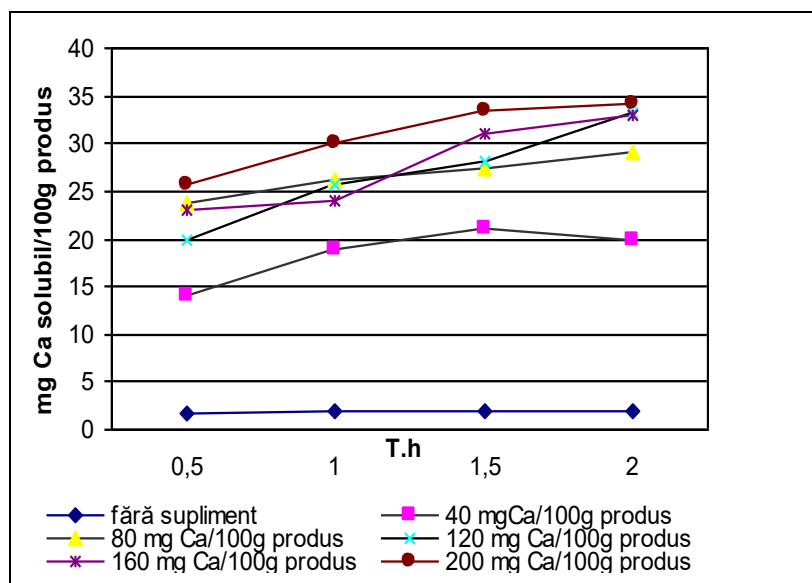


Figura 3.13. Cinetica procesului de solubilizare a calciului pe durata digestiei in vitro a pâinii fortificate cu gluconat de calciu (metoda bifazică)

Evoluția conținutului de calciu solubil în funcție de conținutul total de calciu din produs este evidentă din diagrama 3.14.

În general, solubilizarea calciului este mai intensă în cazul dozelor mai mici de aditiv administrat. Studiul eficienței fortificării în funcție de rata aditivului administrat denotă că maximum este atestat pentru 120 mg Ca/100 g făină, în timp ce la un conținut mai mare de aditiv (160-200 mg Ca/100 g făină) eficiența este mai scăzută (fig.3.15).

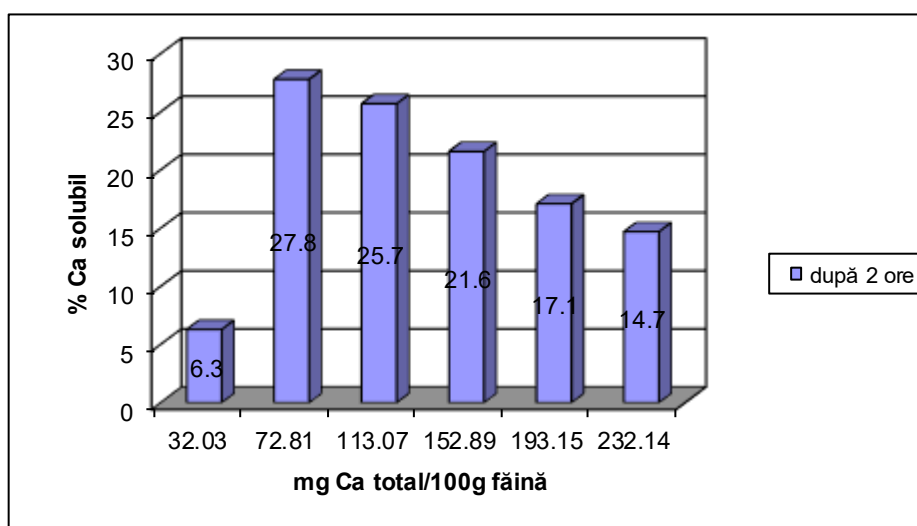


Figura 3.14. Evoluția conținutului de calciu solubil în funcție de conținutul total de calciu din pâine (făină de calitate I, metoda bifazică)

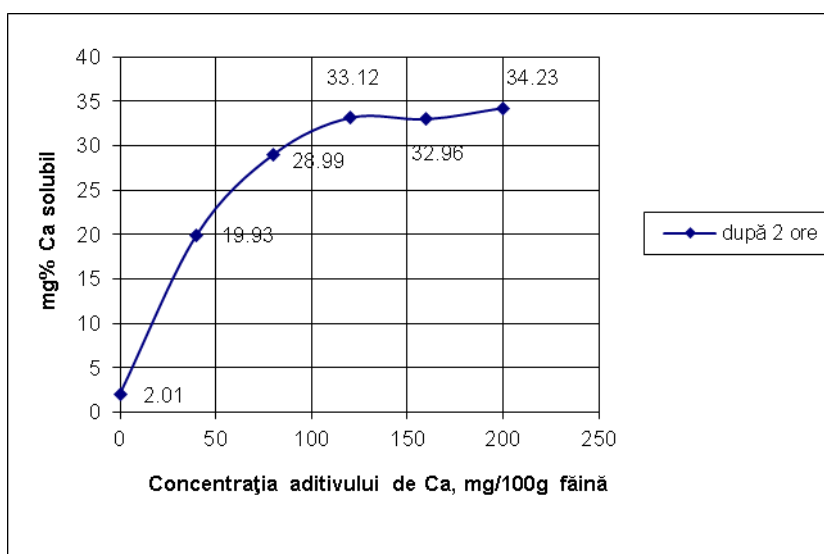


Figura 3.15. Eficacitatea fortificării produselor de panificație cu calciu în funcție de rata aditivului administrat

3.2.3. Interferențe alimentare și impactul lor asupra valorificării calciului din alimentele fortificate

Interferența unor cationi de interes nutrițional asupra biodisponibilității potențiale a calciului din produsele fortificate. Este bine cunoscut faptul că prezența unor macro- și micronutrienți din rația alimentară poate să influențeze biodisponibilitatea calciului. Conform datelor bibliografice [4, 38, 42, 57, 60], în cazul produselor de origine cerealiară, un impact esențial asupra biodisponibilității calciului o pot manifesta unele microelemente de interes nutrițional prezente în rația alimentară. Astfel, în scopul elucidării acestor posibile interferențe alimentare a fost efectuat un studiu, ce viza evoluția formelor chimice ale calciului din produsele de panificație fortificate.

În tabelul 3.19 sunt incluse datele experimentale referitor la biodisponibilitatea potențială a calciului (*in vitro*) în prezența unor cantități variabile ale sării de fier, în funcție de concentrația aditivului de calciu (gluconatul de calciu).

S-a constatat că în prezența sării de fier, conținutul de calciu solubil scade considerabil (fig.3.16). Acest fapt este legat, probabil, de formarea fitaților micști de calciu și fier, a căror constantă de stabilitate este mai mare decât constanta de stabilitate a fitaților de calciu. Formarea fitaților micști de calciu și fier este cu atât mai posibilă, cu cât fierul prezintă un cation cu rază atomică mai mică: $r_a(\text{Ca}) = 0,21 \text{ nm}$; $r_a(\text{Fe}) = 0,12 \text{ nm}$.

Astfel, cercetările efectuate denotă că prezența concomitentă în rația alimentară a acestor cationi de interes alimentar diminuează considerabil biodisponibilitatea potențială a calciului.

În mod analogic, a fost cercetat impactul aditivului de zinc (administrat în formă de acetat de zinc) asupra biodisponibilității potențiale a calciului în condițiile digestiei *in vitro* a produselor de panificație. Rezultatele experimentale obținute denotă o scădere mai puțin importantă decât în cazul cationilor de fier, dar cu atât mai importantă, cu cât concentrația aditivului de zinc este mai înaltă (fig.3.17).

Tabelul 3.19. Biodisponibilitatea potențială a calciului (in vitro) în funcție de concentrația aditivului de calciu (gluconat de calciu)

Supliment, mg/100 g făină		Ca total, mg/100 g făină	Fe total, mg/100 g făină	Ca solubil*		Fe solubil	
Ca	Fe			mg/100 g produs	% Ca total	mg/100 g produs	% Fe total
-	-	32,0±1,8	2,54±0,26	2,01±0,19	6,3	0,20±0,09	7,8
40	0	72,8±2,1	2,54±0,26	19,9±0,2	27,8	0,20±0,01	7,9
	2	72,8±2,1	4,59±0,19	11,3±0,2	13,7	0,38±0,01	8,3
	4	72,8±2,1	6,68±0,23	8,9±0,2	12,3	0,41±0,02	6,1
	6	72,8±2,1	8,15±0,29	7,1±0,3	9,8	0,42±0,02	5,0
80	0	113,1±3,1	2,54±0,26	29,0±0,2	25,7	0,19±0,01	7,6
	2	113,1±3,1	4,51±0,11	13,4±0,4	11,9	0,25±0,02	5,6
	4	113,1±3,1	6,58±0,25	11,8±0,3	10,5	0,44±0,01	6,6

*După 2 ore de digestie *in vitro* (pH=2, HCl, pepsină); pâine din făină de grâu de calitate I fabricată prin metoda bifazică.

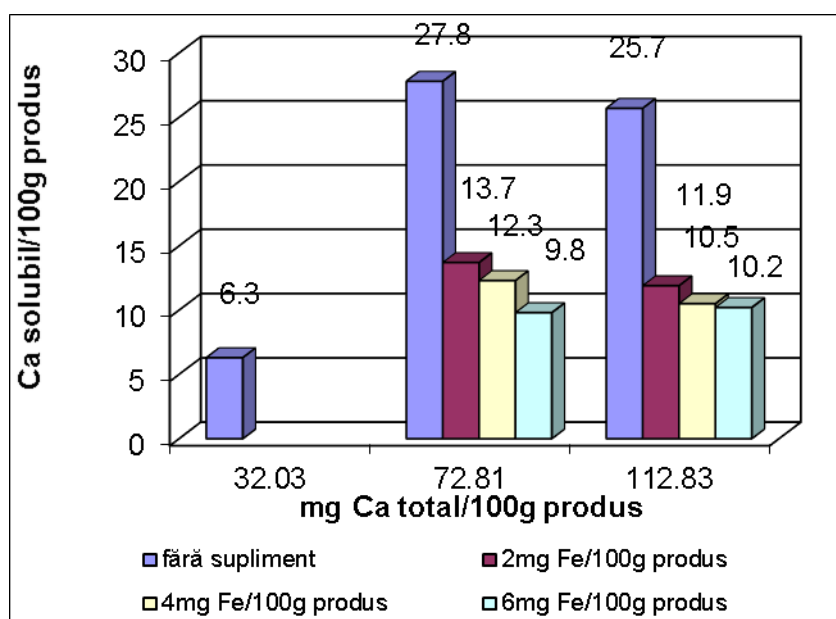


Figura 3.16. Efectul fierului asupra biodisponibilității potențiale a calciului din produsele de panificație fortificate

Acest fapt explică în mare măsură ineficiența fortificării combinate a făinii cu mai mulți micronutrienți – procedeu acceptat în mai multe țări, dar care nu contribuie la utilizarea eficientă a microelementelor, sporind doar calciuria [36].

Astfel, compoziția rației alimentare poate să influențeze semnificativ biodisponibilitatea calciului prezent în mod natural în alimente sau administrat în formă de aditiv alimentar.

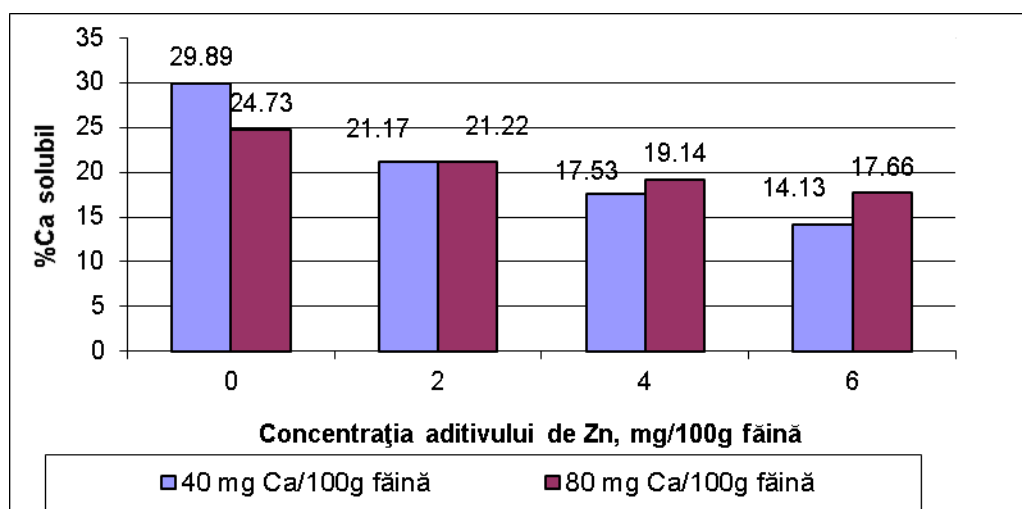


Figura 3.17. Impactul aditivului de zinc asupra biodisponibilității calciului din produsele de panificație fortificate

Studiul digestibilității *in vitro* a proteinelor din produsele de panificație fortificate cu calciu. Fortificarea alimentelor cu săruri de calciu, procedeu aplicat în majoritatea țărilor cu o tehnologie alimentară bine dezvoltată, urmărește nu doar majorarea conținutului de calciu, dar și a biodisponibilității sale, care poate fi definită drept capacitatea Ca de a asigura mineralizarea osoasă [36, 67]. Biodisponibilitatea calciului depinde de efectul comun al tuturor componentelor prezente în regimul alimentar. Dar încorporarea aditivului poate de asemenea, să influențeze valoarea biologică a proteinelor din pâine, inclusiv asimilarea lor. Drept criteriu al valorii biologice a proteinelor poate servi conținutul și profilul aminoacizilor, precum și gradul lor de digestibilitate, care se determină prin simularea condițiilor digestiei în tractul gastrointestinal [59].

Acțiunea combinată a diferitor constituenți alimentari Ca-fibre, proteine-Ca, fibre-proteine a fost cercetată de către mai mulți autori [38, 53, 64, 90], obiectele de studiu fiind variate, dar acțiunea combinată a acestor factori asupra digestibilității proteinelor și a biodisponibilității Ca nu este atestată în literatură. În unele lucrări se menționează efectul pozitiv al proteinelor din cazeină asupra biodisponibilității calciului, deoarece acestea pot complexa Ca, menținându-l în formă solubilă. Conținutul de minerale poate să influențeze gradul de digestibilitate a proteinelor. Efectul fibrelor alimentare asupra gradului de digestibilitate a proteinelor este nuizibil, deoarece acestea (taninele, de exemplu) pot crea legături covalente cu proteinele, formând complecși dificil hidrolizabili de către proteaze. Unele surse de proteine vegetale conțin diverși factori antitripsinici, care suprimă proteoliza.

Conținutul de aminoacizi esențiali în făina de grâu și în gluten, precum și indicele valorii lor nutritive sunt date în tabelul 3.20.

Astfel, proteinele au un conținut important de aminoacizi bogați în sulf, dar sunt deficitare în lizină. Conform deciziei FAO/OMS, indicele valorii nutritive a proteinei este definit drept raportul dintre aminoacidul esențial limitant față de conținutul său de referință [16]. Deci, determinarea fracției limitante de lizină permite evaluarea digestibilității *in vitro* a proteinelor vegetale provenite din făina de grâu.

Tabelul 3.20. Compoziția (g/16 g N) și valoarea nutritivă (%) a glutenului și a făinii din grâu*

<i>Aminoacizi</i>	<i>Gluten</i>	<i>Făină</i>	<i>Profil FAO/OMS</i>	<i>%</i>
Treonina	3,0	3,0	3,4	88
Valina	5,2	4,8	3,5	>100
Isoleucina	3,7	3,7	2,8	>100
Leucina	7,4	6,7	7,7	87
Fenilalanina +Tirozina	8,2	7,3	6,3	>100
Histidina	2,5	2,3	1,9	>100
Lizina	2,2	2,8	5,8	48
Metionina +Cisteina	3,4	4,2	2,5	>100
Triptofan	1,1	1,1	1,1	100
% Proteine brute	80,6	11,3		

*Aminasüren in Futtermitteln. In: DLG Futterwerttabellen Universitat Hohenheim DLG Verlag Frankfurt an Main (1976).

Utilizarea enzimelor pentru evaluarea valorii nutritive a proteinelor permite a estima nu doar digestibilitatea globală a acestora în tractul gastrointestinal, dar și a evidenția rolul diverșilor factori asupra disponibilității finale a aminoacizilor: prezența factorilor antinutriționali (fibre), a complexilor puțin digestibili, influența tratamentelor tehnologice aplicate anterior. Acțiunea succesivă a pepsinei în scopul simulării activității fermentative gastrice (pH~2,0) și a tripsinei pentru simularea secreției intestinale (pH~8), cu durata medie de aflare în aceste segmente ale tractului gastrointestinal, permite a corela digestibilitatea determinată *in vitro* față de digestibilitatea *in vivo* cu 76-88% [59].

S-a stabilit că gradul de hidroliză a proteinelor din pâinea îmbogățită cu calciu (fortificarea în etapa a II-a cu CaCl₂) în prezența pepsinei este cu 3-12% mai scăzută decât în cazul pâinii nefortificate (tabelul 3.21). Scăderea gradului de digestibilitate este nesemnificativă în cazul concentrației aditivului 200-300 mg/100 g făină (~3%), dar la o concentrație mai mare a aditivului (400 mg/100 g făină) este atestată o scădere mai importantă (13%).

În prezența tripsinei, pâinea fortificată (200-300 mg Ca/100 g făină) are un grad de proteoliză superior pâinii nefortificate (~2%). Un conținut mai mare al aditivului (400 mg Ca/100 g făină) micșorează neesențial gradul de disponibilizare al aminoacizilor în timpul digestiei în intestin. Astfel, digestibilitatea *in vitro* a proteinelor din pâinea fortificată nu este inferioară celei atestată în pâinea nefortificată la concentrații nu prea mari ale aditivului (200-300 mg Ca/100 g făină) (tabelul 3.21). În cazul administrării unei concentrații mai mari (400 mg Ca/100 g făină), gradul de digestibilitate al proteinelor scade considerabil (~14%).

Astfel, la concentrații mari ale aditivului are loc suprimarea procesului de fermentare, iar conținutul de Ca solubil se micșorează considerabil [40]. Concomitent scade gradul de digestibilitate al proteinelor.

Tabelul 3.21. Gradul de digestibilitate pepsică, tripsică și totală a proteinelor din pâine*

<i>Nr. d/o</i>	<i>Pâine</i>	<i>Gradul de proteoliză cu pepsină, %</i>	<i>Gradul de proteoliză cu tripsină, %</i>	<i>Gradul total de proteoliză, %</i>
1	Fără adaos de Ca	46,8	13,3	60,0
2	200 mg Ca/100 g făină	43,0	15,6	58,6
3	300 mg Ca/100 g făină	43,9	15,3	59,2
4	400 mg Ca/100 g făină	34,2	12,1	46,3

*Pâine din făină de grâu de calitate I fortificată cu clorură de calciu, metoda bifazică.

Conținutul sporit al sării are un efect negativ asupra activității fitazice, ceea ce împiedică hidroliza fitaților pe parcursul fermentării aluatului și, în consecință, mărește conținutul de antinutrienți (fitați insolubili de calciu). Este posibil ca fosfopeptidele să fie antrenate de asemenea în acest proces, fie prin legături covalente, fie în urma chelatării cu calciu, fapt ce afectează ulterior digestia lor în tractul gastrointestinal.

Conținutul aditivului mineral (CaCl_2) administrat nu trebuie să depășească nivelul de 300 mg/100 g făină de grâu, deoarece la concentrații mai mari este suprimată digestibilitatea proteinelor, fapt ce diminuează valoarea biologică a proteinelor din pâine.

3.2.4. Fortificarea produselor de panificație prin aplicarea etapei acido-lactice de fermentare a aluatului

Alimentația tradițională a fiecărei regiuni include procedee de transformare a materiei prime agricole tradiționale care furnizează alimente, a căror gust, savoare și proprietăți fizico-chimice sunt acceptate de către majoritatea consumatorilor. Verificate de secole, aceste procedee sunt capabile de a asigura populației o alimentație echilibrată după conținutul de macro- și micronutrienți, ceea ce corespunde conceptului actual de alimentație rațională.

Multe dintre inovațiile tehnologice recente conduc la diminuarea duratei de transformare a alimentelor, fapt ce implică o scădere a valorii biologice și a calității senzoriale a alimentelor. În majoritatea cazurilor, pentru ameliorarea acestor indici, se utilizează diverși aditivi alimentari.

Pentru a diminua impactul acestor factori asupra transformării alimentelor, există doar o alternativă – dezvoltarea tehnologiilor bazate pe procedee tradiționale, care permit a valorifica rezervele fiecărei regiuni. Deoarece pâinea este alimentul de bază în alimentație, este evident că tendința principală constă în dezvoltarea unor astfel de proceduri de panificație, care să asigure o valoare biologică maximală a produsului.

Valoarea nutrițională a pâinii depinde în mod esențial de compoziția și tratamentele tehnologice aplicate. Digestibilitatea proteinelor și biodisponibilitatea

mineralelor, precum și proprietățile organoleptice ale produsului sunt criteriile de bază, care trebuie luate în considerație.

Deficiența mineralelor este pe larg răspândită. Consumul și biodisponibilitatea mineralelor este un factor critic pentru satisfacerea necesităților de minerale. Pâinea integrală conține cantități importante de potasiu (K), magneziu (Mg), fier (Fe) și zinc (Zn), dar prezența acidului fitic compromise absorbția mineralelor și microelementelor în organismul uman. Oricum, în timpul preparării pâinii, conținutul de acid fitic descrește datorită acțiunii fitazei din aluat. Activitatea drojdiilor de panificație are un efect semnificativ asupra acestor condiții și hidroliza acidului fitic se petrece pe parcursul tuturor etapelor de fabricare a pâinii cu drojdii. Reducerea conținutului de acid fitic în diferite tipuri de pâine variază între 13% și 31%. Conținutul acidului fitic în pâine poate fi redus, în condiții optimale, la valori aproape de zero.

În același timp, prezintă interes valorificarea efectului fermentației acido-lactice asupra hidrolizei enzimatică a acidului fitic și solubilizării calciului, care are loc în cunoscutele procedee artisanale de preparare a pâinii în baza fermentației tărațelor de grâu. Descreșterea substanțială a acidului fitic în produsele din grâu integral poate îmbunătăți disponibilitatea mineralelor la oameni. Consumul pâinii integrale cu nivel scăzut de acid fitic și biodisponibilitatea sporită a mineralelor ar putea servi pentru îmbunătățirea statutului mineralelor și, în consecință, a nutriției preventive.

Prezentul studiu a fost planificat cu scopul de a compara solubilizarea calciului în pâinea fabricată prin procedee tradiționale și în pâinea fabricată prin aplicarea unei etape acido-lactice la fermentarea aluatului.

Pentru a reproduce fabricarea pâinii integrale de grâu, s-a folosit faina integrală de grâu reconstituită (faină albă plus tărață). Pentru prepararea pâinii cu drojdii au fost amestecate 6 kg de faină integrală de grâu (4.65 kg de faină albă plus 1.35 kg de tărațe) cu 3.6 l de apă distilat și 150 g de drojdii (*Saccharomyces cerevisiae*). Pentru fermentația acido-lactică, aluatul a fost preparat prin amestecarea a 1,2 kg de faină de grâu integrală (0,93 kg de faină albă plus 0,27 kg de tărațe) cu 600 ml de apă distilată. După diferite perioade de fermentație naturală la 30°C, aluatul a fost amestecat cu 4,8 kg de faină de grâu integrală și 3 l de apă distilată. Pentru pâinea fabricată tradițional și prin metoda acido-lactică, ingredientele au fost amestecate timp de 5 min. Aluatul obținut s-a lăsat la 30°C pentru a demara fermentația. În continuare a fost din nou frământată pentru formarea glutenului și lăsat la 30°C. Aluatul a fost copt după 3 h de fermentare pentru pâinea fabricată tradițional. Pentru pâinea fabricată prin metoda acido-lactică au fost utilizate perioade diferite de fermentare (1-3 zile).

Ulterior, rețeta a fost modificată în scopul adaptării ei la condițiile industriale – diminuarea duratei de fermentare acido-lactică, asigurarea unei rate maxime de hidroliză enzimatică a fitaților și a solubilității calciului, precum și a unor indici fizico-chimici și organoleptici acceptabili de către consumator.

De asemenea, în scopul ameliorării valorii nutritive a produsului, în rețetă a fost adăugat zer și preparat lacto-bacterian – produse locale bogate în proteine, aminoacizi și elemente minerale.

Influența procedurii de panificație asupra hidrolizei enzimatică a fitaților și a biodisponibilității calciului. În scopul optimizării metodei acido-lactice de fermentare a aluatului au fost examinate metoda acido-lactică I (AL-I), unde tărațele

erau administrate fără o etapă de opărire, și metoda acido-lactică II (AL-II), care prevedea o etapă de opărire, în scopul accelerării extragerii substanțelor nutritive și a fermentației. De asemenea, a fost examinată influența duratei de fermentare AL, precum și influența adaosului de drojdii de panificație.

Efectul combinat a acestor factori tehnologici a fost apreciat prin metoda digestiei gastrointestinale *in vitro* a produsului obținut, în scopul determinării ratei fițaiilor supuși hidrolizei enzimatică și a conținutului de calciu prezent în formă solubilă. Rezultatele obținute sunt expuse în tabelele 3.22 și 3.23.

Tabelul 3.22. Acumularea calciului solubil (*in vitro*) în pâine din făină integrală

Metoda de preparare	Cantitatea drojdiilor, g	Durata fermentării, zile	Ca solubil, mg /100g produs			Ca solubil de la conținutul total *, %
			etapa gastrică	etapa intestinală	total	
Bifazică (st.)	10	3 h	4,0	1,4	5,4	14,6
Monofazică (st.)	10	1.5h	3,6	1,6	5,2	19,26
A-L I	0	1	0,3	5,5	11,8	31,72
A-L I	2,5	1	7,0	6,8	13,8	37,1
A-L I	5,0	1	7,3	7,0	14,3	38,47
A-L I	7,5	1	6,6	6,1	12,7	34,16
A-L I	0	2	3,8	4,1	7,9	21,25
A-L I	2,5	2	3,0	4,5	7,5	20,18
A-L I	5,0	2	2,8	3,5	6,3	16,95
A-L I	7,5	2	2,3	3,2	5,5	14,8
A-L I	0	3	6,8	4,8	11,6	31,4
A-L I	2,5	3	3,0	4,5	7,5	20,18
A-L I	5,0	3	3,3	5,2	8,5	22,87
A-L I	7,5	3	7,7	5,6	13,3	35,9
A-L II	0	1	6,4	3,9	10,3	27,8
A-L II	2,5	1	3,1	4,1	7,2	19,37
A-L II	5,0	1	7,7	5,8	13,5	36,5
A-L II	7,5	1	7,6	5,7	13,3	35,9
A-L II	0	2	1,8	4,1	5,9	15,87
A-L II	2,5	2	2,8	4,4	7,2	19,37
A-L II	5,0	2	3,3	4,8	8,1	21,79
A-L II	7,5	2	8,0	5,1	13,1	35,7
A-L II	0	3	2,5	3,7	6,2	16,68
A-L II	5,0	3	6,9	5,8	12,7	34,3
A-L II	7,5	3	2,5	3,8	6,3	16,95

*Conținutul Ca total – 37,2 mg/100 g făină.

Din tabelul 3.22 se observă că în majoritatea cazurilor biodisponibilitatea calciului, determinată prin metoda *in vitro* (2 ore la pH = 2 în prezența pepsinei și 2

ore la pH=8 în prezența tripsinei), este mai înaltă prin metoda A-L decât la utilizarea metodei tradiționale de preparare a pâinii.

S-a determinat că în condițiile fermentației acido-lactice fără opărire cantitatea maximală a fitaților solubilizați a reprezentat 50-51% la fermentarea maiei timp de 2 zile și utilizarea a 0-2,5 g drojdii (tabelul 3.23).

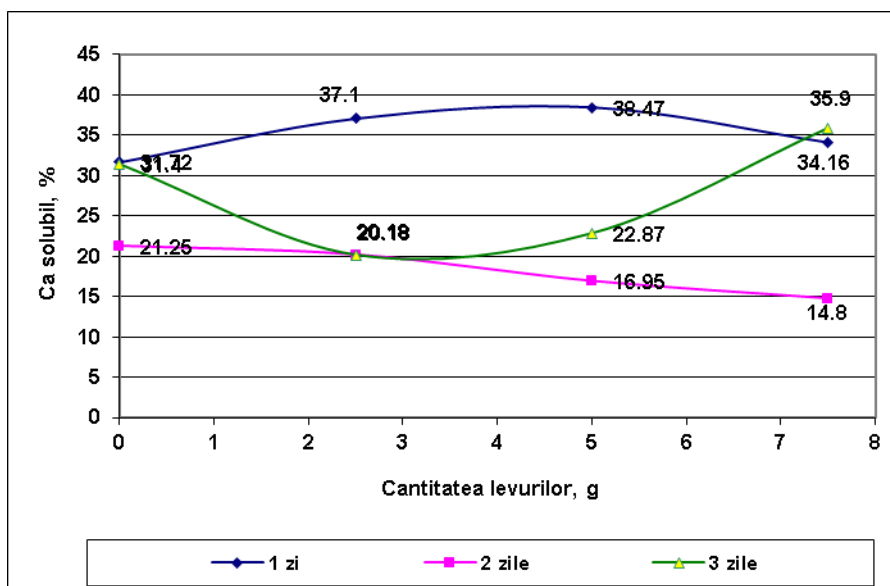
Tabelul 3.23. Solubilizarea fitaților (*in vitro*) în pâinea din făină integrală

Metoda de preparare	Cantitatea drojdiilor, g	Durata fermentării, zile	Fitați solubili, mg /100g produs			Fitați solubili de la cantitatea totală **, %
			etapa gastrică	etapa intestinală	total	
Bifazică (st.)	10	3 h	28,9	64,6	93,5	16,2
Monofazică (st.)	10	1.5h	30,8	53,1	83,9	14,5
A-L I	0	1	121,9	83,7	205,6	35,57
A-L I	2,5	1	129,6	81,5	211,1	35,89
A-L I	5,0	1	123,5	78,6	202,1	34,36
A-L I	7,5	1	125,2	89,5	214,7	36,5
A-L I	0	2	212,6	87,5	300,1	51,02
A-L I	2,5	2	197,9	99,7	297,6	50,59
A-L I	5,0	2	111,4	75,3	186,7	31,74
A-L I	7,5	2	129,3	85,6	214,9	36,53
A-L I	0	3	204,13	22,6	226,7	39,2
A-L I	2,5	3	97,5	87,6	185,1	31,47
A-L I	5,0	3	98,7	112,7	211,4	35,94
A-L I	7,5	3	217,49	29,11	246,6	42,7
A-L II	0	1	114,4	15,1	129,5	22,4
A-L II	2,5	1	131,5	75,8	207,3	35,24
A-L II	5,0	1	182,55	47,61	230,16	39,8
A-L II	7,5	1	122,62	46,24	168,85	29,2
A-L II	0	2	108,7	75,8	184,5	31,37
A-L II	2,5	2	121,5	73,8	197,3	33,54
A-L II	5,0	2	119,6	109,7	229,3	38,98
A-L II	7,5	2	165,1	32,88	197,97	34,3
A-L II	0	3	95,6	112,7	208,3	35,41
A-L II	5,0	3	122,96	43,5	166,48	28,8
A-L II	7,5	3	82,77	136,5	219,2	37,26

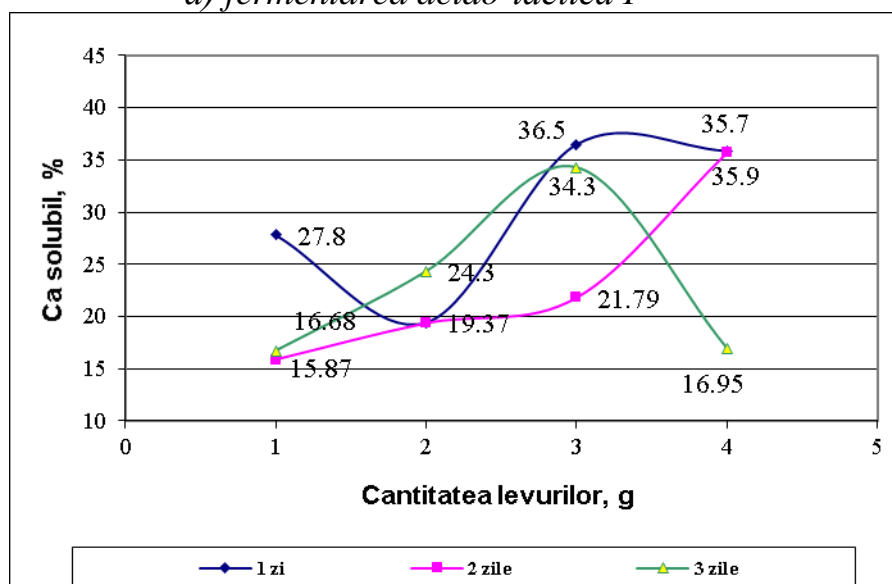
**Conținutul total de fitați – 578 mg/100 g făină.

După cum se observă din figura 3.18, a, b, rezultate maxime ale solubilizării calciului se înregistrează deja după 1 zi de fermentare, biodisponibilitatea atingând valoarea de 36-38%. Cantitatea optimală de drojdii, atât pentru metoda A-L I și A-L II, este de 5 g.

Astfel, metoda A-L II nu a demonstrat o influență radicală asupra solubilizării calciului. Cea mai înaltă valoare - 38,47% - s-a înregistrat pentru metoda A-L I după o zi de fermentare la un adaos de drojdii de 5 g.



a) fermentarea acido-lactică I

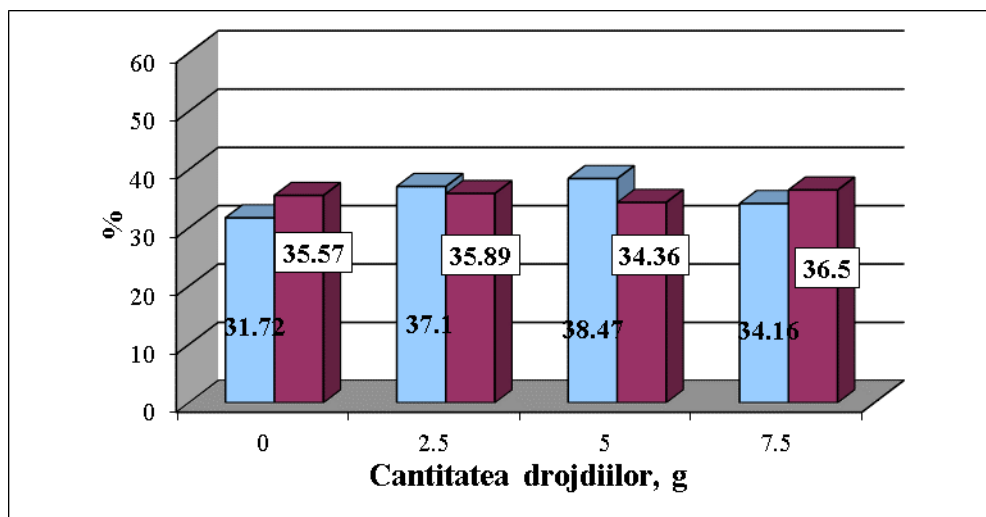


b) fermentarea acido-lactică II

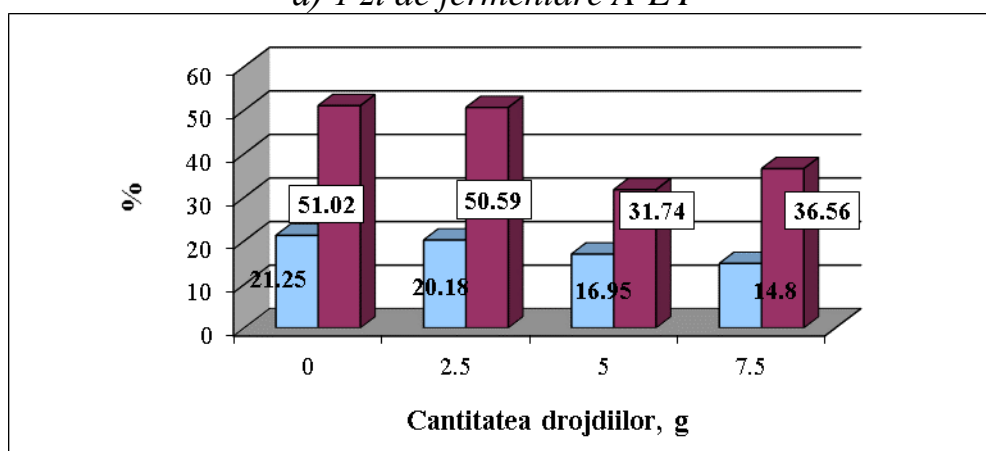
Figura 3.18. Influența cantității de drojdii și a duratei de fermentare asupra biodisponibilității calciului în produse de panificație nefortificate

În baza acestor date putem concluziona: solubilizarea calciului depinde de tipul fermentației și cantitatea drojdiilor.

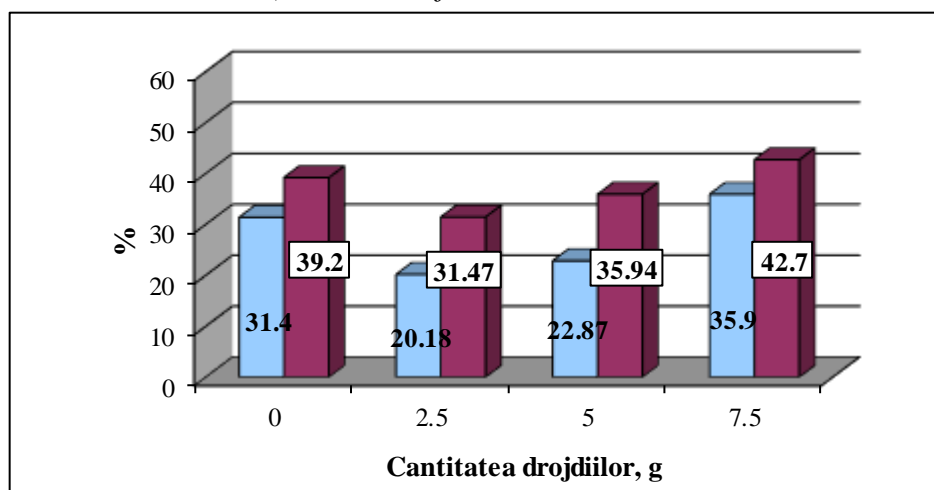
Cercetările arată că gradul de hidroliză a fitaților în procesul digestiei variază în limitele 30-40% (fig.3.19).



a) 1 zi de fermentare A-L I



b) 2 zile de fermentare AL-I

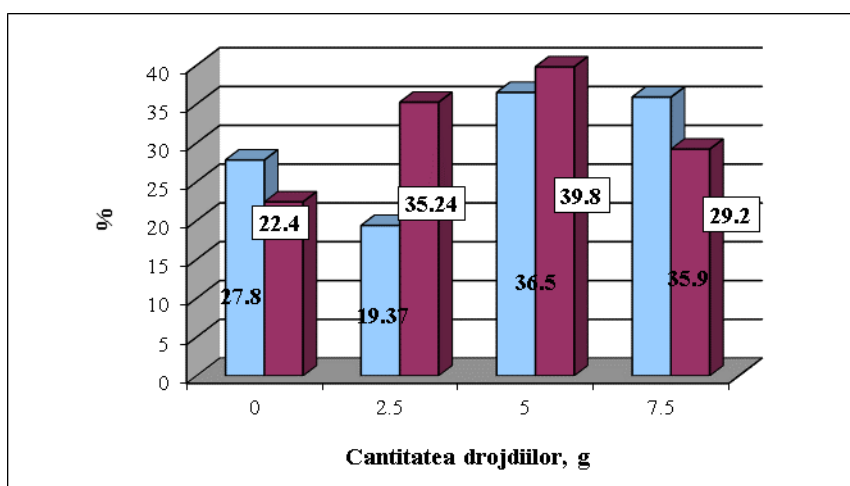


c) 3 zile de fermentare AL-I

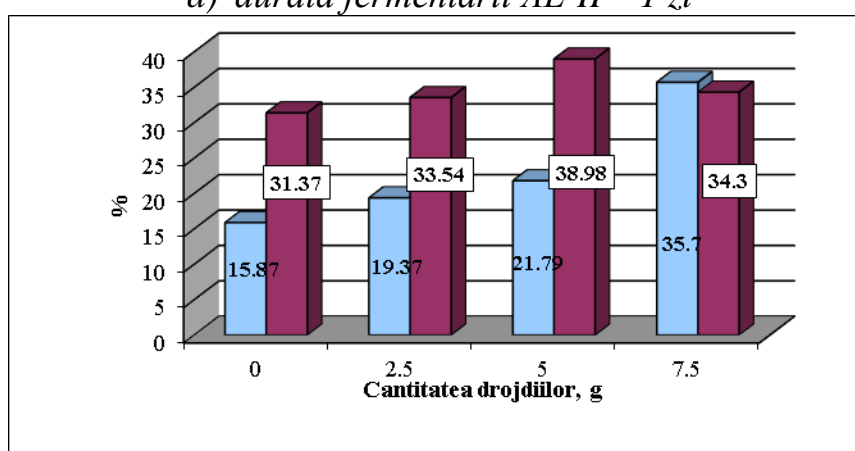
■ - Ca solubil ■ - fitați solubili

Figura 3.19. Influența duratei de fermentare AL-I și a conținutului de drojii de panificație asupra hidrolizei enzimatică a fitaților și a biodisponibilității calciului

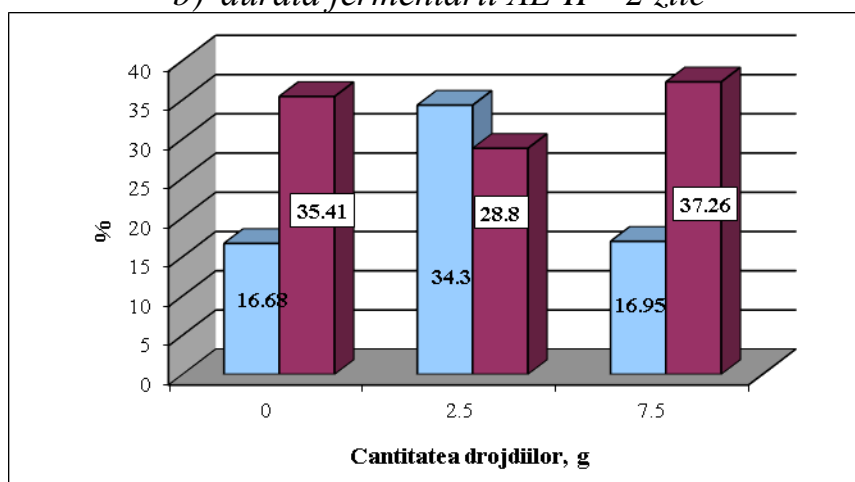
Din diagramă se observă că cel mai înalt grad de solubilizare al fitaților se înregistrează în cazul fermentației A-L I (51%) – (în comparație cu 35-39% în cazul fermentației AL II) cu o cantitate de drojii de 2,5 g (fig.3.20)



a) durata fermentării AL-II – 1 zi



b) durata fermentării AL-II – 2 zile



c) durata fermentării AL-II – 3 zile

■ - Ca solubil; ■ - fitați solubilizati

Figura 3.20. Influența duratei de fermentare AL-II și a conținutului de drojdii de panificație asupra hidrolizei enzimatică a fitaților și a biodisponibilității calciului

Dacă se analizează corelația dintre solubilizarea calciului și a fitaților, se observă că calciul se solubilizează mai bine după o zi de fermentare A-L I, însă fitații - după 2 zile de fermentare acido-lactică II.

Astfel, pentru acumularea calciului solubil, condițiile optime sunt în cazul fermentației A-L I, cu un adaos de drojdii de 5 g și durata de fermentare de o zi.

În lucrare a fost analizată influența procesului de preparare a produselor de panificație suplimentate asupra biodisponibilizării calciului (tabelul 3.24) și hidrolizei fițașilor (tabelul 3.25). S-a stabilit că utilizarea metodelor propuse au mărit considerabil conținutul calciului solubil în produse.

După cum se observă din tabelul 3.24, solubilitatea calciului în pâinea preparată prin metoda tradițională variază în limitele 5,2-5,4 mg/100 g produs, ceea ce constituie 14,6-19,3% de la conținutul total în produs, în timp ce pâinea suplimentată conține până la 58% de calciu solubil (25,55% de la cantitatea totală conținută în produs) – prin metoda de fermentare acido-lactică II și cantitatea drojdiilor 7,5 g.

A fost analizată influența concentrației adaosului de calciu (clorură de calciu) asupra biodisponibilității potențiale în condițiile digestiei gastrointestinale.

S-a determinat că la obținerea produselor de panificație prin metoda tradițională monofazică și cantitatea adaosului de calciu 120 mg/100 g făină conduce la o solubilizare mai înaltă (tabelul 3.24). Aceeași dependență se înregistrează și la utilizarea fermentației acido-lactice.

Solubilizarea maximală a fițașilor se înregistrează la adaosul de calciu de 200 mg/100 g produs și atinge valoarea de până la 29,67% (fig.3.20).

După cum se demonstrează în tabelele 3.24 și 3.25, utilizarea fermentației acido-lactice (I și II) a mărit considerabil biodisponibilitatea calciului în condițiile digestiei gastrice. Cantitatea drojdiilor utilizate (5,0-7,5 g) nu a demonstrat o influență radicală.

Tabelul 3.24. Influența procedurii de fabricare și a compoziției rețetei asupra biodisponibilității *in vitro* a calciului*

Adaos Ca mg/100 g produs	Metoda de fabricare	Drojdiile de panificație, g	Ca solubil, mg /100 g produs			Ca* solubil, %
			etapa gastrică	etapa intestinală	total	
-	Bifazică	10	4,0	1,4	5,4	14,6
-	monofazică	10	3,6	1,6	5,2	19,26
120	monofazică	10	21,4	9,4	30,8	20,10
200	monofazică	10	35,4	9,6	45,0	19,82
120	AL-I	5,0	27,4	13,4	40,8	27,76
200	AL-I	5,0	36,0	11,4	47,4	20,88
120	AL-I	7,5	26,6	10,0	36,6	24,90
200	AL-I	7,5	27,3	19,4	46,7	20,57
120	AL-II	5,0	19,4	18,6	38,0	25,85
200	AL-II	5,0	23,0	27,4	50,4	22,2
120	AL-II	7,5	22,0	36,0	58,0	40,07
200	AL-II	7,5	33,4	24,6	58,0	25,55

*Ca inițial = 27 mg/100 g produs.

Tabelul 3.25. Influența procedurii de fabricare și a compoziției rețetei asupra hidrolizei enzimatică a fitaților

Adaos Ca mg/100 g făină	Metoda de fabricare	Drojii de panificație, g	Fitați solubili, mg /100 g produs			Fitați* solubili, %
			etapa gastrică	etapa intestinală	total	
-	monofazică	10	30,8	53,1	83,9	14,50
120	monofazică	10	36,0	25,3	61,3	10,61
200	monofazică	10	45,2	20,6	65,8	11,38
120	AL-I	5,0	124,0	23,3	147,3	25,48
200	AL-I	5,0	127,3	44,2	171,5	29,67
120	AL-I	7,5	70,6	25,3	95,9	16,59
200	AL-I	7,5	23,3	54,8	78,1	13,51
120	AL-II	5,0	55,5	83,6	139,1	24,06
200	AL-II	5,0	82,2	86,3	168,5	29,15
120	AL-II	7,5	115,1	30,8	145,9	25,24
200	AL-II	7,5	101,4	13,7	115,1	19,91

*Conținutul total de fitați în produs – 578 mg acid fitic/100 g produs.

Astfel, se poate concluziona că cantitatea calciului solubil este mai înaltă în cazul suplimentării cu 120 mg calciu/100 g făină. Rezultatul optimal (40% de la cantitatea totală de calciu solubilizat) se înregistrează în produsele obținute prin metoda acido-lactică II și cantitatea de levuri 7,5 g (fig.3.21).

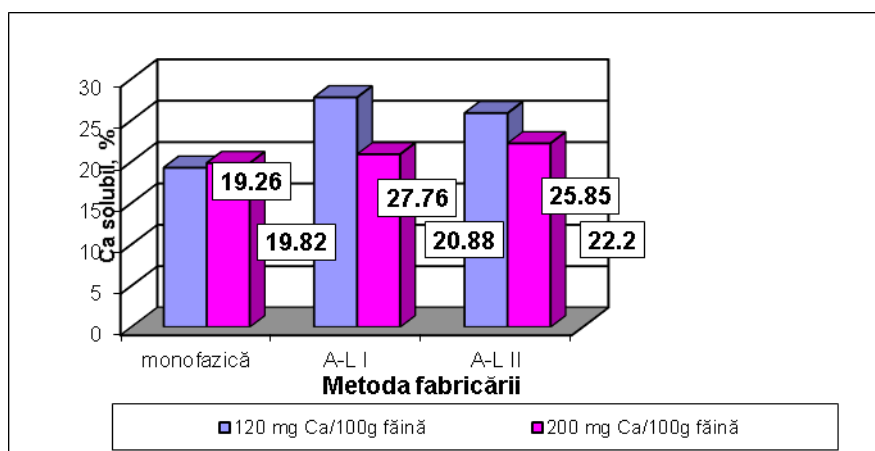
Cercetările efectuate au arătat că utilizarea fermentației acido-lactice a ridicat considerabil atât conținutul calciului în produs, cât și valoarea procentuală de la cantitatea totală.

Metoda fermentației acido-lactice a fost utilizată la prepararea produselor cu o durată și cantități de drojii ce variază. Rezultatele obținute denotă că condițiile ce asigură creșterea biodisponibilizării calciului sunt asigurate în cazul adaosului drojdiilor în proporție de 5,0 g cu fermentarea timp de o zi. Valoarea maximală în condițiile menționate a fost atinsă la fermentarea acido-lactică I – 14,3 mg/100 g produs, ceea ce reprezintă 38,47% de la cantitatea totală din produs.

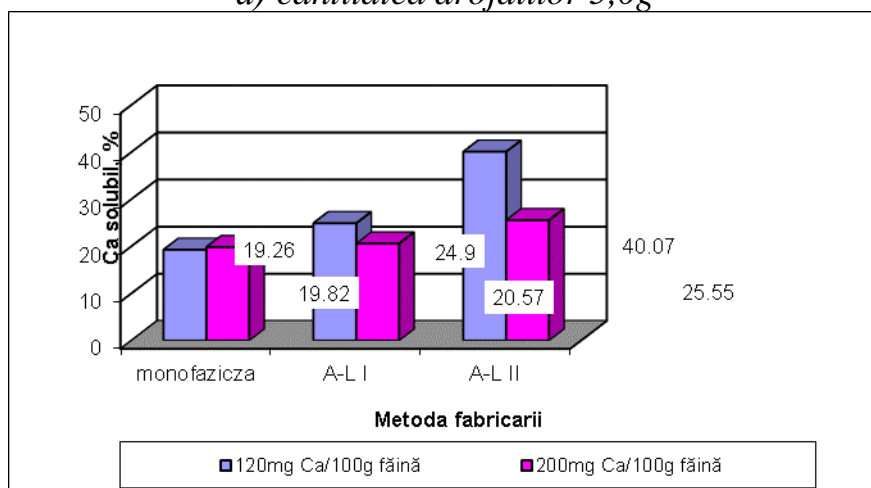
Studiul influenței metodei de fermentare asupra nivelului de hidroliză a fitaților a demonstrat că fitații hidrolizează mai bine în cazul produselor obținute prin metoda acido-lactică I după 2 zile de fermentare a maielei. Valoarea maximală constituie 50-51% fitați hidrolizați de la cantitatea totală din produsul obținut prin metoda acido-lactică I la o fermentare timp de 2 zile cu o cantitate de drojii de 2,5 g.

E de remarcat că pentru valoarea maximală a hidrolizei fitaților (50-51%), solubilizarea calciului este mai joasă: 20-21% de la cantitatea totală de calciu administrat. Prin metoda fermentației acido-lactice I și durata de fermentare de o zi, solubilizarea calciului atinge valoarea 35-36% de la cantitatea totală din produs. Având ca scop al lucrării obținerea unei cantități maxime de calciu biodisponibil, mai rațională ar fi utilizarea metodei acido-lactice I la fermentarea timp de o zi și

utilizarea unei cantități de drojzii de 5,0 g. În astfel de condiții, hidroliza fitaților variază între 35-36%, ceea ce corelează cu atingerea valorii maxime a calciului solubilizat.



a) cantitatea drojdiilor 5,0g



b) cantitatea drojdiilor 7,5 g

Figura 3.21. Influența metodei de fermentare, a conținutului drojdiilor de panificație și a ratei aditivului de calciu administrat asupra biodisponibilității calciului în condițiile digestiei gastrointestinale in vitro

Conținutul optimal de calciu s-a înregistrat la un adaos de calciu în valoare de 120 mg/100 g făină față de masa totală a făinii - 40,07%, la fermentarea acido-lactică II, la o cantitate a drojdiilor de 7,5 g. Însă la adaosul a 200 mg /100 g făină, conținutul calciului solubil nu atinge valoarea de 25,55% (la fermentarea acido-lactică II, cantitatea drojdiilor de 7,5 g).

Studiul microbiologic al procesului de fermentare acido-lactică a tărâțelor de grâu. Fermentarea acido-lactică este un proces microbiologic complex, influențat de numeroși factori. Produsele rezultate în procesul fermentării depind de microflora participantă. Identificarea microflorei care participă la procesul de fermentație a tărâțelor de grâu și evoluția ei pe parcursul procesului tehnologic de fermentare acido-lactică a pâinii reprezintă un interes deosebit.

Pentru optimizarea procesului de fermentare acido-lactică a produselor de panificație, a fost efectuat un studiu microbiologic, care avea drept scop stabilirea

evoluției microbiotei pe parcursul fermentației pâinii. Analiza datelor obținute la cultivarea microorganismelor în medii dense *Sabouroud* este dată în tabelul 3.26.

Tabelul 3.26. Evoluția microflorei în sistemul tărâțe-apă

<i>Etapa de cultivare</i>	<i>Timpul</i>	<i>Descrierea culturilor</i>	<i>Numărul de culturi, NTG</i>	<i>Microorganisme</i>
Tărâța neînmuaiată	0	Colonii surii-albicioase, lucioase, cu marginile întregi, cu profilul plat	3,7*10	Lactobacili, asporogene, <i>L. plantarum</i>
Tărâța înmuaiată	30 min	Există două tipuri de colonii: colonii de dimensiuni mici, margini întregi, lucioase, de culoare surie; colonii cu marginile ondulate, profil curbat, surii la culoare.	4,5*10	<i>Lactobacilius</i> , celule streptococi și de drojdii unice
Etapa de frământare a aluatului	1h 10 min	Colonii mici, foarte multe, de culoare surie	26,0*10	Drojdi, <i>G. Lactobacilius</i>
Etapa finală a fermentării aluatului	2h 50 min	Colonii mai multe, ca și în etapa precedentă, de culoare cafenie, cu marginile întregi	40,0*10	Drojdi, micrococi, bacterii lactice

S-a stabilit [82, 85] că microflora tărâțelor de grâu este reprezentată de următoarele microorganisme: *Lactobacillus delbruesckii*, *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis*, *Mzxococcus fulvus*, *Pediococcus cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides*. În procesul de fermentare la temperatura de 40°C prevalează *Lactobacillus delbruesckii*. Acești lactobacili sunt homofermentativi și fermentează hexozele până la acid lactic.

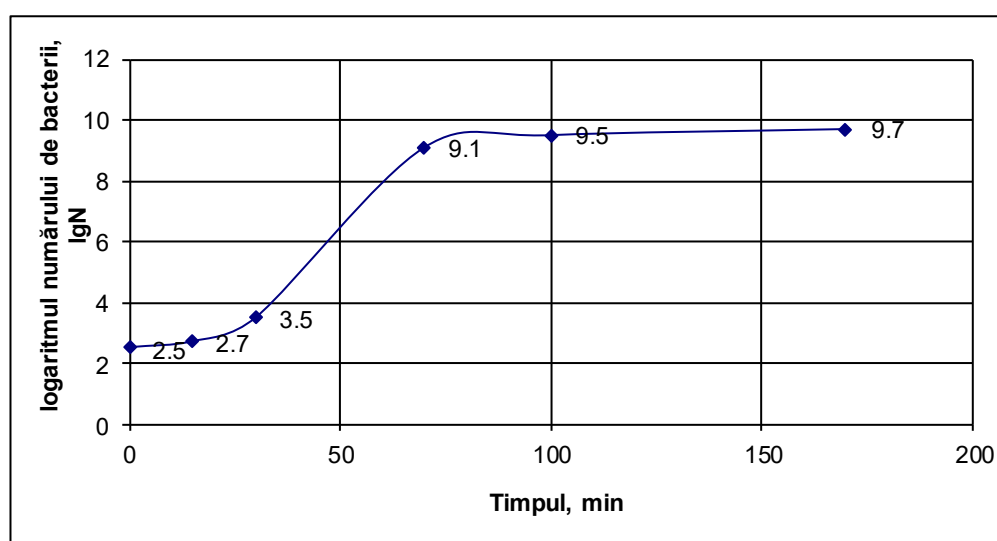


Figura 3.22. Curba de creștere a numărului de microorganisme pe parcursul procesului tehnologic pe Sabouraud

Duratele fazelor de dezvoltare la temperatura optimă a bacteriilor *Lactobacillus delbruesckii* sunt:

- faza de latență durează 30-40 min.;
- faza de creștere exponențială - 40-80 min.;
- faza de creștere staționară - după 1,5 ore.

Valorile indicilor de creștere a microorganismelor au servit la elaborarea parametrilor tehnologici pentru procedeul de fabricare a produselor de panificație prin metoda fermentației acido-lactice.

Astfel, s-a stabilit că evoluția intensă a fermentației acido-lactice începe după 30-40 min. de înmuiere a tărâțelor. Pe parcursul perioadei următoare (40-80 min.) se remarcă o creștere importantă a numărului de microorganisme. Ulterior, panta curbei de creștere ia o alură mai lentă, ceea ce denotă stabilitatea procesului dezvoltării microbiotei (fig.3.22).

Cercetarea influenței zerului și a preparatului lacto-bacterian (PLB) asupra hidrolizei fitaților și a biodisponibilității calciului din pâine. Este bine cunoscut efectul promotor al proteinelor asupra biodisponibilității calciului din alimente. În special, acest efect benefic se manifestă în cazul proteinelor de origine animală.

Mai mulți autori menționează [40, 54] că în prezența proteinelor biodisponibilitatea calciului crește de 1,5-1,8 ori. Astfel, un interes deosebit prezintă administrarea în rețeta de fabricare a produselor de panificație și patiserie a extractelor proteice. În acest scop s-a utilizat zerul de lapte, care este un subprodus rezultat din prelucrarea laptelui integral sau smântânit din diverse brânzeturi, precum și a preparatului lacto-bacterian (borș acru), care este un produs tradițional în bucătăria moldovenească. Preparatul lacto-bacterian conține: hidrați de carbon (glucoză, fructoză, maltoză, zaharoză, dextrine), proteine, acid lactic și alți acizi organici, substanțe aromatice, coloranți, vitamine, substanțe minerale și enzime. PLB este o sursă de proteine bogate în aminoacizi esențiali.

Produsul lacto-bacterian și zerul pot fi folosite în panificație drept aditivi de corecție a calității făinurilor. În lucrare au fost administrate cantități de produs care sunt considerate optime pentru corecția calității făinii [14, 17].

Așadar, a fost cercetat efectul combinat al procedeului de fermentare a aluatului și a adaosului de extract proteic. Rezultatele obținute sunt date în tabelele 3.27 și 3.28.

S-a constatat că atât procedeul de fermentare aplicat, cât și compoziția au o influență semnificativă asupra ratei fitaților supuși hidrolizei enzimatică și a biodisponibilității calciului.

În cazul adaosului de PLB, chiar dacă conținutul acidului lactic din aluat este considerabil mai înalt, rata fitaților supuși hidrolizei enzimatică nu depășește acest parametru obținut în absența adaosului (23-32,5). Drept efect, conținutul de calciu solubil la finele a 4 ore de digestie gastrointestinală *in vitro* constituie doar 22-34%, ceea ce este comparabil cu rezultatele obținute prin metoda similară în lipsa adaosului preparatului lacto-bacterian.

Tabelul 3.27. Influența procedurii de fabricare și a compoziției rețetei asupra biodisponibilității *in vitro* a Ca*

Ca mg/100 g produs	Metoda de fabricare	Durata de fermentare, zile	Drojdii de panificație, g	Adaos	Ca, mg/100 g produs (solubil)			Ca* solubil, %
					gastrică	tripsică	total	
-	Bifazică	3 ore	10	-	4,0	1,4	5,4	14,6
-	monofazică	tradițională	10	-	3,6	1,6	5,2	19,26
120	monofazică	3 ore	10	-	21,4	9,4	30,8	20,10
200	monofazică	3 ore	10	-	35,4	9,6	45,0	19,82
120	A-L (I et.)	1 zi	5,0	Zer 20%	26,6	17,4	44,0	29,93
200	A-L (I et.)	1 zi	5,0	Zer 20%	30,6	28,6	59,2	26,08
120	A-L (I et.)	1 zi	7,5	Zer 20%	61,4	68,0	129,9	88,03
200	A-L (I et.)	1 zi	7,5	Zer 20%	43,7	32,6	76,0	33,48
120	A-L (I et.)	2 zile	5,0	PLB 30%	25,4	14,6	40,0	27,21
200	A-L (I et.)	2 zile	5,0	PLB 30%	30,6	22,6	53,2	23,44
120	A-L (I et.)	2 zile	7,5	PLB 30%	39,4	11,23	50,6	34,42
200	A-L (I et.)	2 zile	7,5	PLB 30%	29,4	22,0	51,4	22,64
120	A-L (II et.)	2 zile	5,0	Zer 20%	27,4	24,0	51,4	34,97
200	A-L (II et.)	2 zile	5,0	Zer 20%	32,6	11,8	104,4	45,99
120	A-L (II et.)	2 zile	7,5	Zer 20%	54,0	45,4	96,4	65,58
200	A-L (II et.)	2 zile	7,5	Zer 20%	34,0	36,6	70,6	31,10

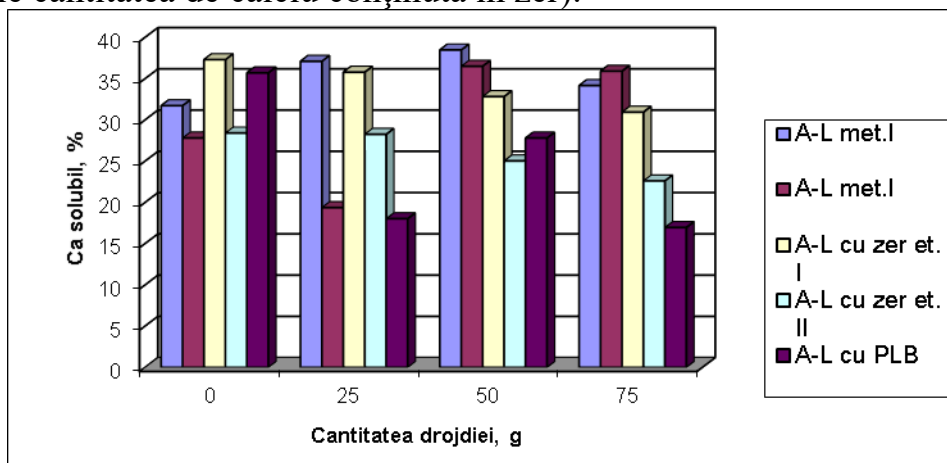
*Ca inițial = 27 mg/100 g produs.

Tabelul 3.28. Influența procedurii de fabricare și a compoziției rețetei asupra hidrolizei enzimatică a fitaților

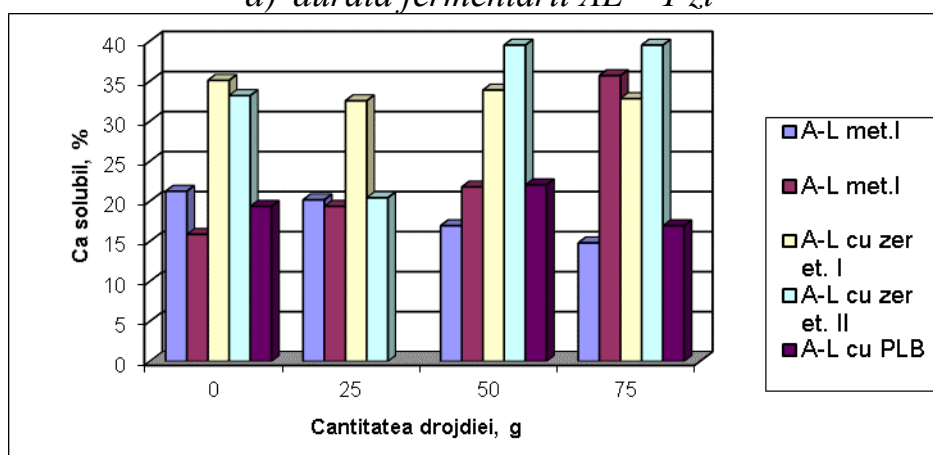
Ca mg/100g produs	Metoda de fabricare	Durata de fermentare, zile	Drojdii de panifica- ție, g	Adaos	Fitați, mg/100 g produs (solubili)			Fitați* solubi li, %
					gastrică	tripsică	total	
-	Bifazică	3 ore	10	-				
-	monofazică	tradițională	10	-	30,8	53,1	83,9	14,50
120	monofazică	3 ore	10	-	36,0	25,3	61,3	10,61
200	monofazică	3 ore	10	-	45,2	20,6	65,8	11,38
120	A-L (I et.)	1 zi	5,0	Zer 20%	56,2	20,6	83,6	14,46
200	A-L (I et.)	1 zi	5,0	Zer 20%	67,3	27,4	94,7	16,38
120	A-L (I et.)	1 zi	7,5	Zer 20%	219,2	118,5	337,7	58,43
200	A-L (I et.)	1 zi	7,5	Zer 20%	186,0	19,2	205,2	35,50
120	A-L (I et.)	2 zile	5,0	PLB 30%	115,2	42,8	158,0	27,34
200	A-L (I et.)	2 zile	5,0	PLB 30%	89,7	48,6	138,3	23,88
120	A-L (I et.)	2 zile	7,5	PLB 30%	134,0	54,8	188,8	32,53
200	A-L (I et.)	2 zile	7,5	PLB 30%	114,6	50,0	164,6	28,48
120	A-L (II et.)	2 zile	5,0	Zer 20%	117,1	30,2	147,3	25,48
200	A-L (II et.)	2 zile	5,0	Zer 20%	211,7	102,8	314,5	54,41
120	A-L (II et.)	2 zile	7,5	Zer 20%	161,7	168,5	330,2	57,13
200	A-L (II et.)	2 zile	7,5	Zer 20%	169,9	83,6	253,5	43,86

*Fitați - conținutul total de fitați în produs – 578 mg acid fitic/100 g produs.

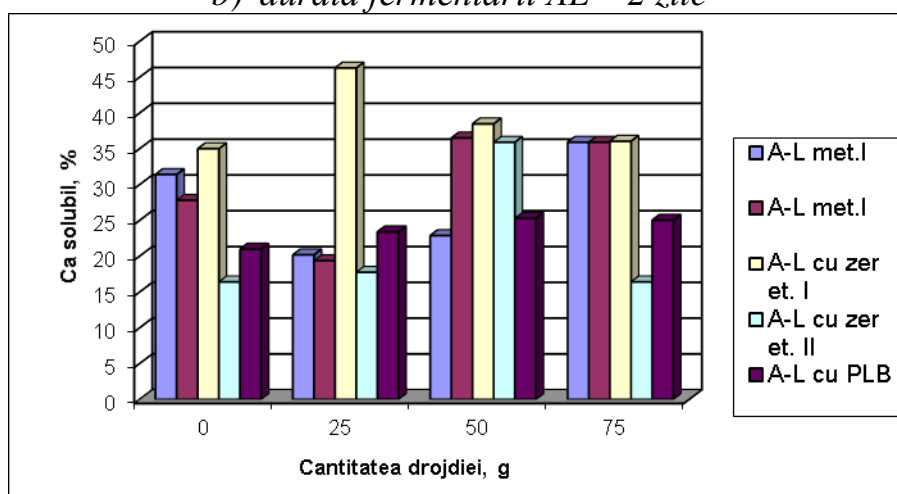
În cazul adaosului de zer se observă o dispersie considerabilă a datelor privind rata fițaiilor supuși hidrolizei enzimatică, în special, în cazul aplicării metodei AL-I. Totuși, între rata fițaiilor supuși hidrolizei enzimatică și ponderea calciului solubil la finele a 4 ore de digestie gastrointestinală *in vitro* există o relație directă (tabelele 3.27 și 3.28). Astfel, cu cât cantitatea de fițai supuși hidrolizei enzimatică este mai înaltă, cu atât și conținutul de calciu solubil va fi mai înalt (la calcule a fost luată în considerație cantitatea de calciu conținută în zer).



a) durata fermentării AL – 1 zi



b) durata fermentării AL – 2 zile



c) durata fermentării AL – 3 zile

Figura 3.23. Influența metodei de fabricare, a compoziției și a duratei de fabricare asupra solubilizării Ca

Influența metodei de fabricare, a compoziției și a duratei de fabricare asupra solubilizării Ca este arătată în figura 3.23. Pentru durate mici de fermentare, efectul adaosului de zer, precum și de preparat lacto-bacterian este nesemnificativ (fig.3.23, a). Solubilitatea calciului nu se deosebește esențial de datele obținute în absența extractului proteic.

În cazul duratei mai mari de fermentare acido-lactică, ponderea calciului solubil este considerabil mai înaltă pentru probele cu adaos de zer, fie metoda AL-I sau AL-II (fig.3.23, b, c). Acest lucru denotă o ameliorare considerabilă a procedurii tehnologice aplicat. Astfel, procedeul permite a obține până la 100-130 mg/100 g produs de calciu solubil în condițiile digestiei gastrointestinale *in vitro*. Cercetarea influenței procesului de fermentație acido-lactică dezvoltată pe baza făinii de grâu reconstituite (a tărâțelor bogate în fitaze vegetale) denotă existența unei etape de fermentare acido-lactică care conduce la hidroliza majorității fitaților (70-80%). Astfel, încorporarea elementelor minerale, și în mod special a calciului în etapa de aluat, după diminuarea considerabilă a puterii demineralizante a fitaților, permite a spori considerabil rata calciului dializabil.

3.2.5. Elaborarea procedurilor industriale de fabricare a produselor de panificație fortificate cu calciu

Optimizarea procedurii bifazice de fabricare a produselor de panificație fortificate cu calciu. A fost cercetat procedeul de suplimentare cu clorură de calciu a pâinii din făină de grâu de calitate superioară și întâi. S-a stabilit că, indiferent de gradul de extracție al făinii, tot calciul prezent în făina de grâu nefortificată este legat chimic și nu este disponibil pe parcursul fermentării sau al coacerii aluatului. Cauza constă în conținutul important de fitați (0,3...0,4%) capabil să insolubilizeze tot calciul prezent în făină.

S-a stabilit că pe parcursul fermentării fitații sunt supuși defosforilării progresive sub influența fitazei prezentă în făina de grâu. Activitatea fitazică optimă se dezvoltă la pH-5 și $t = 40...50^{\circ}\text{C}$. Astfel, la sfârșitul primei etape de preparare a aluatului, 52-78% din fitații prezenți în făină sunt inactivați, produșii hidrolizei enzimatică nefiind capabili a insolubiliza calciul și alți cationi metalici polivalenți [35, 54, 42].

S-a stabilit că pâinea fortificată cu soluție de clorură de calciu poate fi produsă doar prin metoda bifazică, cu administrarea aditivului în etapa frământării aluatului, deoarece pe parcursul primei faze are loc degradarea enzimatică a fitaților, iar calciul adăugat ulterior nu formează compuși insolubili. Activitatea fitazică continuă și pe parcursul fermentării ulterioare a aluatului, astfel, gradul de disponibilizare a calciului în produsul finit constituie 60-80%.

Este bine cunoscut faptul că substanțele minerale, inclusiv sarea de bucătărie, influențează negativ asupra vitezei de fermentare a aluatului. În urma cercetării a fost elaborată schema tehnologică a procedurii de fabricare a pâinii fortificate cu clorură de calciu prin metoda bifazică (fig.3.24).

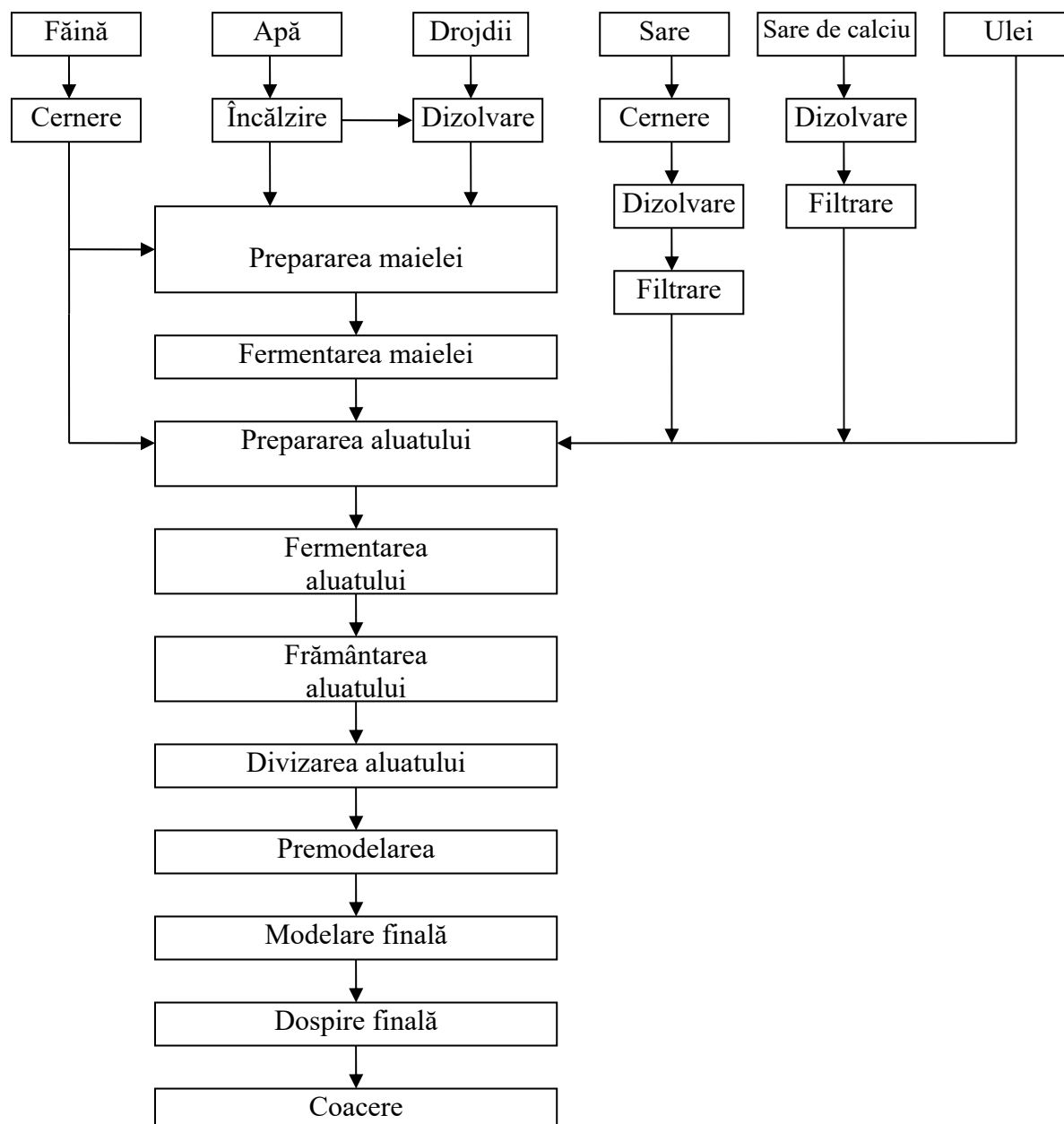


Figura 3.24. Schema tehnologică de obținere a pâinii fortificate cu calciu prin metoda bifazică

În conformitate cu tehnologia indicată poate fi fabricată pâine coaptă în forme și pâine coaptă pe vatră. În continuare sunt prezentate unele modele de obținere a pâinii fortificate cu calciu.

Exemplul 1. Din 30 kg făină, 1 kg drojdii comprimate, 2,5 kg sare și 73 l apă este amestecată maiaua, care se supune fermentării timp de 3 ore. În maiaua fermentată se adaugă cantitatea rămasă de făină (70 kg), 1,25 l soluție de 40% CaCl_2 , apă și se frământă aluatul, care apoi fermentează timp de 1-1,5 ore. După fermentare aluatul se divizează în bucăți cu masa de 350 g, se așează în forme și se menține în dulapul de dospire timp de 50 min., după ce se introduce în cuptor pentru coacere timp de 30 min. la temperatura de 220-240°C.

Exemplul 2. Din 30 kg făină, 1 kg drojdii comprimate, 2,5 kg sare și 73 l apă este amestecată maiaua, care se supune fermentării timp de 3 ore. În maiaua

fermentată se adaugă cantitatea rămasă de făină (70 kg), 2,5 l soluție de 40% CaCl₂, apă și se frământă aluatul, care apoi fermentează timp de 1-1,5 ore. După fermentare aluatul se divizează în bucăți cu masa de 550 g, se așează în forme și se menține în dulapul de dospire timp de 50 min., după ce se introduce în cuptor pentru coacere timp de 30 min, la temperatura de 220-240°C.

Analogic cu exemplele date este efectuat procesul de utilizare a făinii de calitate I și a II-a.

Pâinea finită corespunde cerințelor normative SM 173: 1997, se deosebește printr-o valoare nutritivă înaltă, gust și aromă excelente, este bogată în calciu, își păstrează mai mult timp prospețimea, deoarece conținutul sporit de minerale contribuie la menținerea umidității (tabelul 3.29).

Volumul specific al pâinii, pentru probele fortificate cu 40 și 80 mg Ca/100 g produs, nu variază esențial în comparație cu martorul, în timp ce aprecierea organoleptică este mai superioară pentru suplimentarea cu cantități mai lejere. Ultimele două concentrații influențează mai mult volumul specific, însă și proprietățile organoleptice, care au fost apreciate cu indici esențial mai reduși.

Tabelul 3.29. Proprietăți organoleptice și fizico-chimice ale produselor de panificație fortificate cu calciu obținute prin metoda bifazică

<i>Supliment, mg Ca/100g produs</i>	<i>Masa aluatului, g</i>	<i>Masa pâinii după coacere, g</i>	<i>Masa pâinii în ziua a doua, g</i>	<i>Volumul specific, cm³/g</i>	<i>Aprecierea organoleptică*, 10 puncte</i>
-	473	436	435	3,78	8,3/10
40	450	410	390	3,75	8,5/10
80	448	405	402	3,74	8,4/10
120	450	406	400	3,63	8,1/10
160	446	405	395	3,59	7,5/10
200	453	403	390	3,48	7,2/10

*Media a 10 aprecieri.

Elaborarea procedurii de fabricare a produselor de panificație fortificate cu calciu fabricate prin aplicarea etapei acido-lactice de fermentare a aluatului. În vederea sporirii valorii biologice a produselor de panificație și patiserie din făină de grâu și fără a majora esențial prețul produsului, a fost aplicată etapa de fermentare acido-lactică, dezvoltată pe baza tărâțelor de grâu, în procedeul bifazic de fabricare a produselor (fig.3.25).

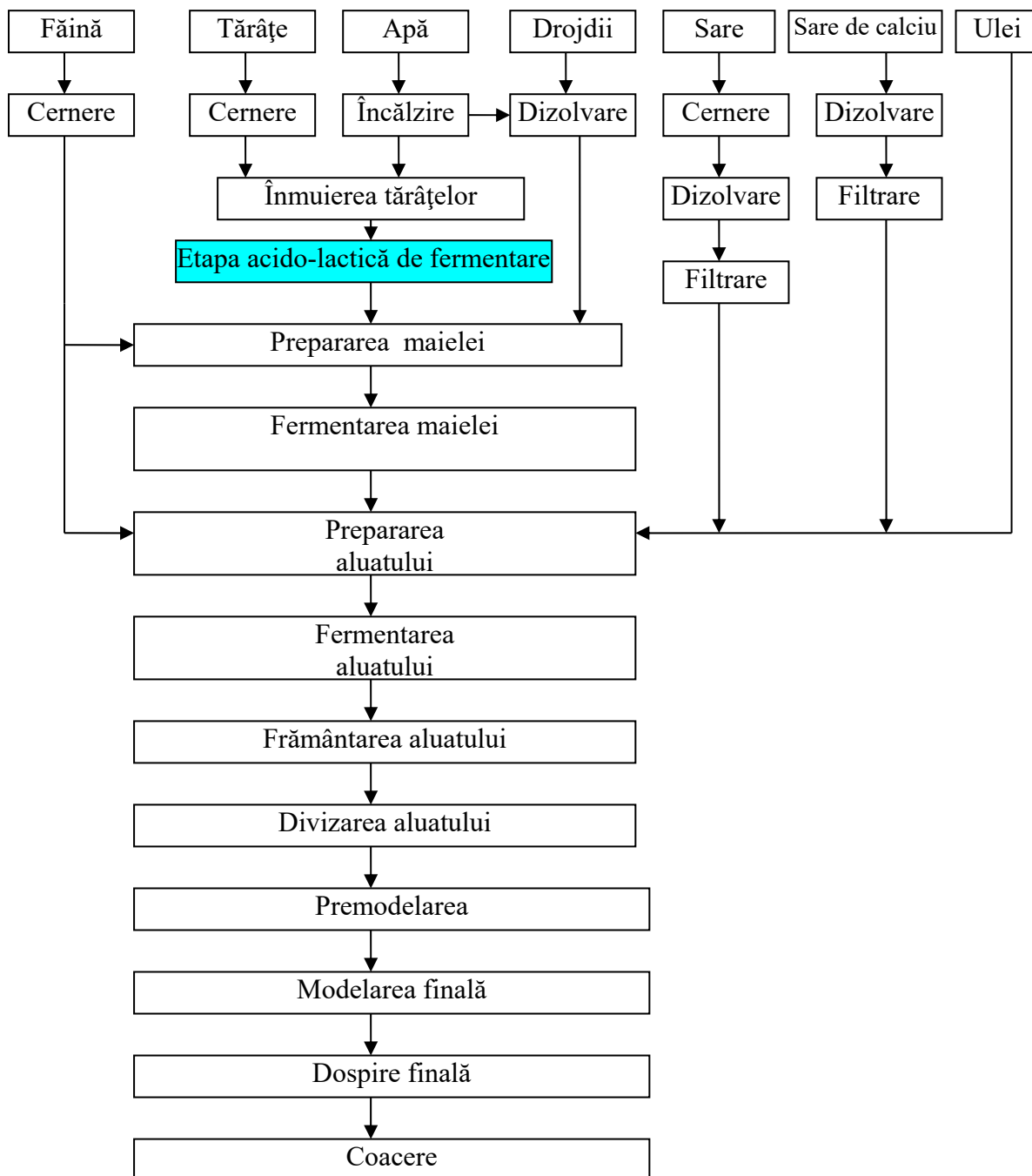


Figura 3.25. Schema tehnologică de obținere a pâinii fortificate cu calciu prin aplicarea etapei acido-lactice de fermentare

Compozițiile utilizate pentru realizarea procedurii sunt prezentate în formă de 6 exemple în tabelul 3.30.

Este bine cunoscut faptul că fitații au capacitatea de a lega calciul și alte elemente minerale esențiale (fierul, zincul) prin legături coordinative extrem de stabile, ceea ce are drept rezultat tranzitul lor intestinal fără a putea fi absorbit de către organism. Acest fenomen ar putea fi eliminat doar prin supunerea fitaților, care conțin 6 resturi ale acidului ortofosforic, unei etape de hidroliză enzimatică, deoarece produșii de hidroliză formează compuși de calciu capabili să penetreze bariera gastrointestinală.

Dezvoltarea unei etape de fermentare acido-lactică prin utilizarea tărațelor de grâu conduce la hidroliza a 70-80% din fitații prezenți, ceea ce asigură absorbția gastrointestinală a elementelor minerale în funcție de necesitățile fiziologice ale organismului.

În același timp, utilizarea tărațelor ($\frac{1}{8} - \frac{1}{4}$ în raport față cantitatea totală de făină) micșorează valoare energetică a produsului și accelerează tranzitul gastrointestinal. Produsele pot fi recomandate persoanelor în convalescență, celor cu un metabolism scăzut, celor care suferă de constipații sau de obezitate.

Administrarea aditivului de calciu conduce la creșterea valorii sale biologice, deoarece asigură un aport optimal de acest micronutrient esențial, în lipsa antinutrienților (fitați) pentru toate categoriile de vârstă ale populației - copii, femei gravide și care alăptează copiii, persoane în etate. În plus, suplimentul de calciu contribuie la menținerea umidității produsului și îi conferă o stabilitate microbiologică sporită, care are o durată de păstrare mai mare decât produsele fără adaos de calciu.

Tărațele se înmoaie cu două treimi din cantitatea totală a apei încălzite pentru 10 minute. Drojdiile și zahărul se dizolvă în restul apei. O treime din făina cernută se amestecă cu tărațele înmuiate și cu drojdia dizolvată. Maioua obținută fermentează timp de 30 minute, apoi se amestecă cu restul făinii, sarea de bucătărie și sarea de suplimentare. După ce aluatul s-a amestecat bine, se adaugă uleiul și se prelungește amestecarea până la o omogenizare totală. Aluatul obținut fermentează timp de o oră, apoi se divizează și se repartizează în formele bine unse. Dospirea prelungește timp de 30-40 min., apoi semipreparatele se coc.

Tabelul 3.30. Exemple de realizare a procedurii propus

<i>Ingrediente, kg</i>	<i>Exemple de realizare</i>					
	<i>făină / tărațe 8:1</i>		<i>făină / tărațe 6:1</i>		<i>făină / tărațe 4:1</i>	
	<i>100 mg Ca/100g produs</i>	<i>200 mg Ca/100g produs</i>	<i>100 mg Ca/100g produs</i>	<i>200 mg Ca/100g produs</i>	<i>100 mg Ca/100g produs</i>	<i>200 mg Ca/100g produs</i>
	1	2	3	4	5	6
Făină de grâu, calitate superioară	53	53	51,4	51,5	48	48
Tărațe de grâu	7	7	8,6	8,6	12	12
Drojdie de panificație comprimată	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ulei de floarea soarelui (l)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sare de bucătărie	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
Zahăr	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Clorură de calciu anhidră	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,6
Apă	31,7	31,4	31,7	31,4	31,7	31,4

Procedeul conform exemplelor 1-6 se realizează în modul următor:

Cantitatea de tărâțe indicată în compoziție se înmoaie cu 20 l de apă încălzită la 38-40°C și se lasă pentru 20-30 minute. Drojdiile și zahărul se dizolvă în 10 l de apă încălzită. O treime din făina cernută se amestecă cu tărâțele înmuiate și cu drojdia dizolvată. Maioua obținută fermentează timp de 30 minute, apoi se amestecă cu restul făinii și cu soluția de sare de bucătărie și clorura de calciu, pregătită pe cantitatea restantă de apă (3,7-4,0 l de apă). După ce aluatul s-a amestecat bine, se adaugă uleiul și se prelungește frământarea până la o omogenizare totală. Aluatul obținut fermentează timp de o oră, apoi se divizează în bucăți cu masa de 150 g, se conferă forma rotundă și se repartizează în formele bine unse. Dospirea prelungește timp de 30-40 min., apoi semipreparatele se coc în cuptor timp de 35-45 minute. În rețetă poate fi folosit zerul, care se administrează înlocuind $\frac{1}{5}$ (20%) din volumul apei din rețetă.

Caracteristicile fizico-chimice și organoleptice ale produsului sunt date în tabelul 3.31.

Tabelul 3.31. Indici fizico-chimici și organoleptici ai produselor fabricate conform rețetelor 1-6

<i>Indici fizico-chimici și organoleptici</i>	<i>Conform exemplelor din tabelul 3.30</i>					
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Umiditatea miezului, %	44,6	45,2	44,1	45,5	43,8	45,6
Aciditatea, grade	3,0	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7
Porozitatea miezului, %	68	67	71	69	68	66
Aspectul exterior	Chifle rotunde, culoare de la auriu până la cafeniu-închis Se observă unele incluziuni de tărâțe					
Gradul de coacere al miezului	Bine copt, uscat la pipăit, elastic, după o presare ușoară cu degetul miezul își restabilește forma inițială					
Gustul și mirosul	Gust agreabil, propriu produsului dat, fără gust și miros străin					

Aspectul produselor obținute este reprezentat în figura 3.26. Produsele au proprietăți organoleptice excelente, valoare biologică sporită și valoare energetică scăzută, ceea ce este deosebit de valoros. Se observă mici incluziuni de tărâțe. Chiflele au un gust și o aromă agreabilă.



a. Durata etapei acido-lactice 30 min.



b. Durata etapei acido-lactice 60 min.



c. Durata etapei acido-lactice 90 min.



d. Durata etapei acido-lactice 120 min.

Figura 3.26. Produse obținute prin aplicarea etapei acido-lactice de fermentare, raportul făină-tărâțe 6:1 cu 120 mg% Ca, aditiv - clorura de calciu.

CONCLUZII

1. Valoarea nutritivă a produselor de panificație poate fi considerabil ameliorată prin administrarea cationilor de calciu în procesul de panificație, în etapa de frământare a aluatului, datorită diminuării acțiunii demineralizante a fitaților supuși hidrolizei enzimatică în etapa de maia. Gradul de hidroliză al fitaților depinde de procedeul de panificație aplicat, de gradul de extragere al făinii, de natura și concentrația aditivului de calciu administrat.

2. În urma cercetării raportului dintre formele chimice ale calciului în făina de grâu au fost calculate valorile constantelor de stabilitate pentru complexii de tip chelat $InsP_6 \cdot xCa$ ($4,3 \times 10^2$ - $7,5 \times 10^6$), precum și energia liberă Gibbs a procesului de chelatare a calciului de către fitați (-14,987; -24,845; -39,177 kJ/mol). Rezultatele obținute arată că afinitatea fitaților este atât de înaltă pentru calciu, încât fortificarea făinii (40-200 mg Ca/100 g produs) nu aduce decât o majorare neesențială a conținutului de calciu solubil.

3. Cercetarea influenței naturii aditivului asupra disponibilității calciului din produsele de panificație a arătat că în cazul gluconatului este atins un conținut mai

important de calciu solubil față de clorura de calciu. Acest fapt este legat de concurența proceselor de solubilizare a calciului din gluconatul puțin solubil și complexarea sa de către fitații din făină. Solubilizarea calciului din gluconat are loc concomitent cu defosforilarea enzimatică a fitaților, ceea ce diminuează puterea demineralizantă a fitaților.

4. Studiul comparativ al solubilității calciului și al conținutului de alcoolul etilic pe parcursul fermentării aluatului atestă existența unei corelații directe între acești doi factori. Maximul de acumulare al alcoolului etilic se înregistrează pentru un adaos de calciu de 200-250 mg Ca/100 g produs. Administrarea aditivului trebuie efectuată în etapa de frământare a aluatului, deoarece în acest caz o parte considerabilă a fitaților din făină sunt defosforilați în etapa de maia.

5. Analiza conținutului de calciu solubil în funcție de concentrația aditivului atestă un maximum la adăugarea a 40-80 mg Ca/100 g produs, iar pentru 120-200 mg Ca/100 g produs conținutul de calciu solubil rămâne practic invariabil. Acest fapt este legat de formarea în aceste condiții a fitaților hexa-substituiți, a căror constantă de stabilitate este foarte mare ($k_s = 7,5 \times 10^6$). Prezența unor cationi de interes nutrițional (fier, zinc) conduce, de asemenea, la diminuarea conținutului de calciu solubil. Cauza rezidă în formarea fitaților micști cu o capacitate scăzută de solubilizare în condițiile digestiei gastrointestinale.

6. Analiza influenței fortificării cu cationi de calciu asupra digestibilității *in vitro* a proteinelor din pâine demonstrează că la concentrații medii ale aditivului (200-300 mg Ca/100 g produs) gradul de hidroliză a proteinelor din pâinea îmbogățită cu calciu este similar celui atestat pentru pâinea nefortificată, iar la concentrații mai mari (400 mg Ca/100 g produs) gradul de digestibilitate a proteinelor scade (~14%). Fosfopeptidele pot forma legături covalente sau coordinative în urma chelatării cu calciu, fapt ce afectează ulterior digestibilitatea lor în tractul gastrointestinal.

7. Cercetarea influenței etapei de fermentație acido-lactică, dezvoltată pe baza tărațelor de grâu, precum și a unor adaosuri (zer și preparat lacto-bacterian) asupra gradului de hidroliză a fitaților și a solubilității calciului din produsele de panificație fortificate a permis optimizarea procedurii de fabricare a produselor de panificație. Produsele obținute au proprietăți organoleptice excelente și valoare biologică sporită.

BIBLIOGRAFIE

1. Abrams S.A. Calcium turnover and nutrition through the life cycle. *Proc. Nutr. Soc.* 2001; 60:283-289. [PubMed] [Google Scholar].
2. Abrams S.A., Copeland K.C., Gunn S.K., Gundberg C.M., Klein K.O., Ellis K.J. Calcium absorption, bone accretion and kinetics increase during early pubertal development in girls. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2000; 85; 1805-8.
3. Abrams S.A. Using stable isotopes to assess mineral requirements in children. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999; 70;955-64.
4. Allen L. H. Calcium bioavailability and absorption: A review *American Journal of Clinical Nutrition*, 35 (1982); 783.
5. Allen L., de Benoist B., Dary O., Hurrell R. *Guidelines on Food Fortification with Micronutrients*. World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations; Geneva, Switzerland: 2006.

6. Al Jawaldeh A., Pena-Rosas J.P., McColl K.Q.J. Wheat flour fortification in the Eastern Mediterranean Region. World Health Organization, Regional Office for the Eastern Mediterranean. [(accessed on 10 December 2019)]; Available online: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/311730>.
7. Aminasüren in Futtermitteln. In: DLG Futterwerttabellen Universität Hohenheim DLG. Verlag Frankfurt an Main, 1976.
8. Angel, R., Tamim, N.M., Applegate, T.J., Dhandu, A.S., & Ellestad, L.E. (2002). Phytic acid chemistry: Influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. *Journal of Applied Poultry Research*, 11 (4), 471-480. <https://doi.org/10.1093/japr/11.4.471>.
9. Approved Mandatory Food Fortification Decree. [(accessed on 1 April 2020)]; Available online: <https://www.dfa.ie/irish-embassy/mozambique/news-and-events/2016/approved-mandatory-food-fortification-decree/>.
10. Awuchi, Chinaza Godswill; Igwe, Victory Somtochukwu; Amagwula, Ikechukwu O. Nutritional Diseases and Nutrient Toxicities: a Systematic Review of the Diets and Nutrition for Prevention and Treatment *International Journal of Advanced Academic Research | Sciences, Technology and Engineering | ISSN: 2488-9849 Vol. 6, Issue 1 (January 2020)*.
11. Bailey R.L., Fulgoni V.L., Keast D.R., Dwyer J. Dietary supplement use is associated with higher intakes of minerals from food sources. *Am. J. Clin. Nutr.* 2011; 94:1376–1381. doi: 10.3945/ajcn.111.020289. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
12. Balam G., Gurri F. A physiological adaptation to under nutrition us outcomes for children: ethnic/ *Anal de Human Biology*. Vol.21, nr.5, 1994, p.483-489.
13. Bandali, E., Rogers, M., Shapses, S. The Higher Calcium Absorption Associated with a High Fat Diet is Not Due to Intestinal Calcium Availability. *The Faceb Journal*. 01 April 2015. https://doi.org/10.1096/fasebj.29.1_supplement.760.2
14. Banu C. (coord.), Bărascu E., Stoica A., Nicolau A. Suveranitatea, securitatea și siguranța alimentară. București: Editura ASAB. 2007. - 725 p.
15. Banu C., Iordan M., Nour V., Musteață G. Procesarea materiilor prime alimentare și pierderile de substanțe biologic-active. Chișinău: Ed. Tehnică-UTM, 2003, p.152.
16. Banu C. ș.a. Alimentația și sănătatea. Târgoviște: Editura Macarie, 2001.
17. Banu C. ș.a. Manualul inginerului de industrie alimentară. Vol.2. București: Editura Tehnică, 1999.
18. Bischoff-Ferrari H.A., Dawson-Hughes B., Baron J.A., Burckhardt P., Li R., Spiegelman D., Specker B., Orav J.E., Wong J.B., Staehelin H.B. et al. Calcium intake and hip fracture risk in men and women: A meta-analysis of prospective cohort studies and randomized controlled trials. *Am. J. Clin. Nutr.* 2007; 86:1780-1790. doi: 10.1093/ajcn/86.5.1780. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
19. Bordei D. ș.a. Știința și tehnologia panificației. București: Editura AGIR, 2000.
20. Bounjour, J.P., Carrie, A.L., Ferrari, S., Clavien, H., Slosman, D., Theintz, G., et al. Calcium enriched foods and bone mass growth in prepubertal girls: a

- randomized, double-blind, placebocontrolled trial. *J.Clin Invest* 1997; 99:1287-94.
21. Brevet SUA Calcium enrichment composition and method for producing the same: Nr. 6599544 кл. A 23 D 8/304, American Micronutrients, Inc., Buddemeyer Bruce, Hagedorn Herman H. 2001.01.
 22. Bronner V. Nutritional status outcoms for children: cultural, and environmental context.//*Journal of the American Dietetic Association*.Vol.96, nr.9, 1996, - p.891.
 23. Cadogan J., Eastell R., Jones N., Barker M.E. Milk intake and bone mineral acquisition in girls: randomised, controlled intervention trial. *BMJ* 1997; 315:1255-60.
 24. Calcium fortification of cheese and yogurt. Brevet european N 11382070 A2 cl. A 23 C 19/09, A 23 C9/13, A 23C 19/076, A 23C 19/082, Înregistr. 2001.03.27 Publ. 04.10.2001. Aplicat de Kraft Foods.
 25. Calcium fortified pasta and process of making: Пат. 5945144 SUA, МПК⁶ A 23 L 1/304, A 23 P1/21 Hahn David H., Holt Michael L., Paris Frank P. № 09/079557; Заявл. 15.05.1998; Опубли. 31.08.1999: НПК 426/74.
 26. Centers for Disease Control. Dietary Interview - Total Nutrient Intakes, 2005-2006 NHANES; Data Release; Centers for Disease Control: Atlanta, GA, USA, 2008.
 27. Christakos, S., Dhawan, P., Porta, A., Mady L.J, and Seth, T.. Vitamin D and Intestinal Calcium Absorption. *Mol Cell Endocrinol*. 2011 Dec 5; 347(1-2): 25–29. Published online 2011 Jun 1. doi: 10.1016/j.mce.2011.05.038.
 28. Clapham D. E. 2007. Calcium signaling. *Cell* 131:1047–1058 [[Google Scholar](#)]
 29. Clydesdale, F.M. The Relevance of Mineral Chemistry to Bioavailability. *The Relevance of Mineral Chemistry to Bioavailability*. March 1989 - Volume 24 - Issue 2 - p 23-30.
 30. Committe on Nutrition, American Academy of Pediatrics. Calcium requirements of infants, children, and adolescents. *Pediatrics*. 1999; 104;1152-7.
 31. Compoziție de ameliorare, tip zimofort, pentru pâine și produsele de panificație. Brevet nr. 111534 B1, cl A 21 D 2/00. Răducanu I., Giurea A.M. Depozit. 30.05.1996. Publicare 29.11.1996.
 32. Compoziție de ameliorare, tip zimofort, pentru pâine și produsele de panificație. Brevet nr. 116517 B1, cl A 21 D 2/08. Răducanu I., Giurea A.M. Depozit. 18.09.1999. Publicare 30.03.2001.
 33. David M Spiegel, Kate Brady. Calcium balance in normal individuals and in patients with chronic kidney disease on low - and high-calcium diets. 2012 Jun; 81(11):1116-22. doi: 10.1038/ki.2011.490. Epub 2012 Feb. 1.
 34. Davies, N.T. Anti-nutrient factors affecting mineral utilization. Published online by Cambridge University Press: 28 February 2007. DOI: <https://doi.org/10.1079/PNS19790016>.
 35. Deseatnicov O., Sturza R., Ciumac J. Despre biodisponibilitatea calciului în produsele de panificație suplimentate/Meridian Ingineresc, nr.2, Chișinău, 2002.
 36. Donovan U., Gibson R. Dietary intakes of adolescent females consuming

- vegetarian, semi-vegetarian, and omnivorous diets.// Journal of Adolescent Health. Vol.18, nr 4, 1996, p.292-300.
37. Fletcher R.J., Bell I.P., Lambert J.P. Public health aspects of food fortification: A question of balance. *Proc. Nutr. Soc.* 2004; 63:605-614. doi: 10.1079/PNS2004391. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]- aspect e de sanatate publica ale fortificarii alimentelor.
 38. Gerd E. von Unruh, Susanne Voss, Tilman Sauerbruch and Albrecht Hesse. Dependence of Oxalate Absorption on the Daily Calcium Intake *JASN* June 2004, 15 (6) 1567-1573; DOI:<https://doi.org/10.1097/01.ASN.0000127864.26968.7F>
 39. GFDx Global Fortification Data Exchange. [(accessed on 1 April 2020)]; Available online: <https://fortificationdata.org/#top>.
 40. Guéguen Léon. The Bioavailability of Dietary Calcium. May 2000. Journal of the American College of Nutrition 19 (2 Suppl):119S-136S. DOI: [10.1080/07315724.2000.10718083](https://doi.org/10.1080/07315724.2000.10718083)
 41. Gui J.C., Brasic J.R., Liu X.D., Gong G.Y., Zhang G.M., Liu C.J. *et al.* Bone mineral density in postmenopausal Chinese women treated with calcium fortification in soymilk and cow's milk. *Osteoporos Int* 2012; 23: 1563–1570.
 42. Gupta R.K., Gangoliya S.S., Singh N.K. (2015) Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. *J Food Sci Technol* 52:676–684. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0978-y>
 43. Hae-Soo Kwak, Won-Jae Lee, Mee-Ryung Lee. Revisiting lactose as an enhancer of calcium absorption. February 2012. *International Dairy Journal* 22(2). DOI: [10.1016/j.idairyj.2011.09.002](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.09.002)
 44. Heaney R.P. Calcium, dairy products and osteoporosis. *J. Am Coll Nutr.* 2000 Apr; 19 (2 Suppl):83S-99S. doi: 10.1080/07315724.2000.10718088.
 45. Heaney R.P. Calcium intake and disease prevention. *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.* 2006;50:685–693. doi: 10.1590/S0004-27302006000400014. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
 46. Hennessy Á., Walton J., Flynn A. The impact of voluntary food fortification on micronutrient intakes and status in European countries: A review. *Proc. Nutr. Soc.* 2013;72:433–440. doi: 10.1017/S002966511300339X.
 47. Horton S. The Economics of Food Fortification. *J. Nutr.* 2006;136:1068–1071. doi: 10.1093/jn/136.4.1068. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
 48. <https://www.efsa.europa.eu/en/food-consumption/comprehensive-database>.
 49. Johnson-Down, L., L'Abbé, M.R., Lee, N.S., Gray-Donald, K., 2003. Appropriate Calcium Fortification of the Food Supply Presents a Challenge. *J. Nutr.* 133, 2232-2238. <https://doi.org/10.1093/jn/133.7.2232>
 50. Kanis J.A. McCloskey E.V. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2013 (24) [\[Medline\]](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23811111/)
 51. Kalkwarf H.J., Harrast S.D. Effects of calcium supplementation and lactation on iron status. *Am. J. Clin. Nutr.* 1998; 67:1244–1249. doi: 10.1093/ajcn/67.6.1244. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
 52. Kehoe L., Walton J., Flynn A. Nutritional challenges for older adults in Europe:

- Current status and future directions. *Proc. Nutr. Soc.* 2019; 78:221-233. doi: 10.1017/S0029665118002744.
53. Konietzny U., R.Greiner. PHYTIC ACID | Properties and Determination. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)* 2003, Pages 4546-4555. doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00922-6
 54. Kerstetter JE, O'Brien KO, Caseria DM, Wall DE, Insogna KL. The impact of dietary protein on calcium absorption and kinetic measures of bone turnover in women. *J. Clin Endocrinol Metab.* 2005 Jan; 90(1):26-31. [[PubMed abstract](#)]
 56. Kumar V., Sinha A.K., Makkar HPS, Becker K (2010) Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: a review. *Food Chem* 120:945-959. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.052>
 56. Lasztity, R. *Milk and Milk Products*; Radomir, L., Ed.; *Encyclopedia of Life Support Systems*: Oxford, UK, 2009; pp. 156-167. [[Google Scholar](#)]
 57. Leon Gueguen, MsScAgr, and Alain Pointillart, The Bioavailability of Dietary Calcium May 2000 *Journal of the American College of Nutrition* 19(2 Suppl):119S-136S DOI: [10.1080/07315724.2000.10718083](https://doi.org/10.1080/07315724.2000.10718083)
 58. MEC, 2012, p. 11-15 și informația oferită pentru Raport de MEC pentru anul 2012.
 59. Miller D.D., Schricker B.R., Rasmussen R.R., 1981. An in vitro estimation of iron availability from meals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 2248-2256.
 60. Miller GD et al. The importance of meeting calcium needs with foods. *J Am Coll Nutr* 2001; 20(2 suppl): 168S-85S.
 61. Minister of Health and Child Care Food Fortification Regulations (Gazetted on 24 October, 2016) [(accessed on 1 April 2020)]; 2016 Available online: http://www.veritaszim.net/sites/veritas_d/files/SI%202016-120%20-%20Food%20Fortification%20Regulations%2C%202016.pdf.
 62. Molgaard C., Kaestel P., Michaelsen K.F. Long-term calcium supplementation does not affect the iron status of 12–14-y-old girls. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005; 82:98-102. doi: 10.1093/ajcn/82.1.98. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)].
 63. Nanes MS. Kallen CB *Osteoporosis. Semin Nucl Med* 2014 (44).
 64. Nissar J., Ahad T/, Naik H/, Hussain S. (2017). A review phytic acid: as antinutrient or nutraceutical. *J Pharmacogn Phytochem JPP* 6:1554-1560.
 65. Omotayo M.O., Martin S.L., Stoltzfus R.J., Ortolano S.E., Mwanga E., Dickin K.L. With adaptation, the WHO guidelines on calcium supplementation for prevention of pre-eclampsia are adopted by pregnant women. *Matern. Child Nutr.* 2017; 14:e12521. doi: 10.1111/mcn.12521. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)].
 66. Osler M., Heitmann B.L. Food patterns, flour fortification, and intakes of calcium and vitamin D: A longitudinal study of Danish adults. *J. Epidemiology Community Heal.* 1998; 52:161-165. doi: 10.1136/jech.52.3.161.
 67. Palacios, C., Hofmeyr, G.J., Cormick, G., Garcia-Casal, M.N., Peña-Rosas, J.P., Betrán, A.P., 2021. Current calcium fortification experiences: a review. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1484, 55-73. <https://doi.org/10.1111/nyas.14481>.
 68. Procède de fabrication d'une eau riche et eau obtenue par ce procédé. WO 01/98216 A1, cl. CO2F 1/68, 9/00. Jauf-Fret, Henri; Lacoste, Christophe.

- Înregistrare 21.06.2001, publicare 27.12.2001.
69. Process for the fortification of a fruit based food product with calcium. EP 1295536 A1, cl. A23L 2/02, A23L 2/52, A23L 1/30, A23L 1/06, A23L 1/10, A23L 1/304. Bouman, Simone Johanna; Bontenbal, Elize Willem. Înregistrare 21.09.2001, publicare 26.03.2003.
 70. Products G technical committee for food and agricultural GCC STANDARDIZATION ORGANIZATION (GSO). GSO/FDS 194 /2014. Wheat Flour.;2014 Available online: <https://vdocuments.mx/gcc-standardization-organization-gso-1-gcc-standardization-organization.html>.
 71. Ranhontra, G.S., Gelroth, J.A., Torrence, F.A., Bock, M.A., and Winterringer, G.L., Bread (white and whole wheat) and nonfat dry milk as sources of bioavailable calcium for rats. *J. Nutr.* 1981, 111:2081-2086.
 72. Ranhontra, G. S., Lee, C., and Gelroth, J. A. Expanded cereal fortification: Bioavailability and functionality (breadmaking) of various calcium source. *Nutr. Rep.int.*, 1980, 22:469-475.
 73. Raport privind evaluarea Securității Alimentare în Republica Moldova <http://documents1.worldbank.org/curated/en/192371468000282307/pdf/ACS13175-ROMANIAN-WP-PUBLIC-Box391449B-Moldova-Food-Security-Assessment-ROM.pdf>
 74. Reddy MB, Cook JD. Effect of calcium intake on nonheme-iron absorption from a complete diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 1990; 68:1820-5.
 75. Remesy, C. Preparation for supplementing a beverage and method for enriching a beverage in calcium and magnesium. Brevets WO 99/40801, cl. A23L 1/304, 2/52, nr. de demande: PCT/FR99/00287, date de publication: 19.08.99.
 76. Rezoluția Comitetului Regional al OMS pentru Europa din septembrie 2006 (EUR/RC56/R2) privind prevenirea și controlul bolilor netransmisibile în regiunea europeană a OMS.
 77. Ruican Wang, Shuntang Guo. Phytic acid and its interactions: Contributions to protein functionality, food processing, and safety. *Copmprehensive reviews in food safety*. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12714>
 78. Ritu Nalubola, David Bishai. The History of Food Fortification in the United States: Its Relevance for Current Fortification Efforts in Developing Countries. February 2002. *Economic Development and Cultural Change* 51(1):37-53. DOI: [10.1086/345361](https://doi.org/10.1086/345361)
 79. Schulze K.J. Calcium *Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition)*, 2013 Pages 228-234 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00034-9>
 80. Scientific Advisory Committee on Nutrition Nutritional implications of repealing the UK bread and flour regulations. [(accessed on 1 April 2020)]; 2012 Available http://www.sacn.gov.uk/pdfs/sacn1202_bread_and_flour_regulations.pdf.
 81. Slemenda C.W., Peacock M., Hui S. Skeletal remodeling are associated with increased bone mineral density during the development of peak skeletal mass. *J. Bone. Miner. Res.*1997; 12:676-82.
 82. Standart moldovean 173. Pâine de faină de griu. Aprilie 1998, indice de clasificare N33 cod OCP 91 1400.

83. Statistics Moldova. Consumul principalelor produse alimentare pe medii, 2006-2017 [Main food consumption by areas, 2006-2017]. Chișinău: National Bureau of Statistics of the Republic of Moldova; 2017 (<http://statbank.statistica.md>).
84. STEPS: Studiul național transversal privind factorii de risc pentru bolile netransmisibile. 2013.
85. Stoica A., Banu C. Aditivi chimici și biochimici utilizați în panificație. Târgoviște: Editura Biblioteca, 2002, p. 211.
86. Sutton N.A. (2000). The safety of calcium fortification. *Med. Health R.* 1.83:364–366. Google ScholarPubMed.
87. Tai V., Leung W., Grey A., Reid I.R., Bolland M.J. Calcium intake and bone mineral density: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2015; 351:h4183 doi: 10.1136/bmj.h4183.
88. Use of calcium chloride and magnesium chloride as leavening acids for batter and dough compositions: Пат. 5882712 SUA, МПК⁶ А 23 D 2/40 / Wu Rei-Young Amos; the Quaker Oats Co. № 903647; Заявл. 31.07.1997; Оpubл. 16.03. 1999: НПК 426/551.
89. Vashishth A, Ram S, Beniwal V (2017) Cereal phytases and their importance in improvement of micronutrients bioavailability. 3 *Biotech* 7:42. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0698-5>
90. Weaver CM and Heaney RP. “Food sources, supplements and bioavailability” in Calcium in human health. Totowa, NJ: Humana Press; c.2006. Chapter 9, Food sources, supplements and bioavailability; p. 129-142.
91. Whiting, S J., Kohrt, W M., Warren, M P., Kraenzlin M I & J-P Bonjour Food fortification for bone health in adulthood: a scoping review. *European Journal of Clinical Nutrition* volume 70, pages1099-1105(2016).
92. WHO. FAO. Codex Standard for Certain Pulses Codex Stan 171-1989 (Rev. 1-1995) WHO, FAO; Geneva, Switzerland: 2007. Codex Alimentarius Cereals, Pulses, Legumes and Vegetable Proteins. [Google Scholar].
93. World Health Organization Zimbabwe Launches National Food Fortification Strategy.; Available online: <https://www.afro.who.int/news/zimbabwe-launches-national-food-fortification-strategy>.
94. Yan L., Prentice A., Dibba B., Jarjou L.M.A., Stirling D.M., Fairweather-Tait S. The effect of long-term calcium supplementation on indices of iron, zinc and magnesium status in lactating Gambian women. *Br. J. Nutr.* 1996; 76:821–831. doi: 10.1079/BJN19960089. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
95. Витаминно-минеральные обогатители «Валетек» - источники незаменимых микронутриентов. Трубка Л.А., Шатнюк Л.Н., Спиричев В.Б. Индустрия продуктов здоров. Питания – 3 тысячелетие: человек, наука, технол., эконом.: Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 24-25 февр., 1999: Тез. докл. Ч.2. М., 1999, с. 71-72.
96. Дубцова Г.Н. Кондитерские и хлебобулочные изделия для здорового питания. Хлебопекарное и кондитерское производство. №2 (30), 2004, 5-7 с., №3 (31), 2004, 4-5 с.
97. Исследование различных кальцесодержащих добавок на свойства теста и

- качества. Пищевая технология. 2000, №29.
98. Композиция для обогащения микроэлементного состава хлеба. Пат. 62459 Украина, МПК⁷ А 21D 8/02. Нац. ун-т харчов. технол., Арсеньева Л.Ю., Герасименко Л.О., Антонюк М.М. №2003032649; Заявл. 27.03.2003; Оpubл. 15.12.2003. Укр.
 99. Композиция для обогащения минерального состава хлеба. Пат. 59312 Украина, МПК⁷ А21D 8/02. Нац. ун-т харчов. технол., Арсеньева Л.Ю., Герасименко Л.О., №20021210621; Заявл. 26.12.2003; Оpubл. 15.18.2003. Укр.
 100. Композиция для приготовления улучшителя хлебопекарного. Пат. 2242879 Россия, МПК⁷ А 21 D 2/02. Чижикова О. Г., Смертина Е.С., Коршенко Л.О. № 2002110619/13; Заявл. 19.04.2002; Оpubл. 27.12.2004.
 101. Министерство здравоохранения РФ, РАМН и др. Методические рекомендации по обогащению продуктов питания микронутриентами. М., 1999.
 102. Рост потребления и изменения структуры ассортимента хлебобулочных изделий в Западной Европе. По материалам зарубежной печати. Хлебопекарное и кондитерское производство №12 (28), декабрь 2003, 9 с.
 103. СА 2170019; СИВ 7А 21 D 8/02, Способ производства пшеничного хлеба.// Корчагин В. И.; 01.07.1999- пуб. ИБ №19 (2 ч.) 2001.07.10.
 104. СА 2206210; СИВ 7А 21 D 8/02, Способ производства дрожжевого теста.// Корячкина С.А., Киселева Н.П.; 13.02.2001 / пуб. ИБ №17 (3 ч.) 2003.06.20.
 105. Сборник рецептур и технологических инструкций по приготовлению хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания. М., ГОСНИИХП, 2004 г.
 106. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: современные медико-биологические аспекты//Пищевая промышленность. №7, 2000, с.98-101.
 107. Способ приготовления диетических продуктов питания. Пат.2096975 Россия, С 1 (51) А 23 L 1/304, 2/00. Чурина С. К., Макаров В. Л., Семенов Д.Г. № 97104639/13; Заявл. 27.11.97.
 108. Способ приготовления диетических продуктов питания. Патент Российской Федерации (SU) N 2096975 С1 сl. А23 L 1/304, 2/00. Чурина Светлана, Макаров Владимир, Семенов Дмитрий; Заявл. 01.04.97; Оpubл. 1997.04.01.
 109. Способ приготовления хлеба. Пат. 2240692 Россия, МПК⁷ А 21D 8/02 Гос. Образ. Учрежд. Воронеж. гос. технол. акад. Пащенко Л.П., Булгакова Н.Н., Никитин И.А., Часовских О.В. № 2003110444/13; Заявл. 14.04.2003; Оpubл. 27.11.2004.
 110. Способ производства хлебобулочных изделий. Пат. 2213455 Россия, МПК⁷ А 21D 8/02 Орлов. ГТУ, Корячкина С. А., Коробова Н.П., Покровский М.В., Конова Г.И. № 2002108463/13; Заявл. 03.04.2002; Оpubл. 10.10.2003.

4. FORTIFICAREA ALIMENTELOR CU IOD: ABORDĂRI TEHNOLOGICE, EFECTE NUTRITIVE ȘI ASPECTE DE SIGURANȚĂ



Deficitul de iod în alimentație este observat la diferite grupuri de populație și apare când în mediul înconjurător există carență de iod. Comunitatea mondială, pe baza programelor comune ale unor organizații internaționale precum Organizația Mondială a Sănătății (OMS), Consiliul internațional pentru controlul bolilor aferente deficitului de iod (ICCIDD),

Fondul Națiunilor Unite pentru Copii (UNICEF), a stabilit scopul de a elimina deficiența de iod până în anul 2000. Dar, în pofida eforturilor depuse, problemele prevenirii deficitului de iod rămân relevante până în prezent (2021) în 118 țări ale lumii, inclusiv în Republica Moldova [13, 30, 37, 62, 66, 142, 144, 147]. Principalul motiv care cauzează deficitul de iod în organism și dezvoltarea ulterioară a bolilor cu deficit de iod (BDI) este aportul insuficient de iod în organism datorită conținutului său redus în cele mai frecvent utilizate alimente [25, 90, 93, 129, 137, 139, 151]. Printre factorii care afectează creșterea BDI în prezent trebuie remarcată agravarea situației ecologice, radiațiile, stresul psihoemoțional sporit. În Moldova, lista acestor factori se extinde datorită schimbărilor negative în alimentația majorității populației în noile condiții socioeconomice [9, 15, 32, 37].

Cea mai eficientă metodă de combatere a deficitului de iod este profilaxia în masă cu iod, care constă în crearea produselor alimentare cu o compoziție și proprietăți chimice stabilite sau în fortificarea produselor alimentare cu iod, în special sare, pâine, apă. Cu regret, există încă puține astfel de produse în Republica Moldova, în comparație cu țările din Europa și America de Nord, atât în ceea ce privește cantitatea, cât și sortimentul [15, 32, 65, 70, 76, 79, 83, 86, 100].

Principalele dificultăți în fortificarea alimentelor cu compuși de iod constau în volatilitatea lor sporită și posibilitatea descompunerii acestora în timpul păstrării și prelucrării, ceea ce complică foarte mult dozarea exactă a fortificatorilor de iod utilizați. Acest lucru este caracteristic și algelor marine, conținutul de iod în ele fiind variabil și depinde de mai mulți factori (specie și vârstă, loc și condiții de creștere, sezon, tehnologie de procesare și păstrare). Deoarece problema prevenirii stărilor conexe deficitului de iod și a bolilor aferente rămâne relevantă până în prezent și necesită o soluție, autorul evidențiază un aliment nou promițător - uleiul de floarea soarelui - fortificat cu iod molecular, în care iodul este legat în complexe de tip π în locul legăturilor duble ale acizilor grași. Puterea legăturii chimice $C \rightarrow I$ determină stabilitatea complexelor formate și în același timp iodul din complexe respective este ușor disponibil pentru organism din moleculele acizilor grași nesaturați, îndeplinind ulterior rolul său fiziologic. Pentru o înțelegere completă a problemei abordate a fost elaborat un design al studiului (fig.4.1).

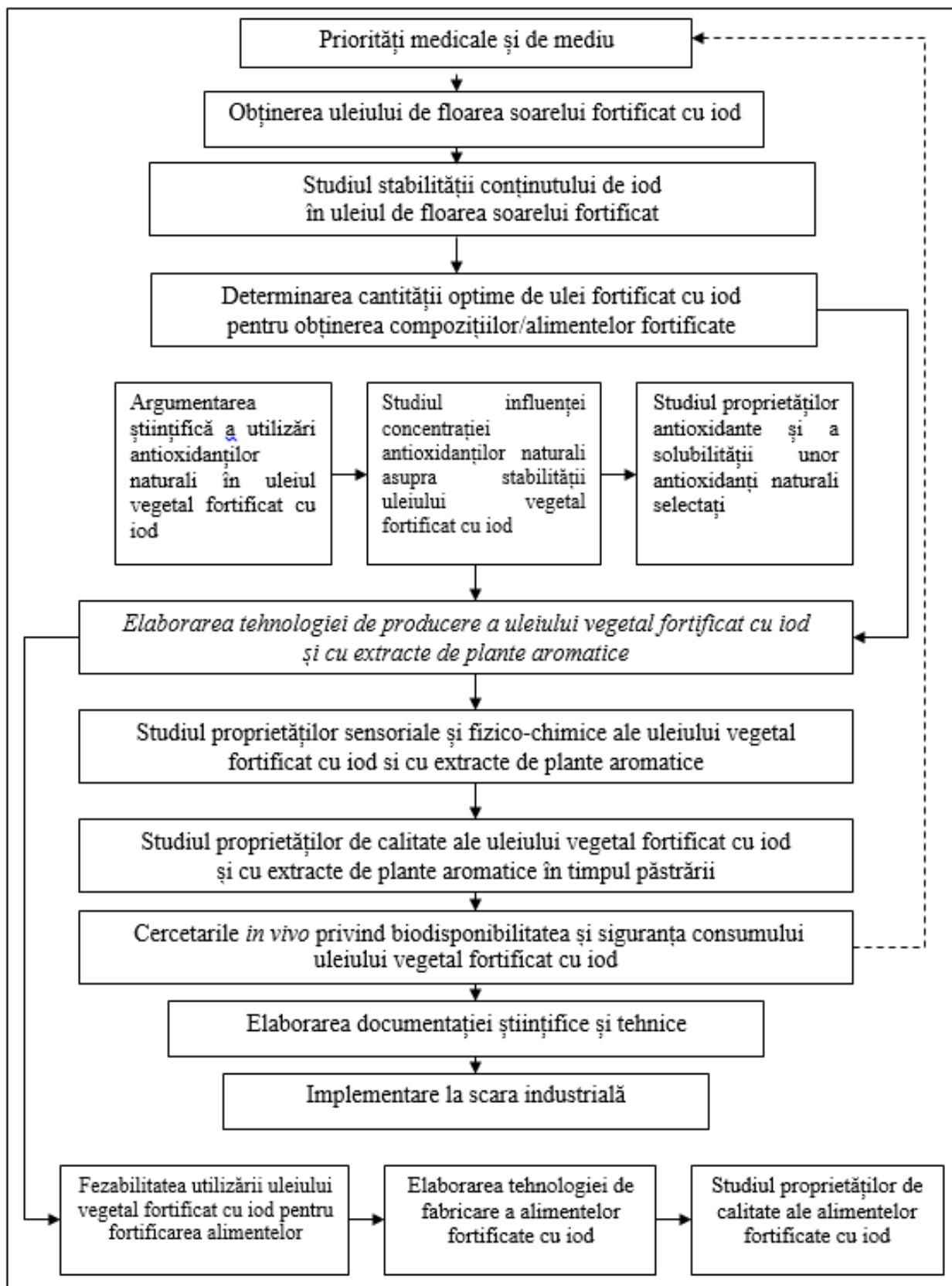


Figura 4.1. Schema efectuării cercetărilor [103]

4.1. Fortificarea alimentelor cu iod – aspecte științifice și practice

4.1.1. Aportul zilnic de iod și deficiența globală de iod

Iodul ocupă un loc special în asigurarea funcțiilor vitale ale corpului uman [13, 18, 50]. Importanța și indispensabilitatea deosebită a iodului constă în formarea hormonilor glandei tiroide, fiind componenta lor structurală [23, 69, 93, 101, 146].

În conformitate cu cele mai recente studii despre rolul iodului, experții Organizației Mondiale a Sănătății (OMS), în cooperare cu Consiliul internațional pentru controlul bolilor cu deficit de iod (ICCIDD) au aprobat oficial recomandările privind necesitatea zilnică de iod (tabelul 4.1). Academia Națională de Științe din SUA a elaborat, de asemenea, standardele respective.

Tabelul 4.1. Recomandări privind necesarul zilnic de iod pentru organismul uman ($\mu\text{g}/\text{zi}$) [37]

<i>OMS</i>		<i>Academia Națională de Științe, SUA</i>	
<i>Grupe de vârstă și categorii de populație</i>			
Copii, 0–5 ani	90	Copii, 0–6 luni	110
		Copii, 7–12 luni	130
		Copii, 1–8 ani	90
Copii, 6–12 ani	120	Copii, 9–13 ani	120
Adoleșcenți (>12 ani)	150	Adoleșcenți (>14 ani)	150
Adulți	150	Adulți	150
Femei în perioada de sarcină și alăptare	200	Femei în perioada de sarcină	220
		Femei în perioada de alăptare	290

Ca minim necesar, OMS recomandă un aport de 1,7 μg de iod pe kg de greutate corporală pentru un adult [148]. Trebuie ținut cont de faptul că dozele mari de iod sunt periculoase pentru corpul uman și o doză de peste 1000 μg de iod pe zi este considerată potențial periculoasă [30, 136, 147].

Conținutul de iod în corpul uman depinde în principal de raportul său cantitativ în alimentele consumate [13, 25, 44]. Până la 90% de iod ajunge în organism cu alimente de origine vegetală (60%) și de origine animală (34%) și doar o mică parte cu apă (3%) și aer (3%) [20, 37, 91]. Tabloul privind statutul global al aportului de iod este reprezentat în figura 4.2.

Conform criteriilor OMS, Republica Moldova este o țară cu un nivel mediu al maladiilor provocate de deficiența de iod [147]. Totuși, situația necesită o atenție deosebită, deoarece peste 37% de copii cu vârsta de 8-10 ani prezintă forme vizibile sau palpabile de gușă, frecvența acestei maladii fiind mai mare în regiunile centrale (41,6%) și de nord (39,1%) comparativ cu regiunile de sud (26,9%) și de est (33,9%) [15].

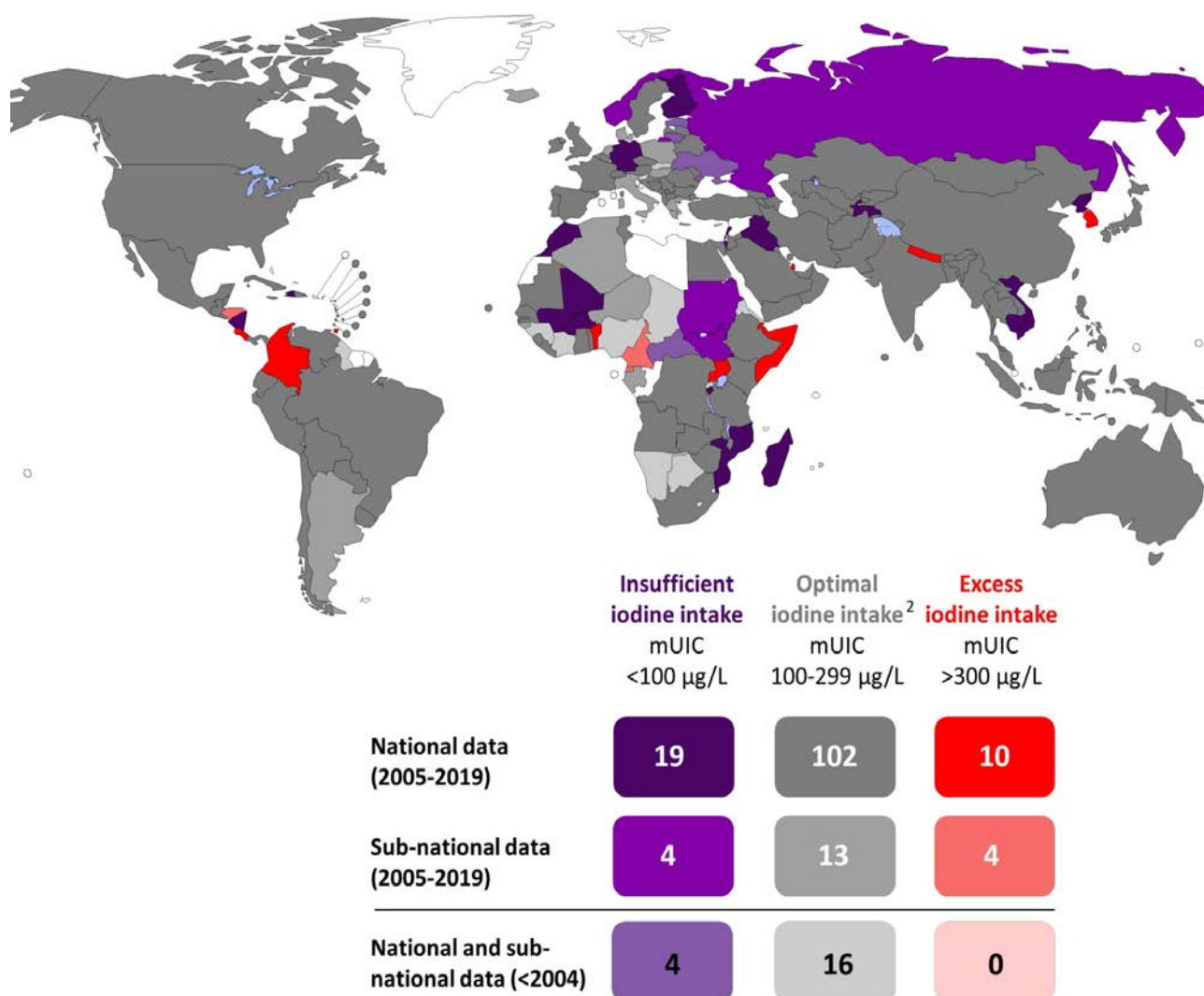


Figura 4.2. Statutul global al aportului de iod, 2020 [63]

În ultimii 10-15 ani, în Moldova incidența maladiilor endemice ale glandei tiroide a fost majorată de 8-10 ori. Procentul la copii și adolescenți cu o hiperplazie endemică a glandei tiroide este de 33-47%. 2,8-5,7% din populație are gușă care se exprimă adeseori prin apariția nodulilor, în timp ce 1,5-4,2% de persoane suferă de hipotiroidie. Excreția iodului urinar la copii este în medie egală cu 7,84 µg/l. Conform gradelor de severitate a ioduriei (OMS/ UNICEF/ ICCIDD), devine evident impactul acestei deficiențe asupra sănătății populației țării. Testele efectuate au demonstrat că în Moldova este înregistrată cea mai mică concentrație a iodului urinar din Europa [15, 32]. Conform studiului național de nutriție, o familie în Republica Moldova cumpără în medie sare fortificată cu iod odată în 6,3 luni, modificându-i ambalajul, astfel încât nu se asigură condițiile de reținere a iodului în sare. Schimbarea ambalajului original, păstrarea sării în condiții nefavorabile și pentru o perioadă mai lungă de 3 luni duce la pierderea iodului din sare. Astfel, doar 32,7% din familii consumă sare fortificată cu iod în mod adecvat.

Republica Moldova se află într-o zonă endemică condiționată de poziția sa geografică. Un indicator global al zonei endemice îl constituie conținutul de iod din sursele de apă, care în Moldova este în medie sub $5 \mu\text{g/l}$ și reflectă nu doar conținutul de iod în apă, dar și în sol și în produsele alimentare autohtone [97]. Într-o serie de lucrări se menționează că în apele freatice din Moldova conținutul de iod variază între $1,9\text{-}8,4 \mu\text{g/l}$, în apele de suprafață – râurile Nistru și Prut – între $4,2\text{-}6,9 \mu\text{g/l}$, în cele arteziene – între $2,3\text{-}8,6 \mu\text{g/l}$, majorând astfel incidența apariției tulburărilor iododeficitare [32].

Drept consecință, din circa 40 de mii de nou-născuți anual, aproximativ 15 mii de copii se diagnostichează cu handicap intelectual ireversibil cauzat de deficiența de iod în timpul sarcinii.

În natură, majoritatea iodului se găsește în oceane sub formă de iodură ionică și se combină cu alte elemente cum ar fi sărurile (figura 4.4).

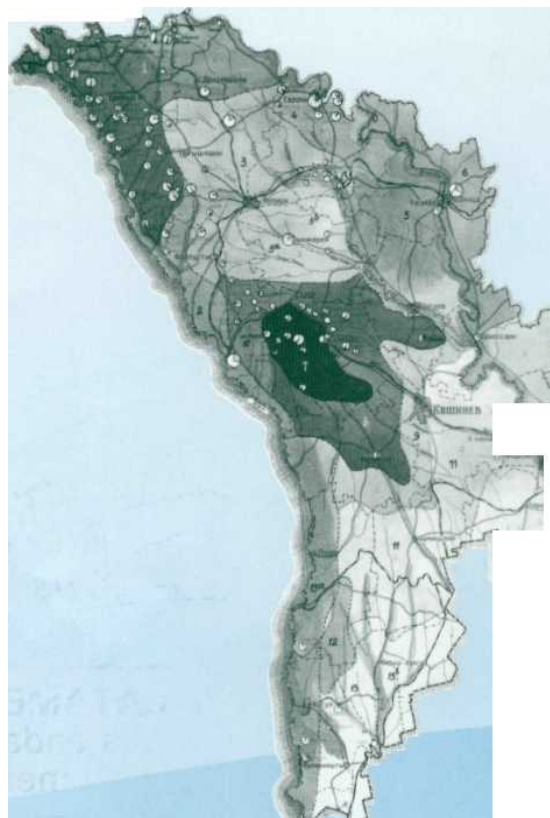
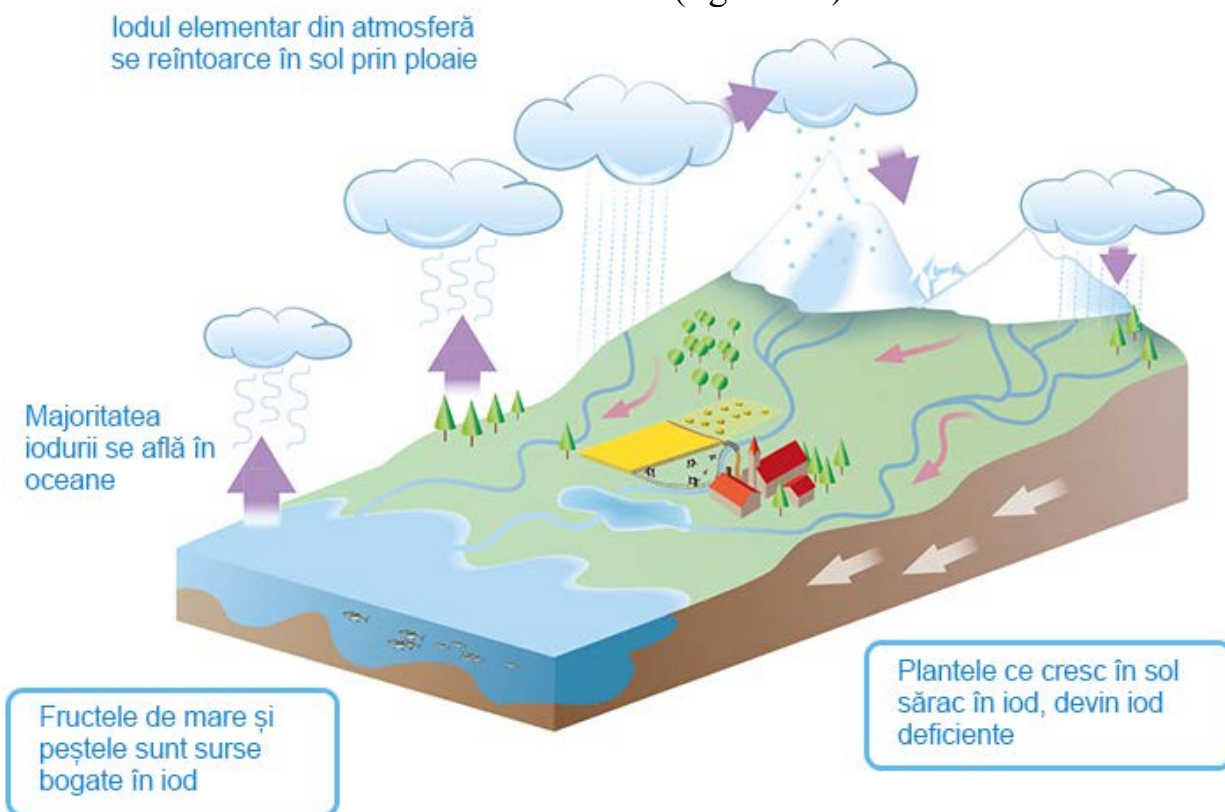


Figura 4.3. Starea de nutriție cu iod a populației pe teritoriul R. Moldova

Figura 4.4. Circuitul de iod în natură

Ionii de iodură din apa de mare se oxidează în iod elementar. Fiind volatili, se evaporă în atmosferă, deasupra oceanelor. Concentrația de iod în picăturile de apă este foarte mare când revine în sol sub formă de ploaie. Prin urmare, plantele în creștere acumulează cu ușurință iod și când sunt consumate de către animale, ele reprezintă o sursă semnificativă de iod. Din cauza conținutului redus de iod în sol, în Republica Moldova se atesta o cantitate neînsemnată de iod în alimentele autohtone. La populația din zonele rurale și din orașele mici, rația alimentară este formată din alimente autohtone și de pe teritoriile gospodărești.

Principalele surse alimentare de iod sunt fructele de mare (alge, creveți, pești de mare) [91, 99, 142]. Printre legume și fructe - ceapa, usturoiul, salata verde, spanacul și strugurii sunt bogate în iod (fig.4.5) [25, 121, 136, 139].

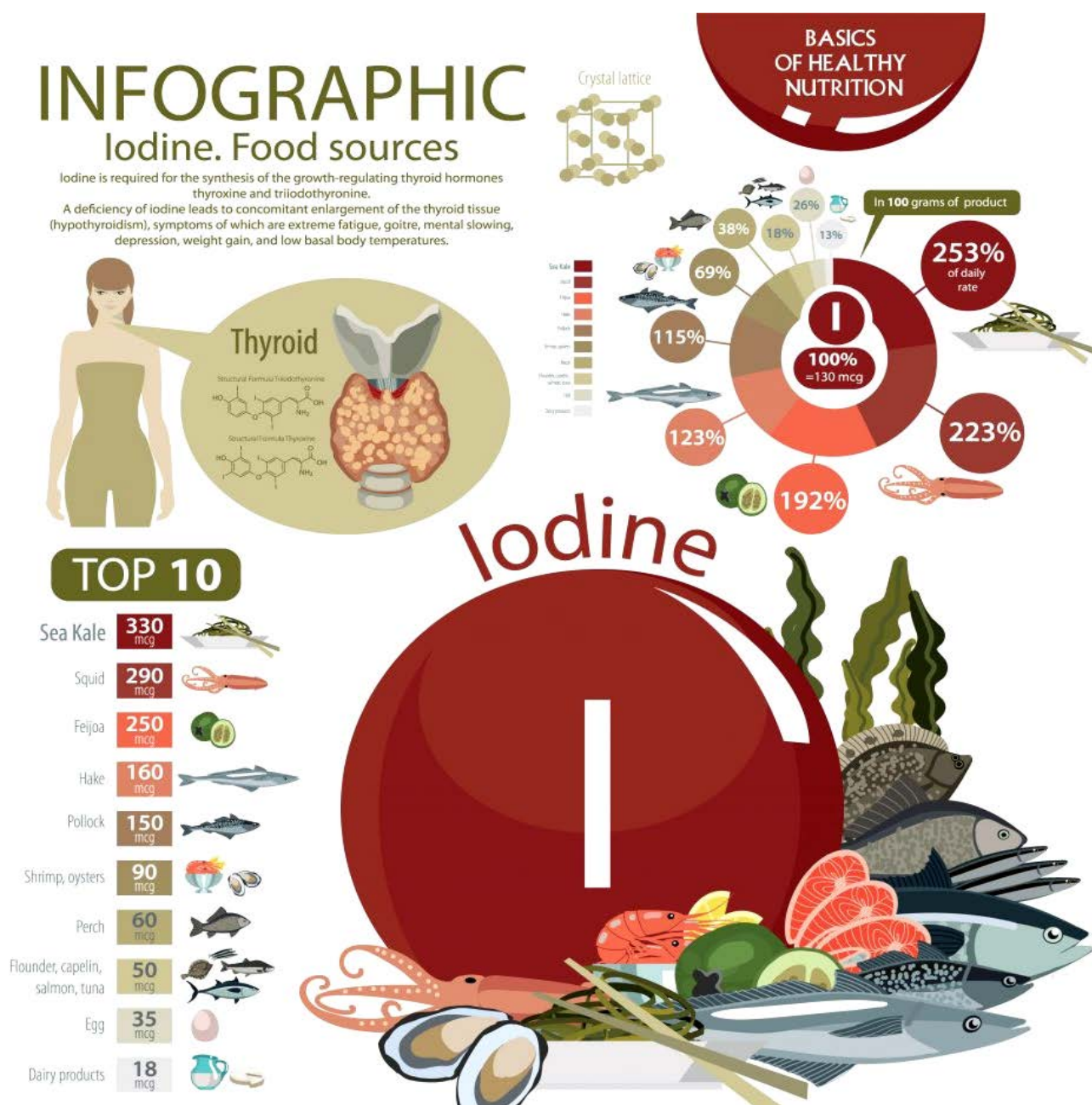


Figura 4.5. Surse alimentare de iod ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)

În timpul păstrării pe termen lung și tratamentului termic al alimentelor, o parte semnificativă (20-60%) a iodului se pierde [25, 37, 48, 52, 62]. De exemplu, 100 g de carne fiartă conține numai 5,9 μg de iod, fasole – 6,3 μg, griș – 2,8 μg, varză – 4,6 μg, sfeclă – 4,5 μg, cartofi – 3,5 μg. Astfel, este destul de greu de asigurat necesitățile organismului în iod, folosind doar produsele obișnuite, fără alimente cu un conținut sporit de iod (alimente fortificate) [44, 46, 54].

Aportul alimentar deficitar de iod nu este unicul factor responsabil de apariția tulburărilor iododeficitare. La realizarea carenței minerale se fac vinovate o serie de substanțe existente în hrana naturală, numite „factori goatrigeni”. Astfel, în familia de vegetale *Brassicaceae* (varză, conopidă etc.) există niște goatrigeni de tip „tiocianat”, care inhibă fixarea iodului de către glanda tiroidă și goitrigeni de tip „tiouracil”, care influențează procesul de legare organică a iodului în glanda tiroidă. Unele flavonoide (porumb, sorgo), tioglicozide (crucifere), disulfizi alifatici (ceapă, usturoi), precum și piridinele (semințe de legume) provoacă inhibiția peroxidazelor, reducând acumularea iodului în glanda tiroidă. Substanțele goatrigenice se clasifică în 3 grupe principale (figura 4.6) [26, 49, 71, 142].

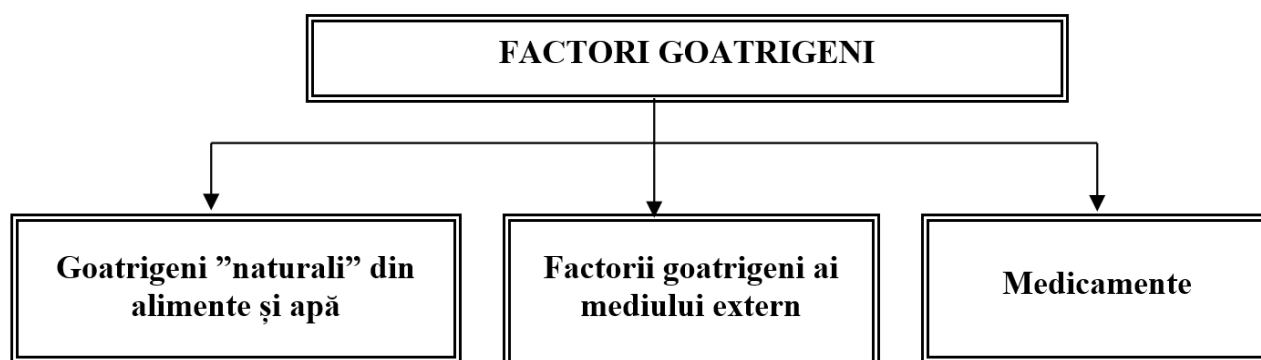


Figura 4.6. Clasificarea factorilor goatrigeni [138]

Toți factorii goatrigeni sunt asemănători prin faptul că sunt capabili să blocheze adsorbția iodului în corpul uman cu grade diferite de intensitate [90, 136]. Dependența efectului antitiroidienelor naturale de conținutul regimului alimentar în iod demonstrează că decisiv pentru apariția tulburărilor este raportul dintre acest element și factorii tireostatici activi (tiocianați, goitrină, glucozizii cianogenetici, polifenolii etc.). Prezența antitiroidienelor în dietă deprimă utilizarea iodului pentru biosinteza hormonilor tiroidieni, mărește necesarul organismului pentru acest element și poate face ca un aport suficient să devină inadecvat. Un conținut esențial în soluri al fluorului și seleniului constituie factori goatrigeni importanți. Subnutriția proteică agravează consecințele carenței de iod. Insuficiența vitaminei A, necesară sintezei tireoglobulinei, intervine de asemenea în metabolismul iodului. Consumarea regulată a vegetației bogate în substanțe goatrigenice poate releva sau accentua o carență a aportului de iod preexistentă.

O serie de studii epidemiologice și experimentale au arătat că apariția gușei poate fi cauzată de calitatea necorespunzătoare a apei potabile. Apa cu un conținut sporit de săruri de calciu și magneziu are efecte goitrigenice, mai ales în condițiile unui aport scăzut de iod. Prin cercetări experimentale a fost demonstrat că asocierea

calciului cu tiocianații duce la o scădere mai accentuată a concentrației iodului în organismul animalelor de laborator decât sub influența acestor substanțe administrate izolat.

Nitrații și nitriții, în afară de acțiunea lor methemoglobinizantă, pot avea și potențial goatrigen. Folosirea intensivă a îngrășămintelor azotoase în agricultură a avut ca urmare o creștere a concentrației azotaților în apele de suprafață și în apa fântânilor de mică adâncime. Fluorul, făcând parte din aceeași grupă cu iodul și având o reactivitate mai înaltă decât acesta, îl poate înlocui în combinațiile cu fenilalanina și tirozina. Manganul în concentrații majorate exercită un efect goatrigen prin interferarea sintezei hormonilor tiroidieni. Localitățile în care apa provine din soluri sedimentare bogate în substanțe organice humice, se caracterizează printr-o frecvență de gușă mai mare decât cele cu soluri sărace în aceste substanțe.

Diferiți poluanți chimici (resorcinolul, ftalații, hidrocarburile aromatice), precum și contaminanții bacterieni în apa potabilă, exercită o acțiune goatrigenă importantă care frânează asimilarea iodului. Este indiscutabil faptul că rolul principal în funcționarea normală a glandei tiroide îl are iodul. Lipsa sau excesul de iod sunt practic la fel de periculoase pentru organismul uman (fig.4.7) [44, 71, 136].

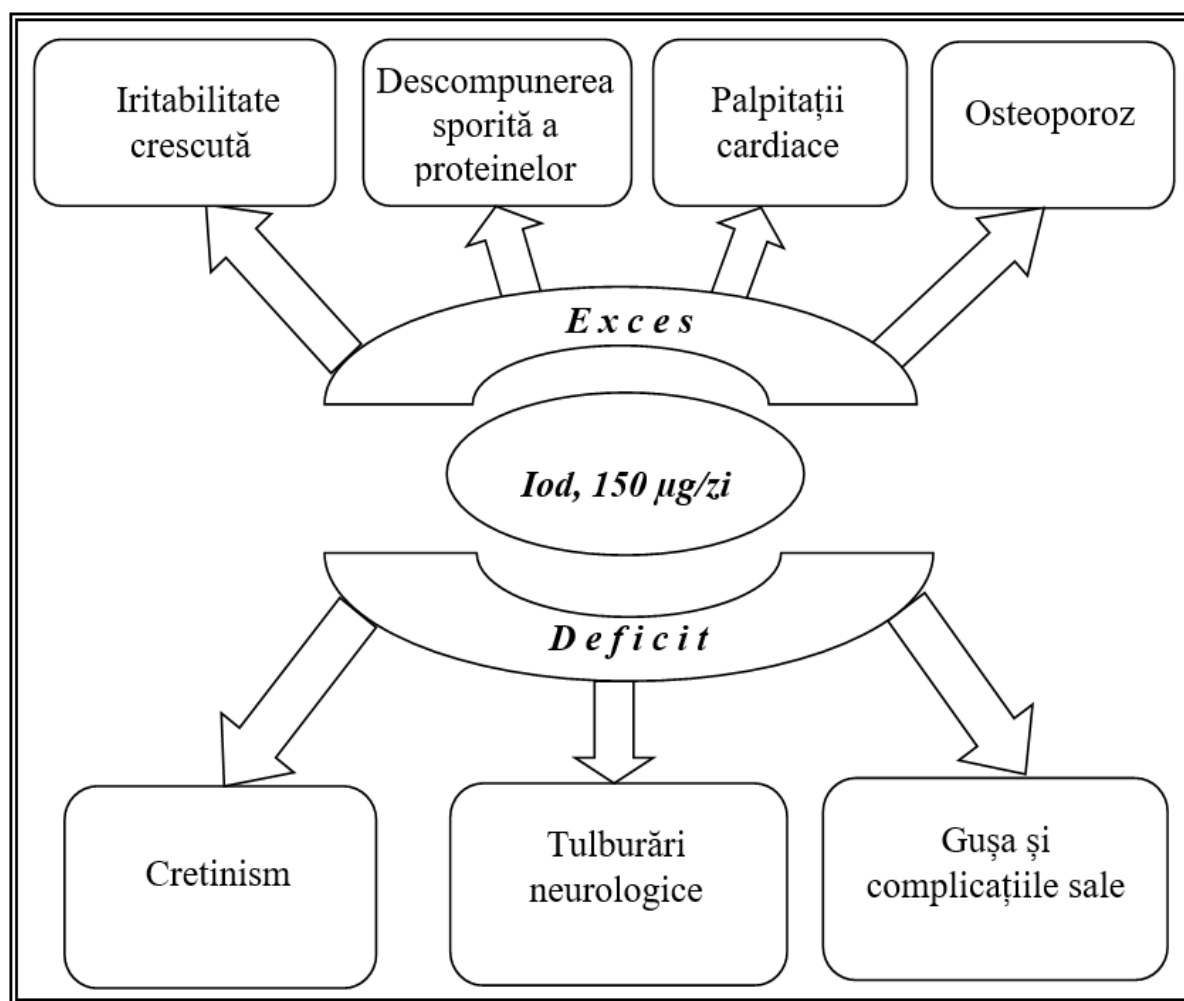


Figura 4.7. Consecințele deficitului sau excesului de iod

Mai jos sunt expuse datele privind nivelul admisibil superior de consum al iodului (în $\mu\text{g}/\text{zi}$), stabilit de Comitetul Științific de Alimente, Comisia Europeană și Institutul de Medicină al Academiei Naționale de Științe din SUA (tabelul 4.2) [11].

Tabelul 4.2. Niveluri admisibile superioare de consum al iodului ($\mu\text{g}/\text{zi}$)

Nr. d/o	Grupe de vârstă și categorii de populație	CSA, Comisia Europeană	Nr. d/o	Grupe de vârstă și categorii de populație	Academia Națională de Științe, SUA
1	Copii, 1-3 ani	200	1	Copii, 1-3 ani	200
2	Copii, 4-6 ani	250	2	Copii, 4-8 ani	300
3	Copii, 7-10 ani	300	3	Copii, 9-13 ani	600
4	Copii, 11-14 ani	450	4	Adolescenți, 14-18 ani	900
5	Adolescenți, 15-17 ani	500	5		
6	Adulți	600	6	Adulți	1100
7	Femei în perioada de sarcină și alăptare	600	7	Femei în perioada de sarcină și alăptare	1100

În prezent, deficiența de iod este o problemă urgentă a cărei soluție dictează necesitatea măsurilor preventive [13, 54, 86, 105, 119, 122, 129, 138, 140, 142].

4.1.2. Rolul biologic al iodului în organism

Forme și distribuția iodului

Iodul este un element esențial pentru sinteza hormonilor glandei tiroide (tiroxină – 65%, triiodtironină – 59%), care au o importanță primordială în metabolismul celular, în special al țesutului cerebral și osos. Corpul unui adult sănătos conține 15-20 mg de iod, dintre care 70-80% se află în glanda tiroidă (fig.4.8) [12].

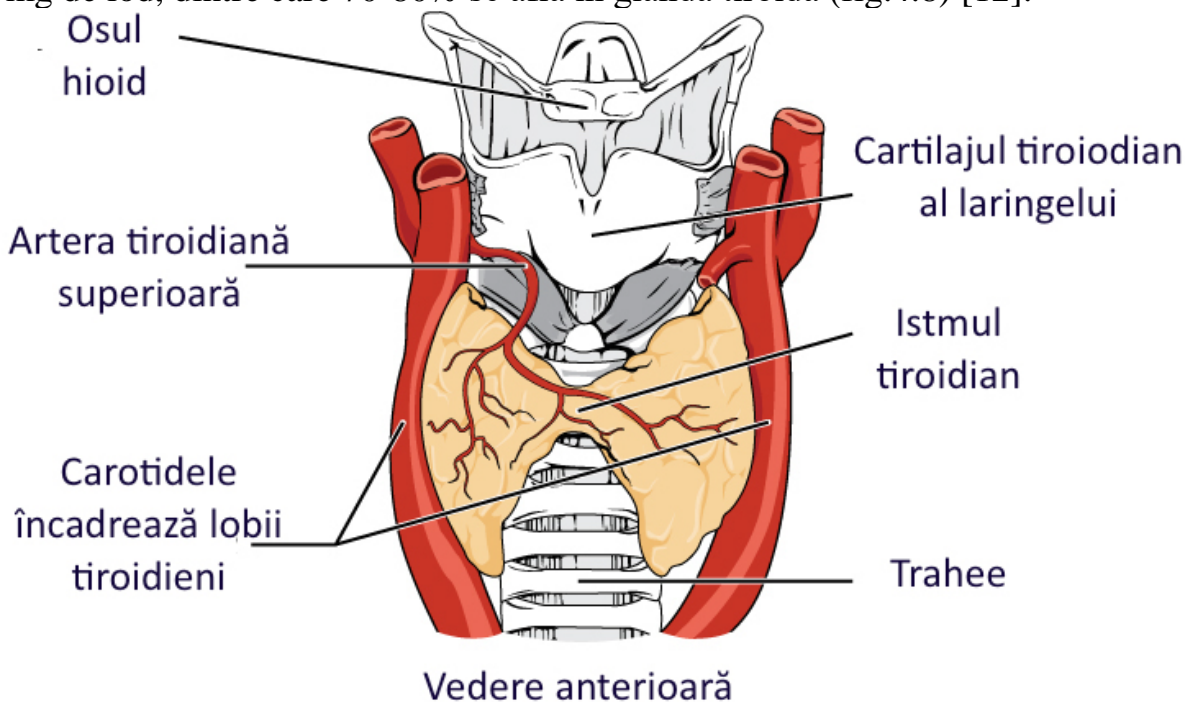


Figura 4.8. Anatomia glandei tiroide

Iodul se află în glanda tiroidă sub formă organică în compoziția aminoacizilor care conțin iod (fig.4.9): monoiodotirozină (MIT), diiodotirozină (DIT), tiroxină sau tetraiodotironină - conține patru atomi de iod (T_4), triiodotironină - conține trei atomi de iod (T_3), tiroxină și tiroglobulină [69].

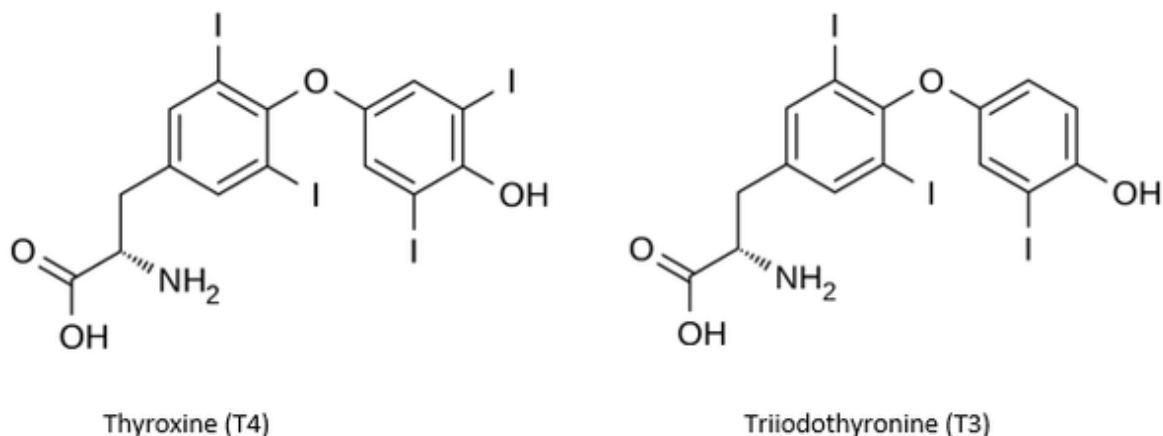


Figura 4.9. Forme organice de iod în glanda tiroidă

În sânge, iodul se află în formă de tiroxină (T_4), triiodotironină (T_3) și iod anorganic. Raportul dintre T_4 și T_3 este de 95% și respectiv 5%, acestea sunt formate din iod și unul dintre aminoacizii esențiali - tirozina [95].

Adsorbția iodului

Iodul pătrunde în organismul uman împreună cu alimentele sub formă de ioduri [101]. Adsorbția iodurii are loc în secțiunile anterioare ale intestinului subțire. Iodura adsorbită este transportată prin vena portală hepatică în sistemul circulator și ajunge la glanda tiroidă [12]. Unitatea structurală a glandei tiroide este un folicul, formațiune închisă de formă rotunjită (fig.4.10) [23].

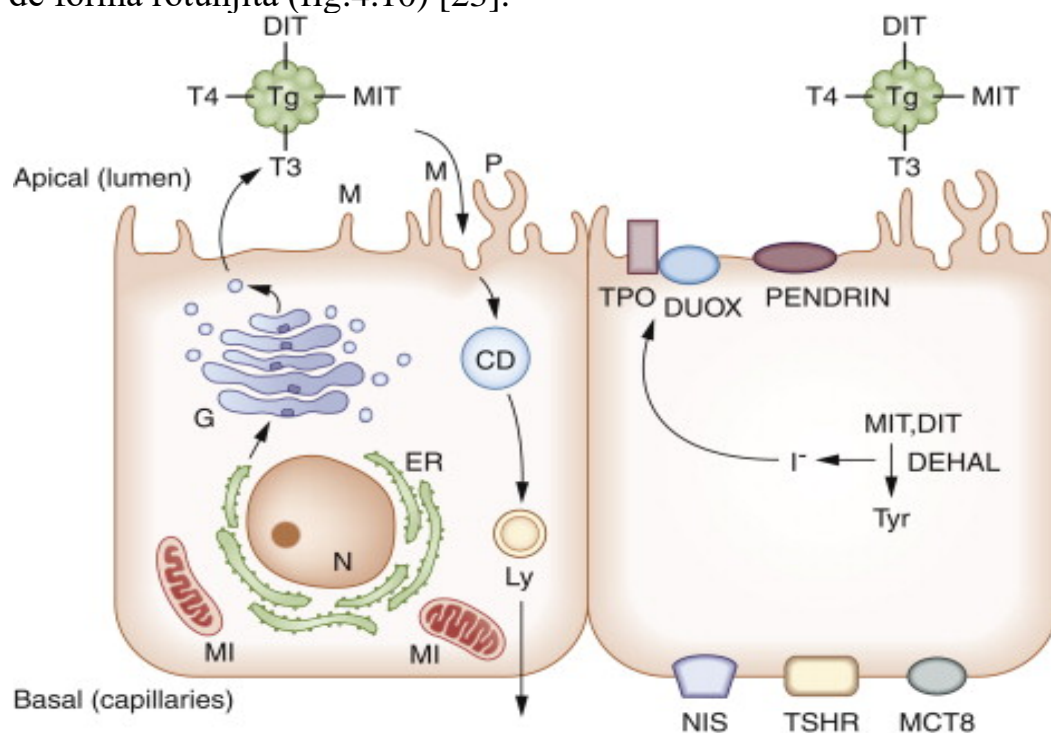


Figura 4.10. Structura și funcția celulelor epiteliale ale glandei tiroide

În calitate de foliculi există o substanță - un coloid, sintetizat de celulele epiteliale sau celulele de tip A. Peretele foliculului este format din celule de tip A, care reprezintă epitelul [49]. Celulele foliculare captează în mod activ anionii de iod din sânge împotriva gradientului concentrației iodului din celulă și lichidul intercelular (fig.4.11) [69].

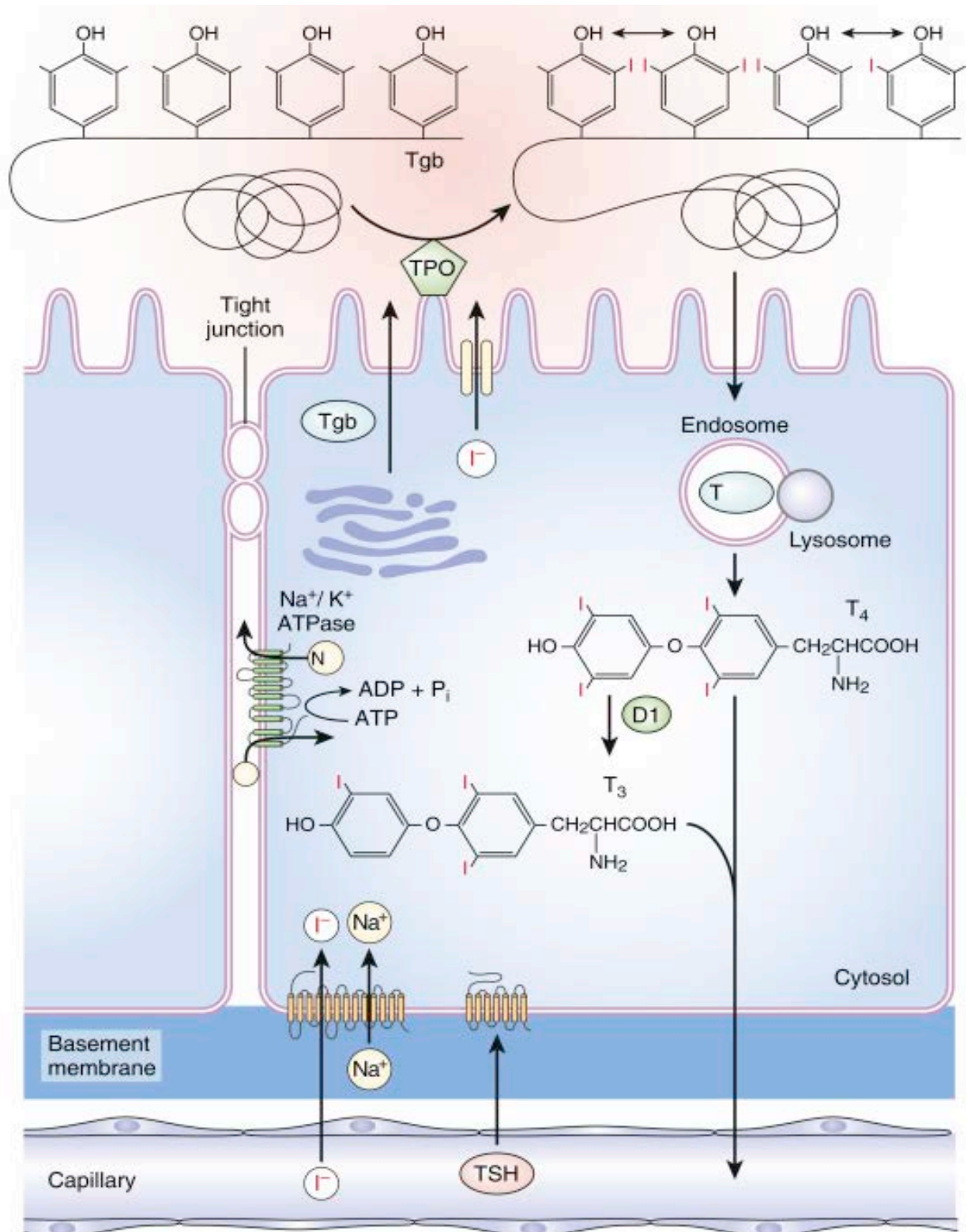


Figura 4.11. Biosinteza hormonilor glandei tiroide

În continuare, iodul este transformat în iod organic și adăugat la aminoacidul tirozină cu ajutorul unei enzime speciale. În alte țesuturi și organe (ficat, rinichi), cu ajutorul enzimelor corespunzătoare, un atom de iod este eliminat din T_4 și se formează triiodotironina mai activă (T_3) [94].

Reglarea adsorbției iodului este efectuată nu numai de glanda tiroidă, ci și de glanda pituitară, creier și țesuturile periferice (fig.4.12) [101].

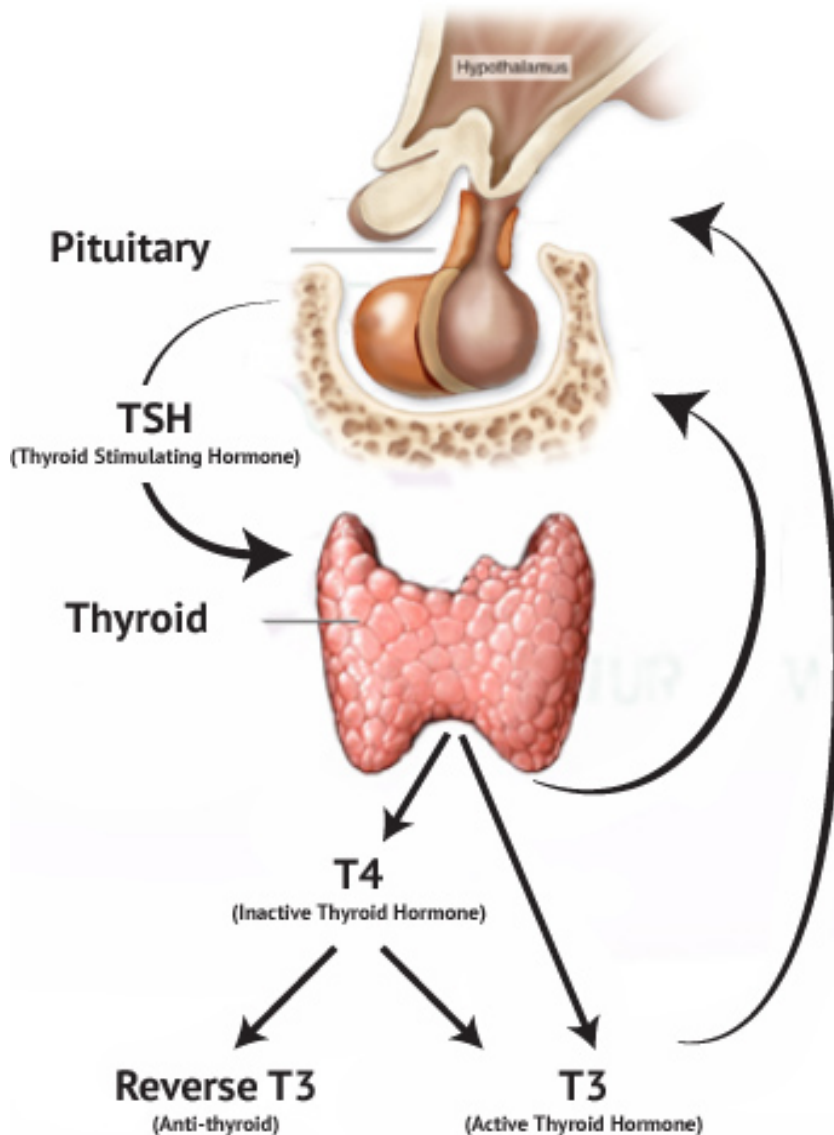


Figura 4.12. Sistemul de reglare a adsorbției iodului

O parte din iodul rămas după eliminarea din tiroxină este din nou absorbită de glanda tiroidă și este inclusă în sinteza hormonilor. Iodul se elimină din organism în principal prin rinichi (până la 70-80%), glande mamare, salivare și parțial cu bilă [104].

Deficitul de iod este cauza cea mai frecventă de retard mintal, potențial evitabilă în lume. Ea antrenează o sinteză insuficientă a hormonilor glandei tiroide, care sunt indispensabili pentru creștere și dezvoltare. Carențele cronice de iod sunt cunoscute în întreaga lume de mai mulți ani și sunt responsabile de tulburările metabolismului.

4.1.3. Aspecte teoretice privind fortificarea cu iod a alimentelor

Problemele fortificării alimentelor cu diferite forme de iod se află în centrul atenției multor cercetători [38, 65, 79, 88, 92, 133]. Pe baza studiului experienței mondiale, Organizația Mondială a Sănătății a elaborat și recomandă Ghidul privind abordarea sistematică a fortificării alimentelor cu micronutrimente [6].

Printre cele mai importante probleme care necesită soluții competente și argumentate științific în planificarea, elaborarea și producerea alimentelor fortificate cu iod se numără următoarele:

- alegerea formelor fizice și chimice ale iodului administrat [2];
- selectarea alimentelor pentru fortificare [92];
- reglementarea conținutului de iod în alimentele fortificate [65];
- calculul cantității de iod administrate [39];
- cerințe pentru informații despre ambalajul alimentului fortificat [42];
- evaluarea eficacității și siguranței reale a alimentului fortificat cu iod [21, 82].

Alegerea formelor fizice și chimice de iod administrat

În prezent, pentru fortificarea alimentelor cu iod se utilizează un sortiment vast de fortificatori de iod (fig.4.13) [35, 38, 42, 65, 92, 103].

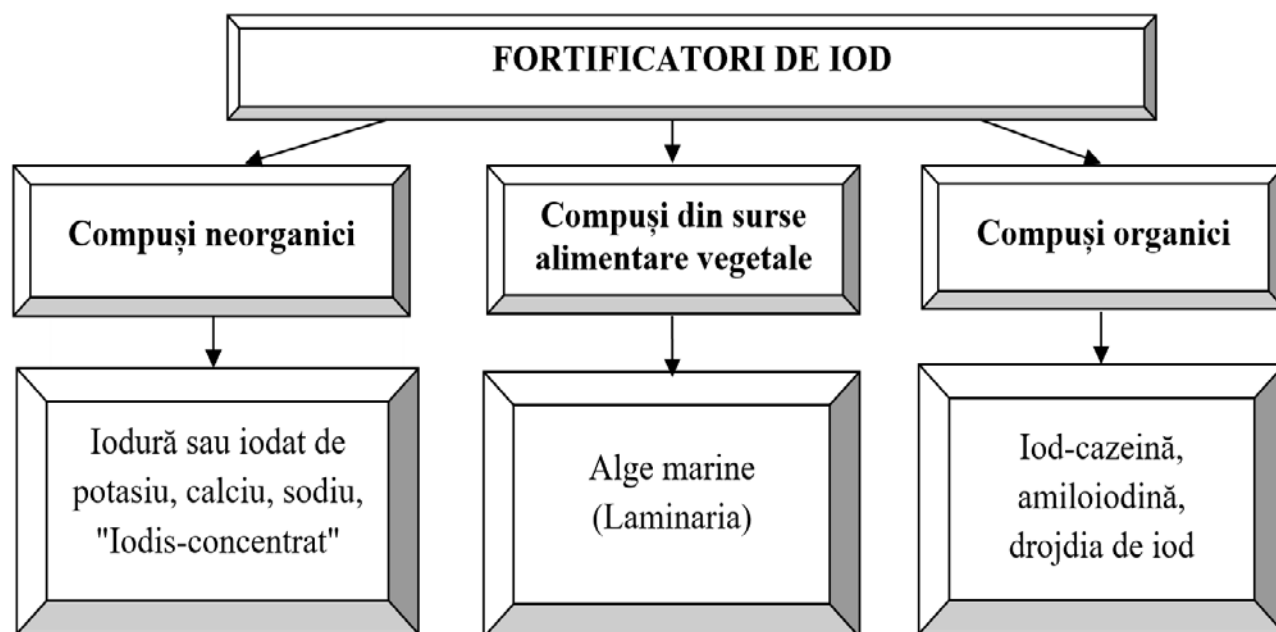


Figura 4.13. Clasificarea fortificatorilor de iod

Cel mai des utilizați fortificatori de origine anorganică sunt iodatele sau iodurile de potasiu, sodiu și calciu [42, 92, 108].

Selectarea alimentelor pentru fortificare

Este necesar să se fortifice, în primul rând, alimentele de consum în masă accesibile tuturor grupurilor de populație și utilizate în mod regulat în alimentația zilnică (fig.4.14) [4, 5, 16, 31, 74, 126, 103].

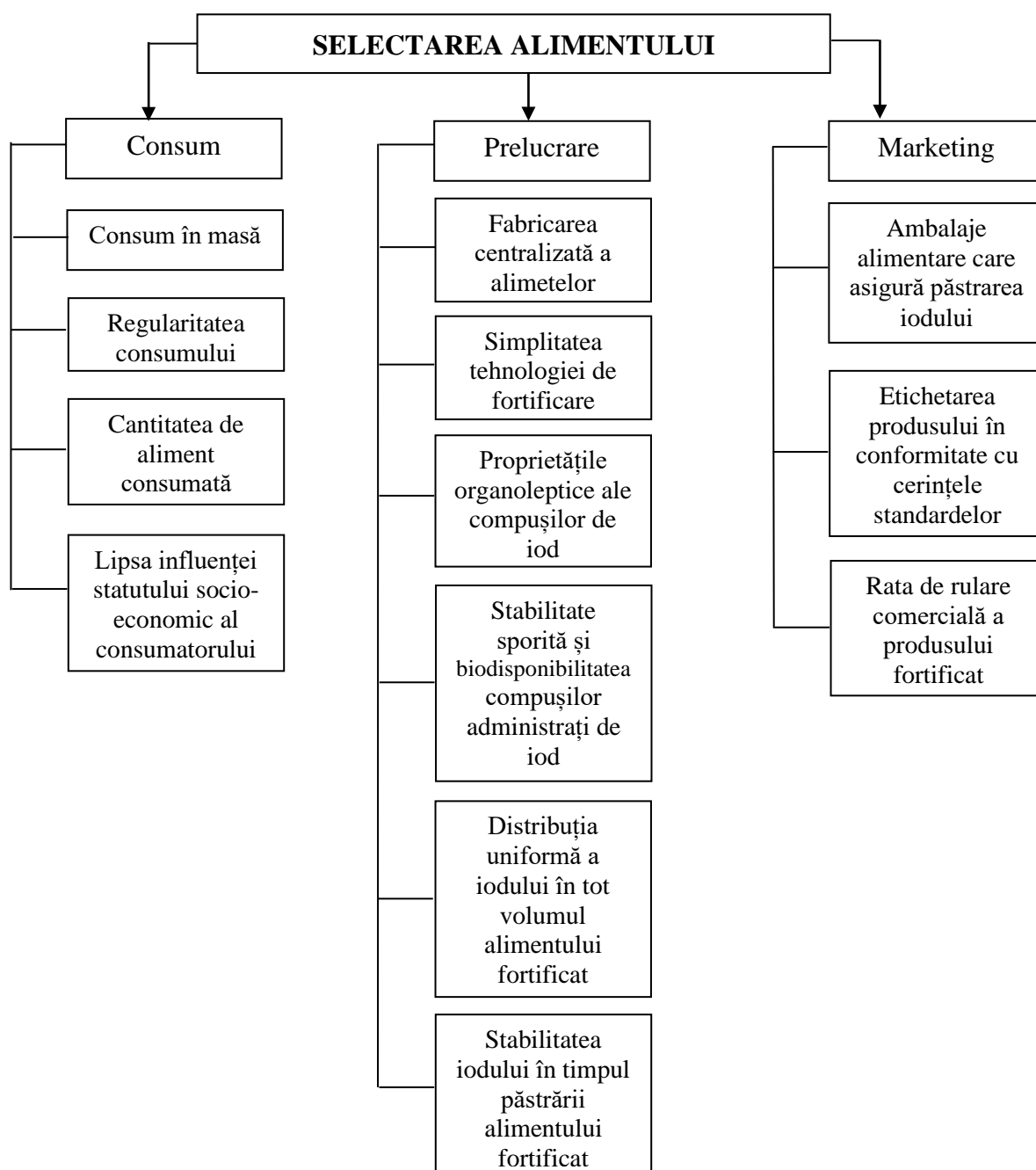


Figura 4.14. Criterii de selectare a alimentului pentru fortificare

Reglementarea conținutului de iod în alimentele fortificate

Conținut reglementat, adică conținutul de iod al alimentului fortificat, garantat de producător și declarat pe ambalaj (etichetă), trebuie să fie suficient pentru a satisface cel puțin 20-30% din aportul mediu zilnic pentru acest micronutrient la nivelul obișnuit de consum al alimentului [6, 59, 61, 77, 105]. Acest principiu se bazează pe faptul că deficiența reală de iod în dieta umană constituie 30-50% din aportul recomandat [13, 45, 62, 71]. În consecință, un aliment fortificat în conformitate cu acest principiu, va permite reducerea eficientă a deficitului, deoarece

restul de 50-70% din iodul necesar vine cu alte alimente, convenționale sau fortificate [86, 142, 120].

Calculul cantității de iod administrat

Cantitatea de iod administrată suplimentar în alimentele fortificate trebuie calculată, luând în considerație următoarele criterii [2, 5, 6]:

- conținutul nativ de iod în alimentul sau materia primă utilizată pentru fortificare [14, 19, 25];
- pierderile în timpul producerii și păstrării alimentelor fortificate pentru asigurarea conținutului de iod la un nivel reglementat [27, 37, 38].

În același timp, diferența dintre conținutul reglementat de iod în alimentele fortificate și rata administrării acestuia trebuie luată în considerație pentru a asigura nivelul reglementat de iod [39, 65, 42, 43].

Cerințe privind informațiile de pe ambalajul alimentelor fortificate

O cerință importantă pentru proiectarea externă a alimentelor fortificate cu iod este ca conținutul reglementat de iod să fie indicat pe ambalajul alimentului și strict controlat atât de producător, cât și de autoritățile de supraveghere de stat [68, 70].

Evaluarea eficacității și siguranței alimentelor fortificate

Producătorii de alimente fortificate trebuie să asigure nu numai cantitatea de iod administrat, ci și biodisponibilitatea acestuia (eficacitatea alimentelor fortificate) [1, 3, 24, 25, 42, 52, 87]. Cea mai importantă condiție pentru asigurarea securității este respectarea principiului conform căruia aportul total de iod în rația zilnică, inclusiv în alimentele fortificate, nu trebuie să depășească nivelurile sigure de consum al iodului (1000 μg iod/zi) [30, 37, 104, 136, 140, 150].

4.1.4. Alimente și compoziții alimentare fortificate cu iod – realizări și probleme

Unul dintre domeniile de cercetare și dezvoltare este elaborarea alimentelor fortificate cu iod (lapte, carne, ouă) în mod natural în zootehnie și creșterea păsărilor, care constă în faptul că păsările și animalele consumă hrană cu un conținut sporit de iod [14, 38, 149].

O direcție promițătoare de cercetare și implementare practică în crearea alimentelor fortificate cu iod este cultivarea plantelor. Pentru aceasta se efectuează tratamentul preînsămânțării semințelor, de asemenea iodul este utilizat într-un mod complex cu îngrășăminte [35, 65].

Direcția cea mai importantă este fortificarea alimentelor prin administrarea unor forme de iod în diferite etape ale procesului tehnologic de obținere a unui aliment fortificat cu un conținut sigur de iod [87, 42, 70, 79].

Forme de iod utilizate pentru fortificarea alimentelor

În ultimii ani a apărut o gamă largă de fortificatori cu un conținut sigur de iod. În acești fortificatori, de regulă, ca și componentă principală este utilizat unul sau alt purtător [10, 33, 89]. Principalele substanțe utilizate pentru fortificarea alimentelor care conțin iod sunt grupate în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3. Caracteristica fortificatorilor de iod

<i>Nr. d/o</i>	<i>Fortificatori de iod</i>	<i>Descrierea fortificatorilor de iod</i>	<i>Proprietăți tehnologice de utilizare</i>	<i>Regiuni de utilizare</i>
1	Iod - cazeină <ul style="list-style-type: none"> • producerea pâinii și a articolelor de patiserie • producerea laptelui și produselor lactate [36] 	Proteină din lapte fortificată cu iod	Necesită operațiuni și reactivi suplimentari (dizolvarea pulberii de iodcazeină la $t = 40-50^{\circ}\text{C}$ și aducerea valorii pH până la 7,5)	<ul style="list-style-type: none"> • Federația Rusă • Ucraina • Republica Belarus
2	Iodat de potasiu <ul style="list-style-type: none"> • Iodarea sării de bucătărie [88, 92, 140, 147] 	Compus anorganic de iod - KIO_3	Necesită o tehnologie specială de injectare, explodează la interacțiunea cu substanțele organice	În multe țări ale lumii
3	Amiliodină <ul style="list-style-type: none"> • producerea bomboanelor, dulciurilor [135] 	Complex de amidon cu iod	Este administrat ca ingredient suplimentar în compoziția alimentelor	<ul style="list-style-type: none"> • Federația Rusă
4	Drojdie de brutărie fortificată <ul style="list-style-type: none"> • producerea pâinii și articolelor de panificație [10, 33, 80] 	Drojdiile de brutărie fortificate cu iodură de potasiu	Nu necesită operațiuni tehnologice suplimentare	<ul style="list-style-type: none"> • Federația Rusă
5	Concentratul "Iodis" <ul style="list-style-type: none"> • producerea apei potabile • producerea alimentelor din carne și lapte • tratamentul pre-însămânțării semințelor • Hrănirea păsărilor și animalelor [89] 	Complex de apă cu iod. Se obține prin aplicarea tehnologiei speciale care utilizează proprietățile apei de a crea asociații cu legături slabe de hidrogen	Nu necesită încălzire sau reactivi suplimentari	<ul style="list-style-type: none"> • Ucraina • Federația Rusă • Republica Belarus • Polonia • Ungaria • Cehia • Grecia • Franța
6	Complexul Iodpectină "Fitoiod" <ul style="list-style-type: none"> • producerea alimentelor lactate deshidratate [81] 	Este o matrice organică - polizaharidă vegetală și iod cristalin (I_2)	Nu necesită încălzire sau reactivi suplimentari	<ul style="list-style-type: none"> • Federația Rusă

Produse vector folosite pentru fortificarea cu iod

Sarea fortificata cu iod

Una dintre direcțiile prioritare pentru fortificarea alimentelor cu iod este utilizarea sării de bucătărie fortificate cu iod [41, 88, 92, 119, 124, 125]. Potrivit OMS, în prezent sunt cunoscute următoarele tehnologii pentru iodarea sării: amestecarea uscată, pulverizarea umedă, dizolvarea și aderența [37, 147]. În calitate de compuși de iod, adăugați în sare, sunt des utilizate sărurile de potasiu [20, 123, 150]. Cantitatea de iod în sarea de bucătărie, conform recomandărilor OMS/UNICEF, este stabilită la un nivel de $40 \pm 15 \mu\text{g}$ [147]. Perioada de valabilitate a sării de bucătărie fortificate cu iod este de 6 luni [64, 140].

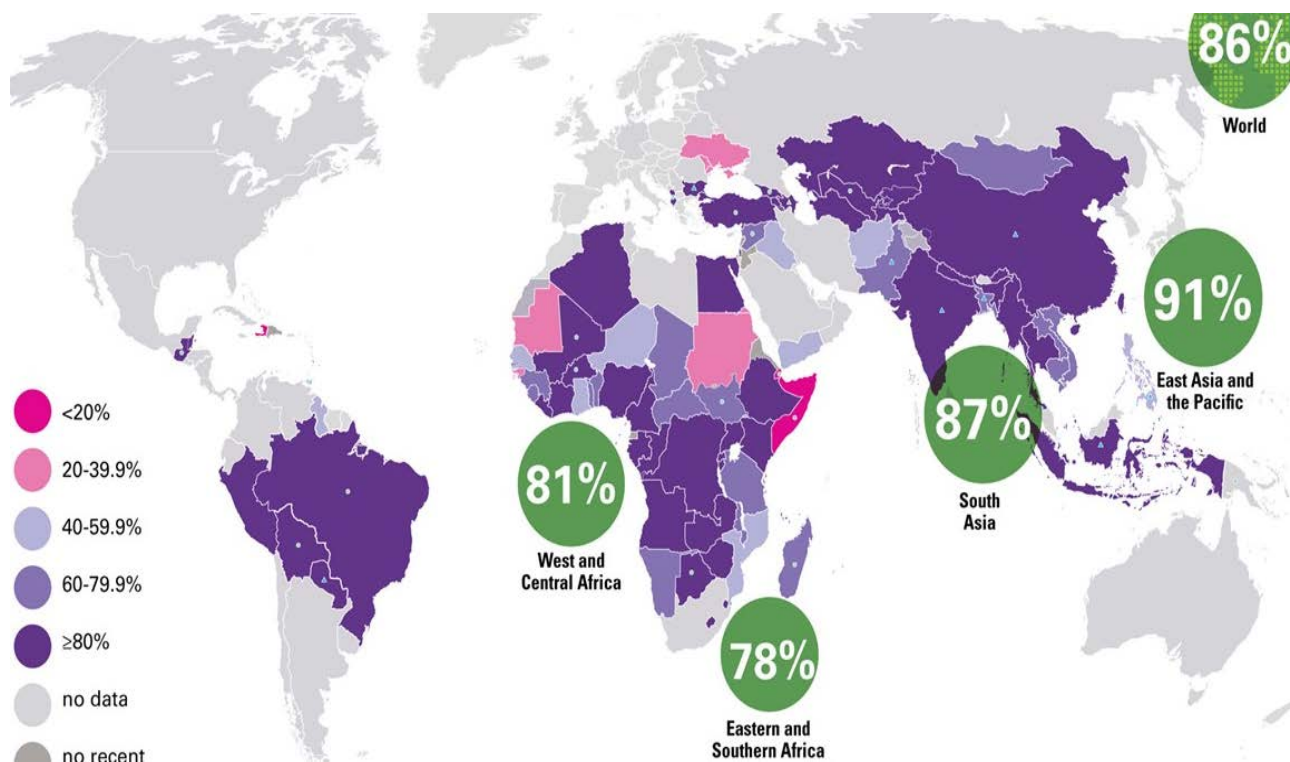


Figura 4.15. Statutul global de fortificare cu iod a sării de bucătărie

Unele țări europene au cerințe specifice privind fortificarea obligatorie a sării de bucătărie cu iod în funcție de mai mulți factori. Datele expuse în figura 4.16 sunt în conformitate cu legislația sau standardul țării menționate.

În Elveția, a fost propusă o metodă de fortificare a brânzei prin utilizarea sării fortificate cu iod, administrarea cărei nu a modificat proprietățile de calitate a brânzei obținute [51].

Cercetările efectuate de specialiștii UNICEF privind fortificarea pâinii și a produselor de panificație cu sare fortificată cu iod au demonstrat eficiența acestei tehnologii [139].

Cercetările independente privind utilizarea sării fortificate cu iod în producția de conserve au fost efectuate de cercetători din Finlanda [51]. S-a constatat că

administrarea sării fortificate cu iod în astfel de produse nu are efect negativ asupra indicatorilor de calitate ai produselor finite [20, 41, 64].

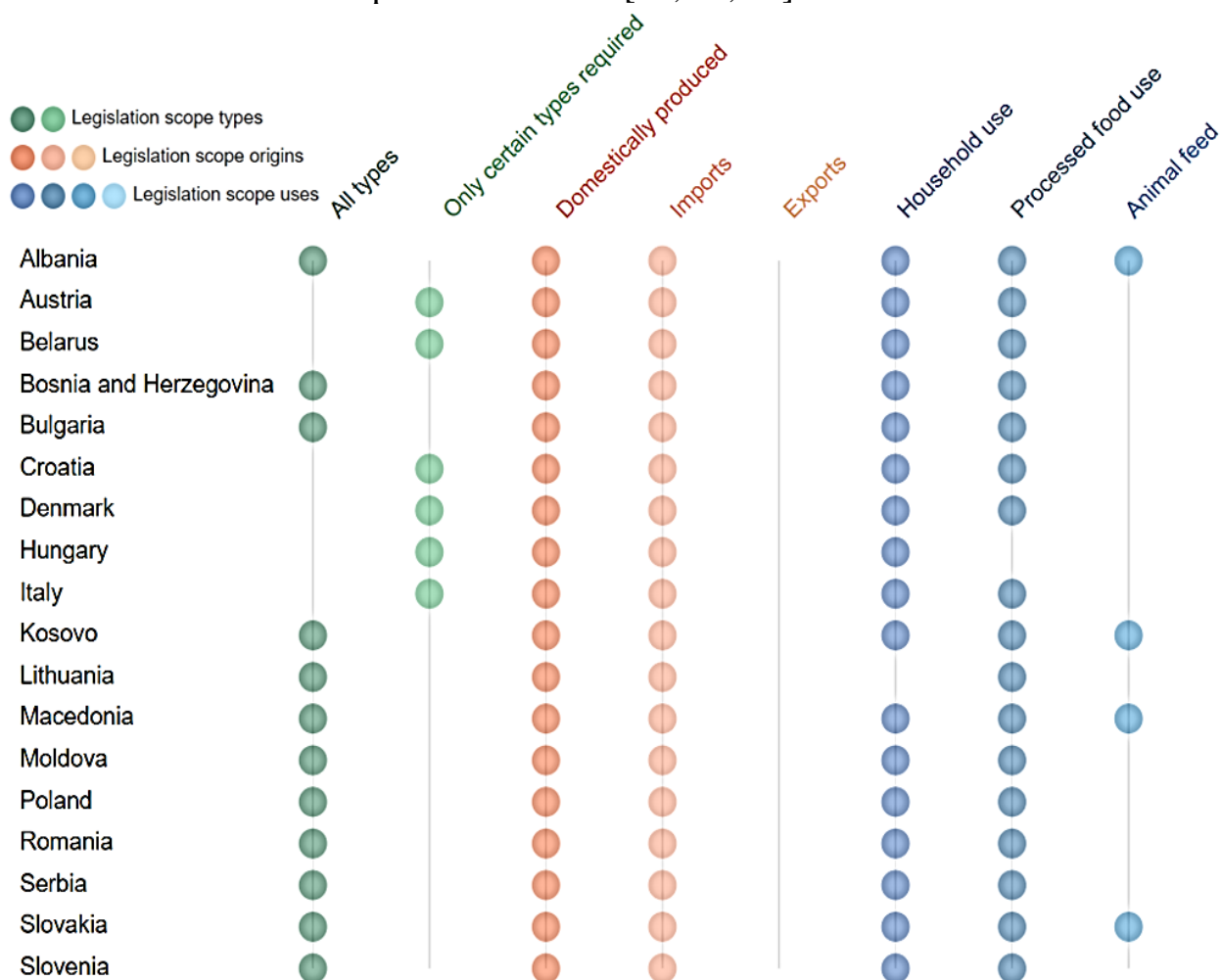


Figura 4.16. Aspecte legislative de utilizare a sării de bucătărie fortificate cu iod în unele țări europene

Prepararea alimentelor calde cu sare fortificată cu iod cauzează pierderea până la 60% din iodul conținut în sare [48, 92]. Pentru diferite grupe de populație, din motive de sănătate, consumul de sare de bucătărie este limitat, ceea ce necesită înlocuirea acesteia în alimentația zilnică [45].

Prin urmare, este necesar să ne concentrăm asupra utilizării fortificatorilor alimentari care conțin iod biologic activ [65, 102]. Aportul regulat de iod în alimentele fortificate va menține o concentrație constantă a acestuia în sânge [79, 82].

Pâinea și produsele de patiserie

Inițial, a fost încercată utilizarea fortificatorilor de iod de origine vegetală [99, 120]. Pentru fortificarea produselor de panificație au fost folosite ca sursă principală de iod algele *Laminaria (Saccharina latissima)* [121].

Cercetările recente efectuate de oamenii de știință permit să concluzionăm că fortificatorii pe bază de plante conțin iod într-o formă greu biodisponibilă, deoarece iodul este blocat de pereții celulelor vegetale care nu sunt hidrolizați de enzimele digestive [99]. Utilizarea unor astfel de fortificatori necesită metode suplimentare de

prelucrare mecanică, termică și enzimatică, ceea ce complică procesul tehnologic de obținere a alimentelor fortificate cu iod [48]. În plus, fortificatorii de origine vegetală sunt utilizați în cantități limitate pentru a preveni deteriorarea calității alimentelor finite [64].

În prezent, una dintre tehnologiile avansate pentru fortificarea pâinii este fortificarea cu iodcaseină, un compus elaborat de Centrul științific medical radiologic al Academiei de Științe Medicale din Federația Rusă [33, 81]. Tehnologia propusă de producere a pâinii și produselor de panificație fortificate cu iod asigură păstrarea iodului în produsul finit, dar tehnologia nu a fost implementată în masă din cauza necesității efectuării unor modificări ai procesului tehnologic [33].

Oamenii de știință de la Centrul de Cercetări Biotron al Academiei Naționale de Științe din Ucraina, împreună cu specialiștii de la Yark-Kiev Concern și NPK "Iodis", au elaborat instrucțiuni tehnologice pentru producerea diferitelor tipuri de articole de panificație fortificate cu iod cu marca "Iodis" [81]. La producerea acestor alimente fortificate se utilizează fortificatorul „Iodis-concentrat”, care reprezintă apă minerală tratată cu ioni de iod biologic activi cu o concentrație de 10-40 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ [89].

O metodă cunoscută pentru producerea pâinii fortificate cu iod este folosirea drojdiei de panificație fortificată cu iod. Esența elaborării constă în fortificarea drojdiei de panificație cu iodură de potasiu. Conținutul de iod în produsele de panificație fortificate constituie 25-50 $\mu\text{g}/100\text{ g}$. Conform rezultatelor cercetărilor produselor panificație fortificate cu iod, conținutul de iod corespunde normelor reglementate, iar proprietățile organoleptice nu se modifică [10].

Laptele și produsele lactate

Unul dintre produsele alimentare vectoriale pentru completarea lipsei de iod la populația adultă și a copiilor sunt produsele lactate fortificate [19, 47, 70]. În calitate de fortificator de iod al laptelui și al produselor lactate este recomandat un compus organic – iodcazeina – elaborat de savanții de la Academia de Științe Medicale din Federația Rusă. Procesul tehnologic de producere pe scară largă a laptelui, produselor lactoacide, brânzei de vaci și altor produse lactate fermentate fortificate cu iodcazeină a fost implementat în 62 de regiuni din Federația Rusă [36].

Un alt domeniu al fortificării laptelui este utilizarea "Fitoiodului" ca fortificator. Această formă de iod legat organic (iod-pectină) a fost elaborată în laboratorul „Tehnologii alimentare”, or.Meleuz, Federația Rusă [80]. Procesul tehnologic implică administrarea unei soluții de complex iod-pectină ("Fitoiodului") după etapa de normalizare a laptelui.

Compania Jane Elan a elaborat și produce înghețată fortificată cu iod. Produsul are un gust plăcut și o valoare energetică sporită [67]. Designul colorat și ambalajul special asigură solicitarea înghețatei fortificate cu iod în rândul copiilor.

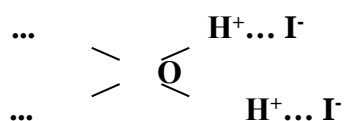
Băuturile

Direcția cercetărilor și implementarea rezultatelor în practică privind fortificarea băuturilor cu iod este foarte promițătoare [15, 78]. O băutură nouă funcțională a apărut pe piața Moldovei, care vizează eliminarea lipsei de iod din dieta populației, este apă potabilă fortificată cu iod „Aqua Uniqă Iodată”. Apa fortificată cu iod a fost elaborată de Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „N.Testemițanu”,

Departamentul Sanitarie și Igienă de către profesorul universitar, doctor în medicină G. Friptuleac [40].

În cadrul programului pilot regional „Către sănătate prin nutriție” de la Institutul Tehnologic de Industrie Alimentară din Kemerovo au fost elaborate și implementate rețete și tehnologii de fabricare a băuturilor fortificate cu iod: băutură nealcoolică "Antoshka" care conține 30 μg I/100 ml; sirop „Tavolga”, fortificat cu iod în cantitate de 250 μg I/100 ml; jeleu de fructe și fructe de pădure asortate [85].

Diferența dintre „KI” și alți compuși de iod utilizați constă în crearea asociațiilor (structurilor cu cristale lichide) apei cu activitate biologică. Deci, în sistemul „ion iod - apă”, în situația clasică, asociații cu legături slabe de hidrogen se formează cu iodura sau:



Autorii acestui complex, în lucrările lor, expun date privind stabilitatea complexului în timpul păstrării și descriu proprietățile dezinfectante ale acestuia datorită interacțiunii electrostatice a ionilor de iodat și a microorganismelor patogene [80].

4.2. Elaborarea tehnologiei de fortificare a uleiului de floarea soarelui cu iod și extracte de plante aromatice

Pentru a extinde gama de alimente fortificate cu iod, la Universitatea Tehnică a Moldovei a fost propusă utilizarea uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod [53]. Stabilitatea iodului în compoziția uleiului de floarea soarelui fortificat a fost studiată în funcție de durata păstrării. Pentru a obține un ulei fortificat cu iod stabil la degradări oxidative au fost utilizate componentele antioxidante ale plantelor aromatice autohtone și obținute extracte de antioxidanți naturali (fig.4.17).

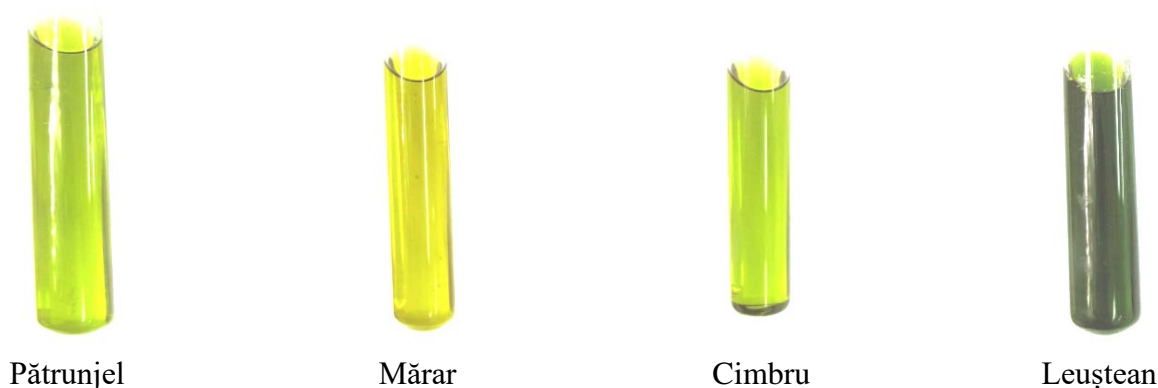


Figura 4.17. Extracte de plante aromatice utilizate în cercetare

Cantitatea optimă de plante aromatice adăugate în compoziția uleiului fortificat cu iod a fost stabilită în funcție de valoarea numărului total de oxidare (TOTOX Value), care reprezintă suma produselor primare și secundare ale oxidării lipidelor. După determinarea nivelului necesar de plante aromatice administrate în compoziția

uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod au fost studiate condițiile optime pentru extracția componentelor antioxidante ale plantelor aromatice, ceea ce a făcut posibilă elaborarea unei tehnologii pentru obținerea uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod și cu extrate de plante aromatice.

4.2.1. Stabilitatea iodului în uleiul fortificat pe parcursul păstrării

Inițial, a fost stabilit un obiectiv de a studia păstrarea iodului în compoziția uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod timp de 12 luni de păstrare. Studiul stabilității iodului în probele de ulei a fost efectuat în domeniul de concentrații de la 1 la 1000 $\mu\text{g/ml}$ la temperatura de 4-6°C. Au fost obținute date privind conținutul de iod în probele analizate de ulei fortificat în funcție de durata păstrării.

Conținutul cantitativ de iod din probele de ulei analizate nu a fost modificat semnificativ, chiar și la păstrarea pe o perioadă de lungă durată. Pierderile de iod după 6 luni de păstrare au constituit în medie 7% pentru toate probele analizate [104].

Pe baza rezultatelor studiului privind stabilitatea iodului în uleiul de floarea soarelui fortificat în timpul păstrării s-a constatat că concentrația optimă de iod în ulei este de 1 $\mu\text{g/ml}$. Concentrația propusă de iod în ulei rezultă din următoarele considerații:

- în timpul păstrării uleiului fortificat cu o concentrație de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ timp de 12 luni pierderile de iod au fost nesemnificative;
- fortificarea alimentelor ar trebui să fie suficientă pentru a satisface 20-30% din necesarul zilnic mediu pentru un micronutrient;
- conținutul propus de iod nu duce la modificarea proprietăților fizico-chimice și organoleptice ale uleiului de floarea soarelui fortificat.

Cercetările efectuate permit a concluziona că iodul administrat în compoziția uleiului de floarea soarelui, pentru a obține un produs alimentar cu acțiune preventivă, se află în stare stabilă și sigură pe termen lung și face posibilă recomandarea păstrării uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod timp de un an fără pierderi semnificative.

4.2.2. Stabilizarea oxidativă a uleiului fortificat cu iod prin administrarea extractelor de plante aromatice

Conform datelor științifice, rolul antioxidantilor constă în întreruperea reacțiilor de oxidare în lanț. Procesul de oxidare radicalică în lanț a uleiurilor vegetale este reprezentat în formă de schemă în figura 4.18.

Pentru a obține un produs cu stabilitate antioxidantă sporită, a fost studiată posibilitatea utilizării extractelor de plante aromatice pentru stabilizarea antioxidantă a uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod [115, 128].

Pe baza datelor din literatura de specialitate s-a constatat că administrarea componentelor antioxidante ale plantelor aromatice este răspândită în practica mondială și contribuie la creșterea termenului de valabilitate, la păstrarea valorii nutriționale și biologice și, de asemenea, conferă o aromă plăcută produsului finit [17, 22, 28, 84]. Mecanismul de acțiune al unui antioxidant este reprezentat în figura 4.19.

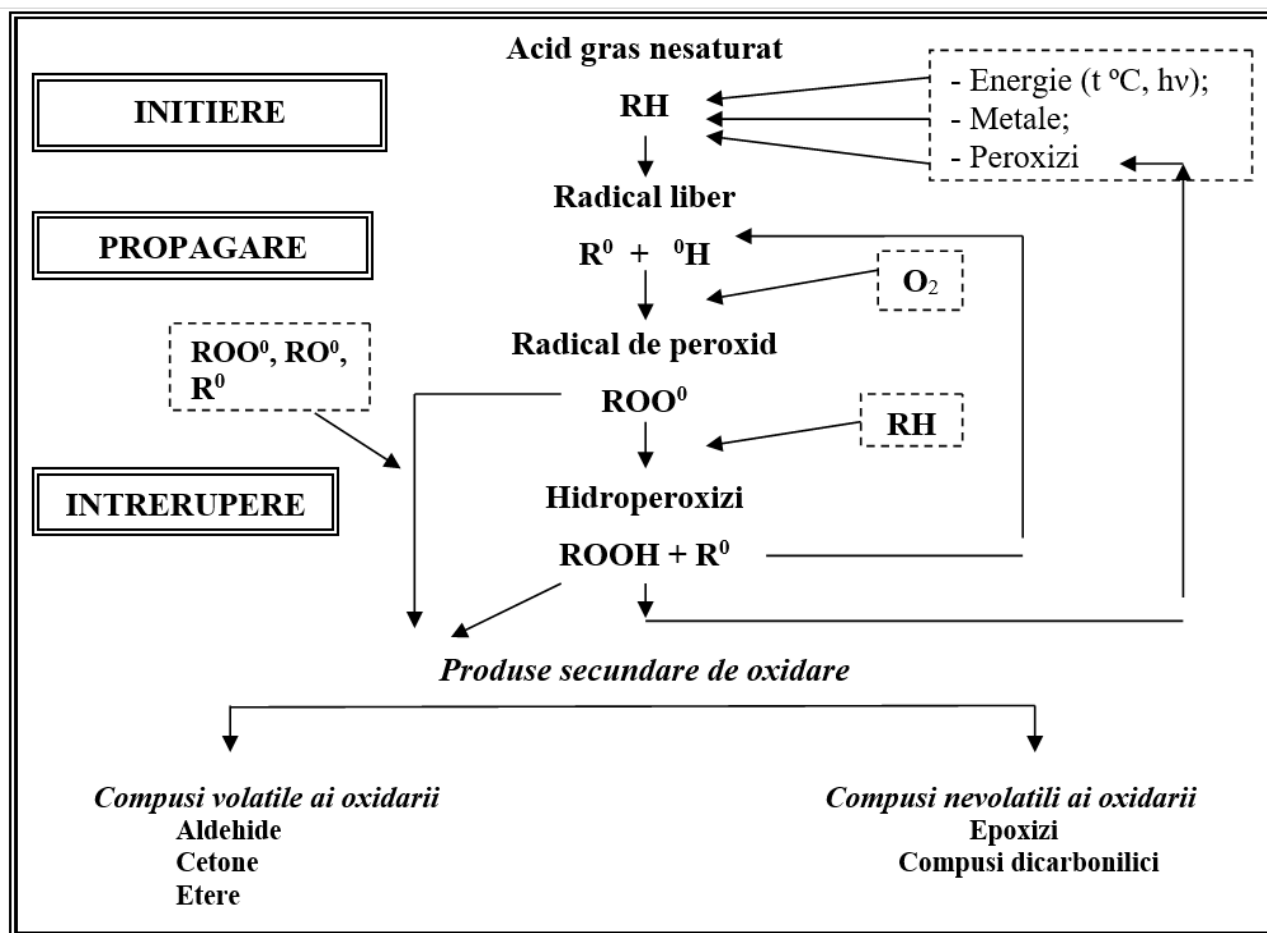


Figura 4.18. Natura modificărilor uleiurilor vegetale pe parcursul păstrării

Uleiul vegetal fortificat cu iod a fost stabilizat prin administrarea componentelor antioxidante ale pătrunjelului, mărarului, cimbrului și a leușteanului. Plantele aromatice au fost administrate în compoziția uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod în stare uscată și măcinată.

Sistemul antioxidant al plantelor aromatice, pătrunjel, mărar, cimbru și leuștean, este reprezentat de β -caroten, quercetină, acizi cafeici și ferulici, terpeni și acid ascorbic. Cu toate acestea, nu a fost constatăată o corelație pozitivă între conținutul de componente antioxidante din plantele aromatice și activitatea antioxidantă a acestora în probele de ulei. Acest fenomen este asociat cu extracția parțială a componentelor antioxidante din plantele aromatice, cu o modificare a raportului dintre componentele individuale ale sistemului antioxidant în comparație cu raportul original din plantele aromatice [8, 29, 75]. Probabil, pe lângă componentele cunoscute, plantele aromatice conțin și alte substanțe care au un anumit efect asupra activității antioxidante.

În acest scop, au fost efectuate studii pentru a stabili cantitatea optimă de administrare a cantităților de plante aromatice în compoziția uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod. Conținutul total de produse primare și secundare ale oxidării a fost determinat în probele de ulei cu un conținut diferit de plante aromatice (TOTOX Value).

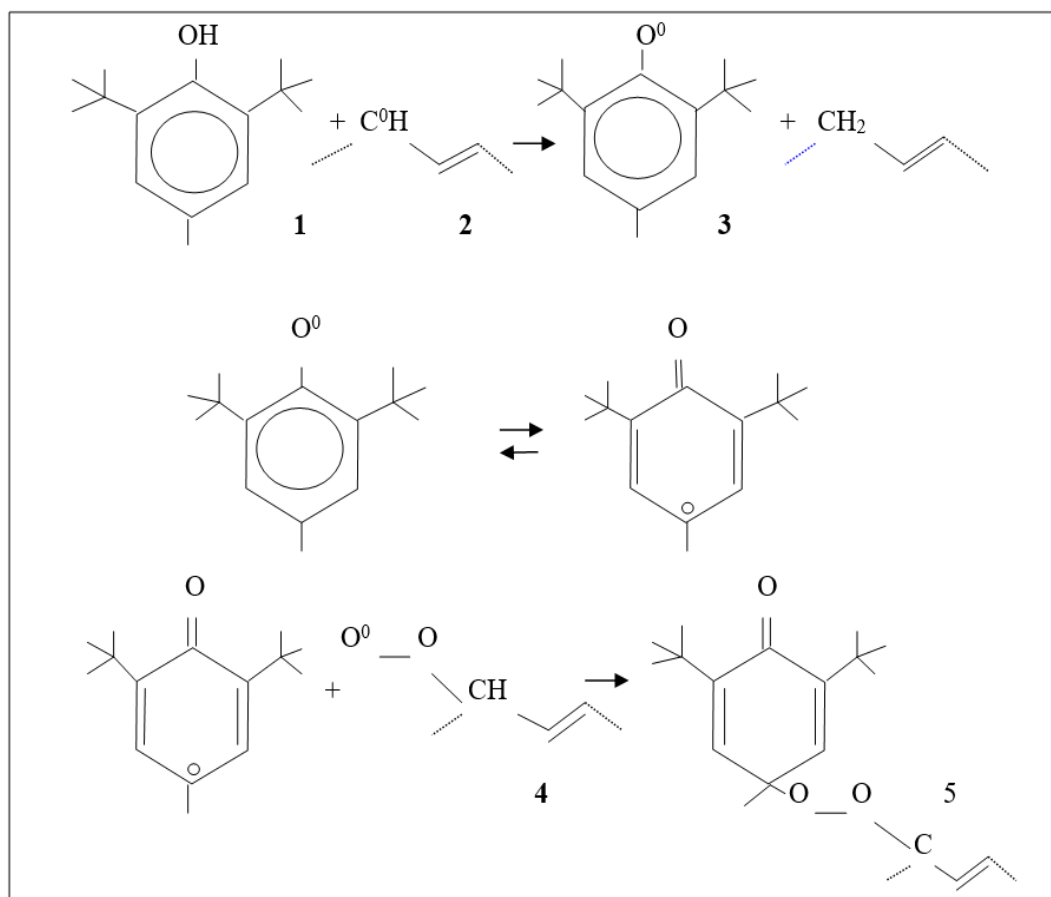


Figura 4.19. Mecanismul de acțiune a antioxidanților:
1 – antioxidant; 2, 4 – fragment al radicalului liber al acidului gras;
3, 5 – radicali inactivi care întrerup lanțul de oxidare

Eficacitatea utilizării plantelor aromatice a fost investigată în intervalul de concentrații care este optim pentru manifestarea proprietăților antioxidante de către majoritatea aditivilor antioxidanți din uleiurile vegetale, respectiv 0,1-1,0 g/100 g ulei [106]. Motivul scăderii eficacității inhibitorului odată cu creșterea concentrației sale poate fi explicat prin participarea componentelor antioxidante ale plantelor aromatice la reacțiile de continuare a lanțului de oxidare [103].

Pe baza datelor experimentale s-a constatat că cantitatea de plante aromatice de la 0,4 la 0,6 g/100 g de ulei de floarea soarelui fortificat cu iod este optimă pentru obținerea efectului de stabilizare a proceselor de oxidare în probele de ulei analizate.

Diferențele atât în ceea ce privește conținutul total al produselor primare și secundare ale oxidării, cât și în cadrul concentrațiilor optime ale plantelor aromatice administrate se datorează mai multor factori, printre care un rol important le revine particularităților mecanismului antioxidant și diferențelor în stabilitatea lor.

4.2.3. Tehnologia de fortificare a uleiului de floarea soarelui cu iod și cu plante aromatice

Pentru a stabili condițiile optime privind extracția componentelor antioxidante ale plantelor aromatice utilizate a fost studiată solubilitatea acestora (tabelul 4.4).

Tabelul 4.4. Solubilitatea componentelor antioxidante ale plantelor aromatice*

Nr. d/o	Denumirea componentului	Solubilitatea, g/100 g		
		în apă	în alcoolii	în eter
1	β -caroten	I.	B.S.	B.S.
2	Quercetin	0,006	0,029	1,419
3	Acid cafeic	S.	B.S.	B.S.
4	Acid ferulic	S.	B.S.	B.S.
5	Terpene:			
	Carvon	1,32	B.S.	B.S.
	A-pinen	I.	B.S.	B.S.
6	Acid ascorbic	33,3	B.S.	I.

* S. – solubil; B.S. – bine solubil; I. – insolubil.

Datele din tabelul 4.4 indică faptul că toate componentele, cu excepția acidului ascorbic, sunt insolubile sau greu solubile în apă, dar sunt bine solubile în alcoolii și eteri, adică pe măsură ce polaritatea solventului scade, solubilitatea acestor componente crește. Astfel, se poate concluziona că solvenții nepolari sunt cei mai potriviți pentru extragerea componentelor antioxidante ale plantelor aromatice.

Din punct de vedere tehnic, problema extracției acestor componente poate fi rezolvată folosind solvenți organici (petrol, eter dietilic, diizopropil și alți eteri, metanol, etanol). Această metodă de extracție a componentelor antioxidante ale plantelor aromatice a fost utilizată în numeroase lucrări [105, 111, 128, 134]. Tehnologia de stabilizare a uleiurilor comestibile cu componente antioxidante ale plantelor aromatice este posibilă prin utilizarea uleiurilor vegetale ca solvent. Fiind de natură hidrofobă, aceștia pot concura cu succes cu solvenții organici.

Utilizarea uleiurilor vegetale ca solvent pentru componentele menționate mai sus ale plantelor aromatice este oportună din trei puncte de vedere:

- în primul rând, în celulele vegetale, polifenolii și terpenele sunt legate structural de lipide, ceea ce indică afinitatea lor chimică;
- în al doilea rând, solvenții organici sau amestecurile lor determină fără ambiguitate solubilitatea compușilor, iar uleiurile vegetale, datorită compoziției lor complexe, oferă un efect complex, care crește rata de extracție a tuturor compușilor liposolubili;
- în al treilea rând, excluderea solvenților organici din schema tehnologică de stabilizare a uleiurilor vegetale cu plante aromatice poate avea un efect pozitiv asupra calității acestora.

Extracția β -carotenului și a terpenelor folosind uleiuri vegetale a fost utilizată în practică de mai mult timp. Având în vedere similaritatea solubilității β -carotenului, terpenelor și polifenolilor, pentru elaborarea tehnologiei de obținere a uleiului stabilizat fortificat cu iod au fost aplicate două metode de extracție: prima este macerarea, a doua - anflerajul. În prima metodă, compușii liposolubili au fost extrași din plante aromatice în formă de pulbere cu ulei încălzit la 60-90°C, în a doua

procesul de încălzire nu a fost aplicat. Uleiurile vegetale sunt cele mai potrivite pentru extragerea compușilor plantelor aromatice [103].

Aplicarea metodei de macerare nu a fost posibilă, deoarece încălzirea timp îndelungat la 60-90°C poate duce la o posibilă pierdere parțială a iodului și la inițierea proceselor de oxidare în uleiurile stabilizate fortificate cu iod. În ceea ce privește cea de-a doua metodă, în acest caz, o distribuție uniformă a plantelor aromatice măcinate în tot volumul uleiului vegetal a fost posibilă prin amestecare contunuă.

Tehnologia de producere a uleiului vegetal fortificat cu iod și cu extracte de plante aromatice prevede aplicarea principiilor de producere a compozițiilor de ulei și include pregătirea următoarelor soluții:

- soluție standard de ulei de floarea soarelui fortificată cu iod, a fost preparată cu o concentrație de 333,3 μg/ml de ulei prin amestecarea unei probe cântărite cu precizie de iod molecular și ulei de floarea soarelui dublu rafinat și deodorizat. Ulterior, soluția obținută a fost menținută la temperatura de 4-6°C timp de 5 zile;
- procesul de obținere a extractelor de plante aromatice prevede că plantele aromatice uscate și mărunțite în formă de pulbere au fost administrate în ulei de floarea soarelui dublu rafinat și deodorizat, amestecate mecanic pentru a obține o distribuție uniformă a plantelor răcite la temperatura de 4-6°C și păstrate timp de 5 zile. Apoi amestecul a fost filtrat pentru a separa uleiul de fracția solidă.

Obținut în conformitate cu tehnologia propusă, uleiul de floarea soarelui fortificat cu iod și cu extracte de plante aromatice a fost utilizat în cercetare. Probele au fost păstrate în recipiente închise la temperatura de 4-6°C.

4.3. Evoluția proprietăților de calitate ale uleiului fortificat cu iod și extracte de plante aromatice pe parcursul păstrării

Proprietățile de calitate ale probelor de ulei fortificat cu iod și cu extracte de plante aromatice au fost studiate timp de 12 luni, temperatură de păstrare a probelor fiind 4-6°C. Obiectele de studiu au fost uleiul de floarea soarelui fără iod și extracte de plante aromatice, uleiul de floarea soarelui cu 1 μg/ml iod și uleiul de floarea soarelui cu 1 μg/ml iod și extracte de plante aromatice.

4.3.1. Proprietățile fizico-chimice ale uleiului fortificat cu iod și extracte de plante aromatice

Uleiurile vegetale în timpul păstrării pot suferi diverse modificări care afectează proprietățile lor de calitate [104]. Deci, uleiurile sunt ușor oxidate, reprezentând un sistem organic complex cu un număr mare de componente care sunt implicate în toate etapele oxidării - de inițiere, propagare și întrerupere a lanțului [134].

Compuși primari de oxidare

În timpul păstrării uleiurilor vegetale a fost observată descompunerea oxidativă și hidrolitică. Prezența și profunzimea procesului de oxidare și hidroliză a uleiurilor a fost caracterizată prin conținutul de acizi grași liberi (indice de aciditate). Creșterea

indichelui de aciditate sau rata formării acizilor grași liberi în probele de ulei analizate este exponențială (tabelul 4.5).

Tabelul 4.5. Modificarea indicelui de aciditate (IA) în probele de ulei în timpul păstrării

<i>Durata de păstrare, luni</i>	<i>Indicele de aciditate (IA), [mg KOH/g ulei]</i>					
	<i>Ulei fără iod și fără extracte</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml și extract de pătrunjel</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml și extract de mărar</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml și extract de cimbru</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml și extract de leuștean</i>
0	0,215±0,001	0,215±0,001	0,215±0,001	0,215±0,002	0,215±0,001	0,215±0,001
2	0,227±0,001	0,229±0,001	0,218±0,002	0,217±0,001	0,217±0,001	0,2160±0,001
4	0,241±0,003	0,242±0,001	0,229±0,001	0,233±0,001	0,234±0,001	0,230±0,002
6	0,263±0,001	0,266±0,001	0,241±0,001	0,249±0,002	0,251±0,002	0,243±0,002
9	0,291±0,002	0,295±0,002	0,273±0,002	0,277±0,001	0,279±0,001	0,277±0,001
12	0,315±0,002	0,317±0,001	0,291±0,001	0,294±0,001	0,293±0,002	0,292±0,001

Conținutul de acizi grași liberi în uleiurile vegetale proaspete este de 0,215 mg KOH/g ulei. Prezența acizilor grași liberi în probele proaspete care nu au fost păstrate poate fi explicată prin faptul că acizii grași liberi reprezintă un produs intermediar al metabolismului țesutului adipos, precum și datorită posibilelor transformări hidrolitice ale uleiurilor vegetale [103].

Indicele de aciditate al probelor de ulei de floarea soarelui fără iod și fără extracte de plante aromatice și ulei cu un conținut de iod de 1 μg/ml după 12 luni de păstrare nu diferă semnificativ, având valoarea de 0,315 și respectiv 0,317 mg KOH/g ulei. Trebuie menționat că valorile indicelui de aciditate pentru aceste două probe s-au apropiat de limita valorilor admisibile - 0,35 mg KOH/g de ulei, prevăzute de standardul pentru uleiul de floarea soarelui SM 95: 1996.

La compararea valorilor indicilor de aciditate din grupul de uleiuri cu un conținut de iod de 1 μg/ml și cu extracte de plante aromatice se poate observa că în proba de ulei care conține extract de pătrunjel ca și component antioxidant, acumularea de acizi grași liberi a avut loc într-o măsură mai mică, variind de la 0,215 până la 0,291 mg KOH/g ulei, în timp ce în proba de ulei cu extract de mărar, indicele de acid după 12 luni de păstrare a fost determinat de 0,294 mg KOH/g ulei.

Trebuie remarcat faptul că valorile indicilor de aciditate pentru toate probele de ulei studiate au rămas în limitele stipulate de standard. Cu toate acestea, în grupul de uleiuri care conțin componente antioxidante suplimentare din plante aromatice, modificarea indicelui de aciditate a fost mai puțin vizibilă comparativ cu modificarea acestui indicator în cazul uleiului de floarea soarelui fără iod sau cu un conținut de iod de 1 μg/ml.

În conformitate cu teoria propusa de N.N. Semenova, oxidarea uleiurilor trebuie considerată ca o reacție în lanț, care se desfășoară prin formarea și conversia radicalilor liberi. Esența mecanismului reacțiilor în lanț este că acestea apar și se dezvoltă prin formarea și inactivarea radicalilor liberi. În acest caz, oxigenul nu se atașează la legăturile duble ale acizilor grași, așa cum este arătat în teoria Bach-Engler, ci la locul valenței libere a radicalului cu formarea peroxizilor.

Este cunoscut faptul că prezența și cantitatea de peroxizi și hidroperoxizi în uleiurile vegetale determină gradul de stabilitate al uleiurilor în timpul păstrării. Dinamica acumulării de peroxizi și hidroperoxizi în probele de ulei în timpul păstrării este dată în tabelul 4.6.

Rata totală a reacțiilor oxidative care duc la formarea peroxizilor și hidroperoxizilor în timpul păstrării timp de 12 luni pentru grupul de uleiuri cu o concentrație de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extracte de plante aromatice este mai mică și variază de la 7,8 până la 9,2 meq/kg ulei pentru peroxizi și de la 0,071 până la 0,116 mM pentru hidroperoxizi, în comparație cu uleiul fără iod și extracte de plante aromatice - de la 8,4 până la 9,9 meq/kg ulei pentru peroxizi și de la 0,079 până la 0,128 mM pentru hidroperoxizi și uleiuri cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ fără extracte de plante aromatice de la 8,4 la 10,0 meq/kg de la 0,079 la 0,129 mM respectiv.

La compararea probelor de uleiuri fără iod și cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ trebuie remarcat faptul că gradul de acumulare a produselor de oxidare primară în aceste probe de ulei nu depind de prezența iodului în compoziția uleiului analizat și se află la limită pentru peroxizi de 8,4 meq/kg de ulei înainte de păstrare și 9,9-10,0 meq/kg după 12 luni de păstrare și, respectiv, pentru hidroperoxizi 0,079 mM și 0,128-0,129 mM.

Astfel, se poate concluziona că iodul administrat în formă moleculară este stabil în uleiul de floarea soarelui și nu afectează intensitatea proceselor oxidative din probele de ulei analizate.

Tabelul 4.6. Evoluția conținutului de peroxizi și hidroperoxizi în probele de ulei analizate

Durata de păstrare, [luni]	Ulei fără iod și fără extracte		Ulei fortificat cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$		Ulei fortificat cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și extract de pătrunjel		Ulei fortificat cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și extract de mărar		Ulei fortificat cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și extract de cimbru		Ulei fortificat cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și extract de leuștean	
	Peroxizi [meq/kg ulei]	Hidroperoxizi [mM]	Peroxizi [meq/kg ulei]	Hidroperoxizi [mM]	Peroxizi [meq/kg ulei]	Hidroperoxizi [mM]	Peroxizi [meq/kg ulei]	Hidroperoxizi [mM]	Peroxizi [meq/kg ulei]	Hidroperoxizi [mM]	Peroxizi [meq/kg ulei]	Hidroperoxizi [mM]
0	8,4±0,1	0,079±0,004	8,4±0,1	0,079±0,003	7,8±0,2	0,071±0,004	8,1±0,1	0,073±0,003	8,1±0,1	0,074±0,005	8,1±0,1	0,072±0,003
2	8,6±0,2	0,085±0,003	8,6±0,2	0,084±0,006	8,1±0,2	0,078±0,003	8,4±0,1	0,078±0,005	8,4±0,1	0,079±0,003	8,3±0,1	0,078±0,004
4	8,9±0,1	0,099±0,007	8,9±0,2	0,101±0,004	8,5±0,1	0,086±0,006	8,6±0,1	0,089±0,004	8,7±0,1	0,088±0,008	8,5±0,1	0,091±0,005
6	9,3±0,1	0,112±0,004	9,4±0,1	0,114±0,005	8,7±0,1	0,094±0,005	8,8±0,1	0,096±0,006	8,9±0,2	0,099±0,009	8,8±0,2	0,096±0,004
9	9,5±0,1	0,119±0,005	9,6±0,1	0,121±0,003	8,9±0,1	0,101±0,003	9,0±0,2	0,104±0,004	9,1±0,2	0,103±0,003	9,0±0,1	0,103±0,005
12	9,9±0,2	0,128±0,007	10,0±0,1	0,129±0,003	9,1±0,2	0,113±0,003	9,2±0,2	0,116±0,004	9,3±0,2	0,115±0,006	9,2±0,1	0,114±0,006

După cum se observă din tabelul 4.6, conținutul de peroxizi și durata de păstrare au caracter autoaccelerat. În prima etapă acumularea peroxizilor crește, iar în a doua indicele de peroxid are valoare constantă. Durata primei etape caracterizează inerția sistemului oxidant, care se datorează probabil particularităților sistemului în sine, precum și prezenței diferitelor componente ale plantelor aromatice, care încetinesc procesele de degradare oxidativă a uleiurilor.

Deoarece probele din grupul de uleiuri cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extractele de plante aromatice diferă de probele de uleiuri fără iod și ulei cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ numai prin faptul că conțin compuși antioxidanți ai plantelor aromatice, diferențele de timp pentru a atinge o valoare constantă a indicelui de peroxizi în probele analizate se datorează în mare măsură anume acestui factor. Este probabil ca după 6 luni de păstrare, în uleiuri cu extracte de plante aromatice să fie consumată majoritatea compușilor antioxidanți ai plantelor aromatice din aceste uleiuri, după care aceste probe sunt oxidate în mod similar cu probele de uleiuri în care extractele nu au fost administrate.

Pe baza rezultatelor obținute s-a constatat că creșterea duratei de valabilitate a unui grup de uleiuri cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extracte din plante aromatice se datorează unei rate mai mici de acumulare a peroxizilor și hidroperoxizilor în probele de uleiuri analizate în primele luni de păstrare. Dacă după 2 luni de păstrare cantitatea de peroxizi și hidroperoxizi pentru uleiurile cu extracte de plante aromatice a fost mai mică și a variat de la 8,1 până la 8,4 meq/kg de ulei și de la 0,078 până la 0,079 mM comparativ cu uleiul fără extracte de plante aromatice, pentru care aceste valori au fost, respectiv, 8,6 meq/kg ulei și 0,085 mM, atunci după următoarele 6 luni de păstrare, modificările valorilor conținutului cantitativ de peroxizi și hidroperoxizi nu au fost atât de semnificative și au cerscut până la 9,3 meq/kg și 0,122 mM pentru uleiul fără iod și fără extracte și de la 8,7 până la 8,9 meq/kg (indicele de peroxid) și de la 0,094 până la 0,099 mM (indicele de hidroperoxid) pentru uleiuri cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extracte de plante aromatice. Acest lucru se datorează în mod evident consumului treptat al compușilor antioxidanți din plantele aromatice administrate în grupul de uleiuri stabilizate.

Compuși secundari de oxidare

Se știe că compușii peroxid și hidroperoxid sunt instabili. În timpul păstrării aceștia se descompun cu formarea produselor secundare de oxidare a uleiurilor vegetale, compușilor carbonilici mai stabili - aldehide, cetone și derivații lor cu un lanț carbonic de diferite lungimi.

Dacă peroxizii și hidroperoxizii nu afectează schimbarea caracteristicilor organoleptice ale uleiurilor, atunci aldehidele și cetonele formate în etapele următoare ale oxidării sunt purtători ai unui gust neplăcut și ai mirosului uleiurilor vegetale oxidate.

Cinetica modificărilor intensității acumulării unor aldehide precum 2,4-decadienal și 2-octenal în probele de uleiuri vegetale analizate, exprimată prin valoarea numărului de p-anizidină, este dată în tabelul 4.7.

Tabelul 4.7. Evoluția indicelui de p-anisidină (p-AV) în probele de ulei în timpul păstrării

<i>Durata păstrării, luni</i>	<i>Valoarea indicelui de p-anisidină (p-AV), [u.c.]</i>					
	<i>Ulei fără iod și fără extracte</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml și extract de pătrunjel</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml și extract de mărar</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml și extract de cimbru</i>	<i>Ulei cu iod 1 μg/ml și extract de leuștean</i>
0	0,5492±0,0005	0,5503±0,0003	0,5123±0,0005	0,5203±0,0004	0,5219±0,0003	0,5179±0,0004
2	0,7530±0,0004	0,7721±0,0003	0,7232±0,0005	0,7261±0,0005	0,7251±0,0003	0,7241±0,0004
4	0,9672±0,0003	0,9714±0,0004	0,9331±0,0005	0,9359±0,0005	0,9371±0,0003	0,9343±0,0003
6	1,2017±0,0005	1,2342±0,0004	0,9786±0,0004	0,9704±0,0005	0,9723±0,0005	0,9793±0,0003
9	1,3547±0,0005	1,3597±0,0003	1,0341±0,0004	1,1021±0,0004	1,1043±0,0004	1,0353±0,0004
12	1,4216±0,0004	1,4225±0,0004	1,2786±0,0004	1,2807±0,0004	1,2834±0,0004	1,2791±0,0004

A fost constatat că pentru toate probele analizate, cantitatea de aldehide acumulate în primele patru luni de păstrare nu diferă semnificativ de indicatorii corespunzători ai probelor comparate, variind de la 0,5123 la 0,5492 u.c. (în probele proaspete) și de la 0,9331 la 0,9714 u.c. (după patru luni de păstrare). Este posibil că în primele luni de păstrare, procesele de formare și acumulare a produselor secundari de oxidare - aldehydelor în probele de uleiuri vegetale nu a avut loc intens, ceea ce se datorează efectului antioxidant al compușilor din plante aromatice.

Cea mai mare valoare a numărului de p-anisidină după 12 luni de păstrare a fost determinată pentru proba de ulei cu un conținut de iod de 1 μg/ml, fiind egală cu 1,4225 u.c. În probele de ulei fără iod și ulei cu un conținut de iod de 1 μg/ml și cu extracte de plante aromatice, valoarea acestui indice a fost mai mică 1,4216 și 1,2786-1,2834 u.c., respectiv.

La compararea conținutului cantitativ al produselor de oxidare secundară (2,4 - decadienal și 2 - octenal) în probele de uleiuri fără iod și fără extracte din plante aromatice și uleiuri cu un conținut de iod de 1 μg/ml a fost observat că în timpul perioadei întregi de valabilitate (în termen de 12 luni), valorile numărului de p-anisidină pentru aceste probe comparate nu au fost modificate semnificativ, fiind în intervalul de la 0,5492 la 1,4216 u.c. și de la 1.5503 la 1.4225 u.c. respectiv.

Administrarea extractelor din plante în compoziția uleiurilor cu un conținut de iod de 1 μg/ml este eficientă asupra proceselor de stabilizare a uleiurilor studiate. Deci, valoarea numărului de p-anisidină pentru uleiul fără iod și fără extracte din plante aromatice după 12 luni de păstrare a fost de 1,4216 u.c., iar pentru uleiurile cu iod și cu extracte din plante aromatice, această valoare a scăzut și a variat de la 1,2786 la 1, 2834 u.c.

Diferența pozitivă a valorilor numărului de p-anisidină se explică probabil prin efectul stabilizator al componentelor antioxidante ale plantelor aromatice asupra formării produselor de oxidare secundară (aldehide) ale uleiurilor, care au loc cu participarea radicalilor liberi.

La compararea proprietăților antioxidante ale extractelor administrate de pătrunjel, mărar, cimbru și leuștean în probele de ulei, trebuie remarcat faptul că componentele antioxidante ale pătrunjelului și extractelor de leuștean au cel mai semnificativ efect asupra inhibării proceselor de oxidare a uleiului.

Această regularitate este, de asemenea, trasată pe valorile indicelui de acid și peroxid pentru probele corespunzătoare de uleiuri stabilizate cu extracte de plante aromatice. Stabilitatea mai eficientă a uleiurilor cu extracte de pătrunjel și leuștean comparativ cu probele de uleiuri cu extracte de mărar și cimbru poate fi explicată prin efectul stabilizator mai puternic al compușilor antioxidanți din pătrunjel și leuștean.

Având în vedere că după 12 luni de păstrare a uleiului cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extracte de plante aromatice valoarea numărului de p-anizidină pentru aceste probe de ulei scade (1,2786-1,2834 u.c.) comparativ cu uleiul fără iod și fără extracte (1,4216 u.c.) și ulei cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ (1,4225 u.c.), prin urmare, se poate presupune că compușii antioxidanți ai extractelor de plante aromatice administrate inhibă de fapt formarea și acumularea produselor secundare ale oxidării în probele de uleiuri analizate, și anume, 2,4 - decadienal și 2 - octenal.

Malon-dialdehida (MDA) se formează în mare parte din produsele de natură aldehidică în timpul oxidării peroxizilor și hidroperoxizilor uleiurilor vegetale, al căror conținut servește drept măsură a gradului de oxidare a uleiului (tabelul 4.8).

Tabelul 4.8. Evoluția conținutului de malon-dialdehidă (MDA) exprimată prin indicele tiobarbituric (TBARS) în probele de ulei în timpul păstrării

Durata păstrării, [luni]	Indicele tiobarbituric (TBARS), [mg/kg ulei]					
	Ulei fără iod și fără extracte	Ulei cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$	Ulei cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și extract de pătrunjel	Ulei cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și extract de mărar	Ulei cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și extract de cimbru	Ulei cu iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și extract de leuștean
0	0,6439±0,0003	0,6453±0,0004	0,5394±0,0003	0,5414±0,0005	0,5478±0,0004	0,5399±0,0003
2	0,8195±0,0003	0,8203±0,0004	0,7083±0,0004	0,7124±0,0004	0,7163±0,0004	0,7096±0,0003
4	0,9803±0,0003	0,9843±0,0004	0,8951±0,0004	0,8998±0,0004	0,9025±0,0006	0,8977±0,0003
6	1,1940±0,0004	1,1946±0,0004	0,9834±0,0004	0,9887±0,0004	0,9908±0,0006	0,9851±0,0005
9	1,2099±0,0004	1,2113±0,0003	1,0378±0,0003	1,0388±0,0005	1,0395±0,0003	1,0381±0,0005
12	1,3241±0,0004	1,3247±0,0004	1,0531±0,0003	1,0542±0,0005	1,0568±0,0003	1,0533±0,0005

Evaluarea conținutului de malon-dialdehidă în timpul păstrării a arătat că în unele probe de ulei valoarea indicelui tiobarbituric a atins valori mai mari: pentru uleiul cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și extracte de plante aromatice - după 12 luni de păstrare de la 1,0531 la 1,0568 mg/kg ulei; pentru uleiul cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și ulei fără iod și fără extracte de plante aromatice - după 12 luni de păstrare 1,3247 și respectiv 1,3241 mg/kg de ulei.

Astfel, s-a constatat că uleiul de floarea soarelui cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și extracte din plante aromatice se caracterizează printr-o stabilitate mai mare,

ceea ce face posibilă prelungirea utilizării sale de 1,26 ori comparativ cu uleiul care conține 1 $\mu\text{g/ml}$.

După cum se poate observa din tabelul 4.8, o creștere a duratei de valabilitate a uleiurilor cu extracte de pătrunjel și leuștean a fost realizată datorită unei rate mai mici de acumulare de malon-dialdehidei în primele luni de păstrare - 0,7083 și 0,7096 mg/kg de ulei, respectiv, comparativ cu uleiurile care conțin extract de mărar - 0,7124 mg/kg de ulei și cimbru - 0,7163 mg/kg de ulei, deși în timpul păstrării ulterioare a crescut intensitatea formării malon-dialdehidelor - 0,9834 mg/kg de ulei (cu extract de pătrunjel), 0,9851 mg/kg ulei (cu extract de leuștean), 0,9887 mg/kg ulei (cu extract de mărar) și 0,9908 mg/kg (cu extract de cimbru), apoi aproape egal.

Datele obținute permit să concluzionăm că compușii antioxidanți ai pătrunjelului și leușteanului sunt capabili să inhibe destul de eficient procesele de formare a radicalilor liberi, care au loc în timpul păstrării uleiurilor vegetale în primele luni de păstrare. În timpul păstrării ulterioare, factorii care afectează schimbarea proceselor de oxidare dispar, adică compușii antioxidanți ai plantelor aromatice administrate în probele de ulei de floarea soarelui sunt complet consumați.

Studiile efectuate permit să concluzionăm că uleiul de floarea soarelui fortificat cu iod și cu extracte de plante aromatice diferă de alte probe comparate cu caracteristici organoleptice mai bune, stabilitate sporită datorită modificărilor nesemnificative în parametrii fizici și chimici principali pe întreaga perioadă de păstrare a uleiurilor (12 luni) și păstrarea semnificativă a compușilor biologic activi.

4.3.2. Valoarea biologică și nutritivă a uleiului fortificat cu iod și extracte de plante aromatice

Păstrarea uleiurilor vegetale este însoțită de procese de degradare oxidativă și hidrolitică, care duce la o schimbare a compoziției inițiale și a conținutului acizilor grași și a configurației lor spațiale. O scădere a valorii biologice a uleiurilor vegetale este asociată cu o scădere a conținutului de acizi grași esențiali.

Datele privind modificările compoziției acizilor grași ai uleiului de floarea soarelui fără iod și fără extracte de plante aromatice, ulei de floarea soarelui cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și ulei de floarea soarelui cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extracte de plante aromatice după 6 luni de păstrare la temperatura de 4-6°C sunt incluse în tabelul 4.9.

După cum s-a stabilit în analizele anterioare, această perioadă de păstrare nu afectează negativ indicii de calitate ai uleiurilor analizate și rămân în limitele corespunzătoare cerințelor standardului SM 95: 1996. Durata de păstrare aleasă conform acestui principiu permite să evalueze destul de obiectiv efectul stabilizării valorii biologice de către compușii antioxidanți ai plantelor aromatice.

După cum se observă din tabelul 4.9, pentru toate probele comparate de uleiuri vegetale după păstrare a fost înregistrată o creștere a conținutului de acizi grași cu un lanț de carbon mai scurt și o scădere a conținutului de acizi grași nesaturați, cu excepția acidului oleic, conținutul căruia a crescut de la 22,28 pentru uleiul de floarea soarelui fără iod și fără extracte de plante aromatice până la 23,63%, pentru uleiul de floarea cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ până la 22,39% și uleiurile de floarea

soarelui cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extracte de pătrunjel, mărar, cimbru și leuștean - până la 23,29; 23,07; 23,35 și 23,77%, respectiv.

Acidul linoleic a suferit cele mai mari modificări, conținutul căruia a scăzut după păstrarea probelor analizate cu 0,69-1,98%. A fost stabilit următorul șir în ordinea reducerii pierderii conținutului total de acid linoleic esențial în timpul păstrării: ulei cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extract de cimbru, ulei cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extract de mărar, ulei cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extract de leuștean și ulei cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extract de pătrunjel. Această regularitate poate fi explicată prin efectul antioxidant mai bun al componentelor pătrunjelului și al leușteanului.

Tabelul 4.9. Evoluția compoziției acizilor grași în probele de ulei după 6 luni de păstrare

<i>Proba de cercetare</i>	<i>Etapa de păstrare</i>	<i>Conținutul de acizi grași, [%]</i>				
		<i>nesaturați</i>			<i>saturați</i>	
		<i>oleic C_{18:1}</i>	<i>linoleic C_{18:2}</i>	<i>arahidonic C_{20:4}</i>	<i>palmitic C_{16:0}</i>	<i>stearic C_{18:0}</i>
Ulei fără iod și fără extracte de plante aromatice	Până la păstrare	22,282	67,466	0,254	6,574	3,429
	După păstrare	23,632	66,126	0,248	6,453	3,535
Ulei cu un conținut de iod 1 $\mu\text{g/ml}$	Până la păstrare	21,687	67,705	0,269	6,767	3,626
	După păstrare	22,399	66,699	0,255	6,715	3,917
Ulei cu un conținut de iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extract de pătrunjel	Până la păstrare	22,539	67,473	0,251	6,698	3,719
	După păstrare	23,295	66,778	0,249	6,739	3,819
Ulei cu un conținut de iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extract de mărar	Până la păstrare	22,496	67,491	0,240	6,457	3,339
	După păstrare	23,075	66,011	0,234	6,506	3,400
Ulei cu un conținut de iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extract de cimbru	Până la păstrare	22,136	67,730	0,254	6,675	3,449
	După păstrare	23,355	65,746	0,244	6,791	3,593
Ulei cu un conținut de iod 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extract de leuștean	Până la păstrare	22,035	66,799	0,249	6,545	3,457
	După păstrare	23,769	65,892	0,244	6,684	3,551

Scăderea minimă a conținutului de acizi linoleic și arahidonic și, prin urmare, o stabilizare mai eficientă a valorii biologice, a fost stabilită pentru uleiul cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/ml}$ și cu extracte de pătrunjel și leuștean.

Astfel, pentru aceste probe de uleiuri, conținutul de acid arahidonic după 6 luni de păstrare a scăzut cu 0,00146 și respectiv 0,00577%, în timp ce pentru probele de uleiuri cu extracte de mărar și de cimbru a scăzut cu 0,00614 și 0,00974%.

Având în vedere că uleiul de floarea soarelui se caracterizează printr-un conținut nesemnificativ de acid arahidonic, care, după cum se știe, este principala sursă de formare a monomerilor ciclici ai acizilor grași, pierderile stabilite de acid arahidonic se datorează probabil în principal formării produselor de polimerizare.

Acești acizi grași neesențiali ai probelor de ulei analizate, cum ar fi acizii oleic, palmitic și stearic, au suferit, de asemenea, modificări nesemnificative. Modelele obținute de modificări ale compoziției acizilor grași ai uleiului de floarea soarelui sunt în concordanță cu datele din literatură.

4.3.3. Proprietățile senzoriale ale uleiului fortificat cu iod și extracte de plante aromatice

Rezultatele analizei organoleptice ale probelor proaspete de uleiuri comparate și păstrate timp de 12 luni sunt incluse în tabelul 4.10.

Tabelul 4.10. Aprecierea organoleptică a uleiurilor studiate

Proprietăți organoleptice	Proba	Durata de păstrare [luni]		
		0	6	12
Culoare	I	Galben-pal	Galben-pal	Galben
	II	Galben-pal	Galben	Galben
	III	Galben-pal cu o nuanță ușoară de verde deschis	Galben-pal cu o nuanță ușoară de verde deschis	Galben cu o nuanță ușoară de verde deschis
Gust și miros	I	Plăcut, caracteristic uleiului de floarea soarelui, fără miros, gust și amărăciune străine	Caracteristic uleiului de floarea soarelui fără miros străin	Caracteristic uleiului de floarea soarelui cu un gust neplăcut
	II	Plăcut, caracteristic uleiului de floarea soarelui, fără miros, gust și amărăciune străine	Caracteristic uleiului de floarea soarelui fără miros străin	Caracteristic uleiului de floarea soarelui cu un gust neplăcut
	III	Aromă plăcută și ușoară a componentelor aromatice ale plantelor aromatice	Tipic pentru uleiul de floarea soarelui cu miros de componente ale plantelor aromatice	Caracteristic uleiului de floarea soarelui
Limpiditate	I	Limpede, fără precipitat	Limpede, fără precipitat	Turbiditate slabă
	II	Limpede, fără precipitat	Limpede, fără precipitat	Turbiditate slabă
	III	Limpede, fără precipitat	Limpede, fără precipitat	Turbiditate slabă

Conform evaluării senzoriale, probele proaspete de ulei fără adaos de iod și fără extracte de plante aromatice (I) și probele de ulei cu un conținut de iod de 1 μg/ml (II) au îndeplinit cerințele de calitate pentru uleiul de floarea soarelui conform SM 95: 1996.

După 6 luni de păstrare, s-au produs modificări nesemnificative în probele analizate, permițând să se concluzioneze că uleiul de floarea soarelui fără iod și fără extracte de plante aromatice și uleiul cu un conținut de 1 μg/ml sunt benigne, iar uleiurile cu un conținut de iod de 1 μg/ml și cu extracte de plante aromatice au păstrat mirosul ușor plăcut caracteristic compușilor plantelor aromatice. După 12 luni de păstrare, toate probele analizate nu au corespuns pe deplin proprietăților de calitate organoleptice.

Cercetările efectuate privind parametrii fizico-chimici, valoarea nutritivă și biologică, aprecierea organoleptică a probelor analizate de ulei de floarea soarelui fortificat cu iod și cu extracte de pătrunjel, mărar, cimbru și leuștean permit să concluzionăm că uleiurile cu un conținut de iod de 1 μg/ml și extracte de plante aromatice se caracterizează prin cele mai bune proprietăți de calitate și păstrare sporită a compușilor biologic activi în comparație cu uleiul de floarea soarelui fără iod și fără extracte de plante aromatice și uleiul cu un conținut de iod de 1 μg/ml, atunci când sunt păstrate timp de 6 luni la temperatura de 4-6°C.

4.4. Biodisponibilitatea *in vivo* a uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod

Acest capitol reprezintă rezultatele cercetărilor *in vivo* privind eficacitatea profilactică a utilizării uleiurilor vegetale fortificate cu un conținut diferit de iod asupra capacității de a restabili funcția hormonilor glandei tiroide și a acumulării de iod în glanda tiroidă a animalelor de laborator. În plus, este expusă o scurtă descriere a morfologiei și fiziologiei glandei tiroide, necesară pentru o mai bună înțelegere a esenței cercetărilor *in vivo* descrise.

Cercetările *in vivo* au fost efectuate în laboratorul de biochimie al Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițeanu” (sub conducerea profesorului universitar, doctor habilitat în științe medicale Gudumac Valentin S.).

Analizele au fost efectuate pe șobolani albi de laborator linia Wistar, cu greutatea de 180-210 g. Au fost hrăniți conform unei diete standard cu acces liber la apă. Animalele au fost ținute în cuști individuale. Experimentul a durat 42 de zile și a inclus 2 etape:

- I etapă** – reproducerea experimentală a hipotiroidismului folosind mercazolil pentru a bloca funcția glandei tiroide. În fiecare zi (14 zile), șobolanilor de laborator li s-a dat apă cu mercazolil și au fost hrăniți cu pâine uscată coaptă, folosind sare comestibilă nefortificată pentru a elimina sursa de iod comestibil;
- II etapă** – hrănirea animalelor cu hipotiroidism experimental cu ulei cu un conținut diferit de iod, luând în considerare necesarul zilnic de iod al șobolanilor - 3 μg/zi. Durata celei de a doua etape a fost de 28 de zile.

Animalele de laborator au fost împărțite în 6 grupe a câte 5 șobolani în fiecare grupă:

- I grupă** – intactă (control);
- II grupă** – hipotiroidism artificial obținut prin utilizarea mercazolilului, având o alimentație standard fără ados de iod;
- III grupă** – hipotiroidism artificial reprodus prin utilizarea mercazolilului, având o alimentație obișnuită cu administrarea uleiului de floarea soarelui nefortificat;
- IV grupă** – hipotiroidism artificial reprodus prin utilizarea mercazolilului, având o alimentație obișnuită, plus suplimentar în fiecare zi de la 9 la 10 dimineața administrarea uleiului fortificat cu iod, conținând o doză zilnică de iod - 3 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$;
- V grupă** – hipotiroidism artificial obținut prin utilizarea mercazolilului cu administrarea margarinei fortificate cu iod, conținând o doză zilnică de iod - 3 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$;
- VI grupă** – hipotiroidism artificial obținut prin utilizarea mercazolilului cu administrarea uleiului fortificat cu un conținut de iod de 30 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$.

Designul experiențelor cu șobolani albi de laborator este reprezentat în figura 4.20. Uleiurile studiate au fost administrate în dieta șobolanilor împreună cu terci de grâu din cereale integrale pregătite cu bulion de carne. Terciul a fost administrat proaspăt pregătit și administrat reieșind din normele - 12 g/șobolan. Pentru a evalua starea funcțională a glandei tiroide a șobolanilor după fiecare experiment, au fost determinați următorii parametri: conținutul total de iod în glanda tiroidă, nivelul hormonilor din serul sanguin (triiodotironină - T_3 ; tiroxină - T_4 și hormonul tireotrop – HTT). Toate determinările au fost efectuate cu ajutorul echipamentelor: Microplate Washer RT – 2600C și Microplate Reader TR – 2600 C (Rayto, Copyright: Rayto L.L.C., Rayto Electronics Inc., Part number 140-260020-00, China).

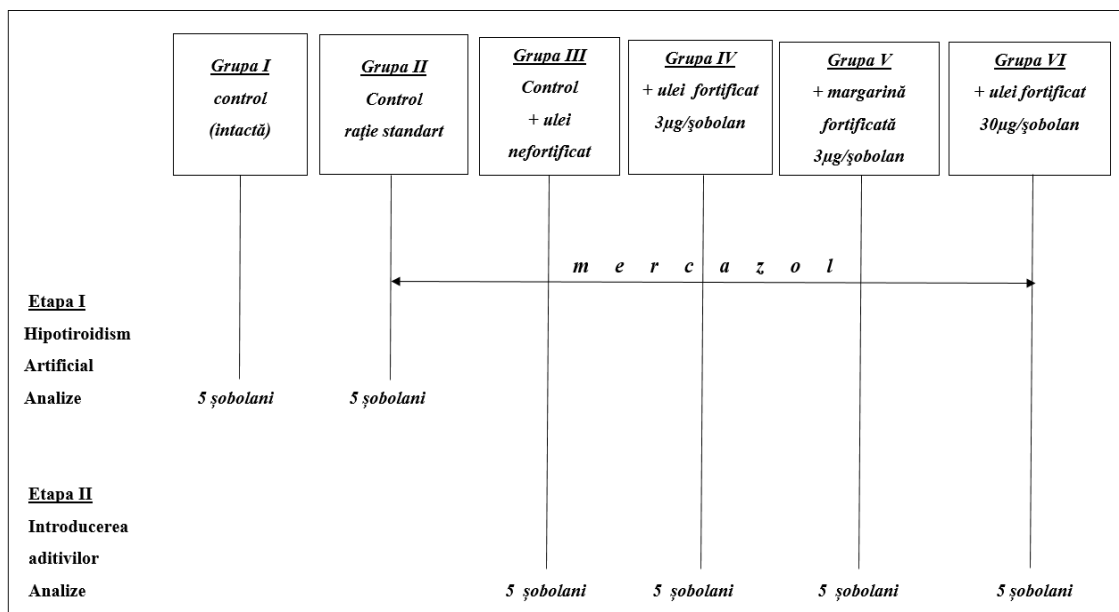


Figura 4.20. Designul cercetărilor in vivo a biodisponibilității iodului din produsele fortificate cu iod asupra șobolanilor albi de laborator

4.4.1. Structura morfologică a glandelor tiroide la șobolani

Glanda tiroidă a primului grup (control) de șobolani este acoperită cu o capsulă de țesut conjunctiv cu trabecule care împart glanda în lobuli separați. Glanda este construită din foliculi închiși de diferite dimensiuni și majoritatea au formă rotundă, dar ca urmare a aranjamentului dens, foliculii capătă formă unghiulară. În cavitatea foliculilor se află un coloid destul de dens. Celulele interfoliculare de diferite dimensiuni se găsesc între foliculi. Deci, în acest grup de animale, secreția hormonilor triiodotironină (T_3), tiroxină (T_4) și hormonul stimulator tiroidian (HTT tiotropin) este de 92,65 ng/dl, 114,1 nmol/l și, respectiv, 0,894 μ l/l, iar glanda tiroidă conține 4,8 mg% iod.

La șobolanii cu hipotiroidism experimental, glanda tiroidă are procese distructive pronunțate și foliculii sunt lipsiți de coloid. Foliculii mici sunt plini cu lichid limpede. Țesutul conjunctiv liber este bine dezvoltat între foliculi. Această stare morfologică a glandei tiroide a grupului studiat de șobolani poate fi explicată printr-o scădere a nivelului hormonului triiodotironină cu 8,63%, a hormonului tiroxină cu 18,41% și o creștere a secreției hormonului stimulator tiroidian (HTT tiotropin) cu 29,72% în comparație cu grupul de control al șobolanilor. Trebuie remarcat faptul că conținutul de iod din glanda tiroidă a scăzut cu 75%.

Structura histologică a glandei tiroide la șobolanii cu hipotiroidism artificial, care se aflau la alimentația standard cu administrarea de ulei de floarea soarelui nefortificat, se caracterizează prin modificări distructive. Mai mult, parametrii morfologici corelează bine cu datele privind nivelul de secreție a hormonului T_3 , T_4 și HTT, precum și conținutul cantitativ de iod din glanda tiroidă a șobolanilor studiați. Astfel, a fost înregistrată o scădere a sintezei hormonului triiodotironină cu 2,92%, tiroxină cu 16,03% și o creștere a formării hormonului stimulator tiroidian HTT cu 8,05%, iar peretele folicular al acestui grup de șobolani este format dintr-un epiteliu cu un singur strat. Cu toate acestea, tirocitele din unele zone sunt descumate și sunt situate în lumenul foliculilor. În substanța principală, țesutul conjunctiv slab, fibrele de colagen sunt subțiri și înconjoară foliculii alterați distructiv. În consecință, analiza studiilor histologice efectuate indică faptul că activitatea proceselor de regenerare reparativă este redusă în parenchimul tiroidian al grupului considerat de animale.

Al patrulea grup de animale a fost eliminat din hipotiroidismul experimental prin administrarea de ulei de floarea soarelui fortificat cu iod la o rată de 3 μ g/șobolan. După menținerea unei diete fortificate cu iod în glanda tiroidă, structurile foliculare sunt restaurate și apar semne de sinteză hormonală. Astfel, secreția hormonilor T_3 și T_4 a crescut cu 6,22% și 5,85%, iar cantitatea de hormon HTT a scăzut cu 32,70%, în timp ce conținutul de iod din glanda tiroidă a crescut cu 77,78% comparativ cu grupul de șobolani cu hipotiroidism experimental aflați la o dietă standard fără aditivi.

În glanda tiroidă a acestui grup de șobolani, foliculii au dimensiuni diferite și conțin cantități diferite de coloid. Foliculii mici au o cavitate umplută cu lichid, iar peretele folicular este restaurat de un epiteliu cubic cu un singur strat. La foliculii mici se determină semnele activării proceselor de sinteză a hormonilor tiroidieni, iar la foliculii mai mari, coloidul este conținut în cantități mari și, în consecință, conținutul foliculilor este colorat mai intens. Grupurile de celule intrafoliculare în număr variabil sunt vizibile între foliculi.

Astfel, la animalele din grupa a patra, cărora le-a fost administrat ulei de floarea soarelui fortificat cu iod, cu o concentrație de iod de 3 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$, a fost determinată dinamica pozitivă în structura histologică a glandei tiroide. În primul rând, sunt determinate toate semnele unei restaurări treptate a structurii histologice în anumite zone ale foliculilor tiroidieni.

La studiul organelor șobolanilor din grupa a cincea, care au primit ulei de floarea soarelui fortificat cu o concentrație de 30 μg de iod / șobolan, au fost de asemenea relevate modificări pozitive caracteristice în structura glandei tiroide, care se reflectă și într-o creștere a capacității glandei tiroide de a acumula iod cu 82,86%.

În glanda tiroidă apar, de asemenea, foliculi cu diferite cantități de coloid. La foliculii individuali, coloidul este destul de dens. În general, există o restabilire treptată a activității funcționale a foliculilor tiroidieni. Acest lucru este demonstrat de refacerea structurii normale a foliculilor și de acumularea de coloid în cavitățile intrafoliculare.

Astfel, la șobolanii de laborator aflați în stare de hipotiroidism indus forțat se declanșează procese pronunțate distructiv-degenerative în glanda tiroidă. În glanda tiroidă, absența coloidului în foliculi este determinată ca urmare a încetării sintezei de tiroglobulină de către tirocite. Restaurarea treptată a activității funcționale a tirocitelor cu formarea unui coloid în foliculi a fost facilitată de utilizarea uleiului fortificat cu iod la o rată de 3 și 30 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$. Uleiurile vegetale testate care conțin iod, în principiu, au același efect în ceea ce privește restabilirea activității funcționale a tirocitelor. În consecință, capacitățile regenerative și diferențierea tirocitelor tiroidiene sunt sporite și acest lucru este facilitat de uleiul de floarea soarelui fortificat.

4.4.2. Acumularea iodului în glandele tiroide la șobolani

Conținutul de iod din glandele tiroide caracterizează intensitatea și direcția metabolismului iodului la animale. Studiile privind acumularea de iod în glanda tiroidă au confirmat efectul pozitiv al nivelului optim de iod (3 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$) asupra organismului animalelor [104].

Administrarea unui nivel optim de iod (3 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$) în hrana animalelor de laborator a contribuit la creșterea activității funcționale și conținutului de iod în glanda tiroidă (tabelul 4.11). Datele experimentale corelează cu rezultatele obținute de alți cercetători [50, 145].

Tabelul 4.11. Efectul administrării iodului în alimentație asupra conținutului de iod în glanda tiroidă

<i>Grupa de șobolani</i>	<i>Conținutul de iod în dietă [$\mu\text{g}/\text{șobolan}$]</i>	<i>Masa glandei tiroide [mg]</i>	<i>Conținutul de iod în glanda tiroidă [mg%]</i>
I	0,4 \pm 0,1	25,8 \pm 1,5	4,8 \pm 0,9
II	0,4 \pm 0,1	34,2 \pm 1,7	1,2 \pm 0,7
III	0,6 \pm 0,2	18,2 \pm 0,9	1,1 \pm 0,6
IV	3,5 \pm 0,8	24,8 \pm 2,2	5,4 \pm 0,7
V	3,6 \pm 0,7	31,4 \pm 3,8	13,0 \pm 1,5
VI	30 \pm 1,9	39,4 \pm 5,7	28,0 \pm 1,9

*Consumul mediul zilnic de 12 \pm 4 g produs/șobolan.

Datele obținute arată că uleiul fortificat cu iod influențează procesele metabolice de acumulare a iodului de către organismul animalelor ca urmare a unei digestibilități mai eficiente și a asimilării iodului din acest compus.

Per ansamblu, cercetările efectuate asupra glandei tiroide au demonstrat că la o hipotireoză experimentală la șobolani diminuează conținutul iodului de la 4,8 până la 1,2 mg% (pentru grupa I și II), iar pentru administrarea grăsimilor iodurate cu conținutul de iod (3 μg /șobolan) conținutul iodului în glanda tiroidă a crescut de la 5,4 până la 13,0 mg% (grupa III și IV).

În cazul administrării unei cantități importante de iod (30 μg /șobolan) conținutul iodului la fel a crescut, însă a scăzut posibilitatea glandei tiroidiene de acumulare a iodului (fig.4.21).

Analiza conținutului de iod din glanda tiroidă, care a fost obținut de la șobolani după corectarea deficitului iodului datorită administrării uleiurilor fortificate cu iod în dieta lor, face posibilă observarea unei îmbunătățiri a funcționării și capacității glandei tiroide de a acumula iod.

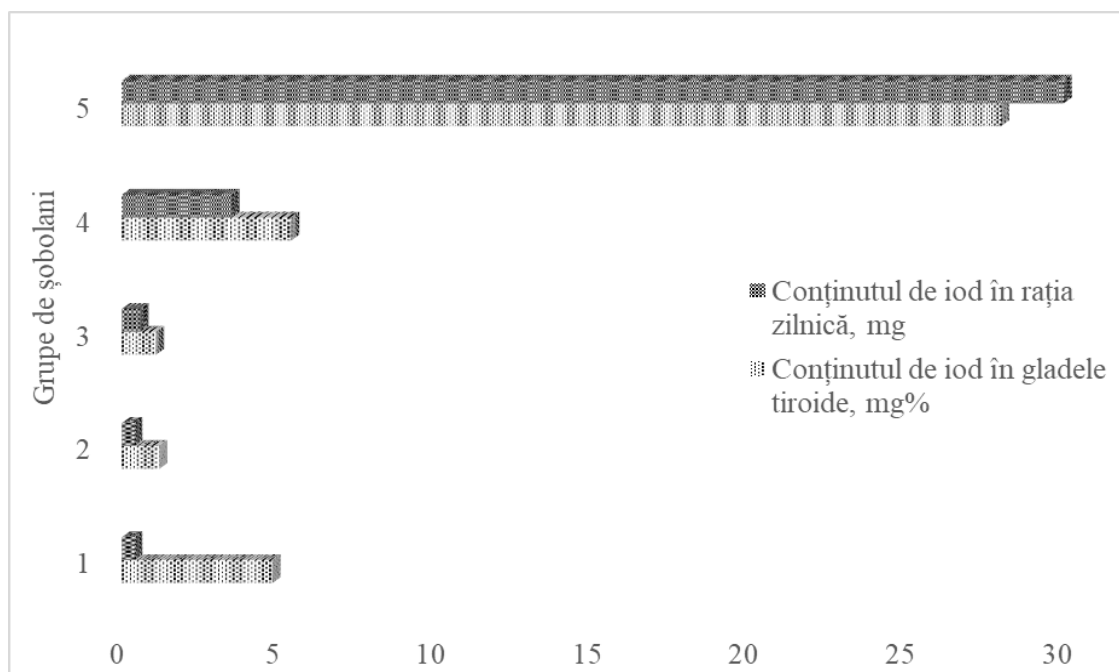


Figura 4.21. Influența consumului uleiurilor fortificate cu iod de către animale asupra procesului de metabolism al glandei tiroide

Studiul datelor din literatură și rezultatele studiilor efectuate pe animalele de laborator fac posibilă evaluarea siguranței, biodisponibilității, eficacității și ușurinței de utilizare a formelor asociate de iod cu acizi grași ai uleiului vegetal (ulei de floarea soarelui fortificat cu iod).

4.4.3. Nivelul hormonilor în glandele tiroide la șobolani

Pentru a obține un model de hipotiroidism artificial, a fost utilizat mercazolilul pentru a bloca funcția glandei tiroide. Se știe că peroxidaza catalizează reacțiile

oxidative. Activitatea enzimelor oxidative scade în hipotiroidism și crește în condițiile hipertiroidiene [103].

Mercazolilul inhibă activitatea enzimatică a enzimei iod peroxidaza, care asigură iodarea α -tiroxinei, deoarece iodul este inclus în compoziția tiroxinei ca ingredient indispensabil, ceea ce provoacă hipotiroidism [146].

Evaluarea activității biologice a uleiurilor vegetale fortificate cu iod cu un conținut diferit de iod a fost efectuată în funcție de indicatorii care reflectă starea funcțională a glandei tiroide a animalelor.

În acest scop, a fost determinat în serul sanguin al șobolanilor experimentali nivelul hormonilor tiroidieni - triiodotironină totală (T_3), tiroxină (T_4). Starea sistemului hipofizo-tiroidian a fost evaluată după conținutul hormonului seric de stimulare a tiroidei (HTT, tiotropină) [23]. Datele obținute sunt incluse în tabelul 4.12.

Tabelul 4.12. Conținutul de hormoni în glanda tiroidă la șobolanii de laborator

<i>Grupa de șobolani</i>	<i>Conținutul total de triiodtironină (T_3)</i>	<i>Conținutul de tiroxină (T_4)</i>	<i>Conținutul de hormon tireotrop (HTT, tiotropină)</i>
	<i>ng/dl</i>	<i>nmol/l</i>	<i>muI/l</i>
I	93±20	114±17	0,894±0.032
II	85±15	93±15	1,272±0.037
III	90±19	96±20	0,966±0.025
IV	91±13,39	107±15	0,856±0.099
V	91±17	119±14	0,814±0.034
VI	73±20	93±15	1,257±0.027

Despre diminuarea activității funcționale a glandei tiroide la șobolani, induși în starea hipotireozei experimentale (grupa II și III), relatează rezultatele analizei imunofermentative a serului sângelui. Mercazolilul indus a provocat starea hipotireozei experimentale, însoțită de abateri morfofuncționale ale sistemului tiroidian, exprimat printr-un conținut scăzut al T_4 și o concentrație mărită a HTT în comparație cu grupa de control (grupa I) (fig.4.22) [49].

Astfel, concentrația T_4 în serul șobolanilor hipotiroidieni (grupa II) se diminuează și corespundea nivelului de 93±15 nmol/l, pentru grupa III - 96±20 nmol/l în comparație cu 114±17 nmol/l la grupa de control. Concomitent, la hipotireoz crește hormonul tireotrop (HTT) cu 0.894±0.032muI/l (grupa de control) până la 1.272±0.037 muI/l (grupa II) și 0.966±0.025 muI/l (grupa III). Deci, la șobolanii induși în starea hipotireozei mercazolile se evidențiază vădit procese distructiv-degenerative în glanda tiroidă comparativ cu grupa martor. În glanda tiroidă se depistează lipsa coloizilor în foliculi ca rezultat al stopării sintezei tireoglobulinei de către tirocitate.

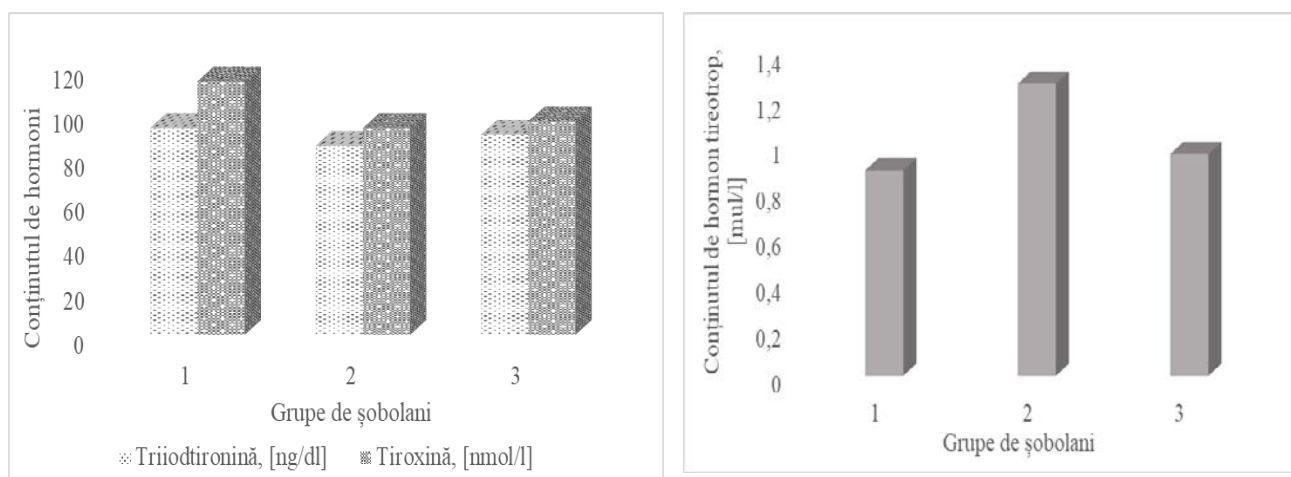
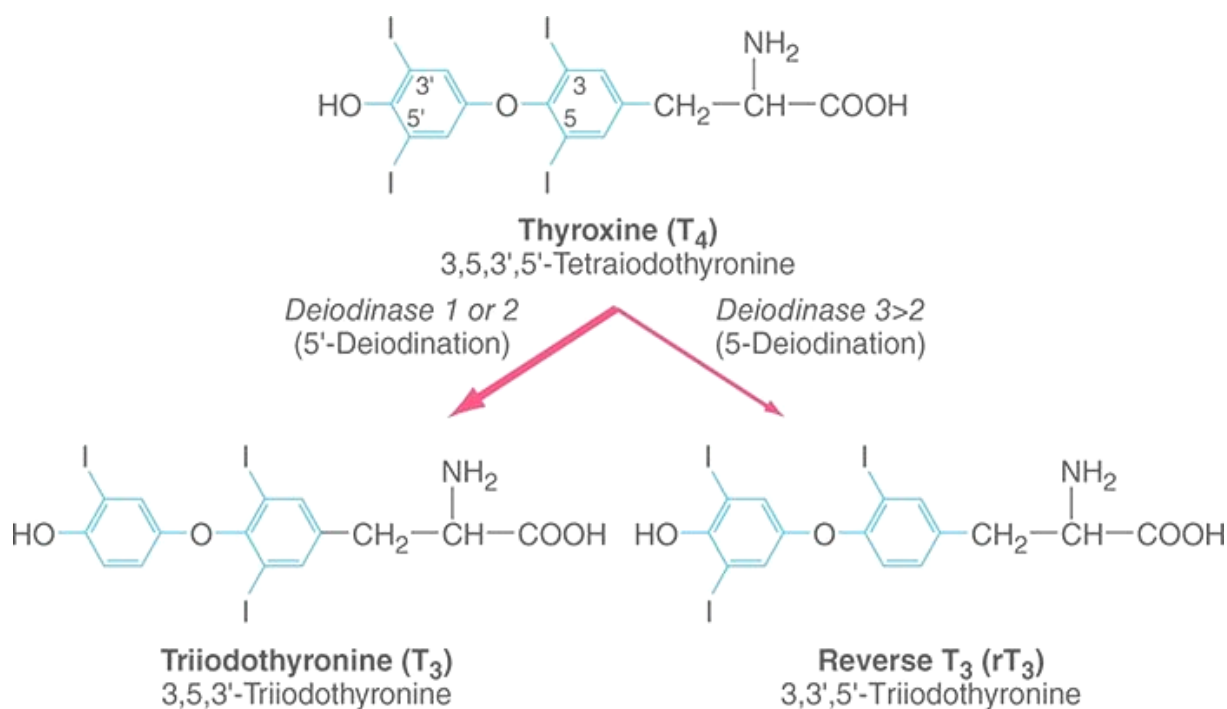


Figura 4.22. Conținutul hormonilor tiroidieni în serul șobolanilor grupelor I, II, III: a) conținutul hormonilor triiodtironină (T₃) și tiroxină (T₄); b) conținutul hormonului tiroxină (HTT).

Este important de remarcat că la șobolani hipotiroidieni (grupa II și III) concentrația T₃ nu a diminuat semnificativ, ceea ce poate fi explicat prin activarea proceselor de iodurare T₄ în T₃:



Regularitatea respectivă este urmărită datorită manifestării reacției protector-compensatoare la animale în cazul blocării procesului de iodurare a resturilor de tirozină din componența tireoglobulinei.

În cursul unor studii suplimentare a fost efectuată evaluarea eficacității și siguranței uleiurilor vegetale fortificate cu iod. Animalele au fost repartizate în 5 grupuri: 1) cu hipotiroidism artificial și cu o alimentație standard (grupa I), 2) fără administrare de iod (grupa II); 3) cu alimentație standard și cu administrarea uleiului de floarea soarelui nefortificat (grupa III); 4) cu administrarea în alimentația standard a uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod cu o concentrație de 3 μg/șobolan

(grupa IV) și 5) administrarea uleiului de floarea soarelui fortificat cu un conținut de iod de 30 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$ (grupa V).

Analiza datelor obținute denotă că formele de iod studiate au contribuit la creșterea activității funcționale a glandei tiroide. Astfel, la al 4-lea grup de șobolani, nivelul conținutului seric de T_4 a fost semnificativ mai mare decât la animalele din al doilea grup (fig.4.23).

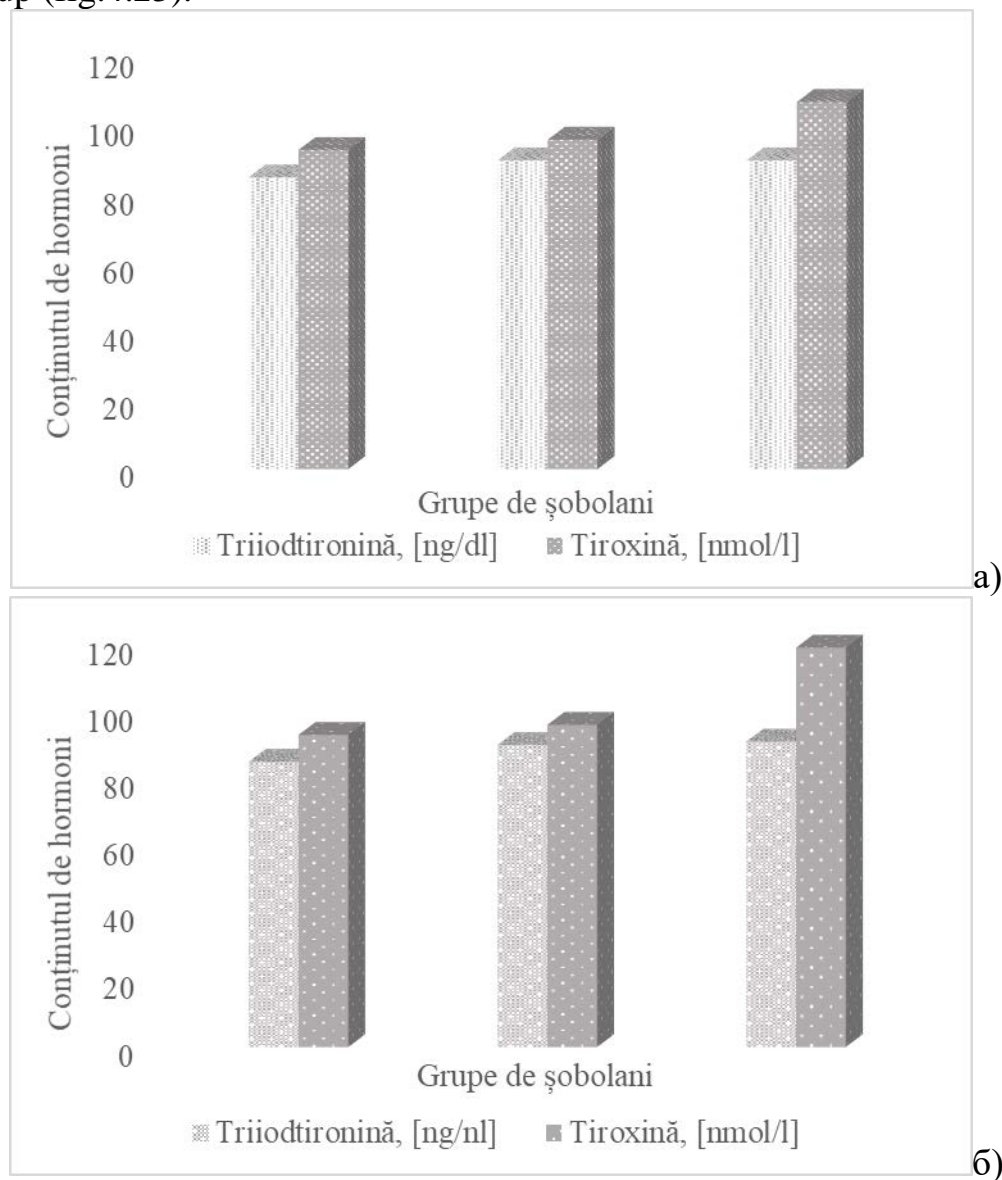


Figura 4.23. Conținutul hormonilor tiroidieni în serul șobolanilor investigați: a) conținutul hormonilor T_3 și T_4 , grupele II, III, IV; b) conținutul hormonilor T_3 și T_4 , grupele II, III, V.

Însă concentrația T_4 corespundea în grupa a IV-a - 107 ± 15 nmol/l, comparativ cu 93 ± 15 nmol/l pentru a II-a și 96 ± 20 nmol/l în a III-a grupă. Concentrația T_3 în grupele comparate radical nu s-a modificat, rămânând în limitele $90,26 \pm 13,39$ ng/dl (a IV-a grupă) până la 91 ± 17 ng/dl (a V-a grupă). Un nivel relativ înalt al conținutului de T_3 la șobolanii grupei a III-a (90 ± 19 ng/dl) potae fi explicat de activarea proceselor deiodării T_4 în condițiile deficitului de iod [104].

La toate animalele, care primeau paralel rației standarde ulei și grăsimi tartinabile fortificate cu iod, nivelul înalt al secreției T_4 a fost însoțit de un nivel relativ scăzut al HTT (fig.4.24).

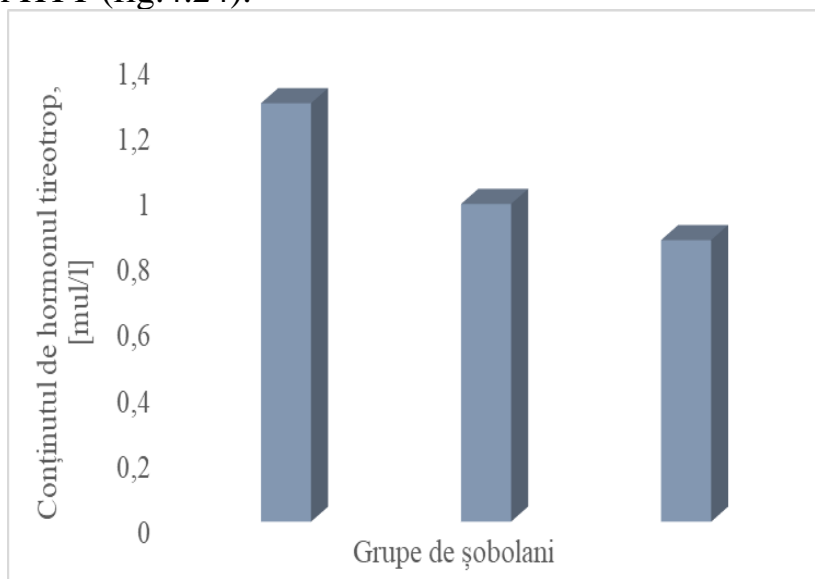


Figura 4.24. Influența produselor alimentare fortificate cu iod asupra sintezei hormonului tireotrop (HTT, tirotropin) la șobolanii din grupele II, III și IV

Astfel, dacă la animalele grupelor a II-a și a III-a concentrația HTT indica 1.272 ± 0.037 $\mu\text{mol/l}$ și 0.966 ± 0.025 $\mu\text{mol/l}$, respectiv, atunci la animalele grupelor a IV-a și a V-a indicii analogici corespundeau respectiv 0.856 ± 0.099 $\mu\text{mol/l}$ și 0.814 ± 0.034 $\mu\text{mol/l}$. Aceasta demonstrează acțiunea stimulatorie a produselor iodurate cercetate asupra activității funcționale a glandei tiroide a șobolanilor. Rezultatele obținute corelează cu rezultatele altor cercetători [50, 145].

Utilizarea uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod în dieta șobolanilor a favorizat restabilirea treptată a activității funcționale a tirocitelor cu formarea unui coloid în foliculi.

Când una dintre componentele principale ale tiroglobulinei, iodul în combinație cu acizii grași, intră în organism, se reia sinteza hormonilor tiroidieni din tirocite. În consecință, capacitățile regenerative și diferențierea tirocitelor glandei tiroide sunt înalte și acest lucru este facilitat de uleiul vegetal fortificat cu iod [103, 104].

4.4.4. Inofensivitatea consumului de iod

Studiile de evaluare a siguranței uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod au inclus studii de toxicitate cronică. Toxicitatea a fost determinată la animalele (grupa V) care au primit zilnic o doză de iod de 10 ori mai mare pe tot parcursul experimentului.

Evaluarea eficacității și siguranței dozei studiate de iod asupra organismului șobolanilor a fost efectuată în două grupuri comparate: IV - administrarea unei doze de iod de 3 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$ ori sub formă de ulei de floarea soarelui fortificat cu iod și grupa VI (cu 30 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$). Analiza datelor arată că forma studiată de iod, și anume, asociată cu acizii grași ai uleiului vegetal, nu a avut un efect toxic la examinarea animalelor experimentale.

Astfel, la șobolanii din grupul IV, nivelul T_3 și T_4 a fost de 73 ± 20 ng/dL și 93 ± 15 nmol/L față de 90 ± 14 ng/dL și 107 ± 15 nmol/L în grupa VI, respectiv. În același timp, nivelul HTT la șobolanii din grupa VI a crescut până la $1,257 \pm 0,027$ mu/l comparativ cu concentrația HTT din grupa IV - $0,856 \pm 0,099$ mu/l (fig.4.25).

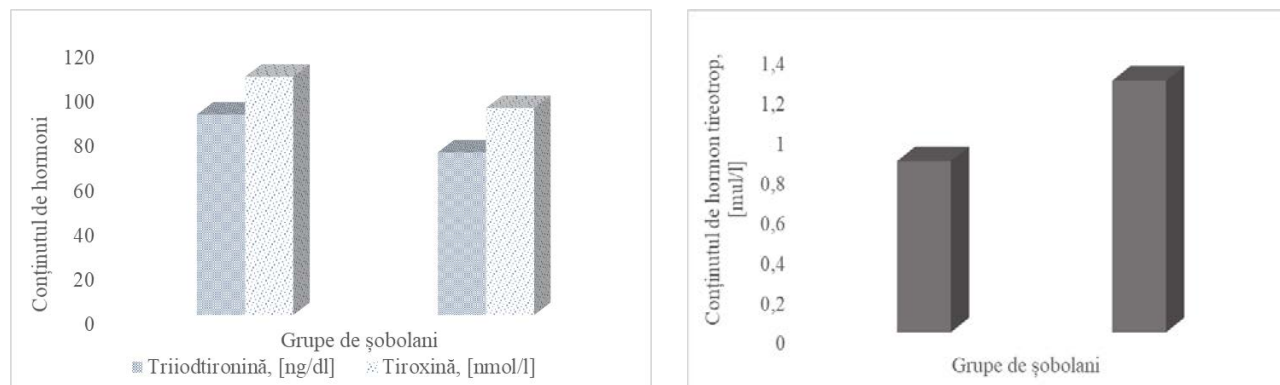


Figura 4.25. Efectul unei doze sporite de iod asupra sintezei hormonilor glandei tiroide (grupa IV și VI): a) conținutul hormonului triiodotironină (T_3) și tiroxină (T_4); b) conținutul hormonului stimulator al tiroidei (HTT, tiroxină).

Datele obținute în timpul cercetării denotă faptul că atunci când se consumă concentrații mari de iod, secreția hormonilor T_3 și T_4 scade, iar conținutul de HTT crește în comparație cu grupul de șobolani care primesc o doză de iod de 3 $\mu\text{g}/\text{șobolan}$. Acest lucru se datorează unei scăderi a capacității glandei tiroide de a acumula iod, iar concentrațiile mari de iod sunt excretate de organism prin rinichi.

4.5. Elaborarea produselor noi cu utilizarea uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod

Această secțiune reprezintă rezultatele studierii posibilității de utilizare a uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod molecular ca fortificatori, conținând iod pentru elaborarea de noi produse alimentare fortificate cu iod. Sunt prezentate schemele tehnologice și indicatorii de calitate ai produselor alimentare elaborate fortificate cu iod pe bază de ulei de floarea soarelui fortificat cu iod obținute atât în laborator, cât și în condiții industriale.

4.5.1. Tehnologia de fortificare cu iod a sosului "Maionez"

Maioneza este o emulsie ulei-în-apă bine dispersată, realizată din uleiuri vegetale, cu adaos de proteine și componente gustative și aromatice.

Pentru a crește valoarea biologică a maionezei a fost elaborată o bază tehnico-științifică și tehnologică de fabricare a maionezei cu valoare energetică medie (40-50% grăsime) fortificată cu iod pe bază de ulei de floarea soarelui fortificat cu iod.

Ciclul tehnologic pentru producerea maionezei fortificate cu iod prin administrarea uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod în compoziția sa ca fortificator include următoarele etape:

- Pregătirea componentelor individuale ale compoziției;

- Pregătirea pastei de maioneză - dizolvarea componentelor uscate și amestecarea acestora până la omogenizare;
- Amestecarea pastei rezultate cu restul componentelor rețetei;
- Prepararea emulsiei grosiere de maioneză;
- administrarea uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod și a ciupercilor uscate în emulsia rezultată;
- Omogenizarea emulsiei.

Utilizarea ciupercilor uscate în rețetă permite obținerea unui produs cu gust și miros plăcut, precum și fortificarea maionezei cu un astfel de oligoelement precum potasiul, care se conține în ciuperci.

Pe baza rețetei elaborate pentru producția de maioneză fortificată cu iod a fost obținut un brevet MD 73, 2009.09.30, BOPI 9/2009 pentru invenția „Maioneză”.

Maioneza fortificată cu iod obținută în conformitate cu schema tehnologică de producție specificată în brevet este caracterizată prin indicatori organoleptici și fizico-chimici expuși în tabelul 4.13.

Tabelul 4.13. Proprietăți de calitate ale probelor de maioneză studiate

<i>Proprietăți de calitate</i>	<i>Proba etalon</i>	<i>Proba de maioneză fortificată cu iod</i>
Aspect exterior și consistență	Masă omogenă, consistență onctuoasă, vâscoasă, fără impurități	Masă omogenă, consistență onctuoasă, vâscoasă, fără impurități
Gust și miros	Gust și aromă ușoară care se potrivește cu ingredientele	Aromă fină cu gust plăcut și pronunțat de ciuperci
Culoare	Alb cu nuanță cremoasă plăcută	Alb cu nuanță cremoasă plăcută
Conținut de grăsime, %	44	44
Stabilitatea emulsiei, %	98	98
Valoarea pH	4,2±0,1	4,2±0,1
Viscozitatea, Pa	6,4±0,2	6,4±0,1
Conținutul de iod, μg/100 g	-	40±2,3

După cum se observă din tabelul 4.13, maioneza fortificată cu iod se distinge prin indicatori de calitate organoleptici și fizico-chimici buni și îndeplinește cerințele standardului pentru produsul corespunzător (eșantion standard) GOST 50174 - 92.

Producerea industrială a maionezei fortificate cu iod va face posibilă compensarea lipsei de iod în alimentația populației și extinderea sortimentului de maioneză cu valoare biologică crescută.

4.5.2. Tehnologia de fortificare cu iod a produselor lactoacide

Produsele lactate fermentate joacă un rol special în alimentație, deoarece, pe lângă valoarea nutritivă sporită, au valoare terapeutică și profilactică mare și biodisponibilitate sporită.

Proprietățile dietetice și medicinale ale băuturilor lacto-acide se explică în mare măsură prin efectul benefic asupra organismului uman al bacteriilor lactice și al substanțelor formate ca urmare a activității lor vitale la fermentarea laptelui (acid lactic, vitamine, antibiotice etc.). Astfel, datorită proprietăților lor dietetice și medicinale, produsele acido-lactice pot fi recomandate consumului de către diferite categorii de persoane pentru a asigura o dietă echilibrată.

În acest scop, a fost elaborată o schemă tehnologică pentru producția de produse lactate-acide fortificate cu iod, folosind uleiul de floarea soarelui fortificat cu iod. Ciclul tehnologic pentru producerea produselor lactate acido-lactice fortificate cu iod a inclus următoarele operații principale: recepționarea, separarea și normalizarea laptelui, pasteurizarea, omogenizarea și fermentarea produsului. Uleiul fortificat cu iod a fost adăugat într-o cantitate de 0,5% la volumul de lapte în etapa de omogenizare, deoarece după administrarea uleiului fortificat cu iod este necesară amestecarea intensivă a produsului.

Tehnologia propusă pentru producția alimentelor fortificate cu iod prin administrarea uleiului de floarea soarelui fortificat cu iod în compoziția lor este confirmată de brevetul de invenție al Republicii Moldova nr. 3091 „Metoda de producere a produselor lactate cu valoare biologică crescută”.

După fermentarea inițială timp de 4-8 ore și cea ulterioară (15-96 ore), au fost determinați principalii indicatori organoleptici și fizico-chimici ai calității produsului obținut din lapte fermentat fortificat cu iod – bifilux (tabelul 4.14).

Tabelul 4.14. Proprietățile senzoriale și fizico-chimice de calitate ale probelor de bifilux studiate

<i>Indicele</i>	<i>Proba etalon de bifilux</i>	<i>Proba de bifilux fortificat cu iod</i>
Aspectul exterior și consistența	Consistența este delicată, omogenă, groasă, fără separare serică	Consistența este delicată, omogenă, groasă, fără separare serică
Gustul și mirosul	Gust plăcut răcoritor și tonic, fără miros și gust strain	Gust plăcut răcoritor și tonic, fără miros și gust strain
Culoarea	Albă	Albă
Conținutul de grăsime, %	2,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Substanța uscată, % minim	11,3 ± 0,1	11,3 ± 0,1
Aciditatea, °C	60	60
Viscozitatea, (η)	354,46 ± 0,05	354,48 ± 0,06

Din tabelul 4.14 se poate observa că produsul acidolactic fortificat cu iod - bifilux se caracterizează prin caracteristici organoleptice și fizico-chimice bune și nu diferă de valorile corespunzătoare ale produselor lacto-acide obișnuite (standard).

S-a stabilit un efect nesemnificativ al uleiului fortificat cu iod administrat în cantitate de 0,5% până la 100 g de produs asupra compoziției chimice și a valorii energetice a produselor lacto-acide în raport cu probele de referință.

Valoarea energetică a eșantioanelor comparate se modifică nesemnificativ (1-2 kcal/100 g de produs), deoarece raportul dintre macro- și microelemente practic nu se modifică. Se modifică semnificativ doar conținutul de iod a cărui cantitate în eșantionul comparat este în intervalul de 5-6 $\mu\text{g/g}$ produs, iar în chefirul fortificat cu iod conținutul de iod este de 30-32 $\mu\text{g/g}$ produs. Astfel, consumul acestui produs în cantitate de 250 ml pe zi va face posibilă reprovizionarea cu jumătate din valoarea zilnică a acestui oligoelement esențial.

4.5.3. Tehnologia de fortificare cu iod a grăsimilor tartinabile

Consumul de grăsimi tartinabile a crescut constant în ultima perioadă. Producția totală de grăsimi tartinabile în lume este estimată la aproximativ 10 milioane de tone. Consumul mediu de grăsimi tartinabile în Europa de Vest este de la 6 la 13 kg pe an. Grăsimile tartinabile au o serie de avantaje față de unt: conținut scăzut de calorii, conținut scăzut de colesterol și durată mai mare de valabilitate.

Pe baza celor de mai sus, a fost analizată posibilitatea creării unor grăsimi tartinabile cu un conținut sporit de iod. În grăsimile tartinabile elaborate, o parte din uleiul de floarea soarelui a fost înlocuit cu ulei fortificat cu un conținut de iod de 10 $\mu\text{g/ml}$. Uleiul fortificat a fost obținut prin administrarea unei cantități de iod molecular în uleiul de floarea soarelui (GOST-4159-79). După administrarea cantității calculate de iod, uleiul a fost stabilizat, păstrându-l timp de 10-12 zile cu agitare periodică. Pentru a obține 100 kg de grăsimi tartinabile fortificate cu un conținut de iod de 1 $\mu\text{g/g}$ produs, sunt necesari 16,67 litri de ulei de floarea soarelui fortificat cu iod cu un conținut de iod de 10 $\mu\text{g/ml}$.

În conformitate cu rețeta și tehnologia elaborate pentru producția grăsimilor tartinabile fortificate cu iod la fabrica DRANCOR SRL, a fost produs un lot experimental de grăsimi tartinabile în cantitate de 400 kg cu un conținut de iod de 2 mg/kg de grăsimi tartinabile. Testele de producție a grăsimilor tartinabile fortificate cu iod sunt confirmate de actul nr. 2 „Despre elaborarea unui lot experimental de grăsimi tartinabile cu valoare biologică sporită”.

În figura 4.26 este reprezentată schema tehnologică elaborată, conform căreia a fost obținut un lot experimental de grăsimi tartinabile fortificate cu iod.

După cum se observă din figura 4.26, obținerea grăsimilor tartinabile fortificate cu iod a fost realizată după cum urmează: un amestec de ulei de floarea soarelui și ulei de porumb parțial hidrogenate cu un conținut de grăsimi solide de 10% la temperatura de 30°C a fost amestecat cu ulei de floarea soarelui fortificat cu iod, extract de morcov și ingrediente liposolubile, apoi faza lipidică și faza apoasă au fost introduse în schimbător pentru emulsificare.

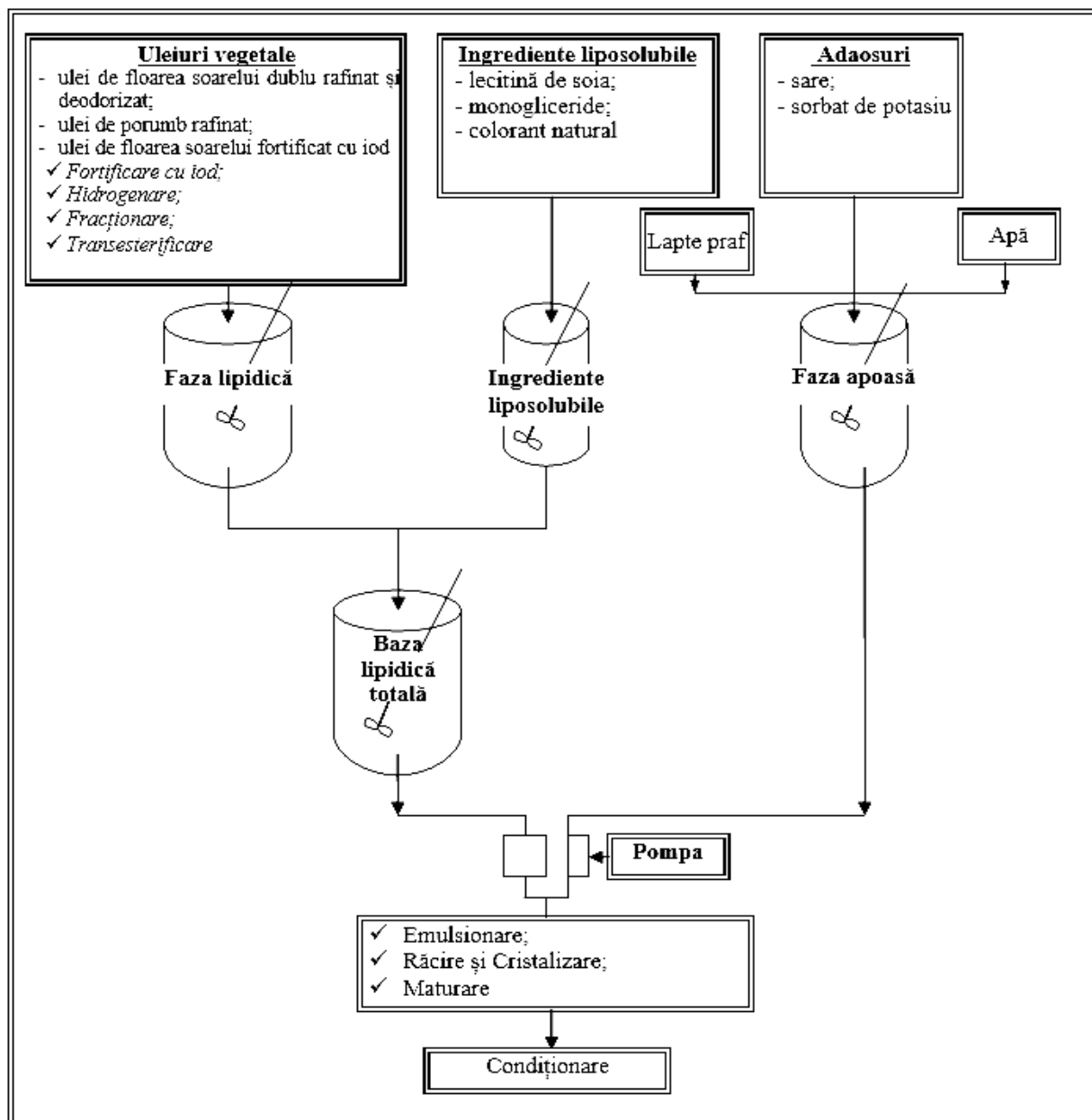


Figura 4.26. Diagrama flux a procesului de producere a grăsimilor tartinabile fortificate cu iod

Emulsia obținută a fost supusă răcirii și maturării la o temperatură de 7-13°C. După maturare, compoziția obținută a fost ambalată și menținută la o temperatură de 12-14°C timp de 2-3 zile, după care grăsimile tartinabile pot fi puse în vânzare.

Noutatea acestei metode de producere a grăsimilor tartinabile fortificate cu iod pe bază de ulei de floarea soarelui fortificat este confirmată de brevetul de invenție al Republicii Moldova nr. 3114.

Conform protocolului nr.3 al ședinței Comitetului de degustare al fabricii "DRANCOR" SRL, grăsimile tartinabile fortificate cu iod se caracterizează prin proprietăți de calitate excelene și sunt recomandate în producția industrială. Evaluarea calității grăsimilor tartinabile fortificate cu iod a fost efectuată în comparație cu grăsimile tartinabile obișnuite (standard) ale căror proprietăți de

calitate corespund cerințelor standardului GOST 240-85. Proprietățile de calitate ale grăsimilor tartinabile sunt inserate în tabelul 4.15.

Tabelul 4.15. Evaluarea indicatorilor de calitate ai grăsimilor tartinabile evaluate

<i>Proprietăți organoleptice și fizico-chimice</i>	<i>Etalon</i>	<i>Grăsimi tartinabile fortificate cu iod (1 μg/g produs)</i>
Aspectul exterior	Suprafața în secțiune este lucioasă, cu aspect uscat	Suprafața în secțiune este lucioasă, cu aspect uscat
Culoarea	Galben pal cu o nuanță aurie	Galben pal cu o nuanță aurie
Consistența (15°C)	Masă omogenă, nu se sfărâmă	Masă omogenă, nu se sfărâmă
Gustul și mirosul	Gustul caracteristic al grăsimilor tartinabile, cu o aromă plăcută și prospețime, fără miros de ulei	Gustul caracteristic al grăsimilor tartinabile, cu o aromă plăcută și prospețime, fără miros de ulei
Umiditatea și conținutul de substanțe volatile, %	15,1±0,1	14,9±0,1
Temperatura de topire, °C	32±1	32±1
Indicele de aciditate, mg KOH/g	0,132±0,002	0,130±0,002
Conținutul de clorură de sodiu, %	0,51±0,1	0,47±0,1
Conținutul de iod, μg/100 g	-	40±1,7

După cum se observă din tabelul 4.15, administrarea uleiului fortificat cu iod în compoziția grăsimilor tartinabile nu are efect negativ asupra caracteristicilor principale sensoriale și fizico-chimice ale grăsimilor tartinabile fortificate cu iod.

Pe baza datelor obținute se poate concluziona că producerea grăsimilor tartinabile fortificate cu iod pe bază de ulei de floarea soarelui fortificat este posibilă, iar consumul zilnic de 30-50 g de produs respectiv cu un conținut de iod de 1 μg/ml poate contribui la profilaxia deficienței de iod.

CONCLUZII

1. Conținutul de micronutrimente din alimente trebuie să corespundă necesităților fiziologice ale populației pentru a atinge obiectivul de bază al alimentației – asigurarea necesităților biologice fără deficiențe sau abuzuri. Din aceste considerente, majoritatea țărilor dezvoltate industrial acceptă la ora actuală fortificarea voluntară a unor categorii de produse, consumatorii fiind informați despre conținutul de micronutrimente, condițiile de păstrare etc.

2. În Republica Moldova, situată geografic într-o zonă endemică, carențele nutriționale de iod cauzează prejudicii enorme. Fortificarea obligatorie a sării alimentare, deși au fost adoptate mai multe programe de stat, nu a condus la ameliorarea esențială a situației. În aceste condiții, extinderea spectrului de produse fortificate, puse la dispoziția populației cu informația respectivă, este extrem de actuală. În cazul iodului, drept vehicul pentru fortificare ar putea servi uleiul de floarea soarelui – produs alimentar autohton.

3. Utilizarea uleiului de floarea soarelui drept aliment-vehicul este cu atât mai logică, cu cât experiența de două decenii de administrare medicamentoasă a uleiului iodat demonstrează eficiența curativă și profilactică a acestei măsuri. Dar administrarea în formă medicamentoasă include un aport masiv de iod, ceea ce cauzează unele efecte adverse. Utilizarea uleiului iodat în alimentație în cantități fiziologic necesare organismului ar exclude supradozarea și ar asigura populația cu un produs obișnuit din rația cotidiană, dar care pe lângă funcția de bază va furniza și cantitatea de iod necesară organismului.

4. În baza constatării activității antioxidante a compușilor de plante aromatice autohtone a fost elaborată și propusă o metoda de fortificare cu iod a uleiurilor vegetale cu utilizarea extractelor de plante aromatice autohtone: pătrunjel, mărar, cimbru și leuștean cu scopul sporii stabilității oxidative a produsului finit. Cercetările stabilității conținutului de iod la păstrarea uleiului fortificat pe parcursul a 12 luni a demonstrat că pierderile de iod nu depășesc 10% din cantitatea administrată (10-1000 $\mu\text{g/ml}$). În timpul păstrării uleiului fortificat cu iod cu concentrația 1 $\mu\text{g/ml}$ pierderile de iod au fost nesemnificative (2-3%).

5. A fost confirmată influența fortificatorului și a extractelor de plante aromatice asupra valorii nutritive și biologice a uleiului fortificat cu iod la păstrarea produsului. Conținutul acidului linoleic descrește la păstrarea probelor cu 0,69-1,98%, pierderile fiind mai reduse în uleiul fortificat cu extractele de pătrunjel și leuștean. În uleiul fortificat cu iod și extracte de plante aromatice intensitatea benzilor de absorbție IR caracteristice *cis*-izomerilor acizilor grași nesaturați din compoziția trigliceridelor rămâne invariabilă la păstrarea produsului, în timp ce în lipsa extractelor de plante aromatice în proba de referință descrește, fapt ce atestă stabilizarea de către antioxidanți a extractelor de plante aromatice a formelor biologic active din alimentul-matrice.

6. Cercetările *in vivo* efectuate pe animale de laborator cu hipotireoză experimentală indusă au demonstrat că administrarea uleiului fortificat cu iod în alimentație contribuie la restabilirea nivelului de hormoni (T_3 și T_4), a conținutului de iod în glanda tiroidă și a activității funcționale a tirocitelor. La administrarea în rația alimentară a unei cantități înzecite de iod în raport cu norma fiziologică (timp de 42 zile) nu au fost depistate dereglări hormonale, modificări morfologice sau acumulări excesive de iod în glanda tiroidă.

7. Au fost elaborate tehnologii de fabricare a produselor alimentare fortificate prin administrarea uleiului fortificat cu iod: maioneză, produse lactoacide și grăsimi tartinabile, confirmate prin brevete de invenție ale Republicii Moldova. Au fost cercetați principalii indici de calitate ai produselor obținute.

BIBLIOGRAFIE

1. ABDOULAYE, K., MANUS, C. Food Fortification in Senegal: A Case Study and Lessons Learned. Food Fortification in a Globalized World. Academic Press, 2018, p. 327-331.
2. ABINASH, V., RAHUL, T., ANTONIRAJ, M.G., MOSES, J.A., ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Nanotechnology approaches for food fortification. Food, Medical, and Environmental Applications of Polysaccharides, Elsevier, 2021, Pages 161-186.
3. ADETOLA, O.Y., KRUGER, J., WHITE, Z., TAYLOR, J.R.N. Comparison between food-to-food fortification of pearl millet porridge with moringa leaves and baobab fruit and with adding ascorbic and citric acid on iron, zinc and other mineral bioaccessibility. LWT, Vol. 106, 2019, p. 92-97.
4. AHMAD, A., AHMED, Z. Fortification in Beverages. Production and Management of Beverages, Woodhead Publishing, 2019, p. 85-122.
5. AKHTAR, S., ISMAIL, T., HUSSAIN, M. Micronutrient Fortification of Flours—Developing Countries' Perspective, Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention (Second Edition), Academic Press, 2019, p. 263-271.
6. ALLEN, L., De BENOIST, B., DARY, O., HURRELL, R. Guidelines on food fortification with micronutrients. World Health Organization & Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2006, p. 341.
7. Australian Health Ministers' Advisory Council. The effectiveness and cost-effectiveness of mandatory folic acid and iodine fortification, 2017, p. 265.
8. BAERLE, A., POPOVICI, C., RADU, O., TATAROV, P. *Effect of synthetic antioxidants on the oxidative stability of cold pressed walnut oil*. Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies, Year V, № 9, 2016, p. 19-24.
9. Banca Mondială și Programul Alimentar Mondial. Republica Moldova: Evaluarea Securității Alimentare, Analiza situației curente și următorii pași. Martie 2015, p. 101.
10. BELJAVSKAJA, I., CHERNYKH, V., BOGATYREVA, T., AKIMOV, V. Method for production of bakery product for dietary alimentation. Invention No. RU2492654C1.
11. BENOIST B et al., eds. Iodine status worldwide.WHO Global Database on Iodine Deficiency. Geneva, World Health Organization, 2004.
12. BENVENGA, S., TUCCARI, G., IENI, A., VITA, R. Thyroid Gland: Anatomy and Physiology. Encyclopedia of Endocrine Diseases (Second Edition), Academic Press, 2018, p. 382-390.
13. BERTINATO, J. Iodine nutrition: Disorders, monitoring and policies. Advances in Food and Nutrition Research, Academic Press, 2021.
14. BRITO, A.F. Assessing the potential of milk iodine intake to mitigate iodine deficiency in pregnant women of the United States via supplementation of *Ascophyllum nodosum* meal to dairy cows: A sensitivity analysis, Journal of Dairy Science, Vol. 103, Is. 8, 2020, p. 6798-6809.
15. CAPPUCCIO, F.P., D'ELIA, L., OBREJA, G., CIOBANU, A. Studiu privind consumul alimentar de sare în Republica Moldova. World Health Organization, Regional Office for Europe, 2016, p. 91.

16. CARDOSO, R.V.C., FERNANDES, Â., GONZALÉZ-PARAMÁS, A.M., BARROS, L., FERREIRA, I.C.F.R. Flour fortification for nutritional and health improvement: A review, *Food Research International*, Vol. 125, 2019, 108576.
17. CAROCHO, M., MORALES, P., FERREIRA, I.C.F.R. Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*, 2018, Vol. 71, p. 107-120.
18. CARON, P. Neurocognitive outcomes of children secondary to mild iodine deficiency in pregnant women, *Annales d'Endocrinologie*, Vol. 76, Is. 3, 2015, p. 248-252.
19. CASHMAN, K.D., O'DEA, R. Exploration of strategic food vehicles for vitamin D fortification in low/lower-middle income countries, *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, Vol. 195, 2019, 105479.
20. CHAO, H., ZHANG, Y.F., LIU, P., HAN, Y.F., LIU, S.J. Relationship between Iodine Content in Household Iodized Salt and Thyroid Volume Distribution in Children. *Biomedical and Environmental Sciences*, 2016, Vol. 29, Is. 6, p. 391-397.
21. CHAUDHRY, S.A. Business Considerations for Food Fortification: Cargill India Experience With Oil Fortification. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 357-362.
22. CHEN, B., XU, M. Natural Antioxidants in Foods. *Encyclopedia of Food Chemistry*, Academic Press, 2019, p. 180-188.
23. CHERNOCK, R., WILLIAMS, M.D. Thyroid and Parathyroid Glands. *Gnepp's Diagnostic Surgical Pathology of the Head and Neck (Third Edition)*, 2021, Elsevier, p. 606-688.
24. CHOI, J., CHOI, W., JAE, H., KIM, H., CHUNG, J. Iodized oil quantification using spectral computed tomography: a preclinical study. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 2019, Vol. 30, Is. 3, p. S186-S187.
25. CHOUDHRY, H., NASRULLAH, M. Iodine consumption and cognitive performance: Confirmation of adequate consumption. *Food Science & Nutrition*, 2018, Vol. 6, p. 1341-1351.
26. CHOW, A., CAI, X., HU, S., WANG, X. Iodine Deficiency-Induced Goiter in Central New Jersey: A Case Series, *AACE Clinical Case Reports*, Vol. 1, Is. 1, 2015, p. e40-e44.
27. CHRISTOFOROU, A., NORSEN, S., L'ABBÉ, M. Food Fortification in Canada. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 341-348.
28. CÖMERT, E.D., GÖKMEN, V. Evolution of food antioxidants as a core topic of food science for a century, *Food Research International*, Vol. 105, 2018, p. 76-93.
29. CÖMERT, E.D., GÖKMEN, V. Physiological relevance of food antioxidants. *Advances in Food and Nutrition Research*, Academic Press, 2020, Vol. 93, p. 205-250.
30. CUI, S.L., LIU, P., SU, X.I., LIU, S.J. Surveys in Areas of High Risk of Iodine Deficiency and Iodine Excess in China, 2012-2014: Current Status and Examination of the Relationship between Urinary Iodine Concentration and Goiter Prevalence in Children Aged 8-10 Years, *Biomedical and Environmental Sciences*, Vol. 30, Is. 2, 2017, p. 88-96.
31. DAS, J.K., KHAN, R.S., BHUTTA, Z.A. Zinc Fortification. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 213-219.

32. D'ELIA, L., OBREJA, G., CIOBANU, A., BREDA, J., JEWELL, J., CAPPUCCIO, F.P. Sodium, Potassium and Iodine Intake, in a National Adult Population Sample of the Republic of Moldova. *Nutrients*, 2019, Vol. 11, 2896.
33. DENISOV, V., MOSKOVSKIJ, V., KOPTILOV, M. Method of production of baking yeast enriched with iodine. Invention No. RU2173707C1.
34. DIOSADY, L.L., KRISHNASWAMY, K. Micronutrient Fortification of Edible Oils. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 167-174.
35. DOBOSY, P., KRÖPFL, K., ÓVÁRI, M., SANDIL, S., NÉMETH, K., ENGLONER, A., TAKÁCS, T., ZÁRAY, G. Biofortification of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.) with iodine in a plant-calcareous sandy soil system irrigated with water containing KI. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2020, Volume 88, 103434.
36. DYDYKIN, S., ASLANOVA, M., DEREVITSKAYA, O., SOLDATOVA, N. Effectiveness of using iodine-containing additives in meat products for child nutrition. *Earth and Environmental Science*, 2019, 333, 012060.
37. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition*. Rome, FAO, ISBN 978-92-5-130571-3, 2018, p. 181.
38. FATHIMA, S.J., NALLAMUTHU, I., KHANUM, F. Vitamins and minerals fortification using nanotechnology: bioavailability and Recommended Daily Allowances. *Nanotechnology in the Agri-Food Industry, Nutrient Delivery*, Academic Press, 2017, p. 457-496.
39. FLEISCHHACKER, S. Food Fortification in a Globalized World. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, Vol. 51, Is. 3, 2019, p. 384.
40. FRIPTULEAC, Gr., BAHNAREL, I. Probleme actuale privind profilaxia maladiilor iododeficitare. *Mater. conf. „Profilaxia maladiilor iododeficitare”*, Chişinău, 2008, p.5-10.
41. GARRETT, G.S. National Mandated Food Fortification Programs. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 53-62.
42. GARRETT, G.S., LUTHRINGER, C.L., YETLEY, E.A., NEUFELD, L.M. Food Fortification Policy, *Encyclopedia of food security and sustainability*, Elsevier, 2019, p. 336-343.
43. GARRETT, G.S., MANUS, C., BLEUTHNER, A. The Importance of Public–Private Collaboration in Food Fortification Programs. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 113-120.
44. GÄRTNER, R. Recent data on iodine intake in Germany and Europe. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, Vol. 37, 2016, p. 85-89.
45. GHARIBZAHEDI, S.M.T., JAFARI, S.M. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 62, 2017, p. 119-132.
46. Ghid de bune practici: Alimentație rațională, siguranța alimentelor și schimbarea comportamentului alimentar = Guide de bonnes pratiques: Nutrition rationnelle, la sûreté alimentaire et le changement de comportement alimentaire / aut.-coord.: Croitoru Cătălina, Ciobanu Elena; Agenția Universitară Francofonă, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie “Nicolae Testemițanu”. Chişinău: 2019, 164 p.

47. GIROUX, H.J., CONSTANTINEAU, S., FUSTIER, P., CHAMPAGNE, C.P., St-GELAIS, D., LACROIX, M., BRITTEN, M. Cheese fortification using water-in-oil-in-water double emulsions as carrier for water soluble nutrients, *International Dairy Journal*, Vol. 29, Is. 2, 2013, p. 107-114.
48. COMANDINI, P., CERRETANI, L., RINALDI, M., CICHELLI, A., CHIAVARO, E. Stability of iodine during cooking: investigation on biofortified and not fortified vegetables, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2013, 64:7, p. 857-861.
49. GONZALEZ, M.L., CHERNOCK, R.D., MANSOUR, M. Environmental factors and anatomic pathology of the thyroid gland: review of literature. *Diagnostic Histopathology*, 2020, Vol. 26, Is. 5, p. 207-215.
50. GOYAL, I., PANDEY, M.R., SHARMA, R. Hypothyroidism and Goiter in a Young Male with Suspected Dietary Iodine Deficiency Followed by Thyrotoxicosis After Iodine Supplementation, *AACE Clinical Case Reports*, Vol. 6, Is. 1, 2020, p. e19-e22.
51. GREIS, M., SEPPÄ, L., VENÄLÄINEN, E.R., LYYTIKÄINEN, A., TUORILA, H. Impact of iodized table salt on the sensory characteristics of bread, sausage and pickle, *LWT*, 2018, Vol. 93, p. 606-612.
52. GUESS, K., MALEK, L., ANDERSON, A., MAKRIDES, M., ZHOU, S.J. Knowledge and practices regarding iodine supplementation: A national survey of healthcare providers. *Women and Birth*, 2017, Vol. 30, Is. 1, p. e56-e60.
53. HARITONOVA, S. Evoluția proprietăților fizico-chimice ale lipidelor fortificate cu iod. Teză de doctor. Chișinău, 2007, p. 155.
54. HETZEL, B.S. Iodine Deficiency and Its Prevention. *International Encyclopedia of Public Health (Second Edition)*, Academic Press, 2017, p. 336-341.
55. HORTON, S., MANNAR, M.G.V. Economics of Food Fortification. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 299-304.
56. Hotărîre de Guvern nr. 377 din 10.06.2020 cu privire la aprobarea proiectului de lege pentru aprobarea Strategiei naționale de dezvoltare „Moldova 2030” // *Monitorul Oficial al RM*, 26.06.2020, nr. 153-158, art. 508.
57. Hotărîre de Guvern nr. 433 din 15.05.2018 cu privire la aprobarea Avizului asupra proiectului de lege pentru modificarea și completarea Legii nr. 105-XV din 13.03.2002 privind protecția consumatorilor // *Monitorul Oficial al RM*, 18.05.2018, nr. 157-166, art. 485.
58. Hotărîre de Guvern nr. 859 din 05.07.2018 pentru modificarea Hotărîrii Guvernului nr. 730/2014 cu privire la aprobarea Programului național în domeniul alimentației și nutriției pentru anii 2014-2020 și planurilor de acțiuni privind implementarea acestuia // *Monitorul Oficial al RM*, 07.09.2018, nr. 336-346, art. 906.
59. Hotărîre de Guvern nr. 956 din 03.10.2018 cu privire la aprobarea modificărilor ce se operează în Hotărîrea Guvernului nr. 596/2011 cu privire la aprobarea unor măsuri de eradicare a tulburărilor prin deficit de iod // *Monitorul Oficial al RM*, 02.11.2018, nr. 410-415, art. 1109.
60. Hotărîre de Guvern nr. 956 din 03.10.2018 cu privire la aprobarea modificărilor ce se operează în Hotărîrea Guvernului nr. 996/2003 despre aprobarea Normelor privind etichetarea produselor alimentare și Normelor privind etichetarea

- produselor chimice de menaj // Monitorul Oficial al RM, 02.11.2018, nr. 410-415, art. 1109.
61. Hotărîre de Guvern nr. 1099 din 19.12.2017 cu privire la aprobarea modificărilor ce se operează în Regulamentul sanitar privind mențiunile nutriționale și de sănătate înscrise pe produsele alimentare // Monitorul Oficial al RM, 12.01.2018, nr. 7-17, art. 02.
 62. HUTCHINGS, N., AGHAJANOVA, E., BAGHDASARYAN, S., QEFOYAN, M., SULLIVAN, C., HE, X., MANOUKIAN, M. et al. A Stratified Cross-Sectional Cluster Model Survey of Iodine Nutrition in Armenia After A Decade of Universal Salt Iodization. *Endocrine Practice*, Vol. 25, Is. 10, 2019, p. 987-993.
 63. IGN. Iodine Global Network. Global scorecard of iodine nutrition in 2020 in the general population based on school-age children (SAC). IGN: Ottawa, Canada. 2020.
 64. IGN. Iodine Global Network. Final report Review of use of iodized salt in processed foods, Accessed 24.03.2018.
 65. IZYDORCZYK, G., LIGAS, B., MIKULA, K., WITEK-KROWIAK, A., MOUSTAKAS, K., CHOJNACKA, K. Biofortification of edible plants with selenium and iodine. A systematic literature review. *Science of The Total Environment*, 2021, Vol. 754, 141983.
 66. JAUHARI, S., AGARWAL, M., ALI, W., SINGH, V.K., TASLEEM, M. Status of iodine in rural pregnant women of different trimesters in Lucknow - A cross-sectional study. *Clinical Epidemiology and Global Health*, Vol. 8, Is. 4, 2020, p. 1195-1203.
 67. KAMMERLEHNER J. Iodine as essential trace element – its occurrence in milk and dairy products – their enrichment, a contribution to minimizing dietary iodine deficiency. *DMZ Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft*, 2007, 116(12):560-568.
 68. KANG, B., CHOI, W.S., KANG, J.H., KIM, H.C., CHUNG, J.W., CHOI, J.W. Spectral CT Imaging–Based Quantification of Iodized Oil Retention following Chemoembolization: Phantom and Animal Studies. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 2020, Vol. 31, Is. 3, p. 503-509.e1.
 69. KIM, G., NANDI-MUNSHI, D., DIBLASI, C.C. Disorders of the Thyroid Gland. *Avery's Diseases of the Newborn (Tenth Edition)*, Elsevier, 2018, p. 1388-1402.e2.
 70. KNIJNENBURG, J.T.N., POSAVEC, L., TELEKI, A. Nanostructured Minerals and Vitamins for Food Fortification and Food Supplementation. *Micro and Nano Technologies, Nanomaterials for Food Applications*, Elsevier, 2019, Pages 63-98.
 71. KNUST, K.S., LEUNG, A.M. Iodine: Basic Nutritional Aspects. *Molecular, Genetic, and Nutritional Aspects of Major and Trace Minerals*, Academic Press, 2017, p. 133-141.
 72. KNOWLES, J., van der Haar, F., SHEHATA, M., GERASIMOV, G., BIMO, B., CAVENAGH, B., MARAMAG, C. C., OTICO, E., IZWARDY, D., SPOHRER, R., GARRETT, G. S. Iodine Intake through Processed Food: Case Studies from Egypt, Indonesia, the Philippines, the Russian Federation and Ukraine, 2010-2015. *Nutrients*, 2017, Vol. 9, Is. 8, p. 797.
 73. KOROBOVA, E.M., ROMANOV, S.L., SILENOK, A.V., KURNOSOVA, I.V., CHESALOVA, E.I., BERIOZKIN, V.Yu. Iodine deficiency in soils and evaluation

- of its impact on thyroid gland diseases in areas subjected to contamination after the Chernobyl accident. *Journal of Geochemical Exploration*, 2014, Vol. 142, p. 82-93.
74. LAM, I.T.Y., KELLER, H.H., PFISTERER, K., DUIZER, L., STARK, K., DUNCAN, A.M. Micronutrient Food Fortification for Residential Care: A Scoping Review of Current Interventions. *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol. 17, Is. 7, 2016, p. 588-595.
 75. LAU, J.T.F., WONG, Y.C. Food and Nutritional Analysis. Antioxidants and Preservatives. *Encyclopedia of Analytical Science (Third Edition)*, Academic Press, 2019, p. 374-380.
 76. LAVIOLETTE, L. Financing and Sustainability of Food Fortification. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 93-99.
 77. Lege al RM nr. 306 din 30.11.2018 privind siguranța alimentelor // *Monitorul Oficial*, 22.02.2019, nr. 59-65, art. 120.
 78. LIU, H.L., LAM, L.T., ZENG, Q., HAN, S.Q., FU, G., HOU, C.C. Effects of drinking water with high iodine concentration on the intelligence of children in Tianjin, China, *Journal of Public Health*, 2009, Vol. 31, Is. 1, p. 32-38.
 79. MACKERRAS, D., SINGH, G., DAVISON, B., MA, G., EASTMAN, C.J. Has mandatory fortification with iodine made a difference? Results from two cohort studies in the Darwin area. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, Vol. 8, 2017, p. 71-72.
 80. MAMTSEV, A., BONDAREVA, I., KOZLOV, V., KAMILOV, F., BAJMATOV, V. Bioactive Food Supplement For Iodine Deficiency Prophylaxis. Invention No. RU2271726C1.
 81. MAMTSEV, A., KAMILOV, F., VASIL'EV, L., KOZLOV, V., MUKHAMEDZJANOV, R., MUKHAMEDZJANOVA, E., PONOMAREVA, L., LOBYREVA, O. Iodine Containing Biologically Active Food Supplement and its Production Method. Invention No. RU2405385C2.
 82. MANNAR, M.G.V., GARRETT, G.S., HURRELL, R.F. Future Trends and Strategies in Food Fortification. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 375-381.
 83. MANNAR, M.G.V., HURRELL, R.F. Food Fortification: Past Experience, Current Status, and Potential for Globalization, *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 3-11.
 84. MAQSOU DLOU, A., MOHEBODINI, H., JAFARI, S.M. Antioxidant activity analysis of nanoencapsulated food ingredients. *Nanoencapsulation in the Food Industry, Characterization of Nanoencapsulated Food Ingredients*, Academic Press, 2020, Vol. 4, p. 617-664.
 85. MAYURNIKOVAL, L.A., ZINCHUK, S.F., PARMENOVA, E.V., ZINCHUK, V.G. Technique and Technological Solutions for Creation Iodine-Enriched Prophylactic Beverages. *Journal of International Scientific Publications, Agriculture&Food*, 2013, Vol. 1, Part 2, p. 132-136.
 86. MBUYA, M.N.N., NEUFELD, L.M. Developing National Strategies to Prevent and Control Micronutrient Deficiency: The Role of Food Fortification. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 29-40.

87. McCOURT, A., McNULTY, B.A., WALTON, J., O'SULLIVAN, A. Efficacy and safety of food fortification to improve vitamin D intakes of older adults, *Nutrition*, Vol. 75–76, 2020, 110767.
88. McGEE, E.J.T., SANGAKKARA, A.R., DIOSADY, L.L. Double fortification of salt with folic acid and iodine. *Journal of Food Engineering*, 2017, Vol. 198, p. 72-80.
89. MELNICENKO, V., YAROSCIUC, A. Method for iodination of water and beverages. Invention No. RU2213065C2.
90. MENON, K., SKEAFF, S. Iodine: Iodine Deficiency Disorders (IDD). *Encyclopedia of Food and Health*, Academic Press, 2016, p. 437-443.
91. MILINOVIC, J., RODRIGUES, C., DINIZ, M., NORONHA, J.P. Determination of total iodine content in edible seaweeds: Application of inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy, *Algal Research*, 2021, Vol. 53, 102149.
92. MODUPE, O., DIOSADY, L.L. Quadruple fortification of salt for the delivery of iron, iodine, folic acid, and vitamin B12 to vulnerable populations. *Journal of Food Engineering*, Vol. 300, 2021, 110525.
93. MOINI, J., PEREIRA, K., SAMSAM, M. Iodine deficiency and goiter. *Epidemiology of Thyroid Disorders*, Elsevier, 2020, p. 65-87.
94. MOINI, J., PEREIRA, K., SAMSAM, M. Iodine and thyroid hormones. *Epidemiology of Thyroid Disorders*. Elsevier, 2020, p. 45-62.
95. MOINI, J., PEREIRA, K., SAMSAM, M. Structures and functions of the thyroid gland. *Epidemiology of Thyroid Disorders*, 2020, Elsevier, p. 21-43.
96. MOULAS, A.N., VAIYOU, M. Vitamin D fortification of foods and prospective health outcomes. *Journal of Biotechnology*, Vol. 285, 2018, p. 91-101.
97. National Centre of Public Health of the Ministry of Health of the Republic of Moldova, United Nations Children's Fund (UNICEF). Republic of Moldova Multiple Indicator Cluster Survey, Final Report. Chişinău, Republic of Moldova, 2014, p. 291.
98. NEUFELD, L.M., FRIESEN, V.M. Impact Evaluation of Food Fortification Programs: Review of Methodological Approaches Used and Opportunities to Strengthen Them. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 305-315.
99. NUNES, N., VALENTE, S., FERRAZ, S., BARRETO, M.C., PINHEIRO DE CARVALHO, M.A.A. Validation of a spectrophotometric methodology for a rapid iodine analysis in algae and seaweed casts, *Algal Research*, 2019, Vol. 42, 101613.
100. OHANENYE, I.C., EMENIKE, C.U., MENSI, A., MEDINA-GODOY, S., JIN, J., AHMED, T., et al. Food fortification technologies: Influence on iron, zinc and vitamin A bioavailability and potential implications on micronutrient deficiency in sub-Saharan Africa, *Scientific African*, Vol. 11, 2021, e00667.
101. PILLAI, S., DEBONO, M. Physiology of the pituitary, thyroid, parathyroid and adrenal glands. *Surgery (Oxford)*, 2020, Vol. 38, Is. 12, p. 763-778.
102. PINKAEW, S., KARRILA, T.T. Key properties of iodine-, iron- and zinc- fortified fish cracker: effects of ambient shelf storage on iodine retention and quality indicators. *Int J Food Sci Technol*, 2015, Vol. 50, p. 1979-1987.
103. POPOVICI, C. Cercetări privind fortificarea cu iod a uleiurilor vegetale pentru obținerea produselor alimentare. Teză de doctor. Chişinău, 2009, p. 114.

104. POPOVICI, C. Iodine food fortification: biological effects and safety aspects. Proceedings of the Agricultural Informatics 2014 International Conference. Future Internet and ICT Innovation in Agriculture, Food and the Environment, University of Debrecen, 13-15 November 2014, Hungary, p. 18-24.
105. POPOVICI, C. Soxhlet extraction and characterisation of natural compounds from walnut (*Juglans regia* L.) by-products. Ukrainian Food Journal, 2013, Vol. 2, Is. 3, p. 328-336.
106. POPOVICI, C. The influence of natural antioxidants on the oxidative stability of iodine – fortified sunflower oil in the process of storage. Surface Engineering and Applied Electrochemistry, Springer, nr. 44 (5), 2008, p. 415-421.
107. POPOVICI, C., CARAGIA, V., CARTASEV, A., MIGALTIEV, O., COEV, Gh., GOLUBI, R., BOGDAN, N., GRUMEZA, I. InoBioProd: innovation challenges and scientific Perspectives. Ukrainian Food Journal, Vol. 6, Is. 2, 2017, p. 379-390.
108. POPOVICI, C., DESEATNICOVA, O., STURZA, R. Biological reserve of iodine in the fortified fatty products. Proceedings of the Fourth International specialized scientific and practical conference “Resource and energy saving technologies of production and packing of food products as the main fundamentals of their competitiveness”, National University of Food Technologies, Kiev, Ukraine, 8 september 2015, p. 196-198.
109. POPOVICI, C., DESEATNICOVA, O., STURZA, R. Iodine food fortification opportunities to combat global micronutrient malnutrition. Proceedings of the International Conference “Technological Processing and Information control of environmental protection of administrative region”, State Engineering University of Armenia, Yerevan, 22-24 October 2013, p. 10.
110. POPOVICI, C., DMITRIEVA, E., BIRCA, A., IATCO, Iu. Overview of National Moldavian Regulations on food labeling. Journal of EcoAgriTourism, 2014, Vol.10, No.1, p. 90-95.
111. POPOVICI, C., MIGALTIEV, O., GOLUBI, R., CARAGIA, V. Supercritical carbon dioxide extraction of lycopene from industrial tomato waste. Proceedings of the International Conference “Modern Technologies in the Food Industry”, 2018, p. 43-49.
112. POPOVICI, C., MIGALATIEV, O., GOLUBI, R., CARAGIA, V., CARTASEV, A., COEV, Gh., BOGDAN, N., GRUMEZA, I. Smart valorisation of industrial tomatoes by-products. Book of abstracts of the 4th North and East European Congress on Food (NEEFood) “Global and Local Challenges in Food Science and Technology”, Kaunas University of Technology, Lithuania, 11-13 September 2017, p. 42.
113. POPOVICI, C., MIJA, N., BIRCA, A., IATCO, Iu. Compliance with labeling legislation of the Republic of Moldova in the field of confectionary products. Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: FOOD TECHNOLOGY, 2013, Vol. XVII, no.2, p. 61-67.
114. POPOVICI, C., OPREA, O.B. The influence of phenolic compounds from membrane septum on the physical-chemical parameters of the walnut oil-enriched emulsion. Journal of EcoAgriTourism, Vol. 10, nr. 2 (29), 2014.

115. POPOVICI, C., SAYKOVA, I., TYLKOWSKY, B. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue électronique internationale pour la science et la technologie*, Nr. 4, 2009, p. 26 – 39.
116. POPOVICI, C., TATAROV, P. Effect of some technological treatments of cold pressed walnut oil (*Juglans regia* L.) on its antioxidant profile and quality characteristics. *Journal of EcoAgriTourism*, 2014, Vol. 10, nr. 1 (28), p. 83-89.
117. POPOVICI, C., TIȚA, M.A., BRINZA, R. Sensory evaluation and rheological behavior of yogurts prepared from goat milk. *Proceedings of the 57th Annual Scientific Conference of University of Ruse and Union of Scientists, Bulgaria*, 2018, p. 179-186.
118. POPOVICI, C., TIȚA, M., CARTASEV, A., RESITCA, V., BOGDAN, N., MIGALATIEV., O. Biochemical approaches for goat milk yogurt production. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, Vol. XXIV, No. 2, Bucharest, Romania, 2020, p. 49-54.
119. PRETELL, E.A., PEARCE, E.N., MORENO, S.A. et al. Elimination of iodine deficiency disorders from the Americas: a public health triumph. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, Vol. 5, Is. 6, 2017, p. 412-414.
120. RIBEIRO, A.R., GONÇALVES, A., BANDARRA, N., NUNES, M.L., DINIS, M.T., DIAS, J., REMA, P. Natural fortification of trout with dietary macroalgae and selenised-yeast increases the nutritional contribution in iodine and selenium. *Food Research International*, 2017, Vol. 99, Part 3, p. 1103-1109.
121. RIBEIRO, A.R., GONÇALVES, A., COLEN, R., NUNES, M.L., DINIS, M.T., DIAS, J. Dietary macroalgae is a natural and effective tool to fortify gilthead seabream fillets with iodine: Effects on growth, sensory quality and nutritional value, *Aquaculture*, 2015, Vol. 437, p. 51-59.
122. ROCHAU, U., SCHAFFNER, M., MÜHLBERGER, N., QERIMI, V., CONRADS-FRANK, A., SROCZYNSKI, G., STOJKOV, I. et al. PDB51 prevention as a public health measure: long-term effectiveness and cost effectiveness of a population-based iodine deficiency diseases prevention program, *Value in Health*, Vol. 22, Sup. 3, 2019, p. S581-S582.
123. RODRIGUEZ-DIAZ, E., PEARCE, E.N. Iodine status and supplementation before, during, and after pregnancy. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol. 34, Is. 4, 2020, 101430.
124. ROWE, L.A., LUTHRINGER, C.L., GARRETT, G.S. Regulatory Monitoring of Mandatory Fortification Programs. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 283-290.
125. RUTH, L.J., JUNGJOHANN, S., PACHÓN, H., SERDULA, M. Program Performance and Synthesis of Monitoring Information for Food Fortification. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 275-282.
126. SAADE, C., ARIJAJE, E.O. Fortification. *Breakfast Cereals and How They Are Made (Third Edition)*, AACC International Press, 2020, p. 343-359.
127. SADAT-HOSSEINY, Z., ROBALINO, C.P., PENNELL, P.B., COHEN, M.J., LORING, D.W., MAY, R.C. et al. Folate fortification of food: Insufficient for women with epilepsy. *Epilepsy & Behavior*. Vol. 117, 2021, 107688.

128. SAYKOVA, I., TYLKOWSKI, B., POPOVICI, C., PEEV, G. Extraction of phenolic and flavonoid compounds from solid wastes of grape seed oil production by cold pressing. *Journal of Chemical Technology & Metallurgy*, 2018, Vol. 53, Is. 2, p. 177-190.
129. SCHAFFNER, M., ROCHAU, U., STOJKOV, I., RUSHAJ, V.Q., VOELZKE, H., THEM, C., OBERAIGNER, W., SIEBERT, U. PMU51 barriers against programs for the prevention of iodine deficiency disorders in Europe: A DELPHI study. *Value in Health*, Vol. 22, Sup. 3, 2019, p. S717.
130. Statistics Moldova. Consumul principalelor produse alimentare pe medii, 2006-2017, Chișinău.
131. STURZA, R. Carența de fier în alimentație și modalități de eradicare. Chișinău, 2008. - 234 p.
132. STURZA, R. Principii teoretice și practice de fortificare a alimentelor cu micronutrimente: iod, fier, calciu. Teză de doctor habilitat. Chișinău, 2008. - 268 p.
133. SZYMANDERA-BUSZKA, K., WASZKOWIAK, K., KACZMAREK, A., ZAREMBA, A. Wheat dietary fibre and soy protein as new carriers of iodine compounds for food fortification – The effect of storage conditions on the stability of potassium iodide and potassium iodate. *LWT*, 2021, Vol. 137, 110424.
134. TAGHVAEI, M., JAFARI, S.M., MAHOONAK, A.S., NIKOO, A.M., RAHMANIAN, N., HAJITABAR, J., MESHGINFAR, N. The effect of natural antioxidants extracted from plant and animal resources on the oxidative stability of soybean oil. *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 56, Is. 1, 2014, p. 124-130.
135. TATAROV, P., IVANOVA, R., CIUMEICA, V. și al. Compușii iodului cu amidon: posibilități și perspective. Simpozionul Internațional „Noi resurse pentru industria farmaceutică”, Constanța, România. 5-8 iunie 2003, p.138-139.
136. TAYLOR, P.N., LAZARUS, J.H. Iodine. Essential and Toxic Trace Elements and Vitamins in Human Health, Academic Press, 2020, p. 103-112.
137. TAYLOR, P., OKOSIEME, O., LAZARUS, J.H., PREMAWARDHANA, L.D.K.E. Iodine Deficiency. *Encyclopedia of Endocrine Diseases (Second Edition)*, Academic Press, 2018, p. 512-523.
138. TULCHINSKY, T.H. Endemic Goiter and Elimination of Iodine Deficiency Disorders. *Case Studies in Public Health*, Academic Press, 2018, p. 201-225.
139. UNICEF Report: The state of the world's children 2019. Children, food and nutrition. Growing well in a chan world. ISBN: 978-92-806-5003-7, 2019, p. 255.
140. VASUDEVAN, S., SENTHILVEL, S., SURESHBABU, J. Knowledge attitude and practice on iodine deficiency disorder and iodine level in salt in retail and vendors among the rural population in south India: A community based observational and descriptive study, *Clinical Epidemiology and Global Health*, Vol. 7, Is. 3, 2019, p. 300-305.
141. VENKATESH, M.G., HURREL, M.R. Food fortification in a Globalized World, Academic Press, 2018, p. 2014.
142. VILA, L., LUCAS, A., DONNAY, S., VIEJA, A., WENGROVICZ, S., SANTIAGO, P., BANDRÉS, O. et al. Iodine nutrition in Spain: Future requirements. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English ed.)*, 2020, Vol. 67, Is. 1, p. 61-69.

143. VILA, L., PUIG-DOMINGO, M. The Krakow Declaration: The last chance for Europe to eradicate iodine deficiency. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición* (English ed.), Vol. 65, Is. 10, 2018, p. 553-555.
144. VURAL, M., KOC, E., EVLIYAOGU, O., ACAR, H.C., AYDIN, A.F., et al. Iodine status of Turkish pregnant women and their offspring: A national cross-sectional survey. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, Vol. 63, 2021, 26664.
145. WANG, Y., HAN, J., CHEN, X., ZENG, X., WANG, X., DONG, J., CHEN, J. Maternal iodine supplementation improves motor coordination in offspring by modulating the mGluR1 signaling pathway in mild iodine deficiency-induced hypothyroxinemia rats. *Journal of Nut. Biochemistry*, Vol. 58, 2018, p. 80-89.
146. WELLS, I., KALIA, N., EZZET, S., SHENAS, C.E., RAY, S.D. Thyroid hormones, iodine and iodides, and antithyroid drugs. *Side Effects of Drugs Annual*, Elsevier, 2020, Vol. 42, p. 431-440.
147. World Health Organization. Regional Office for Europe. Prevalence of noncommunicable disease risk factors in the Republic of Moldova. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2014, p. 219.
148. World Health Organization. Guideline: Fortification of Food-Grade Salt with Iodine for the Prevention and Control of Iodine Deficiency Disorders; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2014; p. 1-54.
149. YADAV, D.N., BANSAL, S., TUSHIR, S., KAUR, J., SHARMA, K. Advantage of biofortification over fortification technologies. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Wheat and Barley Grain Biofortification*, Woodhead Publishing, 2020, p. 257-273.
150. ZIMMERMANN, M.B. Efficacy and Safety of Iodine Fortification. *Food Fortification in a Globalized World*, Academic Press, 2018, p. 221-230.
151. ZIMMERMANN, M.B. Iodine and the iodine deficiency disorders. *Present Knowledge in Nutrition* (Eleventh Edition), Academic Press, 2020, p. 429-441.
152. ZIMMERMANN, M.B., BOELAERT, K. Iodine deficiency and thyroid disorders, *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, Vol. 3, Is. 4, 2015, p. 286-295.

5. EMULSII ALIMENTARE FUNCȚIONALE – ASPECTE TEHNOLOGICE ȘI NUTRIȚIONALE

Prin echilibrul rației alimentare umane se subînțelege respectarea unor anumite corelații dintre macronutrimente și substanțele biologic active din alimente, care asigură o funcționare normală a organismului. O atenție deosebită este acordată aportului de substanțe esențiale, care nu sunt sintetizate în organism sau sunt sintetizate în cantități limitate [1].

Lipidele sunt unele dintre componentele alimentare indispensabile, care în mare măsură determină calitățile nutritive, biologice, valoarea energetică și calitățile gustative ale hranei. Factorul principal ce caracterizează eficiența asimilării lipidelor alimentare de către organism este echilibrul dintre raportul de acizi grași [2, 3].

Un rol aparte le revine acizilor grași polinesaturați. Excluderea acestora din rația alimentară conduce la desbalansarea proceselor vitale. Toți acizii grași din clasa ω -3 și ω -6 sunt utili pentru suplimentarea energetică [10]. Componenta acizilor grași este o caracteristică importantă a alimentelor, deși valoarea lor nu este determinată doar de aceasta. Fosfolipidele, sterinele și vitaminele liposolubile care fac parte, de asemenea, din complexul lipidic, exercită influență asupra acțiunii biologice a grăsimii alimentare [5].

Combinarea rațională a câtorva surse de lipide la elaborarea noilor tipuri de alimente are o semnificație importantă din punct de vedere economic, de asemenea, se iau în considerație aspectele medico-biologice legate de crearea produselor alimentare echilibrate după valoarea nutritivă și biologică [6].

Produsele lipidice emulsionate, în care uleiul vegetal se află în stare dispersată, ocupă un loc deosebit în alimentație. În primul rând, acestea se caracterizează prin calități gustative și nutritive înalte, care sunt determinate de o structură specifică a emulsiilor [7]. Prezența fazei lipidice dispersate asigură un grad important de asimilare și o valoare biologică importantă a produsului.

Produsele alimentare de tip „maioneză” reprezintă emulsii fin dispersate de tip direct „ulei în apă”, preparate din ulei vegetal cu adaos de emulgatori, stabilizatori, substanțe pentru îngroșare, adaosuri gustative și condimente [8]. Modelarea rețetei maionezelor prin introducerea adaosurilor valoroase din punct de vedere biologic este o direcție de perspectivă, deoarece contribuie la lărgirea sortimentului produselor cu caracteristici biologice și organoleptice prestabilite.

Lărgirea sortimentului produselor de tip maioneză implică, în primul rând, diversificarea componenței fazei lipidice, care trebuie să corespundă necesităților biologice, iar acest lucru este posibil doar pe baza unei abordări științifice complexe a componenței amestecului de uleiuri vegetale, asigurarea stabilității oxidative, agregative și microbiologice a produsului.

Bazele științifice și metodologice pentru elaborarea tehnologiilor de fabricare a emulsiilor alimentare cu caracteristici funcționale pe bază de amestecuri de uleiuri vegetale sunt descrise în lucrările lui Diamond, George B. (SUA), Yamakoshi Jun

(Japonia), Azarov N.N., Arutiunian N.S., Martovsciuk V.I., Kalmanovici S.A., Kornen E.P., Mgebrişvili T.V. (Rusia).

Un produs lipidic autohton preţios este uleiul din seminţe de struguri. Pe lângă tehnologiile tradiţionale de obţinere a uleiurilor vegetale, în ţara noastră au fost efectuate un şir de cercetări privind elaborarea tehnologiei de obţinere a uleiului din seminţe de struguri, care prezintă proprietăţi curative [9]. Uleiul din seminţe de struguri (Regesan) este bogat în substanţe antioxidante (tocoferoli, proantocianide, flavonoizi), dar şi în acizi graşi polinesaturaţi ω -3 şi ω -6 [10, 21, 25, 53].

Substituirea parţială a uleiului de floarea-soarelui cu ulei din seminţe de struguri în componenţa maionezei va permite echilibrarea conţinutului de acizi graşi, majorarea calităţilor biologice şi gustative, diversificarea bazei de materie primă pentru producerea maionezelor funcţionale.

În conformitate cu conceptul alimentaţiei raţionale, una dintre direcţiile principale ale investigaţiilor a fost orientată spre elaborarea tehnologiei de obţinere a emulsiilor alimentare de tip maioneză cu destinaţie funcţională prin utilizarea amestecurilor de uleiuri vegetale de floarea-soarelui şi seminţe de struguri. În calitate de component de stabilizare a proceselor de oxidare posibile, care pot apărea în procesul păstrării, a servit adaosul de extracte naturale din materie primă vegetală autohtonă.

Alimentaţia tradiţională a fiecărei regiuni include procedee de transformare a materiei prime agricole, care conduc la obţinerea unor produse a căror gust, savoare şi caracteristici fizico-chimice sunt acceptate de către majoritatea consumatorilor. Aceste procedee, verificate de secole, sunt capabile de a asigura un aport optimal de nutrimente şi o alimentaţie raţională. Punerea în valoare a uleiului din seminţe de struguri nu doar în scopuri farmaceutice, dar şi alimentare va motiva producerea sa la nivel naţional. În acelaşi timp, tehnologiile propuse conduc la diversificarea spectrului produselor alimentare cu valoare biologică sporită.

5.1. Premisele teoretice ale creării emulsiilor alimentare cu destinaţie funcţională

5.1.1. Caracteristica generală a uleiurilor vegetale

Uleiurile şi grăsimile vegetale se găsesc în natură în ţesutul plantelor, fiind concentrate în seminţe, pulpă, sâmburele fructelor, tuberculi sau în germeni [5, 14, 30]. Principala materie primă o reprezintă plantele oleaginoase producătoare de seminţe. În timpul formării şi maturizării seminţelor oleaginoase, în celule are loc o acumulare de substanţe oleaginoase, care au rolul de a asigura germenului funcţiile vitale, până când acesta devine capabil să-şi asigure singur hrana din sol şi aer [15, 17, 20]. Prezenţa acestor substanţe hrănitoare determină valoarea seminţelor oleaginoase ca materii prime pentru obţinerea uleiului vegetal [16, 33]. Conţinutul de materie grasă în aceste părţi ale plantei este foarte variabil. La plantele cultivate pentru producţia de uleiuri vegetale, conţinutul de ulei în seminţe, fructe şi tuberculi variază între 18 şi 60%. [9, 18].

Tabelul 5.1. Întrebuințarea uleiurilor vegetale

<i>Tipul uleiului</i>	<i>Întrebuințare</i>
De palmier	Are o largă întrebuințare în alimentația publică pentru substituirea grăsimii din lapte, precum și pentru producerea biocombustibilului și unele produse nonalimentare, de exemplu, săpunuri și lumânări, produse cosmetice, creme [1, 12].
De soia	Este utilizat pe scară largă în industria alimentară. Se utilizează pentru producerea margarinei, pâinii, maionezei, frișcăi dietetice, pentru cafea și gustări. Se utilizează pentru prăjire. Un component prețios al uleiului de soia este lecitina, care se separă pentru utilizare în industria farmaceutică și de cofetărie [3, 9, 13, 14].
De rapiță	În mod tradițional se utilizează ca ulei comestibil. În prezent, producerea acestui ulei se află în creștere datorită faptului că în compoziția sa predomină acidul oleic și are conținutul scăzut de acizi grași polinesaturați, ceea ce permite păstrarea îndelungată [15, 36].
De floarea-soarelui	Unul dintre cele mai importante uleiuri vegetale, cu o mare importanță în economică mondială. Are o largă întrebuințare în alimentația publică, medicină. Uleiul de floarea-soarelui este folosit la fabricarea margarinei, conservelor, precum și a săpunurilor, vopselelor industriale [17, 28, 39].
De bumbac	Se utilizează în alimentația publică în combinație cu alte uleiuri vegetale, dar pe scară largă ca bază pentru săpunuri. Foarte des se utilizează pentru falsificarea uleiurilor mai scumpe, ca uleiul de măsline, nucă, in [5, 12, 40].
De arahide	Se utilizează pentru producerea pastei de arahide, care la rândul ei se utilizează în patiserie și cofetărie [11, 36, 40].
De cocos	Se folosește în principal pentru fabricarea săpunurilor, fabricarea de produse cosmetice. În alimentația publică se utilizează pentru umplutura de napolitane, la prăjituri, fabricarea margarinei [25, 36, 39].
De măsline	Se utilizează pe scară largă în alimentație, cosmetologie, fabricarea săpunurilor. Este un produs prețios din punct de vedere dietetic, datorită conținutului ridicat de acizi grași monosaturați și polifenoli [16, 27, 41].

Industria uleiurilor vegetale este larg dezvoltată la nivel global [19, 25, 21, 52]. Uleiurile vegetale se utilizează în diferite sectoare cum ar fi: alimentația publică, cosmetică, medicină, producerea biocombustibilului [23, 44, 55].

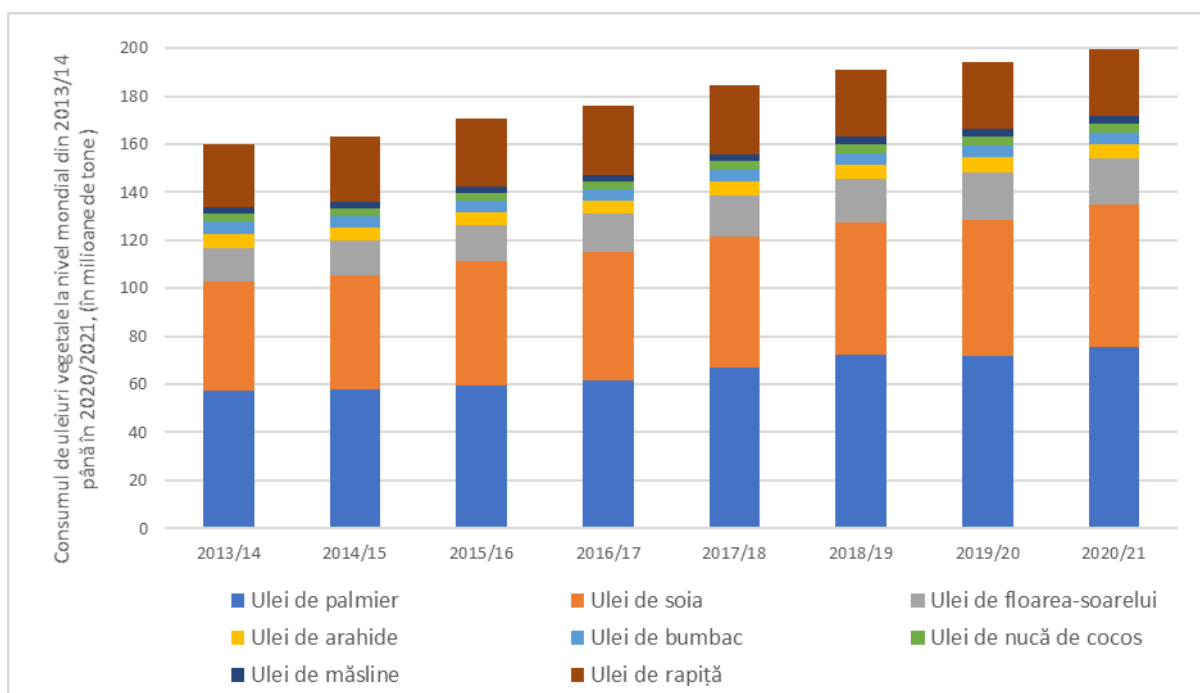


Figura 5.1. Consumul mondial total de uleiuri vegetale în perioada 2013-2021

Producerea și consumul anual al acestor uleiuri este considerabilă [4, 58]. Potrivit datelor statistice ale NASS (USDA), consumul mondial total de uleiuri vegetale de bază în 2013/21 corespunde tabelului 5.2.

Tabelul 5.2. Consumul mondial total de uleiuri vegetale în perioada 2013-2021

Tipul uleiului vegetal	Consumul mondial total de uleiuri vegetale, perioada 2013-2021							
	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Ulei de palmier	57,52	57,9	59,38	61,48	66,93	72,46	71,9	75,45
Ulei de soia	45,27	47,73	52,09	53,43	54,48	55,13	56,68	59,48
Ulei de floarea-soarelui	14,14	14,11	15,02	16,22	17,25	17,95	19,53	19,02
Ulei de arahide	5,68	5,37	5,41	5,56	5,74	5,95	6,36	6,17
Ulei de bumbac	5,09	5,06	4,36	4,34	5,05	4,99	5,11	4,89
Ulei de nucă de cocos	3,34	3,29	3,24	3,21	3,42	3,55	3,56	3,67
Ulei de măsline	2,97	2,65	2,81	2,73	2,8	2,9	3,03	3,1
Ulei de rapiță	26,17	27,04	28,27	28,89	28,87	28,06	28,06	27,64

În Republica Moldova se produc un șir de uleiuri vegetale, volumul cărora variază în conformitate cu producția de materie primă anuală. De regulă, aceste uleiuri sunt reprezentate de uleiul de floarea-soarelui, uleiul de soia, uleiul de porumb, din semințe de bostan, de rapiță și uleiul din semințe de struguri [4, 58].

Tabelul 5.3. Volumul de producere a materiilor prime pentru fabricarea uleiurilor vegetale în Republica Moldova în anii 2015-2019

<i>Materii prime</i>	<i>Anul și cantitatea de materie primă, mii tone</i>				
	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>
Porumb	1294	1338	1042	1456	1246
Floarea-soarelui	340	380	375	390	285
Soia	45	60	65	57	43
Struguri	685	635	598	636	510

Din tabelul 5.3 se observă o creștere relativ uniformă a producției de materii prime vegetale nominalizate, excepție făcând anul 2019 în care se constată o descreștere bruscă. Diminuarea producției vegetale (și respectiv a ponderii acesteia în totalul producției agricole) în anul 2019 față de alți ani a fost generată atât de micșorarea suprafețelor însămânțate, cât și de scăderea roadei medii a principalelor culturi agricole [4, 58].

Pe parcursul anilor 2017-2019 se atestă o creștere a producției de uleiuri și grăsimi vegetale și animale în detrimentul faptului că numărul întreprinderilor este în scădere, precum și a personalului de producere [4, 58]. Datele statistice privind dinamica producerii uleiurilor vegetale în Republica Moldova sunt incluse în tabelul 5.4.

Tabelul 5.4. Dinamica producerii uleiului vegetal în Republica Moldova

<i>Anii</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>	<i>2014</i>	<i>2016</i>	<i>2018</i>	<i>2020</i>
Ulei vegetal, mii tone	11,7	12,2	12,6	31,5	43,0	29,3

Micșorarea cantității de ulei produs (tabelul 5.4) se explică prin mai mulți factori, printre care: micșorarea cantității de semințe achiziționate de întreprinderi din motivul lipsei unui mecanism care ar contribui la stabilirea unor relații reciproc avantajoase între întreprinderile de prelucrare și producătorii de materie primă; lipsa pieței de desfacere a produsului finit ș.a. În ultimii ani situația pe piața exportului uleiului s-a ameliorat. Uleiul din Moldova se exportă în Rusia, Ucraina, Belarusia, Țările Baltice, România, Marea Britanie etc.

Pe lângă uleiurile vegetale de bază, care au un spectru larg de utilizare în diferite industrii și în diferite scopuri, există un șir restrâns de uleiuri cu proprietăți curative și valoare biologică sporită [19]. Acestea au un potențial antioxidant sporit datorită compoziției chimice specifice și reprezintă o sursă importantă de nutrienți esențiali, cum ar fi acizii grași, vitaminele, sărurile minerale, compușii fenolici care pot fi utilizate în scopuri terapeutice și profilactice [20].

5.1.2. Uleiurile vegetale - sursă de nutrienți esențiali

Acizii grași esențiali

Grăsimile este singurul macronutrient prezent în uleiurile vegetale. Ea furnizează energie și este purtătoare de nutrienți vitali [36]. Uleiurile vegetale diferă în funcție de proporția acizilor grași de diferite tipuri: saturați, mononesaturați (omega-9), polinesaturați (omega-3 și omega-6). Acizii grași omega-3 și omega-6 sunt considerați esențiali pentru că nu pot fi sintetizați direct de corpul uman și aportul lor trebuie asigurat printr-o rație zilnică [49].

Tabelul 5.5. Conținutul de acizi grași în diferite tipuri de uleiuri vegetale (% din conținutul total al acizilor grași)

Uleiuri vegetale	Saturați					Monone- saturați	Polinesaturați		Raportul nesatur./ saturați
	Acid Capric C10: 0	Acid Lauric C12: 0	Acid Miristic C14: 0	Acid Palmitic C16: 0	Acid Stearic C18: 0	Acid Oleic C18: 1	Acid Linoleic (ω6) C18:2	Acid Linolenic (ω3) C18:3	
De palmier [69]	-	-	0,9	45,3	4,1	39,9	9,8	-	1,0
De soia [25]	-	-	0,1	9,8	4,0	21,1	53,8	8,7	5,7
De floarea-soarelui [69, 70, 71]	-	-	-	7,3	5,1	19,5	68,1	-	7,3
De bumbac [21]	-	-	1,1	20,6	3,1	19,8	54,5	0,9	2,8
De arahide [72]	-	-	-	11,9	2,4	51,8	33,9	-	4,0
De cocos [71]	6,9	48, 5	18,9	10,7	5,3	6,7	2,5	-	0,1
De măsline [73]	-	-	-	13,3	2,9	67,3	13,1	0,6	4,6
De migdale [70]	-	-	-	7,1	2,3	79,9	17,8	-	9,7
De canola [22]	-	-	0,1	3,8	1,9	60,6	20,3	8,8	15,7
De in [69]	-	-	-	4,5	8,9	22,7	17,8	54,2	9,0
De susan [72]	-	-	-	9,2	4,5	41,1	45,2	-	6,6
De porumb [23]	-	-	-	9,5	1,8	29,2	58,5	0,9	6,7
Din semințe de struguri [75]	-	-	-	7,8	4,8	15,1	71,7	0,6	7,3
De nucă [24]	-	-	-	10,1	5,3	28,4	51,2	5,0	5,3
De caise [71]	-	-	5,3	3,1	1,2	52,3	38,1	-	9,4
De cătină [26]	-	-	-	11,5	-	39,8	32,1	16,6	7,3

Acizii grași polinesaturați au un rol important în dezvoltarea cerebrală și funcția retiniană. O dietă deficitară în acizi omega-6 favorizează apariția eczemelor. Acizii omega-3 sunt hipolipemianți (acțiune mult mai importantă comparativ cu acizii omega-6), vasodilatatori, antiinflamatori, putând fi administrați subiecților cu boală

cardiacă ischemică, hipertensiune arterială, dislipidemie, diabet zaharat tip 2, artrită reumatoidă, boala Crohn, psoriazis, bronhopneumopatie cronică obstructivă [30].

Acțiunile acizilor grași esențiali depind de produsele metabolismului intermediar și final [63, 28]. Astfel, acidul linoleic se transformă în acid gamma-linoleic și acid arahidonic, în timp ce acidul alfa-linolenic este metabolizat în acid eicosapentaenoic și acid docohexaenoic [65, 27]. Uleiurile vegetale au compoziție chimică variată, în special în ceea ce ține de compoziția acizilor grași, care este specifică pentru fiecare tip de ulei vegetal și care, până la urmă, definește calitatea acestora [67, 29]. În tabelul 5.5 este dat conținutul acizilor grași al uleiurilor vegetale.

Uleiul din semințe de struguri, pe lângă acidul linoleic și acidul alfa-linoleic, mai conține și alți acizi grași polinesaturați, dar în cantități mai mici (acid palmitic, stearic, oleic, eicosenoic). Având un raport optim omega-6/omega-3, consumul de ulei de struguri conduce la sinteza eicosanoizilor (produși finali ai metabolismului) cu proprietăți antiinflamatorii, vasodilatatoare, antitrombotice și reține procesul aterosclerotic [77, 78, 79]. Uleiul de semințe de struguri poate fi administrat pentru scăderea LDL-colesterolului, scăderea tensiunii arteriale, prevenția cardiovasculară, creșterea imunității, creșterea metabolismului bazal, antiinflamator la persoanele cu boli inflamatorii, scăderea insulinorezistenței la persoanele cu diabet zaharat tip 2, tratarea unor afecțiuni dermatologice, de exemplu, eczemele [80, 81].

Micronutrienții esențiali ai uleiurilor vegetale

Uleiurile vegetale sunt o sursă importantă de vitamina E, care se găsește sub forma de α , β , γ , δ -tocoferoli [41]. Acești antioxidanți naturali constituie un sistem eficient de apărare împotriva radicalilor liberi [86]. Mai mulți savanți susțin teoria conform căreia radicalii liberi provoacă leziuni oxidative, contribuind la dezvoltarea multor boli, la îmbătrânirea organismelor [93]. Printre tocoferolii prezenți în produsele alimentare, α -tocoferolul are mai mare activitate vitaminică, devenind astfel cel mai important factor al sănătății umane și activității biologice [42]. Conținutul de vitamine (β -caroten și vitamina E) în diferite tipuri de uleiuri vegetale este dat în tabelul 5.6.

Tabelul 5.6. Conținutul de vitamine (β -caroten și vitamina E) în uleiurile vegetale [35, 36, 38, 40]

<i>Uleiuri vegetale din:</i>	<i>Cantitatea de vitamine în uleiurile vegetale, mg/100 g ulei</i>			
	<i>β-caroten</i>	<i>vitamina E</i>		
		<i>α-tocoferol</i>	<i>(β+γ)-tocoferol</i>	<i>δ-tocoferol</i>
soia [35]	Urme	6,3	65,1	19,4
canolă [36, 38]	-	19,2	43,1	4,0
floarea-soarelui [40]	-	60,8	2,8	-
măslina [35, 36]	-	9,3	0,73	-
porumb [35, 40]	Urme	11,0	75,1	7,4
semințe de struguri [40]	Urme	135	5,0	-

Din tabelului 5.6 se observă că conținutul de β -caroten este mic, pe când al vitaminei E este destul de mare. Și se mai observă că uleiul de floarea-soarelui și cel din semințe de struguri sunt bogate în α -tocoferol, pe când uleiul de soia și cel de porumb – în β și γ tocoferol.

Uleiul din semințe de struguri se caracterizează prin valoare biologică sporită în comparație cu alte uleiuri și se deosebește prin conținut înalt de vitamine, dar și prin conținut de substanțe minerale: zinc, cupru, seleniu [11, 12, 77, 78, 79].

5.1.3. Uleiul din semințe de struguri – materie primă de perspectivă pentru obținerea produselor alimentare cu destinație funcțională

Republica Moldova este o țară agrară, cea mai importantă și dezvoltată fiind ramura vitivinicolă. În vinificație, gradul de utilizare a strugurilor în calitate de materie primă pentru producerea vinurilor sau sucurilor atinge valoarea maximală de 80%, ceea ce duce la formarea în volume considerabile a produselor secundare (tescovină, ciorchini, drojdie, piatră de vin ș.a.) [9, 42, 43]. Datorită compoziției chimice, produsele secundare vinicole reprezintă o materie primă foarte prețioasă pentru fabricarea unui șir de produse noi [44, 77, 78, 79], care au un rol important în economia națională. O atenție deosebită în prelucrarea deșeurilor vinicole îi revine utilizării raționale a semințelor de struguri.

Analiza experienței acumulate în țările cu ramura de vinificație dezvoltată (Italia, Franța, Spania, Germania ș.a.) a demonstrat perspectiva utilizării semințelor de struguri pentru producerea uleiului de struguri [11, 12, 13, 22, 45].

Lilia Podgurschi de la Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu” din Republica Moldova a efectuat cercetări privind utilizarea uleiului din semințe de struguri la tratamentul complex al ulcerului duodenal. S-a demonstrat că uleiul din semințe de struguri a determinat o reducere rapidă și exprimată a lipoperoxidării și a activității antioxidante în mucoasa gastrică, sucul gastric și în ser. Includerea în tratamentul complex a uleiului din semințe de struguri potențează acțiunea preparatelor antisecretorii și antibacteriene, manifestând, totodată, o acțiune antiinflamatorie, citoprotectoare, regeneratoare și antioxidantă [10].

Proprietățile uleiului din semințe de struguri descrise se datorează conținutului de proantocianidine, care fac parte din clasa polifenolilor și sunt agenți antioxidanți cu o capacitate antioxidantă de 50 ori mai mare decât cea a vitaminei E și de 20 de ori mai mare decât a vitaminei C [77, 78, 79, 80].

Studiile efectuate *in vivo* de către un grup de cercetători de la Departamentul de Biologie Celulară a Centrului Național de Cercetare, Dokki, Egipt demonstrează utilitatea polifenolilor din ulei din semințe de struguri pentru tratarea afecțiunilor neuronale ca urmare a consumului cronic de etanol [47].

Cercetările efectuate *in vivo* asupra șobolanilor de către X. Ye, R.L. Krohn, W. Liu, S.S. Joshi, C.A. Kuszynski, T.R., McGinn, M. Bagchi, H.G. Preuss, S.J. Stohs și D. Bagchi1 (Washington, DC, SUA) arată că proantocianidinele din uleiul din semințe de struguri au efect pozitiv în tratarea celulelor cancerigene ale omului [48]. Așadar, rezultatele cercetărilor menționate pot fi explicate prin structura chimică a proantocianidinelor, care au un număr mare de grupări – OH și care le imprimă

activitatea antioxidantă pronunțată a acestor compuși. Structura chimică generală a proantocianidinelor din uleiul din semințe de struguri este reprezentată în figura 5.2.

Obținerea produselor alimentare cu proprietăți funcționale și cu valoare biologică sporită din surse naturale, inclusiv vegetale, este o direcție strategică a industriei alimentare. Un interes deosebit reprezintă sursele autohtone de produse industriale secundare, precum sâmburii de fructe, semințele de struguri etc.

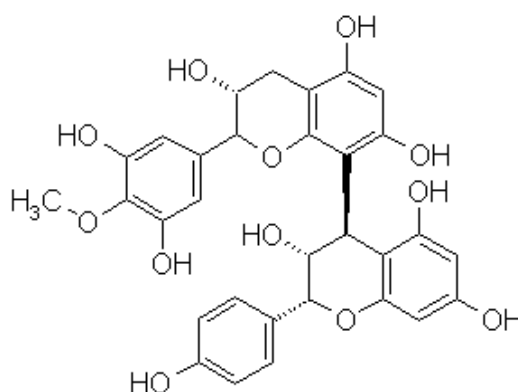


Figura 5.2. Structura chimică generală a proantocianidinelor din uleiul din semințe de struguri

Analiza brevetelor, apărute în perioada 2000-2021, denotă că cercetările privind utilizarea semințelor de struguri pentru obținerea compușilor de valoare sunt în plină desfășurare, aducându-și aportul la obținerea diferitelor produse, care ulterior vor fi folosite în medicină, industria cosmetică și nu în ultimul rând în industria alimentară.

Majoritatea invențiilor se referă la astfel de produse, cum ar fi:

- produsele lipidice (în calitate de bază lipidică) [18];
- produsele alimentare cu proprietăți funcționale [20];
- produsele dietetice (substituent al grăsimilor animale) [25];
- produsele de cofetărie și patiserie (substituent de cacao, bază lipidică pentru creme și alte preparate dulci) [28].

Aceste studii demonstrează că uleiul din semințe de struguri are compoziție biologic activă cu un conținut sporit de antioxidanți naturali. Elaborând tehnologiile noi pentru produsele alimentare cu adaos de ulei din semințe de struguri, putem obține alimente cu valoare biologică sporită, cu proprietăți funcționale care pot avea o acțiune pozitivă asupra organismului uman.

Una dintre modalitățile posibile de creare a produselor alimentare cu destinație funcțională cu utilizarea uleiului din semințe de struguri poate fi considerată elaborarea tehnologiei de obținere a emulsiilor alimentare cu valoare biologică sporită. Această direcție de cercetare este justificată prin brevete de invenție, unde în calitate de bază pentru emulsiile alimentare au fost utilizate amestecuri de uleiuri vegetale [49].

5.1.4. Emulsiile alimentare – caracteristică, clasificare, structură

Emulsiile alimentare sunt baza multor produse alimentare, iar proprietățile lor definesc într-o mare măsură calitatea alimentelor. Prin urmare, interesul teoretic și practic față de emulsiile alimentare este mare. Cercetările științifice sunt orientate mai mult spre diferite aspecte, caracteristici, comportamente și aplicarea acestora în emulsiile alimentare [50, 51].

Emulsiile alimentare sunt descrise detaliat în monografiile lui Becher (1965) și Sherman (1968), precum și în multiple articole științifice și lucrări [22, 53, 54]. De asemenea, au fost publicate rezultatele cercetărilor privind sistemele de emulsie ulei-în-apă. O serie de studii vizează caracteristicile de bază și factorii care influențează comportamentul, calitatea și proprietățile emulsiilor alimentare [35, 56].

Emulsiile sunt sisteme lichide multifazice constituite din apă, ulei și surfactanți, formând lichide optic izotropice și termodinamic stabile. În general, emulsiile (simple sau multiple) au stabilitate limitată. Pentru a forma emulsii trebuie încetinită/micșorată destabilizarea cinetică prin utilizarea unor agenți activi de suprafață. Formarea sistemelor de acest gen este un proces complex, care implică generarea și stabilizarea unei noi interfețe ulei-apă. Tipul de emulsie (apă/ulei sau ulei/apă) depinde de un număr anumit de factori, incluzând surfactantul, raportul de ulei-apă, temperatura, concentrația de sare și prezența unor cosurfactanți și altor cosoluuții [47, 58].

În prezent, sistemele de emulsii joacă un rol-cheie în alimentația publică. Majoritatea produselor alimentare naturale sau prelucrate în cadrul proceselor industriale au formă de emulsii. Aceste alimente sunt laptele, smântână, sucurile de fructe, supele, pastele, sosurile pentru salate, maioneza (emulsie U/A), untul, margarina (emulsie A/U) ș.a. Diversitatea caracteristicilor fizico-chimice și organoleptice ale acestor alimente este rezultatul diferitelor tipuri de ingrediente folosite la prepararea lor, precum și condițiile de tratament tehnologic pentru a le aduce la starea finală [29, 60].

Formarea unei emulsii presupune creșterea suprafeței interfaciale dintre cele două faze nemiscibile, fiind însoțită de creșterea energiei libere. În cazul micșorării tensiunii interfaciale până la zero, sistemele emulsionează spontan, formând microemulsii [41, 62]. O emulsie poate fi obținută utilizând diferite procese, precum:

- ✓ autoemulsionarea;
- ✓ omogenizarea;
- ✓ dispersia mecanică.

Conform polarității fazelor dispersă și continuă, se disting emulsii directe, de tipul ulei în apă (U/A) așa ca maioneza, diverse sosuri, laptele și înghețata, și emulsii indirecte, apă în ulei (A/U), de exemplu, untul și margarina [63, 84].

În emulsiile directe picăturile de ulei sunt dispersate în apă și stabilizate de către un emulsifiant. În cazul emulsiilor indirecte, picăturile de apă sunt dispersate în ulei și stabilizate de către un emulsifiant solubil în apă.

După concentrația fazei disperse se disting emulsii diluate, în care partea de volum a fazei disperse constituie aproximativ 0,1% din volumul total, emulsii

concentrate, cu concentrația fazei disperse de 74%, și emulsii gelatinoase, în care concentrația fazei disperse variază între 74 și 99,7 % [65].

Conform numărului fazelor emulsiilor, acestea se clasifică în emulsii simple – caracterizate de o fază dispersată în faza continuă (A/U sau U/A) și emulsii duble sau multiple (directe A/U/A sau indirecte U/A/U), care constituie o emulsie simplă dispersată într-o fază continuă externă [66] (fig.5.3).

În funcție de dimensiunile particulelor dispersate și aspectul general al emulsiei există: macroemulsii (emulsii opace) în care diametrul picăturilor dispersate este cuprins între 0,1-10 μm , ceea ce le conferă un aspect lăptos; microemulsii (emulsii micelare) în care diametrul picăturilor dispersate este cuprins între 0,05-0,1 μm și au un aspect aproape transparent și o vâkozitate mai mare de 1 la 20°C cu viteza tangențială $Dr\ 3\ \text{s}^{-1}$, Pa·s [67].

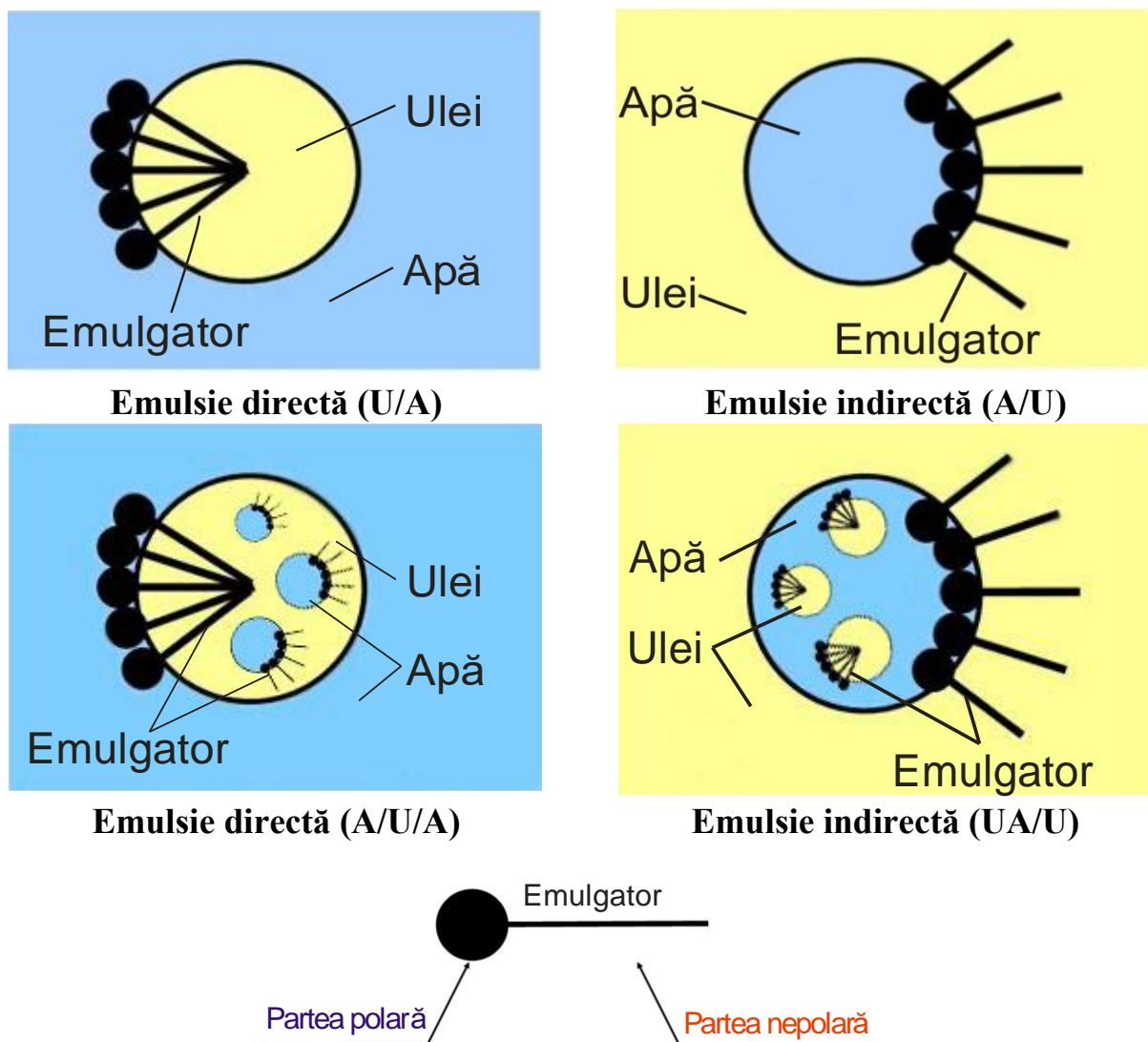


Figura 5.3. Reprezentarea schematică a diferitor tipuri de emulsii

5.1.5. Premisele teoretice ale creării emulsiilor alimentare cu destinație funcțională

Menținerea sănătății omului este una dintre problemele actuale ale contemporaneității. Un factor important, care determină sănătatea, este alimentația [1, 3, 5]. La baza concepției moderne cu privire la alimentație stă principiul alimentației optime, care prevede asigurarea adecvată a necesităților organismului uman nu doar cu energie, macro- și micronutrimente esențiale, ci și cu un șir întreg de componente minori ai produselor alimentare. Din punct de vedere al tehnologiei produselor alimentare, soluționarea problemei alimentației optime este indisolubil legată de crearea așa-numitor produse funcționale, care pot fi considerate surse de nutrimente necesare organismului, precum și factor care intensifică funcțiile de protecție ale acestuia [7, 19, 25].

O direcție importantă privind elaborarea produselor alimentare cu destinație funcțională este reducerea valorii calorice, precum și înlocuirea componentelor nedorite ale rețetei din conținutul produsului cu componente ce conțin ingrediente fiziologice funcționale [18, 28, 68].

În legătură cu aceasta, elaborarea rețetelor produselor noi trebuie să includă adaosuri biologice active de origine vegetală, dintre care cele mai perspective sunt adaosurile ce dețin un complex de caracteristici funcționale fiziologice și tehnologice, cu o eficacitate înaltă a acționării acestora în sistemele alimentare [29, 37, 69]. Doar în acest caz poate fi asigurată totalitatea caracteristicilor tehnologice și valoare fiziologică înaltă a produselor create.

Sortimentul produselor funcționale ale producătorilor autohtoni este limitat, fiind în mare măsură condiționat de lipsa adaosurilor alimentare biologice active autohtone cu caracteristici tehnologice și fiziologice funcționale efective.

Una dintre căile efective ar fi crearea emulsiilor alimentare cu destinație funcțională, care presupune elaborarea unor sisteme disperse cu multe componente și care conțin ingrediente fiziologice funcționale. La crearea emulsiilor alimentare cu destinație funcțională este importantă utilizarea adaosurilor care combină funcțiile tehnologice, cele mai importante fiind emulgarea, modificarea consistenței și asigurarea stabilității în timpul păstrării.

În acest caz, urmează să se țină cont de compoziția acizilor grași, în special a celor polinesaturați, respectarea unui raport optim al acizilor ω -3: ω -6, care sunt esențiali pentru funcționarea normală a organismului uman. Acest scop poate fi realizat prin elaborarea unor compoziții de uleiuri vegetale cu proprietăți și compoziție chimică bine cunoscută. Elaborarea unor asemenea tehnologii de obținere a emulsiilor alimentare pe bază de amestecuri de uleiuri vegetale au fost studiate de Șlenscaia T.V. (RU), Paronean V.H. (RU), Voscanean O.S. (RU), Tirsina A.V. (RU), Screabina N.M. (RU), Rahimullina R.Z. (RU), Camișan E.M. (RU), Iusov S.M. (RU) ș.a. [37, 70, 86].

Elaborarea unor metode efective de producere a emulsiilor alimentare cu destinație funcțională cu adaos de extracte din materia primă vegetală de origine locală, dar și cu efect sinergic este o problemă actuală și de perspectivă.

5.1.6. Stabilitatea emulsiilor alimentare

Cele mai importante proprietăți ale emulsiilor alimentare sunt: stabilitatea, comportamentul reologic, textura și aroma [87]. Factorii care au influență asupra acestor proprietăți pot fi generalizați după cum urmează: tipul, concentrația emulgatorilor și faza uleiului, metoda de omogenizare și emulsionare, fază continuă. În ceea ce privește tehnologiile de preparare a emulsiilor alimentare, este rezonabil a fi utilizați emulgatori și stabilizatori din compoziții naturale și încorporarea uleiurilor vegetale cu valoare biologică sporită.

Stabilitatea fizică a emulsiilor

Emulsiile sunt sisteme eterogene a căror stabilitate în timp este limitată [7, 8]. Prin modificarea mărimii particulelor și a numărului acestora apare fenomenul de nestabilitate și starea inițială a sistemului se schimbă.

Se disting patru mecanisme de destabilizare a emulsiilor mecanisme care sunt reprezentate în figura 5.4 [46, 58, 88].

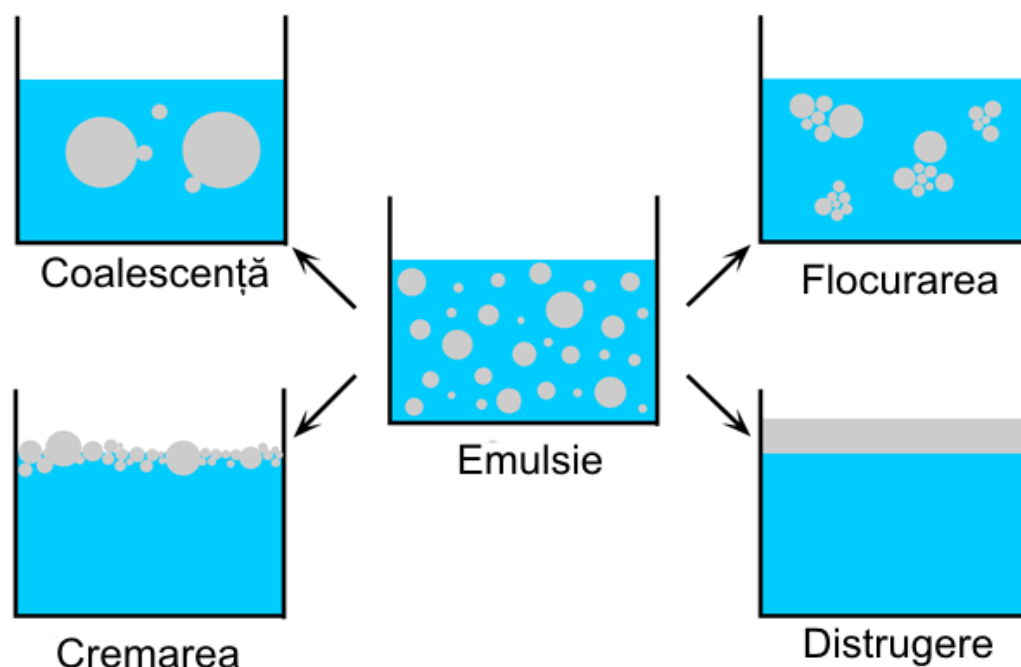


Figura 5.4. Mecanismele de destabilizare a emulsiilor

Cremarea – este separarea în două emulsii, din care una este mai concentrată în picături decât cealaltă. Ea nu reprezintă o rupere definitivă a emulsiei: prin agitare, emulsia revine la starea inițială. Este posibilă uniformizarea, deoarece particulele sunt înconjurate de un strat emulgator [89].

Flocularea - ruperea sau separarea completă a celor două faze. Particulele fazei disperse se grupează formând agregate. În continuare are loc **coalescența**, când picătura fuzionează, ceea ce duce la separarea completă a fazelor. Ultima fază – **distrugerea** reprezintă o rupere completă a emulsiei [45].

Stabilitatea oxidativă a emulsiilor

În ultimul timp, o atenție deosebită este acordată cercetărilor privind oxidarea emulsiilor de tip ulei-în-apă [34, 48, 90]. Motivul constă în varietatea emulsiilor

alimentare pe piața mondială și disponibilitatea lor ca produse alimentare utilizate zilnic de populație. Oxidarea lipidelor a fost studiată în grăsimi și uleiuri, precum și în lipidele emulsionate [5, 8, 15, 29, 91].

Factorii care afectează stabilitatea oxidativă a emulsiilor de tip ulei-în-apă sunt structura chimică a lipidelor, caracteristicile interfaciale, caracteristicile picăturilor (concentrația, dimensiunile) și interacțiunea cu componentele fazei apoase (sare, zaharuri, proteine) [24, 36, 42, 92].

Procesul de oxidare a lipidelor depinde de tipul emulgatorului și uleiului emulsionat [11, 18, 46]. În multe cercetări privind oxidarea emulsiilor de tip ulei-în-apă, emulsiile au fost pregătite cu surfactanți sintetici, în timp ce proteinele naturale sunt recomandate pentru uz alimentar. Reacțiile de oxidare a lipidelor sunt asemănătoare pentru toate produsele alimentare cu conținut lipidic, dar diferiți factori pot afecta viteza de oxidare în fiecare sistem aparte. Unii dintre cei mai importanți factori care afectează oxidarea lipidelor în emulsiile alimentare sunt tipul emulgatorului, pH [93], prezența urmelor de metale cum ar fi fierul și a condițiilor tehnologice din procesul de emulsionare [94]. Dimensiunea picăturilor și, prin urmare, suprafața interfacială totală, de asemenea, poate avea impact asupra ratei de oxidare [56, 67, 78]. În celelalte tipuri de alimente, tratamentul termic și procesele de amestecare vor afecta, de asemenea, stabilitatea oxidativă a produsului finit [59, 70]. De exemplu, în cazul alimentelor solide coapte, cum ar fi produsele de panificație, temperatura și durata de coacere va influența viteza de oxidare. În toate tipurile de alimente, viteza de oxidare poate fi, de asemenea, afectată de interacțiunile dintre diferite ingrediente [61, 72].

În alimente activitatea antioxidantă depinde de structura (numărul și poziția grupelor hidroxil legate de inelul aromatic) și reactivitatea chimică a antioxidantului [43, 64]. Activitatea acestor antioxidanți în sistemele alimentare va depinde, la fel, de alți factori cum ar fi amplasarea lor fizică, pH și interacțiunea cu alte ingrediente în produsele alimentare [35, 66]. Eficacitatea antioxidantă este afectată de mecanismul de oxidare concret care predomină în sistemul de alimentare. Prin urmare, eficacitatea antioxidantilor naturali variază în mod semnificativ în diferite tipuri de alimente [67, 78].

Oxidarea lipidelor este unul dintre cele mai importante procese de deteriorare a produselor alimentare cu conținut lipidic [17, 80]. Acest proces poate fi redus de antioxidanți, care pot fi prezenți în componența naturală a produselor alimentare sau care pot fi adăugați intenționat, așa ca antioxidanții sintetici [14, 16, 28, 49].

În ultimul timp se constată un interes sporit față de înlocuirea antioxidantilor sintetici prin compuși naturali cu activitățile antioxidante pentru a evita sau a minimiza utilizarea aditivilor alimentari sintetici [19, 72]. Acidul ascorbic și tocoferolii sunt cei mai importanți antioxidanți naturali comerciali [46, 82, 83, 84]. Alte surse de antioxidanți naturali sunt carotinoizii, flavonoidele și acizii fenolici [24, 55]. În ultimii ani, compușii fenolici, cum ar fi acizii hidroxicinamici, acidul cafeic și acidul cumaric au fost evidențiați datorită potențialului lor de activitate antioxidantă [36, 58, 64].

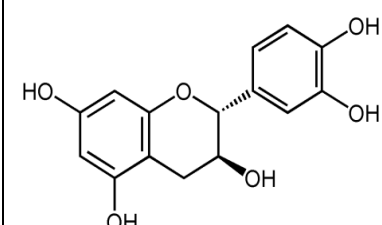
5.1.7. Proprietățile antioxidante ale polifenolilor

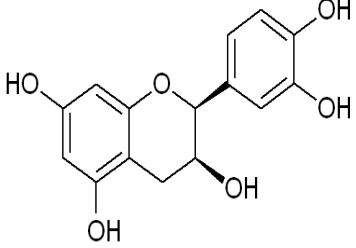
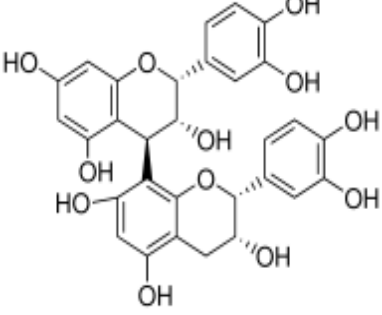
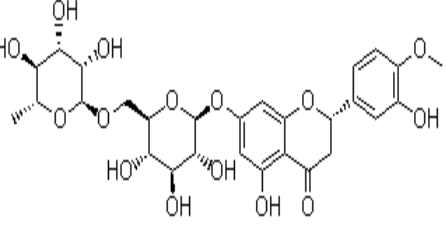
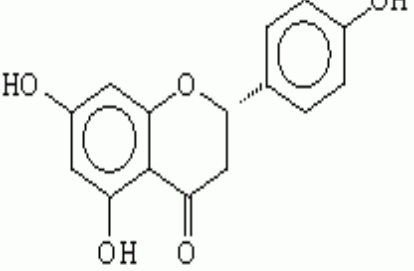
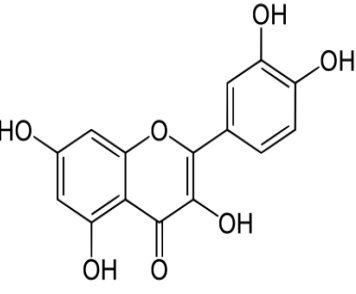
Polifenolii - compuși aromatici care conțin grupări – OH pe inelul benzenic. La polifenolii naturali se referă flavonoidele și acizii fenolici, alcoolii fenolici, precum și taninele, ligninele și stilbenele formate pe baza lor [31, 39, 42, 54]. Interesul pentru polifenoli este cauzat de faptul că acești compuși sunt capabili să reducă riscul de ateroscleroză, cancer și boli cardiovasculare. Se consideră că aceste proprietăți se datorează activității antioxidante înalte a polifenolilor. Ca urmare, acești compuși pot inhiba procesele de oxidare, proteja biomoleculele (membrane de lipide, proteine, ADN) de oxidare [72]. Astfel, cercetarea activității antioxidante a polifenolilor reprezintă un interes deosebit pentru dezvoltarea industriei alimentare.

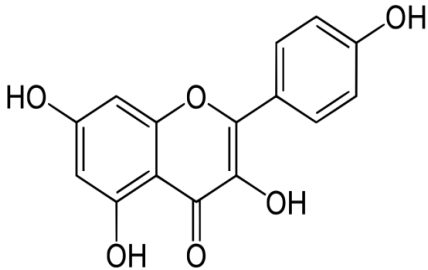
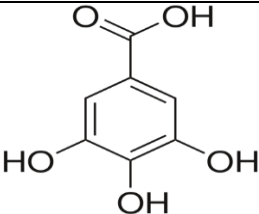
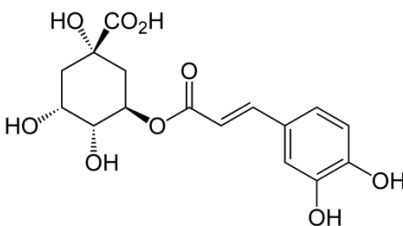
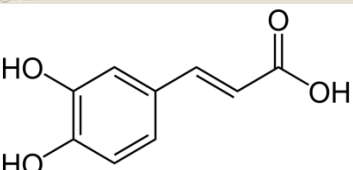
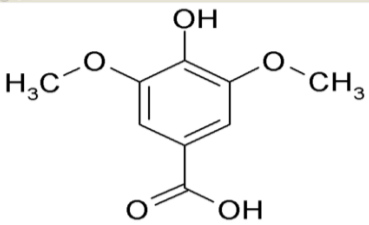
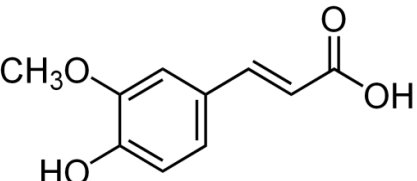
Compușii polifenolici pot fi caracterizați prin activitate antioxidantă, ceea ce se poate demonstra prin cantitatea de molecule oxidate neutralizate de o singură moleculă de antioxidant [23]. Aceste proprietăți sunt determinate de structura antioxidantului și mecanismul reacției. E de menționat că numărul de grupări OH disponibile, precum și produsele de reacție (dimere sau quinone), sunt capabile a intra în reacție cu radicalii liberi DPPH și, prin urmare, influențează direct activitatea antioxidantă a polifenolilor, mărindu-o [11, 13, 16].

Dintr-o mulțime de suplimente naturale, cele provenite din materii prime de origine vegetală corespund în mare măsură cerințelor prevăzute pentru produsele respective [12, 14, 17]. Astfel, prin extracție din materia vegetală de origine autohtonă pot fi identificate astfel de substanțe utile cum ar fi polifenolii, care au activitate antioxidantă sporită. Anume formarea compușilor fenolici este una dintre caracteristicile deosebit de importante ale celulei vegetale [15, 18]. Polifenolii manifestă activitate antioxidantă puternică datorită caracteristicilor lor structurale. Molecula polifenolului este formată din două sau mai multe inele benzoice adiționate la atomi de grupurile hidroxil, care determină efectul antioxidant al polifenolului [19, 23]. Structura chimică, precum și unele surse de polifenoli cu indicarea numărului de grupări –OH, capabile a intra în reacție cu radicalii liberi, sunt expuse în tabelul 5.7.

Tabelul 5.7. Caracteristica proprietăților antioxidante ale polifenolilor alimentari

<i>Polifenolii</i>	<i>Sursa</i>	<i>Structura chimică</i>	<i>Numărul de grupări-OH</i>	<i>Referință</i>
Flavanole				
Catechin	Vin roșu, ceai negru, mere, caise, struguri, prune, afine, mure		5	[29]

<i>Polifenolii</i>	<i>Sursa</i>	<i>Structura chimică</i>	<i>Numărul de grupări-OH</i>	<i>Referință</i>
Epicatechin	Ciocolată, ceai verde, hrișcă, fasole		5	[34]
Proantocianidine	Extracțe din semințe de struguri, ulei din semințe de struguri		10	[47]
Flavanone				
Hesperitin	Suc de lămâie, portocale, suc de portocale, grapefruit, suc de mandarine		8	[25]
Naringenin	Portocale, grapefruit, lămâie, mentă		3	[20]
Flavonole				
Cvercetina	Mere, ceapă, hrișcă, ardei dulce, țelină, broccoli, leuștean, pătrunjel		5	[27]

<i>Polifenolii</i>	<i>Sursa</i>	<i>Structura chimică</i>	<i>Numărul de grupări-OH</i>	<i>Referință</i>
Campferolul	Țelină, ceapă, leuștean, chimen dulce, ardei dulce, roșii, frunze de spanac, pătrunjel, salată verde		4	[18]
Acizi fenolici				
Acid galic	Ceai negru, vin roșu, cartofi, frunze de salată		3	[14] [48]
Acid clorogenic	Cafea, afine, pere, cireșe, mere, portocale, leuștean		5	[55] [67]
Acid cafeic	Vin roșu, ardei dulce, leuștean		2	[15] [25] [46]
Acid siringic	Afine, pere, cireșe, mere, portocale, grapefruit, ardei dulce		1	[14] [56]
Acid ferulic	Suc de cireșe, suc de mere, lămâie, piersici, ardei dulce		1	[28] [39]

După cum se observă din tabelul 5.7, principala sursă de compuși polifenolici sunt fructele, legumele, plantele aromatice. Republica Moldova, fiind țară agrară, are

un sortiment bogat de produse vegetale. În cadrul cercetărilor noastre au fost folosite surse vegetale de origine autohtonă, și anume, unele plante aromatice – pătrunjelul și leușteanul; ardeiul dulce de diferite soiuri. Compoziția și conținutul polifenolilor din pătrunjel, leuștean și ardei dulce sunt date în tabelul 5.8.

Tabelul 5.8. Compoziția și conținutul polifenolilor din pătrunjel, leuștean și ardei dulce

<i>Denumirea polifenolului</i>	<i>Conținutul polifenolilor, mg/100g</i>				<i>referință</i>
	<i>pătrunjel</i>	<i>leuștean</i>	<i>ardei dulce verde</i>	<i>ardei dulce roșu</i>	
Flavonole					
Apigenina	302,00	-	-	-	[5], [16], [14]. [24], [65], [68] [86], [87], [78]
Lutelina	1,24	-	0,69	0,63	
Campferolul	0,44	7,00	-	-	
Cvercetina	0,33	170,00	0,65	-	
Miricetină	8,08	-	-	-	
1	2	3	4	5	6
Acizi fenolici					
Acid clorogenic	-	1,362	-	-	[12],[15], [18], [23], [28], [29] [32], [37] [49], [57]
Acid feriluc	-	-	0,37	0,55	
Acid cafeic	-	2,121	1,3	1,2	
Acid vanilic	-	-	0,17	0,31	
Acid cumaric	-	-	0,15	0,31	
Acid sinapic	-	-	0,18	0,38	

Pentru aceasta este necesară elaborarea tehnologiei de extragere a polifenolilor din materia primă, dar și asigurarea păstrării lor. De altfel, stabilitatea polifenolilor va depinde în mare măsură de metoda de extragere și de mediul de păstrare a lor. Unul dintre domeniile promițătoare ale cercetării științifice în prezent este obținerea compușilor polifenolici prin extracție și încorporarea acestora în diferite alimente [15, 16].

Utilizarea diferitelor metode de extracție cu scopul obținerii compușilor polifenolici este cea mai oportună din punct de vedere al păstrării polifenolilor și posibilității utilizării lor în diferite scopuri. Însăși metoda de extragere propriu-zisă, trebuie să fie aleasă cu condiția păstrării la maxim a substanțelor prețioase. Încorporarea extractelor în diferite produse alimentare poate micșora procesele de degradare și ameliora valoarea biologică a produselor alimentare.

5.2. Emulsii alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită

Maionezele reprezintă emulsii alimentare complexe fin dispersate, de tip direct, în care faza de dispersie este repartizată sub formă de mici picături în mediul de dispersie, delimitate printr-o interfață de separare. Tipurile de maioneză se disting, în general, prin compoziția rețetei, tipul stabilizatorului și emulgatorului [17].

O tendință actuală a dezvoltării industriei uleiurilor vegetale este producerea maionezelor în baza amestecului de uleiuri vegetale de diverse tipuri, luând în considerație conținutul de acizi grași ai acestora. Această direcție este una prioritară, deoarece nici unul dintre uleiurile vegetale individuale nu asigură corelația de acizi grași ω -3 și ω -6, recomandată de către specialiști, de aceea, pentru obținerea maionezelor cu valoare biologică înaltă, este necesar ca, în primul rând, să fie creat un produs echilibrat din punct de vedere al conținutului de acizi grași [7, 8, 9, 12, 28, 35, 48, 58].

În baza calculului corelației acizilor grași au fost elaborate sisteme duble de uleiuri vegetale (de floarea-soarelui și din semințe de struguri), apropiate de indicatorii recomandați prin corelația acizilor grași ω -3 și ω -6. Ulterior cercetările au fost axate pe elaborarea rețetelor și evaluarea indicatorilor fizico-chimici și organoleptici ai maionezelor cu destinație funcțională, care ar putea avea caracteristici profilactice. Deoarece un conținut important de acizi polinesaturați implică și un grad sporit de oxidabilitate a produsului, cercetarea stabilității oxidative a constituit un criteriu esențial de acceptabilitate.

5.2.1. Elaborarea tehnologiei de obținere a emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită

În calitate de ingrediente pentru obținerea mostrelor experimentale de maioneză s-a utilizat: ulei de floarea-soarelui dublu rafinat și dezodorizat, ulei din semințe de struguri rafinat și dezodorizat, praf de ouă, lapte praf degresat, zahăr, muștar praf, oțet de 3%, bicarbonat de sodiu, sare de bucătărie, apă dedurizată, emulgator. Toate produsele alimentare utilizate au fost în corespundere cu cerințele de calitate ale standardelor tehnice [28, 34, 39, 45, 57].

Uleiul din semințe de struguri a fost ales în calitate de component de înnobilitare datorită conținutului înalt de acizi grași polinesaturați (linoleic și linolenic), antioxidanți naturali, așa ca vitamina E (α , β , γ) și polifenoli (proantocianidine) [12, 78, 87, 94].

Cu toate acestea, o atenție deosebită în lucrare s-a atras posibilei influențe a ingredientelor introduse asupra calității produsului. Dat fiind faptul că în cadrul procesului tehnologic de obținere a emulsiei de maioneză are loc o condiționare reciprocă a diverselor sisteme, regrouparea componentelor conduce la obținerea unui produs nou, care diferă prin caracteristici ale materiei prime inițiale. În același timp, gradul de dispersie influențează mult caracteristicile reologice [5, 9, 15, 39, 41, 68, 72, 92, 94].

Scopul acestor studii a fost direcționat spre stabilirea influenței uleiului din semințe de struguri și cantitatea acestuia asupra indicilor de calitate ai maionezei. Pentru aceasta au fost studiați indicii reologici, și anume: viscozitatea efectivă a

maionezelor, nivelul de distrugere și restabilire a structurii maionezelor prin descrierea curbelor variației viscozității efective la tensiunea tangențială. Pentru investigații s-au preparat 4 mostre experimentale de maioneză care diferă prin conținutul de ulei din semințe de struguri (tab.5.9).

Tabelul 5.9. Rețetele emușiilor alimentare experimentale de tip maioneză

Nr. d/o	Ingrediente	Rețete propuse			
		Martor	Emulsie alimentară de tip maioneză cu adaos de ulei din semințe de struguri		
			10%	20%	30%
		nr.1	nr.2	nr.3	nr.4
1	Ulei de floarea-soarelui (g)	50	45	40	35
2	Ulei de semințe de struguri (g)	-	5	10	15
3	Praf de ouă (g)	5	5	5	5
4	Lapte praf degresat (g)	4	4	4	4
5	Zahăr (g)	1	1	1	1
6	Muștar praf (g)	0,5	0,5	0,5	0,5
7	Oțet 3% (ml)	2,5	2,5	2,5	2,5
8	Bicarbonat de sodiu (g)	0,2	0,2	0,2	0,2
9	Sare (g)	0,5	0,5	0,5	0,5
10	Stabilizator (g)	0,7	0,7	0,7	0,7
11	Apă dedurizată (g)	35,6	35,6	35,6	35,6
12	% grăsimi/total	50/100	50/100	50/100	50/100

Pentru obținerea maionezei cu valoare biologică sporită 10, 20 și 30%, respectiv, uleiul de floarea-soarelui a fost înlocuit cu ulei din semințe de struguri. Mostrele de maioneză au fost pregătite în conformitate cu următoarele operații tehnologice: se prepară pasta de maioneză din lapte praf degresat, praf de ouă, bicarbonat de sodiu, praf de muștar; emulgatorul se amestecă în raport de 1:2 cu ulei de floarea-soarelui. Toate componentele se amestecă și se adaugă sare și zahăr. Uleiul vegetal era adăugat treptat printr-un jet subțire la amestecarea continuă într-un singur sens.

La obținerea mostrelor de maioneză cu valoare biologică sporită, uleiul de floarea-soarelui a fost introdus la început, iar uleiul din semințe de struguri – mai târziu. Acest procedeu tehnologic a fost utilizat în scopul reducerii influenței procesului de emulgare asupra valorii biologice a uleiului din semințe de struguri. Când uleiul vegetal a fost combinat cu praful de ouă într-o masă densă omogenă, s-a adăugat oțet de 3%.

Mostrele de maioneză obținute au fost puse în containere de masă plastică sterile, închise ermetic cu capace și păstrate timp de 24 ore la temperatura de 4-6°C, după care au fost efectuate analizele corespunzătoare.

5.2.2. Indicii fizico-chimici de calitate ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită

Pe baza amestecurilor bicomponente de uleiuri vegetale au fost preparate mostrele de emulsii alimentare, investigați și cercetați indicii fizico-chimici de calitate (tabelul 5.10).

Tabelul 5.10. Indici fizico-chimici de calitate ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cercetate

Nr. d/o	Denumirea indicelui	Caracteristica și valoarea indicelui			
		Probleme emulsiilor alimentare cercetate			
		Martor	Emulsie alimentară de tip maioneză cu adaos de ulei din semințe de struguri		
			10%	20%	30%
nr.1	nr.2	nr.3	nr.4		
1	Conținut de grăsime, %, nu mai puțin	50,0±0,01	50,0±0,01	50,0±0,01	50,0±0,01
2	Umiditate, %, max.	46,39±0,02	46,33±0,03	46,36±0,02	46,38±0,02
3	Indice de aciditate, % acid acetic, max.	0,48±0,01	0,48±0,01	0,49±0,02	0,49±0,01
4	Indice de peroxid, mmol/g produs	9,8±0,2	11,1±0,1	11,5±0,1	18,3±0,2
5	Diene conjugate, μmol/g produs	14,03±0,04	14,39±0,06	14,63±0,04	14,89±0,03
6	Triene conjugate, μmol/g produs	2,31±0,03	2,31±0,04	2,43±0,03	2,56±0,05
7	Indicele de p-anisidină, u.c.	0,56±0,02	0,58±0,01	0,61±0,01	0,61±0,02
8	Stabilitate, %	98,1±0,3	98,2±0,1	98,7±0,2	98,4±0,2
9	pH	3,8±0,1	4,0±0,1	4,0±0,1	4,1±0,1
10	Viscozitate efectivă la 200°C și viteza de deplasare Dr 3 s-1, Pa·s	11,0±0,2	14,7±0,3	16,5±0,2	12,8±0,3

Emulsiile elaborate se caracterizează prin indici organoleptici și fizico-chimici înalți și corespund cerințelor de calitate ale standardelor tehnice pentru maioneză.

Rezultatele spectroscopiei infraroșii a mostrelor emulsiilor de maioneză cercetate (fig.5.5) demonstrează prezența în maioneze a două tipuri de vibrații moleculare: de valență și de deformare, indiferent de cantitatea de ulei din semințe de struguri introdus.

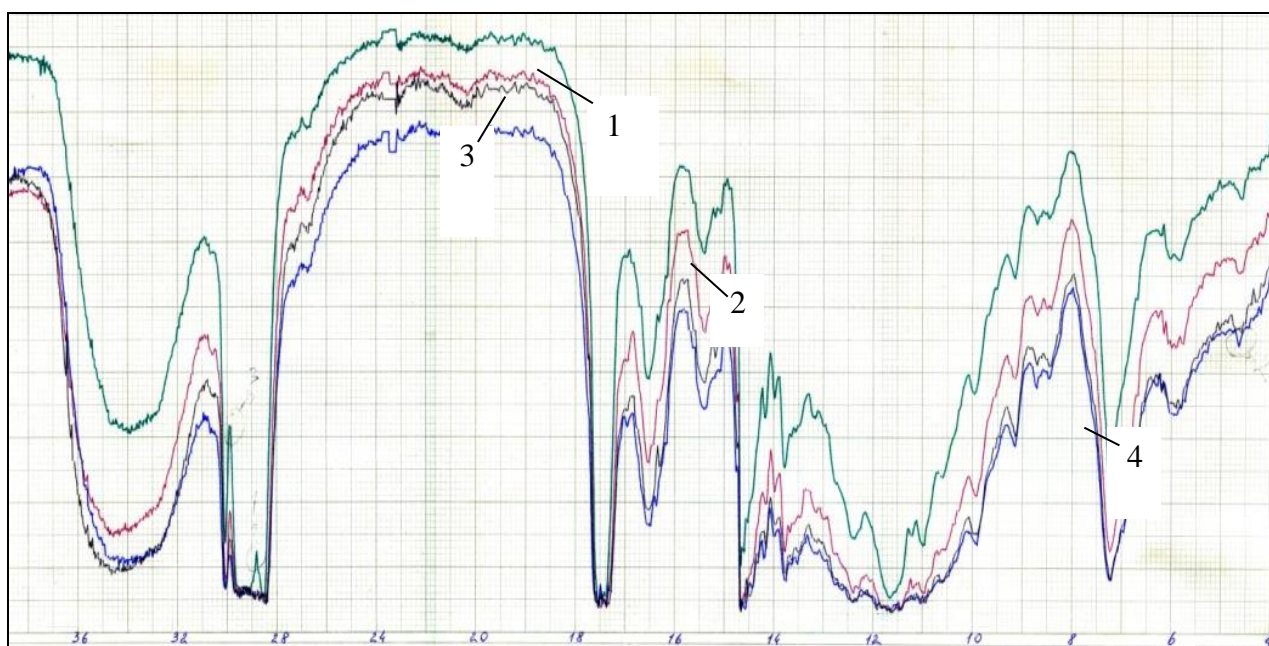


Figura 5.5. Spectrele de absorbție IR ale emulsiilor alimentare de tip maioneză investigate: 1 - proba-martor (100% ulei de floarea-soarelui); 2, 3, 4 - emulsie prin înlocuirea uleiului de floarea-soarelui cu ulei din semințe de struguri în cantitate de 10%, 20%, 30%, respectiv.

Vibrațiile de deformare sunt reprezentate prin deplasări de forfecare, evantai și pendul. În cadrul acestor vibrații, atomii se deplasează de la axa legăturii de valență și între legături are loc o schimbare a unghiurilor de valență.

În mare parte, în maioneze sunt observate vibrații de valență ale diverselor grupuri funcționale: simetrice și asimetrice. În cadrul vibrațiilor moleculare de valență, distanța dintre doi atomi se reduce și crește, dar atomii rămân pe axa legăturii de valență. Vibrațiile de valență ale legăturilor C-P, C=Î, C=C au caracteristici maxime, indiferent de grupele la care aparțin aceste legături.

Grupurilor carbonilice le sunt specifice numerele de undă în diapazonul 1700-1800 cm^{-1} , indiferent de cantitatea de ulei din semințe de struguri introdusă. Fiecare maxim este caracterizat prin intensitate, lățime și tipul de polarizare.

Intensitatea este condiționată de concentrația grupelor funcționale, care absorb lumina cu o anumită lungime de undă, precum și de structura moleculară a substanței. Maximele sunt cele mai intensive în spectrul unor tipuri de maioneze și răspund vibrațiilor de valență și celor carbonilice.

Astfel, maximele intense sunt specifice maionezelor nr.2-4 cu lungimile de undă 2900 cm^{-1} și 1750 cm^{-1} . Picurile cu maxime de intensitate medie au lungimile de undă 3400 și 3000 cm^{-1} . Intensitatea ridicată a maximelor maionezei nr.2-4, aparent, este condiționată de introducerea în rețetă a uleiului din semințe de struguri.

Maximele spectrale ale maionezei cu conținutul de 30% de ulei din semințe de struguri sunt amplasate, în general, mai jos comparativ cu cele ale maionezelor cu un conținut de 10% și 20% de ulei din semințe de struguri, precum și în mostra de control.

Datele obținute demonstrează că toate mostrele de maioneză au maxime largi în regiunea lungimilor de undă 3600-3200 cm^{-1} , dar diferă prin intensitate. Spectrul mostrei de maioneză de control, în raport cu emulsiile care conțin ulei din semințe de struguri, este deplasat în direcția numerelor de undă mai mici în diapazonul 3500-3300 cm^{-1} .

Indiferent de cantitatea de ulei din semințe de struguri, spectrele mostrelor de maioneză cercetate se caracterizează prin diapazoane comune ale numerelor de undă și tipurilor de vibrații de valență și de deformare corespunzătoare.

5.2.3. Intensitatea de acumulare a produșilor de oxidare în emulsii alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită în procesul păstrării

Emulsiile alimentare de tip maioneză în procesul păstrării sunt supuse diferitelor influențe, în urma cărora are loc acumularea produșilor de oxidare, și anume, peroxizilor, hidroperoxizilor, aldehydelor, cetonelor ș.a.

Pentru a stabili dinamica acumulării produselor de oxidare în procesul păstrării emulsiilor alimentare au fost determinați indicii de bază, prevăzuți în documentația normativă, dar și alți parametri. Dinamica acumulării produselor de oxidare a fost urmărită pe parcursul păstrării maionezei timp de 6 luni. Rezultatele cercetărilor sunt expuse în tabelul 5.11.

Tabelul 5.11. Dinamica acumulării produșilor oxidării lipidice în emulsiile alimentare de tip maioneză în procesul păstrării

Nr. d/o	Denumirea indicelui	Perioada de păstrare	Caracteristica și valoarea indicelui			
			Probleme emulsiilor alimentare cercetate			
			Martor	Emulsie alimentară de tip maioneză cu adaos de ulei din semințe de struguri		
				10%	20%	30%
nr.1	nr.2	nr.3	nr.4			
1	2	3	4	5	6	7
1	Indice de aciditate, % exprimat prin acid acetic, max	Pr. inițiale	0,48±0,01	0,48±0,02	0,49±0,01	0,49±0,01
		1 lună	0,50±0,02	0,52±0,03	0,57±0,01	0,59±0,01
		2 luni	0,55±0,01	0,57±0,01	0,62±0,01	0,64±0,02
		3 luni	0,59±0,01	0,61±0,02	0,66±0,02	0,69±0,01
		4 luni	0,61±0,01	0,64±0,03	0,74±0,01	0,75±0,03
		5 luni	0,65±0,01	0,69±0,01	0,79±0,02	0,81±0,01
		6 luni	0,70±0,02	0,73±0,01	0,82±0,03	0,84±0,03
2	Indice de peroxid, mmol/g produs	Pr. inițiale	9,8±0,2	11,1±0,1	11,5±0,1	18,3±0,2
		1 lună	10,2±0,1	11,3±0,1	11,8±0,2	18,7±0,2
		2 luni	10,4±0,3	11,5±0,1	12,1±0,1	18,9±0,2
		3 luni	10,8±0,2	11,9±0,2	12,4±0,1	19,3±0,3
		4 luni	11,5±0,3	12,2±0,2	12,8±0,2	19,8±0,2
		5 luni	11,9±0,	12,6±0,1	13,2±0,3	20,1±0,1
		6 luni	12,2±0,2	13,1±0,2	13,5±0,2	20,4±0,2

1	2	3	4	5	6	7
3	Diene conjugate, $\mu\text{mol/g}$ produs	Pr. inițiale	14,03±0,04	14,39±0,06	14,63±0,04	14,89±0,03
		1 lună	14,14±0,05	14,43±0,04	14,79±0,02	14,92±0,04
		2 luni	14,69±0,04	14,76±0,02	14,83±0,02	15,05±0,08
		3 luni	14,85±0,04	14,93±0,02	15,15±0,04	15,24±0,04
		4 luni	14,94±0,07	15,05±0,08	15,21±0,03	15,35±0,09
		5 luni	15,15±0,05	15,28±0,01	15,39±0,05	15,46±0,07
		6 luni	15,35±0,04	15,41±0,01	15,58±0,07	15,60±0,04
4	Triene conjugate, $\mu\text{mol/g}$ produs	Pr. inițiale	2,31±0,03	2,31±0,04	2,43±0,03	2,56±0,05
		1 lună	2,31±0,03	2,32±0,07	2,44±0,03	2,60±0,05
		2 luni	2,32±0,08	2,36±0,06	2,45±0,03	2,61±0,06
		3 luni	2,38±0,03	2,39±0,04	2,48±0,07	2,68±0,05
		4 luni	2,39±0,06	2,41±0,03	2,50±0,06	2,76±0,05
		5 luni	2,41±0,05	2,42±0,04	2,55±0,02	2,82±0,03
		6 luni	2,42±0,03	2,46±0,04	2,59±0,07	2,89±0,05
5	Indicele de p-anisidină, u.c.	Pr. inițiale	0,56±0,02	0,58±0,01	0,61±0,01	0,61±0,02
		1 lună	0,58±0,01	0,60±0,02	0,64±0,02	0,65±0,01
		2 luni	0,60±0,02	0,62±0,03	0,67±0,01	0,69±0,04
		3 luni	0,63±0,02	0,65±0,02	0,69±0,03	0,72±0,01
		4 luni	0,66±0,02	0,68±0,03	0,74±0,01	0,77±0,04
		5 luni	0,69±0,03	0,71±0,02	0,81±0,01	0,85±0,02
		6 luni	0,70±0,02	0,73±0,02	0,86±0,03	0,91±0,02

În procesul păstrării, în emulsiile alimentare, cum ar fi de exemplu maioneza, poate avea loc creșterea indicelui de aciditate, care indică formarea acizilor grași liberi. Conținutul acestor substanțe în probele inițiale a constituit 0,48-0,49% exprimat prin acid acetic. Pe parcursul păstrării maionezei (6 luni) se înregistrează o creștere constantă a indicelui de aciditate pentru toate probele analizate.

Analiza datelor experimentale demonstrează că cea mai mare valoare a indicelui de aciditate are proba cu 30% adaos de ulei din semințe de struguri și constituie 0,84%. În probele-martor și probele cu adaos de 10 și 20% ulei din semințe de struguri acest indice este mai mic și variază în limitele de 0,70-0,82%, ceea ce demonstrează că formarea acizilor grași liberi decurge mai lent. Este necesar a menționa că în nici una dintre probe valoarea indicelui de acid nu a depășit limita de 1%, prevăzută de documentația normativă în vigoare pentru produsele respective.

Evoluția indicelui de peroxid în emulsiile experimentale arată că proba cu 30% de ulei din semințe de struguri după 6 luni de păstrare are cea mai mare valoare - 20,4 mmol/g produs și diferă considerabil de celelalte probe experimentale, fapt ce demonstrează formarea activă a produșilor de oxidare.

Evoluția conținutului dienei și trienei conjugate în procesul păstrării probelor experimentale de emulsii se caracterizează printr-o creștere nesemnificativă a acestui parametru pentru probele 1, 2, 3, iar pentru proba 4 aceste valori au crescut până la CD - 15,60 $\mu\text{mol/g}$ produs, CT - 2,89 $\mu\text{mol/g}$ produs.

După cum s-a menționat anterior, evoluția indicelui de *p*-anisidină dă o imagine clară despre acumularea produșilor secundari ai oxidării. Aici s-a observat aceeași tendință. Deci, în procesul păstrării acest indice crește, ceea ce denotă că are loc procesul de oxidare. Însă intensitatea de acumulare diferă pentru toate probele. Cea mai mare valoare a fost înregistrată pentru proba cu 30% ulei din semințe de struguri, pe când proba cu 20% poate fi caracterizată printr-o stabilitate relativă.

5.2.4. Microstructura emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită în procesul păstrării

În lucrarea dată a fost cercetată influența amestecurilor de uleiuri vegetale asupra structurii, proprietăților reologice și indicilor organoleptici de bază ai mostrelor de emulsii de maioneză.

Microstructura și mărimile globulelor de grăsime ale emulsiilor de maioneză au fost stabilite cu ajutorul microscopului optic digital al modelului „Motic DMB 5-5”. Pentru aceasta, o picătură de mostră de maioneză cercetată a fost pusă pe o lamelă de sticlă, acoperită cu o lamelă de acoperire, apoi a fost plasată sub microscop. Fotografiiile mostrelor de maioneză au fost obținute cu ajutorul camerei digitale conectată la microscop.

Mărimile globulelor de grăsime au fost stabilite cu ajutorul logisticii corespunzătoare. Microstructura mostrelor de maioneză este reprezentată în figura 5.6.

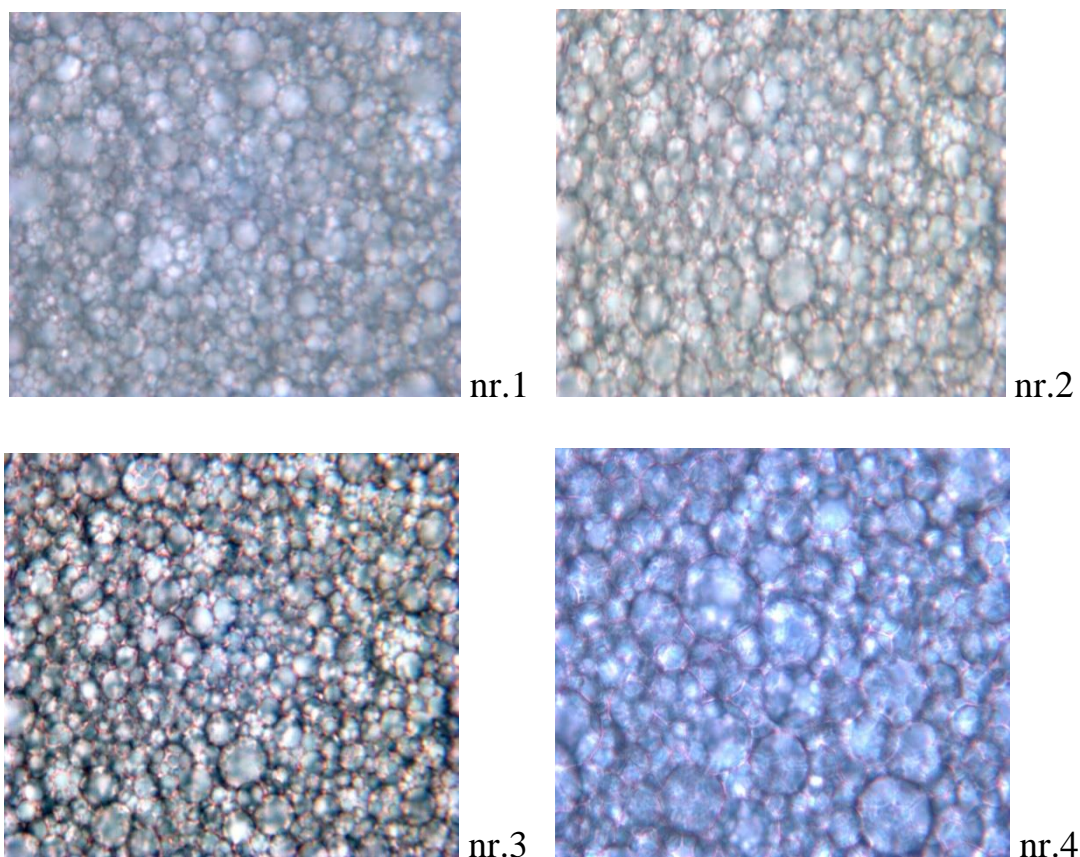


Figura 5.6. Microstructura și distribuția globulelor de grăsime în emulsiile alimentare de tip maioneză inițiale (probele nr.1-4, conform tab. 5.11).

În imaginile mostrelor de maioneză cu nr.1-nr.4 este arătată microstructura maionezei, în special influența cantității introduse de ulei din semințe de struguri (10, 20 și 30%) asupra indicilor calității microstructurii emulsiilor de maioneză în comparație cu mostra de control. Amplasarea cea mai densă, sferică și omogenă, a globulelor de grăsime este caracteristică pentru mostrele emulsiilor de maioneză cu nr.1-nr.3. Mai mult decât atât, globulele de grăsime ale acestor emulsii diferă prin mărime, fiind mai mici [76].

S-a stabilit că globulele de grăsime ale emulsiilor de maioneză se caracterizează prin diferite mărimi și dispersie. Pentru o caracterizare completă a mostrelor emulsiilor de maioneză a fost stabilită raza globulelor de grăsime (tabelul 5.12).

Tabelul 5.12. Raza globulelor de grăsime în emulsiile alimentare de tip maioneză inițiale

<i>Nr. d/o</i>	<i>Denumirea probei</i>	<i>Raza globulelor de grăsime în emulsiile inițiale, μm</i>
1	Emulsie-martor	28±1
2	Emulsie cu 10% ulei din semințe de struguri	29±1
3	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri	32±1
4	Emulsie cu 30% ulei din semințe de struguri	44±1

După cum se observă din tabelul 5.12, emulsia de maioneză care conține 30% ulei din semințe de struguri, se caracterizează printr-o structură polidispersă în care mărimile globulelor de grăsime depășesc de 2 ori valoarea acestui indice în mostrele maionezelor nr.1-nr.3.

Coalescența globulelor de grăsime conduce la diminuarea interfeței globulelor și, prin urmare, la reducerea viscozității emulsiei [7, 8, 11, 12, 16, 21, 23].

Cercetând microstructura și distribuția globulelor de grăsime în emulsiile alimentare de tip maioneză după 6 luni de păstrare, la unele mostre a fost observată o diferență față de probele inițiale (fig.5.7).

Tabelul 5.13. Raza globulelor de grăsime în emulsiile alimentare de tip maioneză după 6 luni de păstrare

<i>Nr. d/o</i>	<i>Denumirea probei</i>	<i>Raza globulelor de grăsime în emulsii după 6 luni de păstrare, μm</i>
1	Emulsie-martor	35±1
2	Emulsie cu 10% ulei din semințe de struguri	37±1
3	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri	40±1
4	Emulsie cu 30% ulei din semințe de struguri	51±1

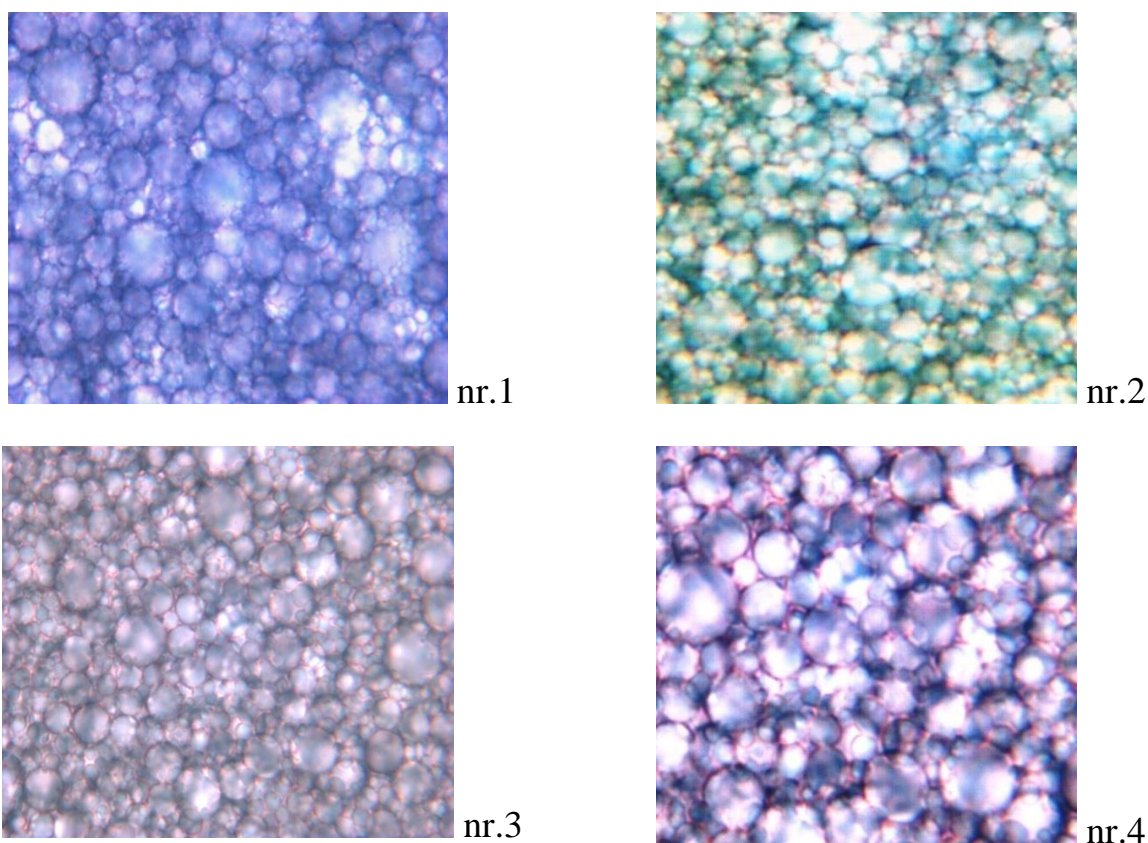


Figura 5.7. Microstructura și distribuția globulelor de grăsime în emulsiile alimentare de tip maioneză după 6 luni de păstrare (probele nr.1-4, conform tab.5.13).

După cum se observă din imaginile reprezentate, cel mai dens și omogen aranjament al globulelor de grăsime este caracteristic pentru proba nr.3 – emulsie cu 20% adaos de ulei din semințe de struguri. Odată cu creșterea conținutului de ulei din semințe de struguri se observă o creștere a mărimilor globulelor emulsiilor (tabelul 5.13).

Cum s-a observat și în probele inițiale, structura emulsiei cu 30% ulei din semințe de struguri are dimensiunile mai mari ale globulelor de grăsime și aranjament haotic al acestora, iar proba cu 20% ulei din semințe de struguri are structură omogenă și densă și nu diferă semnificativ de probele nr.1, 2.

Analiza comparativă a razei globulelor de grăsime în emulsiile alimentare inițiale și după 6 luni de păstrare arată o diferență nesemnificativă ce demonstrează că emulsiile date sunt stabile și structura lor rămâne practic intactă.

Analiza microstructurii și distribuției globulelor de grăsime în emulsiile alimentare de tip maioneză investigate arată că emulsiile în cauză sunt stabile și relativ omogene, cea mai performantă fiind cea cu conținut de 20% de ulei din semințe de struguri.

5.2.5. Proprietățile reologice ale emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită în procesul păstrării

Substituirea parțială a uleiului de floarea-soarelui cu ulei din semințe de struguri este însoțită de modificarea unor caracteristici reologice precum viscozitatea efectivă și tensiunea tangențială. Gradul modificării acestor indici depinde de cantitatea de

ulei din semințe de struguri introdusă și de gradientul vitezei de deplasare. Caracteristicile reologice ale mostrelor de maioneză sunt reprezentate în figura 5.8.

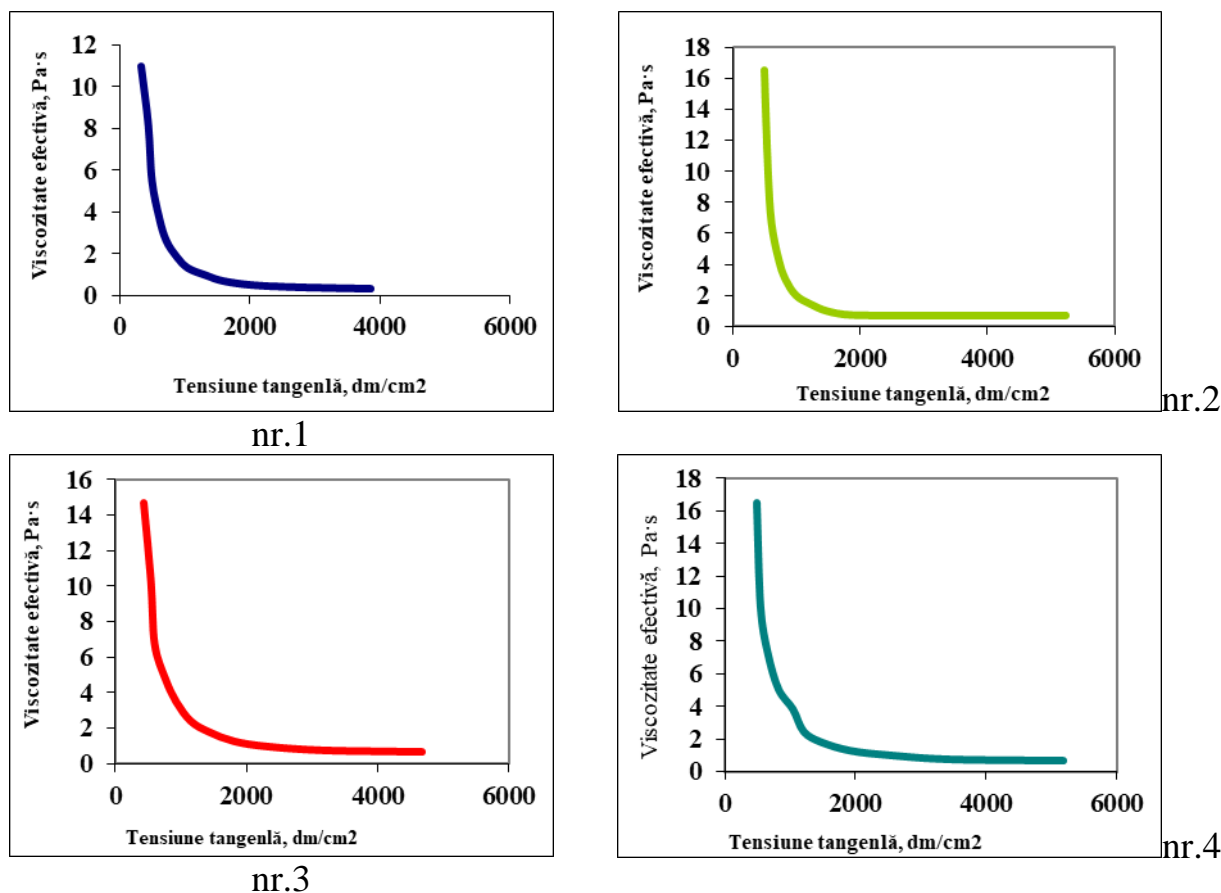


Figura 5.8. Variația viscozității efective de tensiune tangențială pentru emulsiile alimentare de tip maioneză inițiale (probele nr.1-4, conform tab.5.11).

După cum se observă din datele experimentale, gradul modificării viscozității efective depinde de cantitatea uleiului din semințe de struguri din compoziție. S-a stabilit că viscozitatea efectivă a mostrelor cercetate variază de la 11,0 până la 16,5 Pa la temperatura de 20°C și viteza de deplasare de 3 s⁻¹. Mostra de maioneză cu un conținut de 20% de ulei din semințe de struguri are caracteristicile reologice mai puțin dependente de viteza de deplasare. Odată cu mărirea conținutului de ulei din semințe de struguri până la 30% are loc reducerea viscozității emulsiei până la 12,8 Pa.

S-a stabilit că viscozitatea efectivă se reduce odată cu mărirea gradientului vitezei, fapt caracteristic pentru sistemele structurate. Astfel, la mărirea gradientului vitezei de la 3 până la 1312 s⁻¹, viscozitatea efectivă a maionezei se reduce de la 16,5 la 0,29 Pa, adică mai mult de 55 de ori. O astfel de scădere semnificativă a viscozității efective este rezultatul distrugerii structurii produsului.

Gradientul vitezei de deplasare depinde de frecvența de rotație a echipamentului de amestecare. Variațiile viscozității efective de tensiunea tangențială a probelor de emulsii alimentare de tip maioneză după 6 luni de păstrare sunt reprezentate în figura 5.9.

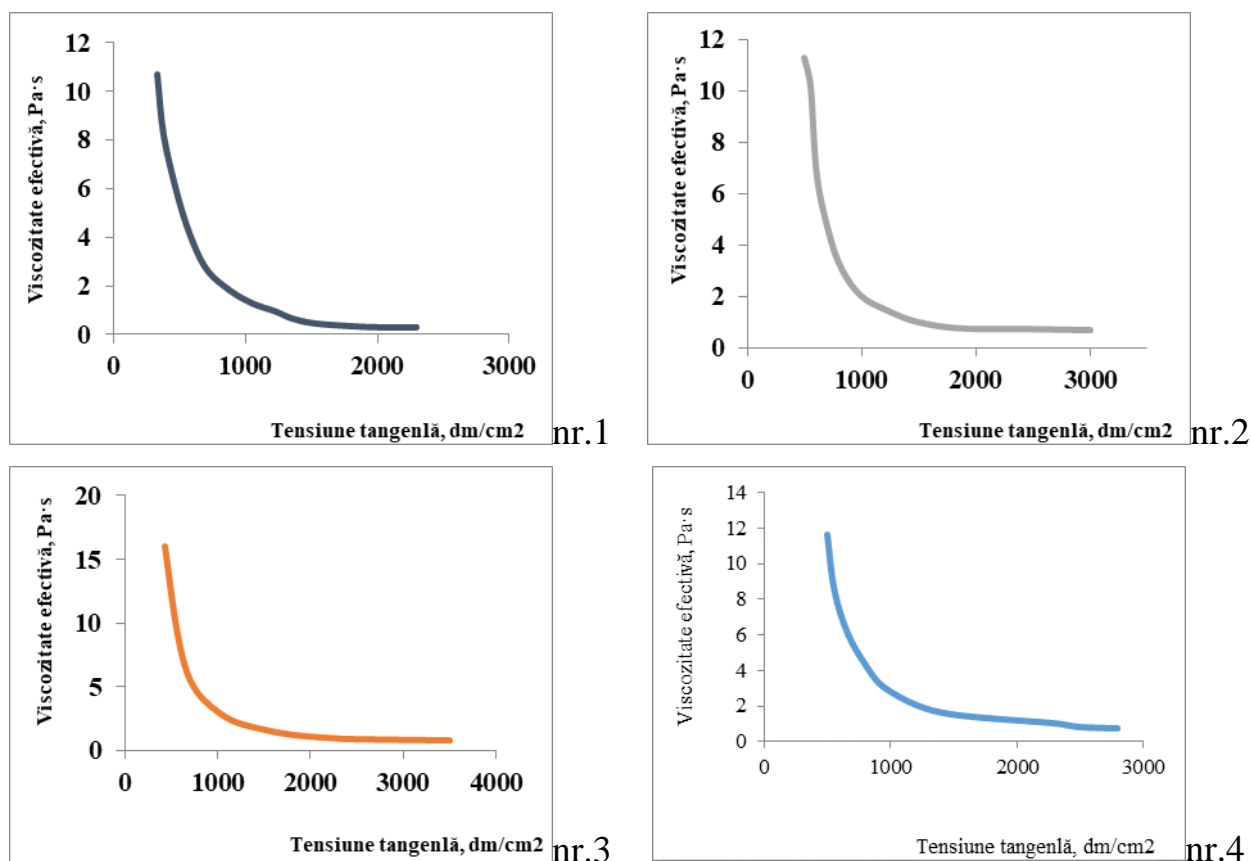


Figura 5.9. Variații ale viscozității efective de tensiune tangențială a probelor de emulsii alimentare de tip maioneză după 6 luni de păstrare (probe nr.1-4, conform tab.5.11).

Este necesar a specifica faptul că reogramele mostrelor de maioneză sunt aproape identice. Viscositatea efectivă a mostrelor de maioneză se reduce până la o anumită limită la creșterea tensiunii tangențiale, apoi rămâne stabilă, indiferent de schimbările tensiunii [24, 27]. În aceste condiții are loc dezagregarea structurii, particulele se orientează în direcția curentului, slăbește conexiunea dintre particulele fazei de dispersie (tabelul 5.14).

Tabelul 5.14. Valoarea viscozității efective a emulsiilor alimentare de tip maioneză în procesul păstrării

Nr. d/o	Perioada de păstrare	Valorile viscozității efective, Pa·s			
		Martor	Emulsie alimentară cu adaos de ulei din semințe de struguri		
			10%	20%	30%
			nr.1	nr.2	nr.3
1	Pr. inițiale	11,0±0,2	14,7±0,3	16,5±0,2	12,8±0,3
2	După 6 luni de păstrare	10,7±0,2	11,3±0,3	16,0±0,2	11,6±0,2

Rezultatele obținute arată că la creșterea conținutului de ulei din semințe de struguri are loc majorarea diametrului globulelor de grăsime și, corespunzător, valoarea viscozității efective se reduce.

În procesul păstrării în toate probele cercetate s-a înregistrat o scădere nesemnificativă a viscozității efective. După 6 luni de păstrare proprietățile reologice ale emulsiilor alimentare cercetate sunt la nivel înalt.

5.2.6. Indicii organoleptici ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită

Pentru o analiză mai amplă a oricărui produs alimentar trebuie cercetați nu numai parametri fizico-chimici, dar și cei organoleptici. Pentru analiza indicilor organoleptici a fost creată o comisie din 7 persoane în care au intrat colaboratorii titulari ai Catedrei Tehnologia și Organizarea Alimentației Publice. Au fost apreciați 5 parametri de bază conform GOST R – 53590-2009. Fiecare indice senzorial de calitate a fost apreciat conform unei scări de punctaj de 1-5 puncte. Punctajul rezultat pentru fiecare indice de calitate a fost apreciat de degustatori și înscris în fișa individuală de analiză senzorială. În urma prelucrării statistice a notelor a fost apreciată calitatea mostrelor experimentale. Rezultatele evaluării indicilor organoleptici ai probelor experimentale de emulsii alimentare de tip maioneză sunt reprezentate în figura 5.10.

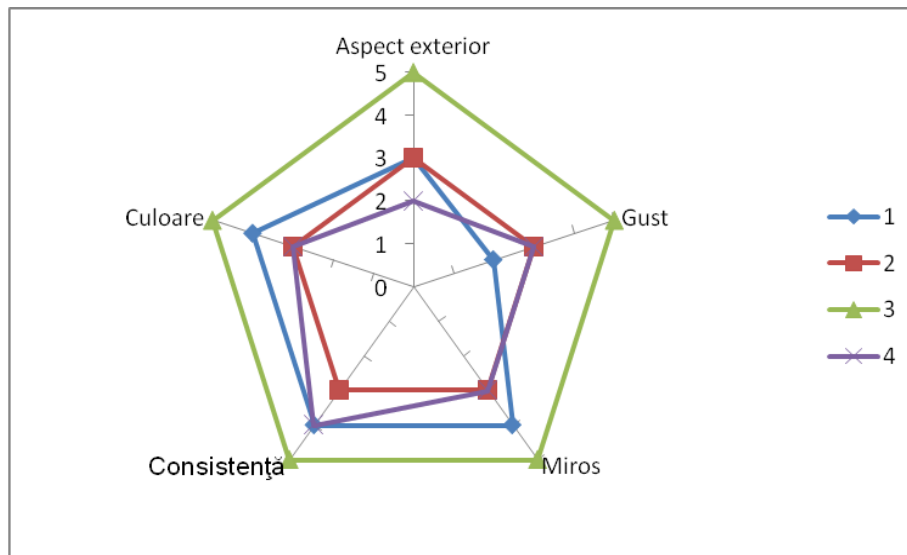


Figura 5.10. Evaluarea indicilor organoleptici ai probelor experimentale de emulsii alimentare de tip maioneză (probele 1-4, conform tab.5.11).

Reieșind din datele evaluării organoleptice a emulsiilor de maioneză, trebuie menționat faptul că mostra cu un conținut de ulei din semințe de struguri de 20% diferă printr-un aspect exterior și consistență mai bună, precum și printr-o culoare mai expresivă, gust fin și plăcut. Mostra maionezei cu un conținut de ulei din semințe de struguri de 30% a avut o consistență mai lichidă.

Avantajul întrebuițării uleiului din semințe de struguri în calitate de component gras constă în creșterea valorii biologice și a indicilor organoleptici ai maionezei în comparație cu rețeta tradițională. Maioneza obținută are o destinație dietetică datorită creșterii valorii biologice.

1. În baza compozițiilor de uleiuri vegetale obținute și preventiv cercetate s-au pregătit mai multe mostre de maioneză. Au fost determinați indicii fizico-chimici de calitate ai emulsiilor alimentare. S-a stabilit că toate probele atât în stare inițială, cât și cele după 6 luni de păstrare, corespund cerințelor prescrise în documentația normativă în vigoare.

2. Rezultatele spectroscopiei IR au arătat că pentru toate mostrele de maioneză, indiferent de cantitatea de ulei din semințe de struguri introdusă, este caracteristic un diapazon comun al lungimilor de undă și tipurile de vibrații moleculare de valență și de deformare ce le corespund.

3. Studiul microstructurii mostrelor de maioneză a arătat că pentru mostra cu 20% ulei din semințe de struguri este caracteristică o poziționare sferică mai densă și mai omogenă a globulelor de grăsime ale emulsiei.

4. S-a studiat influența cantității de ulei din semințe de struguri asupra caracteristicilor reologice (viscozitate efectivă și tensiune de tangență) ale maionezei. Datele experimentale obținute demonstrează că maioneza cu un conținut de 20% de ulei din semințe de struguri își păstrează mai bine caracteristicile reologice la creșterea valorii vitezei de deplasare. La creșterea conținutului de ulei din semințe de struguri până la 30% are loc reducerea viscozității emulsiei de maioneză.

5. Evaluarea indicilor organoleptici ai maionezei demonstrează că maioneza cu un conținut de ulei din semințe de struguri de 20% are aspectul exterior și consistența mai bune, culoare mai expresivă, gust fin și plăcut, fapt ce îi conferă o atracție suplimentară.

5.3. Proprietățile antioxidante ale extractelor naturale din materie vegetală de origine autohtonă

Una dintre tendințele actuale de dezvoltare a industriei alimentare este obținerea și utilizarea antioxidanților naturali, extrași din materie primă de origine vegetală [88, 93]. Această nouă și promițătoare direcție în alimentația publică este proiectată special pentru a îmbunătăți structura alimentației și sănătății, precum și pentru prevenirea bolilor răspândite în societate [28, 34, 56].

Produsele de origine vegetală sunt o sursă importantă de antioxidanți, cum ar fi vitaminele și polifenolii. Anume formarea compușilor fenolici este una dintre caracteristicile importante ale celulei vegetale. Polifenolii manifestă activitate antioxidantă puternică datorită caracteristicilor lor structurale. Molecula polifenolului este formată din două sau mai multe inele benzoice adăugate la atomii din grupările hidroxil, care determină efectul și activitatea biologică a polifenolului [79, 80, 88, 90].

Este cunoscut faptul că ardeul dulce, leușteanul și pătrunjelul se caracterizează prin valoare biologică sporită, datorită conținutului de antioxidanți, printre care putem menționa acidul ascorbic, tocoferolul, β -carotenul, flavanoidele, acizii fenolici.

Cea mai înaltă activitate antioxidantă o demonstrează flavanoidele, pentru că în molecula lor se conțin multe grupări hidroxil, care conduc la neutralizarea radicalilor liberi, prin desprinderea hidrogenului [13, 16, 19, 22, 24, 29].

În calitate de sursă de antioxidanți naturali au fost cercetate astfel de produse autohtone ca ardeiul dulce, leușteanul și pătrunjelul datorită popularității lor. Aceste produse sunt larg folosite în alimentație, sunt accesibile și se utilizează de zi cu zi în alimentația populației din Republica Moldova. Schema experimentală implică prepararea extractelor pe bază de ulei și alcool.

Scopul acestei elaborări este producerea și studierea extractelor naturale pentru crearea produselor alimentare funcționale. Majoritatea inovațiilor tehnologice sunt direcționate spre reducerea duratei prelucrării materiei prime, dar conduc la diminuarea valorii biologice a produselor alimentare și a indicilor organoleptici ai acestora. Pentru îmbunătățirea acestor indici, companiile recurg suplimentar la diverse adaosuri alimentare, în general sintetice, care deseori cauzează diferite alergii alimentare. Doar dezvoltarea proceselor industriale de prelucrare a materiei prime vegetale autohtone, mărirea valorii biologice a produselor alimentare prin potențialul antioxidant al surselor vegetale de importanță locală poate mări competitivitatea întreprinderilor autohtone. Antioxidanții sunt compuși naturali care se conțin în fructe și legume și joacă un rol important în dezvoltarea și întărirea sănătății, protejând contra factorilor nefavorabili externi și interni.

Perspectiva utilizării în industria alimentară a extractelor hidroalcoolice și lipidice din plante aromatice, precum și din ardeiul dulce de diferite soiuri, este evidentă. Fabricarea produselor cu valoare biologică sporită pentru diverse categorii de utilizatori pe piața internă va duce la îmbunătățirea sănătății populației, va avea o influență favorabilă asupra dezvoltării stabile a economiei țării, va duce la creșterea competitivității întreprinderilor locale.

5.3.1. Metode de uscare a materiei vegetale utilizate în extractele naturale

Pentru obținerea extractelor naturale, materia primă a fost uscată prin două metode (convecție și uscare cu curenți de frecvență supraînaltă - SHF) la diferite regimuri. Instalațiile de uscare au fost dotate cu un cântar electronic și conectate la un calculator. Schimbările de masă pe parcursul procesului de uscare au fost monitorizate și înregistrate cu ajutorul programului special Balance Thermo. Programul dat permite determinarea exactă și amplă a duratei uscării și a masei probei supuse uscării la un interval de 0,5 s.

Pe baza datelor experimentale au fost construite curbele de uscare pentru fiecare regim de uscare a materiei prime respective. În figurile 5.11, 5.12 sunt reprezentate curbele de uscare prin convecție și SHF a plantelor aromatice și ardeiului dulce de diferite soiuri.

Din curbele cinetice prezentate se observă că masa inițială a produsului constituie 100,0 g. Regimurile de uscare alese pentru metoda convectivă sunt de 60°C și 80°C, pentru uscare cu curenți de frecvență supraînaltă sunt de 50% și 100% de putere a magnetronului, ce corespunde cu temperatura produsului de 60°C și 80°C, respectiv, în dependență de regimul ales varia și durata tratării. Masa finală a

produsului uscat a variat în limitele 15-16 g pentru pătrunjel și leuștean și 19-20 g pentru ardei dulce. Partea de masă scăzută constituie cca 80% pentru toate probele cercetate.

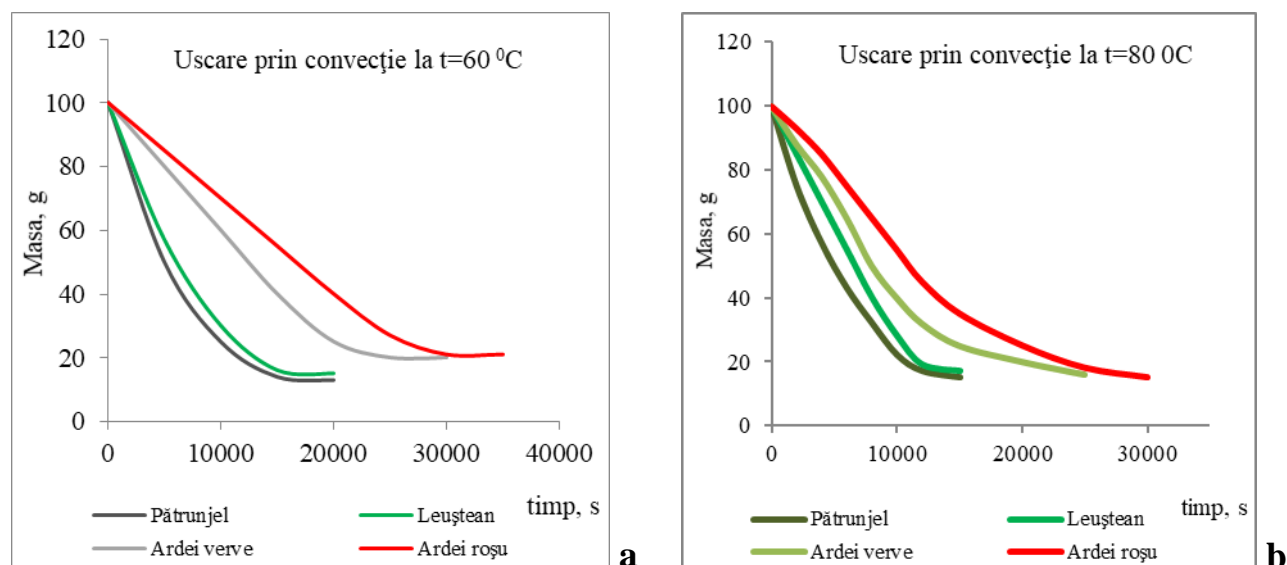


Figura 5.11. Curbele cinetice de uscare a materiei prime vegetale prin metoda convectivă la (a) 60°C și (b) 80°C

S-a constatat că procesul de uscare prin convecție la $t=60^{\circ}\text{C}$ pentru pătrunjel și leuștean a durat cca 6 ore, pentru ardei dulce - cca 10 ore. Pentru regimul de uscare la $t=80^{\circ}\text{C}$, acest proces a durat 4 și 6 ore, respectiv. Avantajul acestui regim față de cel de $t=60^{\circ}\text{C}$ constă în faptul că permite a scurta considerabil durata procesului de uscare.

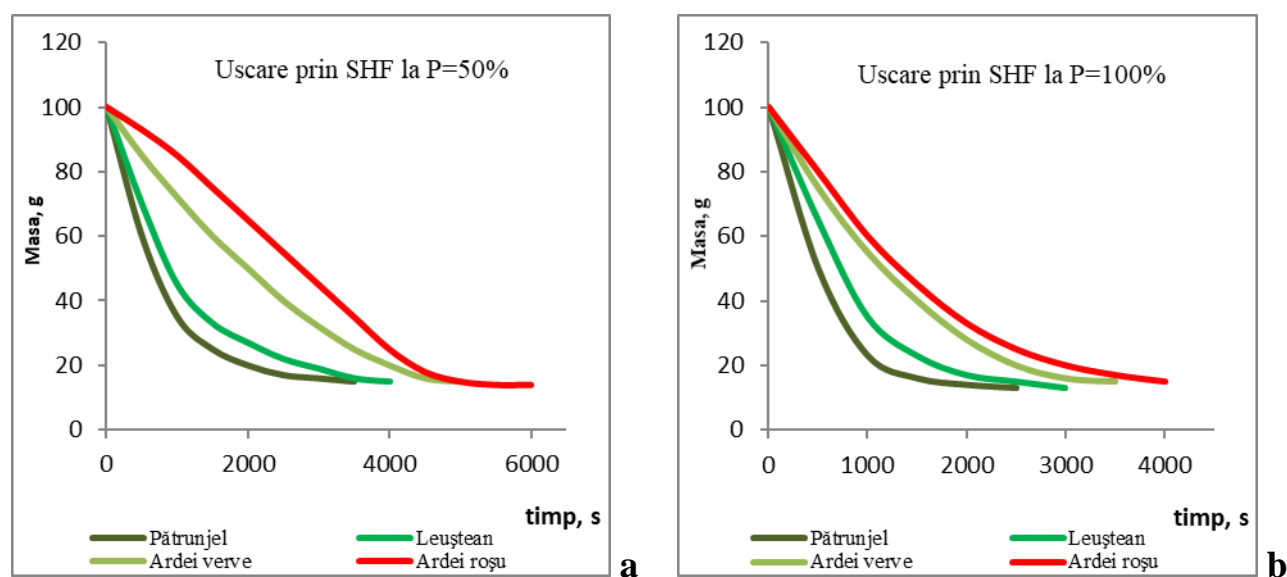


Figura 5.12. Curbele cinetice de uscare a materiei prime vegetale prin metoda SHF la (a) 50% și (b) 100% de puterea magnetronului

Analizând curbele obținute în urma uscării prin diferite metode, s-a constatat că durata uscării prin convecție variază în limitele 4-10 ore, pe când aceeași probă poate

fi obținută mai rapid, fiind uscată prin curenți de frecvență supraînaltă. Durata tratării poate varia de la 1-1,5 ore, în dependență de regimul ales.

Este important să menționăm că uscarea cu curenți de frecvență supraînaltă este mai modernă, mai rapidă și mai economă în comparație cu cea de convecție. Uscarea este mai calitativă, produsul fiind atrăgător, cu miros și culoare plăcută.

5.3.2. Elaborarea tehnologiei de obținere a extractelor naturale din materie vegetală autohtonă

Pentru obținerea extractelor naturale, materia vegetală uscată de origine autohtonă a fost mărunțită până la starea de pulbere. Pulberea obținută a fost supusă extracției ulterioare în mediul hidroalcoolic, utilizând etanol de 70%, și în mediul lipidic, utilizând ulei de floarea-soarelui dublu rafinat și dezodorizat. Extracția s-a efectuat în raport solid-lichid 1:10 timp de 2 ore într-un loc întunecat la temperatura de 60°C.

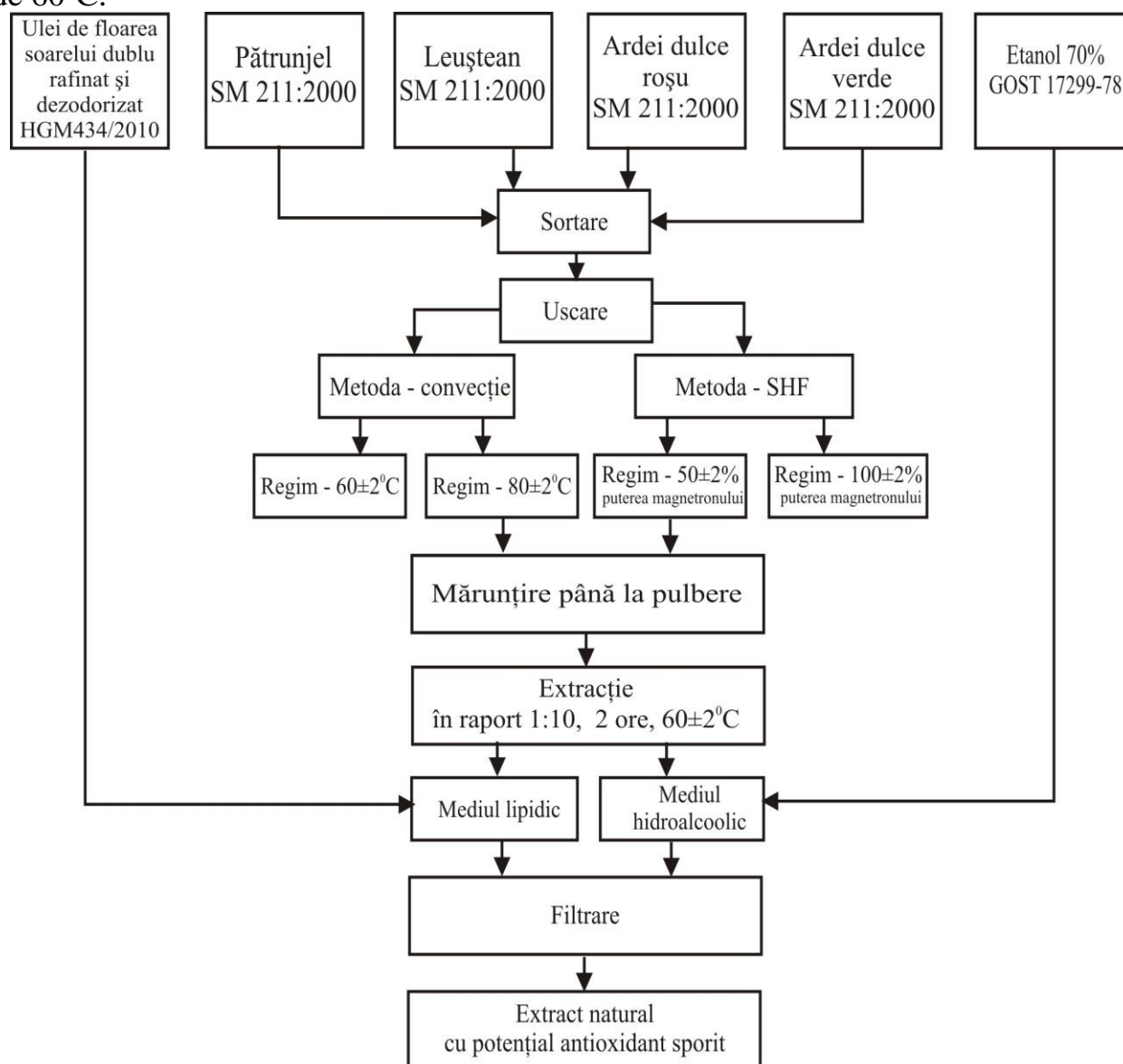


Figura 5.13. Schema tehnologică de obținere a extractelor naturale din materie vegetală de origine autohtonă

Extractele obținute au fost temperate până la $18\pm 2^{\circ}\text{C}$, apoi supuse filtrării. Produsele finite au fost transferate în ambalaj de culoare întunecată. Probele de extracte naturale cu potențial antioxidant au fost păstrate într-un loc întunecat la temperatura de $18\pm 2^{\circ}\text{C}$.

5.3.3. Influența metodei și regimului de uscare asupra conținutului total de polifenoli în materia vegetală uscată

În cadrul cercetărilor extractelor naturale din produsele vegetale de origine autohtonă s-a determinat conținutul total de polifenoli (CTP), care reprezintă o sursă importantă de antioxidanți naturali cu activitate înaltă. CTP a fost determinat prin metoda Folin-Ciocalteu în extractele obținute pe bază de mediu hidroalcoolic și lipidic (tab. 5.15).

Tabelul 5.15. Conținutul total de polifenoli (CTP) în extractele experimentale

Materie vegetală	Uscare		Conținutul total de polifenoli (CTP), [$\mu\text{g/ml}$]	
	Metoda	Condițiile (temperatură [$^{\circ}\text{C}$] / puterea magnetronului [%])	mediu hidroalcoolic	mediu lipidic
Pătrunjel	Convecție	$60\pm 2^{\circ}\text{C}$	$148,21\pm 0,05$	$32,43\pm 0,03$
		$80\pm 2^{\circ}\text{C}$	$149,26\pm 0,07$	$23,25\pm 0,05$
	SHF	$50\pm 2\%$ ($60\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$162,42\pm 0,07$	$28,05\pm 0,04$
		$100\pm 2\%$ ($80\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$180,76\pm 0,08$	$21,99\pm 0,05$
Leuștean	Convecție	$60\pm 2^{\circ}\text{C}$	$201,62\pm 0,03$	$22,92\pm 0,07$
		$80\pm 2^{\circ}\text{C}$	$180,16\pm 0,04$	$21,74\pm 0,03$
	SHF	$50\pm 2\%$ ($60\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$225,47\pm 0,05$	$20,89\pm 0,02$
		$100\pm 2\%$ ($80\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$237,82\pm 0,07$	$38,48\pm 0,08$
Ardei dulce roșu	Convecție	$60\pm 2^{\circ}\text{C}$	$200,98\pm 0,05$	$40,41\pm 0,03$
		$80\pm 2^{\circ}\text{C}$	$208,73\pm 0,04$	$36,15\pm 0,05$
	SHF	$50\pm 2\%$ ($60\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$215,37\pm 0,03$	$59,46\pm 0,04$
		$100\pm 2\%$ ($80\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$267,21\pm 0,05$	$30,57\pm 0,05$
Ardei dulce verde	Convecție	$60\pm 2^{\circ}\text{C}$	$50,01\pm 0,07$	$34,72\pm 0,02$
		$80\pm 2^{\circ}\text{C}$	$141,99\pm 0,06$	$30,86\pm 0,04$
	SHF	$50\pm 2\%$ ($60\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$147,96\pm 0,04$	$25,37\pm 0,03$
		$100\pm 2\%$ ($80\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$243,48\pm 0,02$	$36,02\pm 0,05$

Analiza datelor experimentale demonstrează că conținutul total de polifenoli depinde de mediul de extracție, metoda și regimul de uscare. Toți acești factori pot influența negativ, dar și pozitiv, în funcție de valorile parametrilor tehnologici de extracție [45, 49, 87, 93].

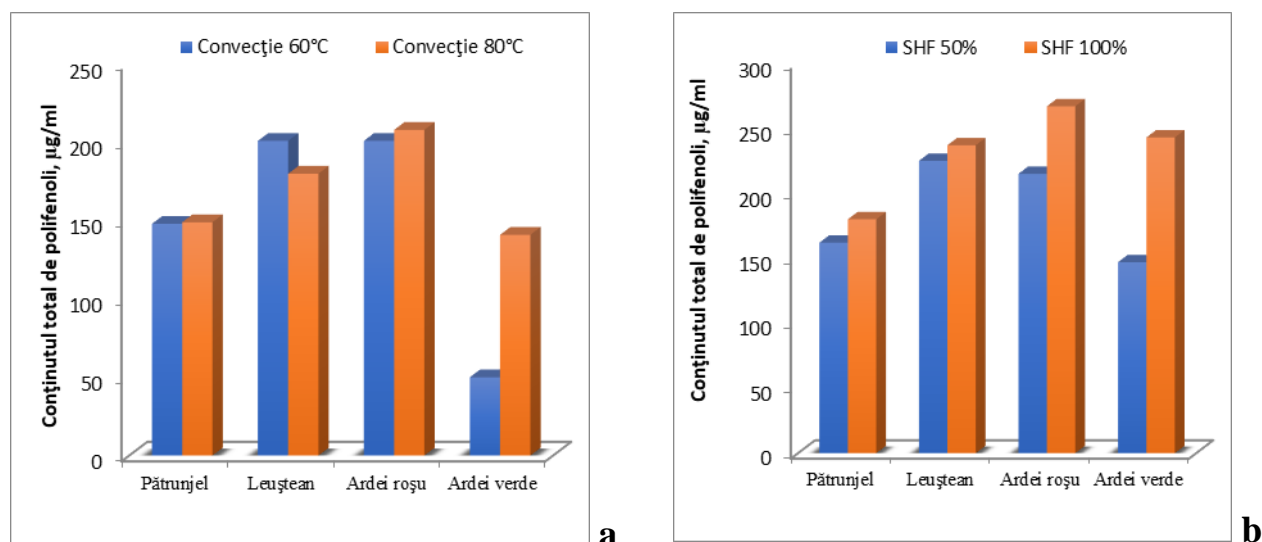


Figura 5.14. Variația conținutului total de polifenoli în dependență de metoda de uscare a materiei vegetale autohtone - (a) convectivă și (b) SHF, utilizate în extractele hidroalcoolice.

S-a constatat că pentru extractele hidroalcoolice cea mai mare rată de păstrare a polifenolilor din pătrunjel este în produsul uscat prin SHF P=100% și constituie 180,76 $\mu\text{g/ml}$, pe când valoarea CTP pentru celelalte extracte de pătrunjel variază în limitele 148,21-162,42 $\mu\text{g/ml}$, ceea ce este considerabil diferit.

Pentru celelalte extracte hidroalcoolice de leuştean, ardei roşu și verde putem remarca că regimul optim de uscare a materiei vegetale pentru obținerea extractelor este, de asemenea, SHF P=100%, valoarea CTP fiind de 237,82 $\mu\text{g/ml}$, 267,21 $\mu\text{g/ml}$, 243,48 $\mu\text{g/ml}$ respectiv (fig.3.4).

În special trebuie menționat că valorile CTP ale extractelor hidroalcoolice obținute din materie vegetală uscată prin SHF P=50% sunt apropiate de cele SHF P=100%. În preparatele uscate prin convecție valorile CTP au fost mai mici.

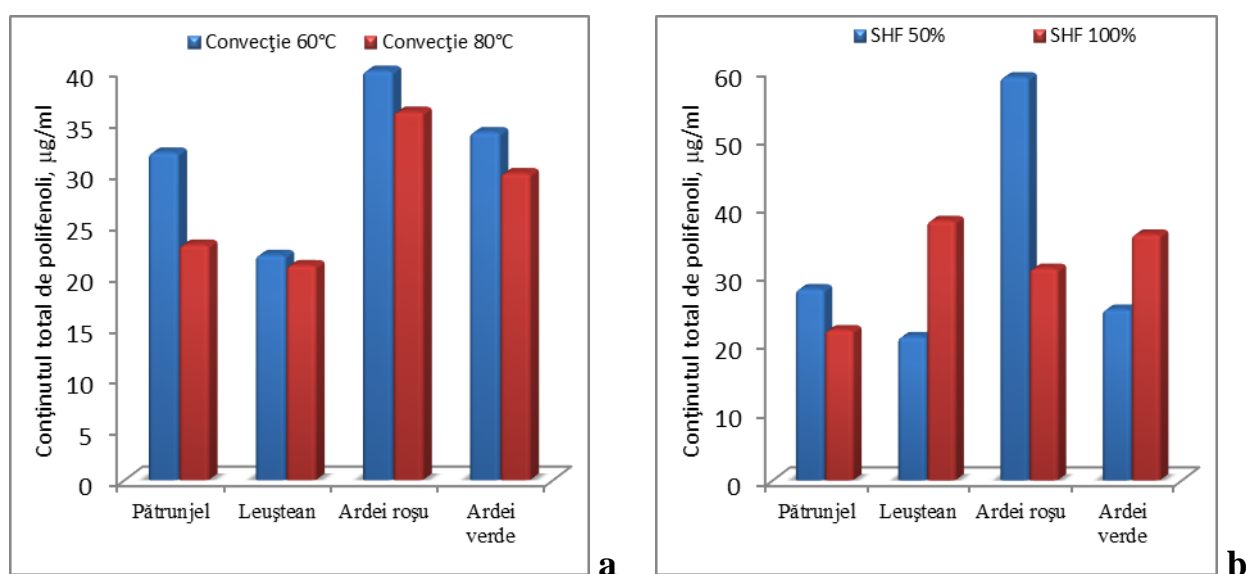


Figura 5.15. Variația conținutului total de polifenoli în dependență de metoda de uscare a materiei vegetale autohtone - (a) convectivă și (b) SHF, utilizate în extractele lipidice.

Comparând CTP din mostrele experimentale din punct de vedere al mediului de extracție, putem spune că valorile maxime predomină în extractele hidroalcoolice. Acest fapt denotă că extracția decurge mai efectiv în acloolul etilic.

5.3.4. Activitatea antioxidantă a extractelor naturale

Capacitatea antioxidantă a extractelor naturale din materie vegetală de origine autohtonă a fost determinată prin metoda propusă de Brandwilliam, recomandată pentru determinarea activității antioxidante a polifenolilor. Activitatea antioxidantă a extractelor naturale exprimată prin valoarea redusă a radicalului liber DPPH (%) este dată în tabelul 5.16.

Folosind metoda DPPH, am obținut o ierarhie a activității antioxidante, variind de la 84,74 la 10,34%. Această diferență considerabilă poate fi explicată prin natura extractelor obținute prin intermediul diferitor medii (hidroalcoolic și lipidic), materia vegetală și metoda de uscare aleasă.

Tabelul 5.16. Activitatea antioxidantă (AA) a extractelor naturale experimentale

<i>Materie vegetală</i>	<i>Uscare</i>		<i>Activitatea antioxidantă (DPPH), [%]</i>	
	<i>Metoda</i>	<i>Condițiile (temperatură [°C]/puterea magnetronului [%])</i>		
			<i>mediu hidroalcoolic</i>	<i>mediu lipidic</i>
Pătrunjel	Convecție	60±2°C	49,26±0,61	46,61±0,18
		80±2°C	62,76±0,69	60,06±0,37
	SHF	50±2 % (60±2°C)	68,15±0,72	13,61±0,64
		100±2 % (80±2°C)	47,89±0,71	42,77±0,05
Leuștean	Convecție	60±2°C	85,76±0,53	43,58±0,26
		80±2°C	81,27±0,57	51,38±0,75
	SHF	50±2 % (60±2°C)	82,64±0,34	34,36±0,12
		100±2 % (80±2°C)	85,39±0,67	84,74±0,16
Ardei dulce roșu	Convecție	60±2°C	21,34±0,56	49,46±0,26
		80±2°C	12,26±0,75	52,81±0,51
	SHF	50±2 % (60±2°C)	61,48±0,16	34,27±0,34
		100±2 % (80±2°C)	12,89±0,78	21,26±0,16
Ardei dulce verde	Convecție	60±2°C	26,05±0,16	66,71±0,61
		80±2°C	38,56±0,23	50,26±0,31
	SHF	50±2 % (60±2°C)	74,29±0,78	58,14±0,24
		100±2 % (80±2°C)	27,78±0,26	20,34±0,14

La plantele aromatice cea mai mare activitate antioxidantă a fost înregistrată pentru proba de leuștean uscată prin convecție la 60°C (85,76%) și SHF 100% (85,39%) pe bază de mediu hidroalcoolic. Pentru ardei dulce valoarea maximă a activității antioxidante s-a remarcat la regimul SHF P=50%: ardei verde – 74,29% și ardei roșu – 61,48%. Pentru extractele lipidice cea mai mare valoare a activității antioxidante a fost înregistrată pentru proba de leuștean uscată prin SHF la 100% (84,74%) și ardei dulce verde, uscat prin convecție la 60°C (66,71%). Generalizând datele experimentale ale activității antioxidante, putem susține că cea mai mare valoare a activității antioxidante se atestă în extractele obținute din materie vegetală uscată prin metoda SHF P= 50%.

Ulterior au fost construite și analizate curbele cinetice ale activității antioxidante ale extractelor cercetate din plante aromatice și ardei dulce, care sunt reprezentate în figurile 5.16, 5.17.

Este cunoscut faptul că cât mai rapid scade absorbanta extractelor, cu atât mai rapid are loc neutralizarea radicalilor liberi [17, 20, 24, 50, 58, 73]. Analizând curbele activității antioxidante ale extractelor experimentale din pătrunjel și leuștean, s-a constatat că probele obținute din leuștean au atins starea de echilibru după 20 de minute, în timp ce extractele obținute din pătrunjel au atins starea de echilibru în decurs de 3 minute (fig.5.16).

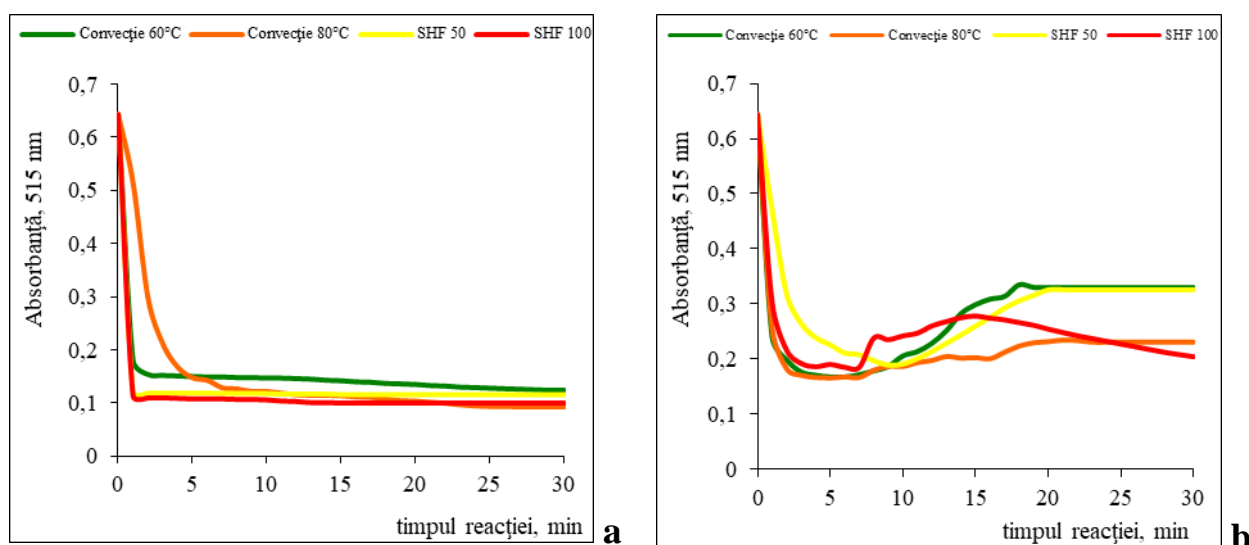


Figura 5.16. Curbele cinetice ale activității antioxidante (DPPH) a extractelor hidroalcoolice din pătrunjel (a) și leuștean (b) uscate prin diferite metode

E posibil că în cazul leușteanului au loc anumite transformări ale polifenolilor, care implică un mecanism suplimentar antiradicalic, fapt confirmat de prezența unui minim nesemnificativ ca valoare, dar persistent în intervalul de timp 2-15 min. (fig.5.17, b).

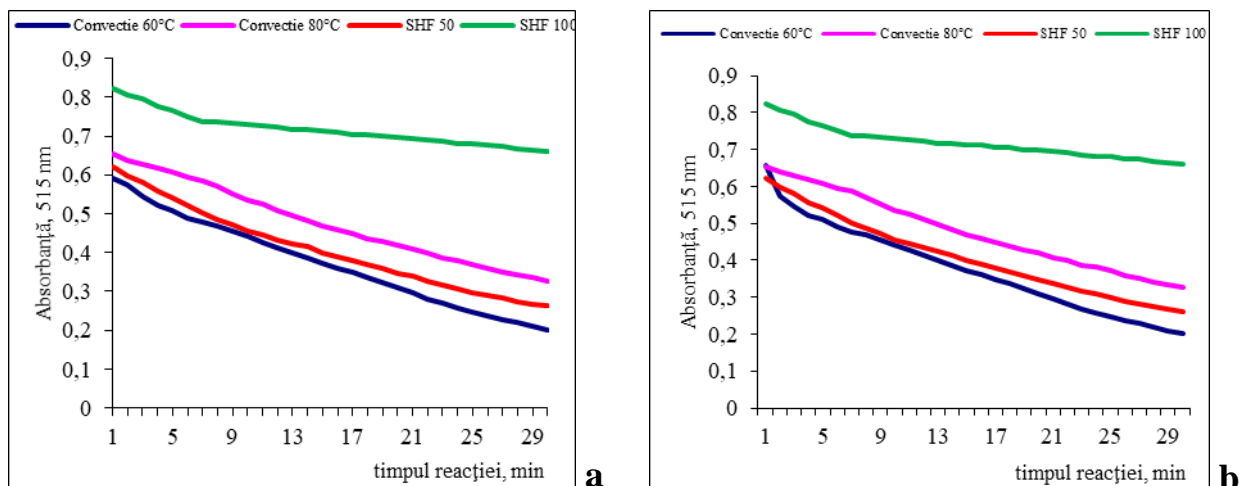


Figura 5.17. Curbele cinetice ale activității antioxidante (DPPH) a extractelor hidroalcoolice din ardei verde (a) și ardei roșu (b) uscate prin diferite metode

Vorbind despre influența metodelor de uscare asupra activității antioxidante a extractelor, putem spune că cea mai mare cantitate de antioxidanți este observată în extractele obținute din materie uscată prin metoda SHF.

Pe baza curbelor activității antioxidante a extractelor experimentale din ardei dulce s-a constatat că cea mai mare rată de păstrare a antioxidanților este prezentă în extractele din ardei uscat prin convecție la temperatura de 60°C precum și prin metoda SHF P=50% [26, 30, 40].

5.3.5. Influența conținutului total de polifenoli asupra activității antioxidante a extractelor naturale

Analizând corelația dintre conținutul total de polifenoli și activitatea antioxidantă DPPH în extractele experimentale pe bază de mediu hidroalcoolic, s-a constatat că cea mai mare activitate antioxidantă au demonstrat extractele din materie vegetală uscată prin metoda SHF P=50%. Pentru extractele lipidice predomină metoda convectivă la $t=60^{\circ}\text{C}$ și SHF P=100%. O diagramă model este reprezentată în figura 5.18.

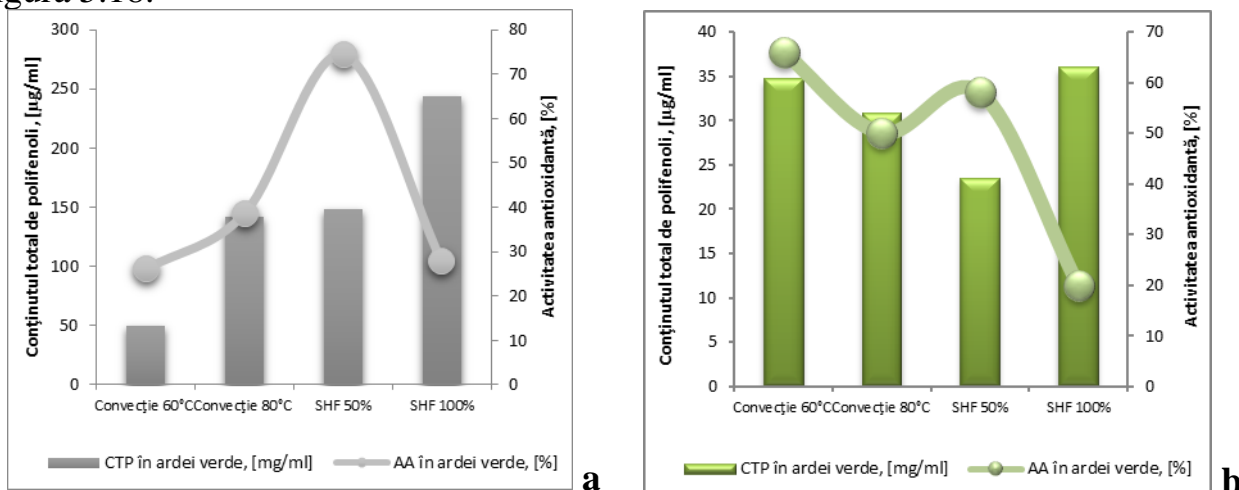


Figura 5.18. Corelația dintre conținutul total de polifenoli și activitatea antiradicalică DPPH în extractele (a) hidroalcoolice și (b) lipidice

din ardei dulce verde

Nu există o corelație directă între conținutul total de polifenoli și AA, fapt atestat frecvent în sursele bibliografice din domeniu [27].

Conținutul total de polifenoli în extractele de pătrunjel și leuștean a fost în intervalul de 148,21-237,82 $\mu\text{g/ml}$ pentru mediul hidroalcoolic și 20,89-40,41 $\mu\text{g/ml}$ pentru mediul lipidic. Cel mai mare conținut total de polifenoli a fost în conformitate cu rezultatele determinării activității antioxidante prezente în extractele de pătrunjel și leuștean, preventiv uscate prin SHF P=100% de puterea magnetronului. Cel mai mic conținut total de polifenoli s-a înregistrat în extractele de leuștean și pătrunjel, uscate prin convecție la 60°C și 80°C, ceea ce confirmă și activitatea antioxidantă scăzută a acestor extracte.

Pentru extractele din ardei dulce, verde și roșu cea mai mare rată de păstrare a polifenolilor, precum și activitatea lor antioxidantă este prezentă în extractele de ardei, preventiv uscat prin metoda SHF 50% de putere a magnetronului.

Astfel, luând în considerație toate aspectele, în special cele responsabile de păstrarea polifenolilor și activității lor antioxidante, pentru utilizarea în extracte naturale poate fi recomandată metoda de uscare a materiei vegetale prin curenți de frecvență supraînaltă la 50% de putere a magnetronului.

În lucrare au fost cercetate spectrele UV/Vis caracteristice pentru fiecare extract. Este cunoscut faptul că diferite substanțe au absorbția caracteristică în spectrul UV/Vis, prin care acestea pot fi identificate [60, 67, 70]. Absorbția extractelor a fost măsurată în diapazonul de lungimi de undă 190-1100 nm. Pentru vizualizarea datelor experimentale au fost construite diagrame, reprezentate în figurile 5.19, 5.20.

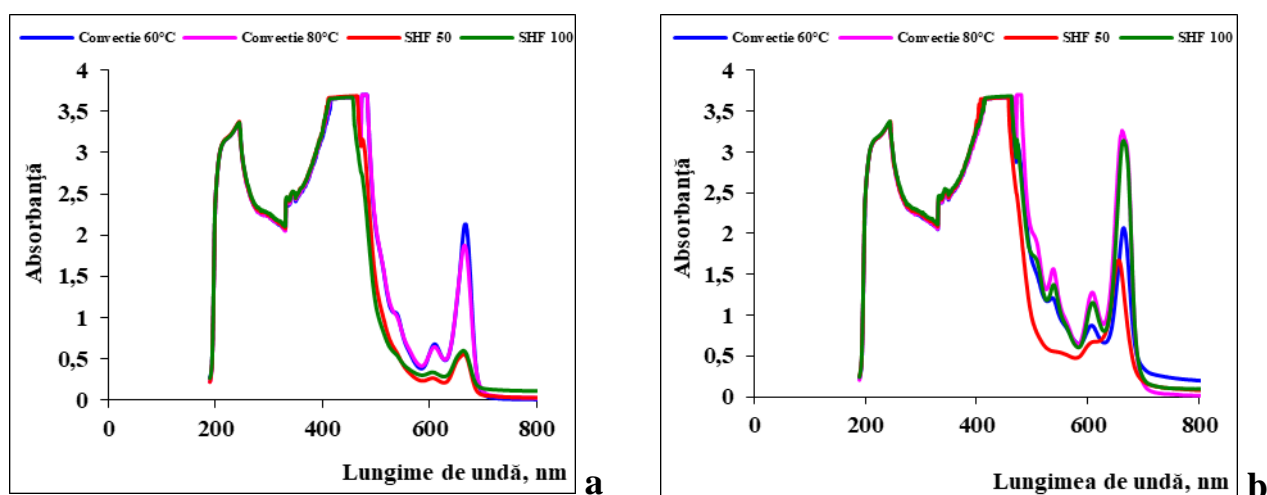


Figura 5.19. Spectrele UV/Vis ale extractelor hidroalcoolice din pătrunjel (a) și leuștean (b)

Prezența benzilor de absorbție în spectrele UV/Vis denotă conținutul și componența compușilor fenolici în extractele de pătrunjel și leuștean. Nivelul maxim al acestor compuși este înregistrat în extractele de pătrunjel și leuștean, uscate prin convecție $t=80^{\circ}\text{C}$ și SHF 50% de putere a magnetronului. Aici sunt înregistrate maxime la lungimile de undă 225, 425 și 670 nm.

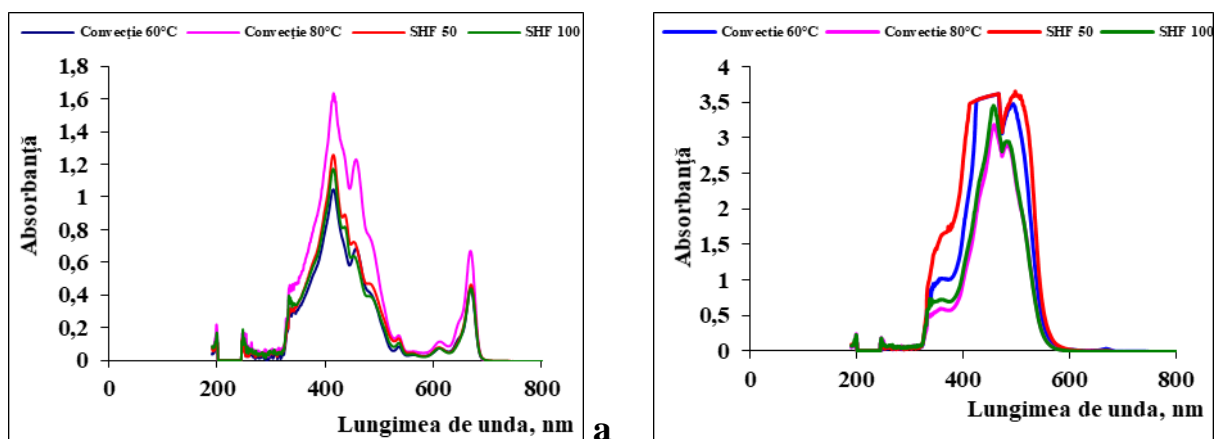


Figura 5.20. Spectrele UV/Vis ale extractelor hidroalcoolice din ardei dulce verde (a) și ardei roșu (b)

Analizând spectrele UV/Vis, putem remarca că pentru extractele din ardei dulce de culoare roșie este caracteristică prezența unui singur maxim de absorbție, înregistrat la 425 nm. Aceste benzi demonstrează prezența flavonelor și flavanolilor în extractele cercetate.

Prin analiza spectrelor UV/Vis ale extractelor din ardei dulce de culoare verde s-au constatat două benzi de absorbție: la 425 și 670 nm. Cea de 425 nm indică prezența compușilor polifenolici, cum ar fi flavone, flavonoli și flavanone. Maxima la 670 nm este caracteristică pentru clorofilă. Cea mai mare intensitate a maximului de absorbție a fost înregistrată pentru extractele din ardeiul dulce uscat prin metoda SHF la 50% de putere a magnetronului.

5.3.6. Proprietățile microbiostatice ale extractelor naturale

Este cunoscut faptul că antioxidanții naturali precum polifenolii, vitaminele grupei B, vitaminele C și A pot demonstra o acțiune antimicrobiană asupra microorganismelor patogene. Această acțiune este exercitată prin stoparea sau încetinirea creșterii microbiotei patogene în diferite produse alimentare.

Tabelul 5.17. Acțiunea antimicrobiană a extractelor naturale

Mediul de extracție	Materia vegetală	Raza, mm	Diametrul, mm	Suprafața, mm ²
Hidroalcoolic	Pătrunjel	4,3±0,2	8,6±0,1	58,1±0,3
	Leuștean	6,0±0,3	12,0±0,4	113,0±0,2
	Ardei verde	4,4±0,3	8,8±0,1	60,8±0,1
	Ardei roșu	4,7±0,1	9,4±0,2	69,4±0,3
Lipidic	Pătrunjel	1,8±0,2	3,6±0,3	10,2±0,2
	Leuștean	4,2±0,4	8,4±0,2	55,4±0,3
	Ardei verde	2,0±0,3	4,0±0,1	12,6±0,4
	Ardei roșu	3,4±0,1	6,8±0,3	36,3±0,3

Pentru a studia proprietățile antimicrobiene ale extractelor naturale, filtrele sterile au fost îmbibate cu extractele investigate, menținute în condiții sterile timp de 15 minute, după ce au fost introduse în mediile de creștere a diferitor microorganisme patogene. Cercetările au fost efectuate pe 2 medii de bază: mediu Sabouraud și Geloză peptonată din carne. După aceea, cuvele Petri au fost termostatate pentru dezvoltarea culturilor la $t=37^{\circ}\text{C}$ timp de 48 ore. În jurul filtrelor îmbibate cu extracte nu avea loc dezvoltarea microbiotei patogene. Analizând probele cercetate, s-a observat că proprietățile antimicrobiene sunt mai slabe sau mai puternice în dependență de extractul utilizat. În așa mod, extinderea acțiunii antimicrobiene a extractelor hidroalcoolice este în limitele $d=10-16$ mm, pentru extractele pe bază de mediu lipidic această valoare variază de la 7-11 mm (tabelul 5.17).

S-a constatat că dezvoltarea coloniilor este mai redusă datorită faptului că în componența pătrunjelului, leușteanului și a ardeiului dulce intră substanțe active, și anume, antioxidanți, ceea ce încetinește dezvoltarea microorganismelor patogene. Deci, extractele naturale experimentale au și proprietăți antimicrobiene.

5.4. Tehnologii de obținere a produselor alimentare cu potențial antioxidant sporit

În compartimentul dat sunt expuse rezultatele cercetării posibilității de utilizare a extractelor naturale din materie vegetală autohtonă pe bază de mediu hidroalcoolic și lipidic în calitate de adaos biologic activ pentru elaborarea produselor alimentare noi, cu valoare biologică sporită, cu stabilitate oxidativă și microbiologică. Luând în considerație cercetările preventive, pentru obținerea extractelor a fost selectată materie primă vegetală uscată prin optimizarea regimului de uscare din punct de vedere al păstrării polifenolilor și activității antioxidante a acestora – SHF la 100% de putere a magnetronului.

Sunt prezentate schemele tehnologice și indicii de calitate ai produselor alimentare elaborate, fortificate cu extracte naturale. În calitate de probe-martor au fost selectate mostre de uleiuri vegetale / emulsii alimentare cu 100% ulei de floarea-soarelui; au fost analizate probe experimentale pe bază de 100% ulei din semințe de struguri și amestec de aceste uleiuri vegetale în raport 80:20 respectiv.

5.4.1. Tehnologii de obținere a uleiurilor vegetale cu potențial antioxidant sporit

Cercetările privind posibilitatea de obținere a uleiurilor vegetale cu potențial antioxidant sporit nu sunt realizabile fără elaborarea tehnologiei de obținere a acestora și investigații privind indicii fizico-chimici de bază ai acestora. În compartimentul dat au fost desfășurate investigațiile în acest domeniu.

Elaborarea tehnologiei de obținere a amestecurilor de uleiuri vegetale cu potențial antioxidant sporit

Pentru obținerea amestecurilor de uleiuri vegetale cu potențial antioxidant sporin, în mostrele de uleiuri vegetale, cercetate preventiv, și anume, în amestecul din ulei de floarea-soarelui și de semințe de struguri în raport 80:20, respectiv, au fost încorporate extracte naturale din materie vegetală. Extractele pe bază de mediu hidroalcoolic (etanol 70%) și lipidic (ulei de floarea-soarelui) au fost încorporate în amestecul de uleiuri în raport 1:100, după ce a urmat procesul de stabilizare într-un loc întunecat timp de 24 de ore, și efectuate cercetările ulterioare.

Indicii fizico-chimici ai amestecurilor de uleiuri vegetale cu potențial antioxidant sporit

Uleiurile vegetale sunt supuse diferitor procese de degradare, în primul rând, din cauza oxidării lipidice. În scopul prevenirii / reducerii acestor procese a fost propusă utilizarea extractelor naturale cu potențial antioxidant sporit. Pentru a stabili efectul încorporării extractelor investigate asupra proceselor de oxidare au fost determinați indicii de calitate ai uleiurilor vegetale inserați în tabelul 5.18.

Tabelul 5.18. Indicii de calitate ai amestecurilor de uleiuri vegetale

<i>Nr. d/o</i>	<i>Denumirea probei</i>	<i>Indice de aciditate, mg KOH/g ulei</i>	<i>Indice de peroxid, mmol/g ulei</i>	<i>Conținutul de diene, μmol/g ulei</i>	<i>Conținutul de triene conjugate, μmol/g ulei</i>	<i>Indice de p-anisidină, u.c.</i>
1	Ulei de floarea-soarelui	0,17±0,01	8,17±0,02	15,87±0,01	7,01±0,03	0,550±0,003
2	Ulei din semințe de struguri	0,23±0,01	8,41±0,01	17,90±0,01	8,15±0,03	0,644±0,003
3	Amestec de uleiuri de floarea-soarelui și din semințe de struguri în raport 80/20, respectiv	0,19±0,01	8,22±0,01	16,27± 0,01	7,24±0,05	0,569±0,003
4	Amestec de uleiuri în raport 80/20 cu extract hidroalcoolic din pătrunjel	0,12±0,02	7,57±0,05	11,88± 0,01	5,90±0,08	0,481±0,004
5	Amestec de uleiuri în raport 80/20 cu extract lipidic din pătrunjel	0,16±0,03	7,84±0,04	13,94± 0,02	5,96±0,07	0,518±0,004
6	Amestec de uleiuri în raport 80/20 cu extract hidroalcoolic din leuștean	0,12±0,02	7,61±0,06	11,85± 0,02	5,52±0,05	0,487±0,007
7	Amestec de uleiuri în raport 80/20 cu extract lipidic din leuștean	0,17±0,03	7,93±0,02	13,78±0,03	5,65±0,08	0,523±0,004
8	Amestec de uleiuri în raport 80/20 cu extract hidroalcoolic din ardei dulce roșu	0,13±0,04	7,48±0,07	11,68±0,02	5,48±0,05	0,493±0,005
9	Amestec de uleiuri în raport 80/20 cu extract lipidic din ardei dulce roșu	0,16±0,02	7,75±0,06	13,45±0,06	5,88±0,07	0,529±0,002
10	Amestec de uleiuri în raport 80/20 cu extract hidroalcoolic din ardei dulce verde	0,15±0,01	7,8±0,04	11,72±0,04	6,12±0,09	0,498±0,004
11	Amestec de uleiuri în raport 80/20 cu extract lipidic din ardei dulce verde	0,18±0,02	7,94±0,03	13,57±0,03	6,35±0,04	0,539±0,006

Din tabel rezultă că indicele de aciditate pentru uleiurile vegetale fără extracte naturale variază în limitele 0,17-0,23 mg KOH/g ulei. Comparând aceste valori cu cele obținute pentru mostrele cu adaos de extracte naturale, s-a stabilit că are loc o scădere semnificativă a acestui indice până la 0,12-0,15 mg KOH/g ulei, pentru mostrele cu extracte hidroalcoolice, și 0,16-0,18 mg KOH/g ulei, pentru extractele lipidice.

Valoarea indicelui de peroxid, precum și conținutul de diene/triene în mostrele experimentale, variază esențial în dependență de compoziția lor. În mostrele cu adaos de extracte naturale are loc reducerea valorilor respective. În așa mod, valoarea indicelui de peroxid în mostrele nr.1-3 variază în limitele 8,17-8,41 mmol/g ulei, pentru mostrele nr.4-11 această valoare este în limitele 7,48-7,94 mmol/g ulei.

Unul dintre indicatorii gradului de oxidare a uleiurilor vegetale, în paralel cu indicele de peroxid, este conținutul de diene și triene conjugate. Pentru uleiurile vegetale fără extracte naturale, conținutul de diene variază în limitele de 15,87-17,90 $\mu\text{mol/g}$ ulei, conținutul de triene - în limitele de 7,01-8,15 $\mu\text{mol/g}$ ulei, pe când pentru mostrele cu extracte aceste valori sunt în mod esențial mai mici și variază pentru diene 11,68-13,78 $\mu\text{mol/g}$ ulei, triene 5,48-6,35 $\mu\text{mol/g}$ ulei.

Pe lângă producții primari ai oxidării uleiurilor vegetale investigate a fost cercetată și evoluția conținutului produșilor secundari ai oxidării, ca aldehidele și cetonele, care sunt exprimate prin indicele de *p*-anisidină. Analizând valorile indicelui de *p*-anisidină, s-a constatat o schimbare neesențială - valorile au variat în limitele 0,481-0,644 u.c.

Astfel, s-a constatat că în mostrele de amestecuri de uleiuri vegetale cu extracte naturale are loc inhibarea proceselor de oxidare, ceea ce se manifestă prin reducerea valorilor indicelui de aciditate, de peroxid, conținutului de diene și triene, indicelui de *p*-anisidină [26].

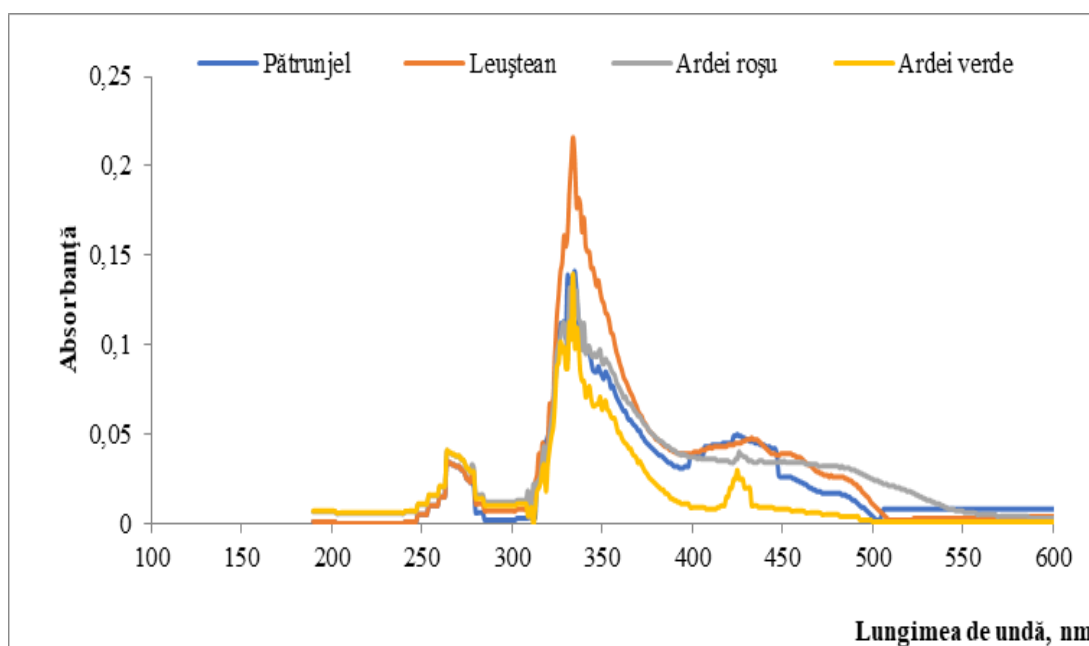


Figura 5.21. Spectrele UV/Vis ale uleiurilor vegetale cu adaos de extracte naturale

Această reducere probabil se datorează potențialului antioxidant sporit al extractelor naturale, în compoziția cărora intră polifenoli, care manifestă activitate antioxidantă sporită. Acest lucru a fost confirmat prin analiza spectrelor UV/Vis a mostrelor de uleiuri vegetale reprezentate în figura 5.21.

Prezența maximelor de absorbție în spectrele UV/Vis indică prezența compușilor fenolici în uleiurile vegetale cu adaos de extracte naturale. Nivelul sporit al acestor compuși este înregistrat în toate mostrele investigate. Benzile de absorbție sunt înregistrate la lungimi de undă 265 nm și 325 nm. Aceste maxime caracterizează prezența flavonelor și flavanolilor, care manifestă o activitate antioxidantă sporită.

Analizând datele experimentale obținute, se poate afirma că extractele au activitate antioxidantă sporită, ceea ce conduce la inhibarea proceselor de oxidare, astfel încât produsul finit poate fi păstrat o perioadă mai îndelungată [27]. Mai mult decât atât, încorporând extractele naturale în produsele alimentare, putem obține unele alimente noi cu destinații funcționale, cu valoare biologică înaltă și potențial antioxidant sporit.

5.4.2. Obținerea emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit

În compartimentul dat vor fi expuse rezultatele cercetărilor privind oportunitatea utilizării extractelor naturale pentru elaborea unei tehnologii noi de obținere a emulsiilor alimentare pe bază de uleiuri vegetale de floarea-soarelui și din semințe de struguri pentru a imprima produsului stabilitate oxidativă, microbiologică și reologică sporite.

Tehnologii de obținere a emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit

Pentru a obține emulsiile alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit a fost elaborată baza tehnico-științifică și tehnologia de fabricare a emulsiilor cu un conținut mediu de grăsimi, cu adaos de extracte naturale din materie vegetală de origine autohtonă. Ciclul tehnologic de producere a emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit include următoarele etape:

- pregătirea materiilor prime și auxiliare;
- prepararea pastei de maioneză – restabilirea componentelor uscate și amestecarea până la obținerea omogenizării;
- amestecarea pastei obținute cu alți componenți ai rețetei;
- prepararea emulsiei primare;
- încorporarea în compoziția emulsiei alimentare a uleiului din semințe de struguri;
- încorporarea în compoziția emulsiei alimentare a extractului natural;
- omogenizarea emulsiei.

Rețetele propuse sunt expuse în tabelul 5.19.

Tabelul 5.19. Rețete ale emușiilor alimentare de tip maioneză experimentale

Nr. d/o	Ingrediente	Rețete propuse			
		cu extract de pătrunjel	cu extract de leuștean	cu extract de ardei dulce verde	cu extract de ardei dulce roșu
		nr.1	nr.2	nr.3	nr.4
1	Ulei de floarea-soarelui (g)	40	40	40	40
2	Ulei de semințe de str. (g)	10	10	10	10
3	Praf de ouă (g)	5	5	5	5
4	Lapte praf degresat (g)	4	4	4	4
5	Zahăr (g)	1	1	1	1
6	Muștar praf (g)	0,5	0,5	0,5	0,5
7	Oțet 3% (ml)	2,5	2,5	2,5	2,5
8	Bicarbonat de sodiu (g)	0,2	0,2	0,2	0,2
9	Sare (g)	0,5	0,5	0,5	0,5
10	Stabilizator (g)	0,7	0,7	0,7	0,7
11	Extract (g)	1	1	1	1
12	Apă dedurizată (g)	34,6	34,6	34,6	34,6
13	% grăsimi/total	50/100	50/100	50/100	50/100

Pentru investigații s-au pregătit 10 mostre experimentale de maioneză, care diferă prin tipul extractului încorporat. La obținerea mostrelor de maioneză cu potențial antioxidant sporit, în emulsia alimentară pe bază de amestec de uleiuri de floarea-soarelui dublu rafinat și dezodorizat și semințe de struguri rafinat și dezodorizat în raport 80/20, respectiv, au fost încorporate extracte naturale pe bază de mediu hidroalcoolic și lipidic din materie vegetală de origine autohtonă, și anume: pătrunjel, leuștean, ardei dulce de diferite soiuri

Mostrele de maioneză obținute au fost puse în containere de masă plastică sterile, închise ermetic cu capace și păstrate timp de 24 ore la temperatura de 4-6°C, după care au fost efectuate analizele corespunzătoare.

Tehnologia de producere a emulsiei alimentare de tip maioneză elaborată a fost brevetată - Brevet de invenție „Maioneză”, nr. MD-317 (BOPI nr. 1/2011) [50, 71, 80].

O atenție deosebită în lucrare s-a atras influenței extractelor naturale introduse asupra calității produsului finit, și anume, intensității de acumulare a produselor de oxidare lipidică, proprietăților structurale, reologice și organoleptice. Rezultatele evaluării acestor caracteristici vor fi expuse în continuare.

5.4.3. Indicii fizico-chimici ai emușiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit în procesul păstrării

În scopul cercetării influenței extractelor naturale încorporate în emulsii alimentare asupra intensității de acumulare a produselor de oxidare în procesul păstrării au fost cercetați și determinați indicii de bază, reglementați de documentația normativă și alți parametri. Probele de emulsii alimentare au fost cercetate timp de 6 luni. Rezultatele cercetărilor sunt date în tabelul 5.20.

Tabelul 5.20. Dinamica acumulării produșilor oxidării lipidice a probelor de emulsii alimentare de tip maioneză investigate în procesul păstrării

<i>Nr. d/o</i>	<i>Denumirea probei</i>	<i>Perioada de păstrare</i>	<i>Indicele de aciditate, % exprimat prin acid acetic</i>	<i>Conținutul de diene, μmol/g produs</i>	<i>Conținutul de triene conjugate, μmol/g produs</i>	<i>Indicele de p-anisidină, u.c.</i>
1	Emulsie-martor	inițială	0,48±0,01	14,02±0,04	2,31±0,03	0,561±0,02
		2 luni	0,55±0,01	14,69±0,04	2,32±0,08	0,602±0,02
		4 luni	0,61±0,01	14,94±0,17	2,39±0,06	0,664±0,02
		6 luni	0,70±0,02	15,35±0,24	2,42±0,03	0,703±0,02
2	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri	inițială	0,50±0,01	14,63±0,04	2,43±0,03	0,614±0,01
		2 luni	0,62±0,01	14,83±0,29	2,45±0,03	0,672±0,01
		4 luni	0,74±0,01	15,21±0,34	2,50±0,06	0,744±0,01
		6 luni	0,82±0,03	15,58±0,72	2,59±0,07	0,863±0,03
3	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din pătrunjel	inițială	0,21±0,05	11,24±0,15	1,84±0,05	0,331±0,05
		2 luni	0,34±0,08	11,48±0,81	1,86±0,06	0,393±0,06
		4 luni	0,42±0,07	11,94±0,34	1,94±0,07	0,454±0,04
		6 luni	0,58±0,04	12,17±0,14	1,98±0,02	0,592±0,08
4	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din pătrunjel	inițială	0,24±0,02	11,54±0,25	1,94±0,09	0,374±0,04
		2 luni	0,38±0,01	11,84±0,71	2,15±0,07	0,421±0,06
		4 luni	0,44±0,06	12,27±0,31	2,28±0,02	0,513±0,01
		6 luni	0,59±0,04	12,47±0,19	2,36±0,03	0,554±0,07
5	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din leuștean	inițială	0,32±0,08	12,57±0,24	2,06±0,03	0,482±0,06
		2 luni	0,47±0,03	12,94±0,34	2,14±0,04	0,574±0,07
		4 luni	0,55±0,08	13,18±0,16	2,24±0,06	0,622±0,02
		6 luni	0,64±0,01	13,34±0,42	2,30±0,09	0,654±0,07
6	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din leuștean	inițială	0,35±0,02	13,69±0,34	2,16±0,01	0,501±0,06
		2 luni	0,41±0,01	13,94±0,16	2,22±0,03	0,543±0,05
		4 luni	0,56±0,08	14,22±0,57	2,29±0,07	0,634±0,07
		6 luni	0,67±0,04	14,43±0,07	2,35±0,09	0,662±0,05
7	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din ardei dulce roșu	inițială	0,25±0,03	12,31±0,04	1,88±0,07	0,354±0,06
		2 luni	0,37±0,07	12,53±0,09	1,95±0,03	0,403±0,07
		4 luni	0,45±0,08	12,98±0,05	2,06±0,07	0,464±0,09
		6 luni	0,61±0,05	13,23±0,04	2,13±0,06	0,524±0,03
8	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din ardei dulce roșu	inițială	0,27±0,04	12,42±0,42	1,96±0,03	0,393±0,04
		2 luni	0,34±0,02	12,84±0,35	2,10±0,04	0,443±0,06
		4 luni	0,49±0,01	13,13±0,07	2,18±0,03	0,491±0,05
		6 luni	0,63±0,07	13,42±0,08	2,21±0,05	0,582±0,01
9	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din ardei dulce verde	inițială	0,25±0,06	12,52±0,07	2,02±0,06	0,414±0,03
		2 luni	0,37±0,02	12,97±0,35	2,17±0,04	0,482±0,04
		4 luni	0,49±0,08	13,26±0,61	2,26±0,03	0,534±0,03
		6 luni	0,61±0,01	13,57±0,19	2,32±0,08	0,622±0,04
10	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din ardei dulce verde	inițială	0,31±0,04	12,87±0,28	2,11±0,06	0,451±0,01
		2 luni	0,48±0,06	13,18±0,05	2,23±0,07	0,473±0,06
		4 luni	0,56±0,09	13,34±0,07	2,32±0,09	0,594±0,08
		6 luni	0,63±0,04	13,87±0,21	2,39±0,05	0,642±0,04

S-a constatat că intensitatea formării acizilor grași liberi, care se manifestă prin modificarea indicelui de aciditate pe parcursul păstrării, are caracter exponențial. S-a observat o creștere a acestui parametru în toate mostrele cercetate. Conținutul acizilor grași liberi în mostrele inițiale variază în dependență de compoziția acestora, astfel încât în emulsia martor și în emulsia cu adaos de 20% ulei din semințe de struguri această valoare constituie 0,48-0,50% (exprimat prin acid acetic), respectiv. În probele cu adaos de extracte naturale această valoare este mai joasă și variază în limitele 0,21-0,35% (exprimat prin acid acetic). E de menționat că intensitatea de acumulare a acizilor grași liberi în probele cu adaos de extracte naturale este mai lentă (fig.5.22).

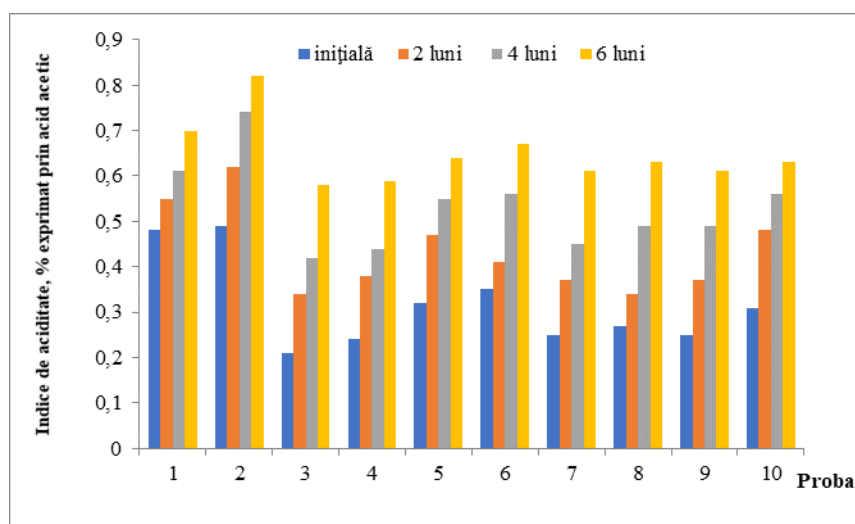


Figura 5.22. Evoluția modificării indicelui de aciditate al mostrelor de emulsii alimentare cu adaosuri vegetale (probele 1-10, conform tab. 5.20)

Indicele de aciditate al emulsiilor fără extracte naturale după 6 luni de păstrare diferă în mod esențial în raport cu extractele. Valoarea indicelui pentru probele nr.1, 2 constituie 0,70-0,82%, respectiv. Pentru probele cu extracte IA variază în limitele 0,58-0,67%.

Evoluția conținutului de diene și triene în mostrele investigate de emulsii alimentare de tip maioneză a arătat aceeași tendință, și anume, intensitatea de acumulare a acestor produse de oxidare este mai lentă. Mai mult decât atât, în probele inițiale cu extracte naturale, aceste valori sunt cu mult mai joase, comparativ cu probele martor.

Rata vitezei reacțiilor de oxidare, care duce la formarea produșilor primari ai oxidării lipidice după 6 luni de păstrare, pentru probele cu extracte naturale constituie 11,54-14,48 $\mu\text{mol/g}$ produs pentru diene și 1,94-2,39 $\mu\text{mol/g}$ produs pentru triene. În comparație cu probele martor nr.1, 2, această valoare constituie 15,3 / 15,6 $\mu\text{mol/g}$ produs pentru diene și 2,4 / 2,6 $\mu\text{mol/g}$ produs pentru triene, respectiv.

Dinamica de acumulare a aldehydelor, precum 2,4-decadienal și 2-octenal, a fost analizată după evoluția indicelui de *p*-anisidină. După 6 luni de păstrare, cea mai mare valoare a acestui indice a fost constatată pentru proba martor cu adaos de 20%

ulei din semințe de struguri (fără adaos de extracte) – 0,86 u.c. În mostrele cu extracte această valoare a fost mai joasă – 0,52-0,66 u.c. (fig.5.23).

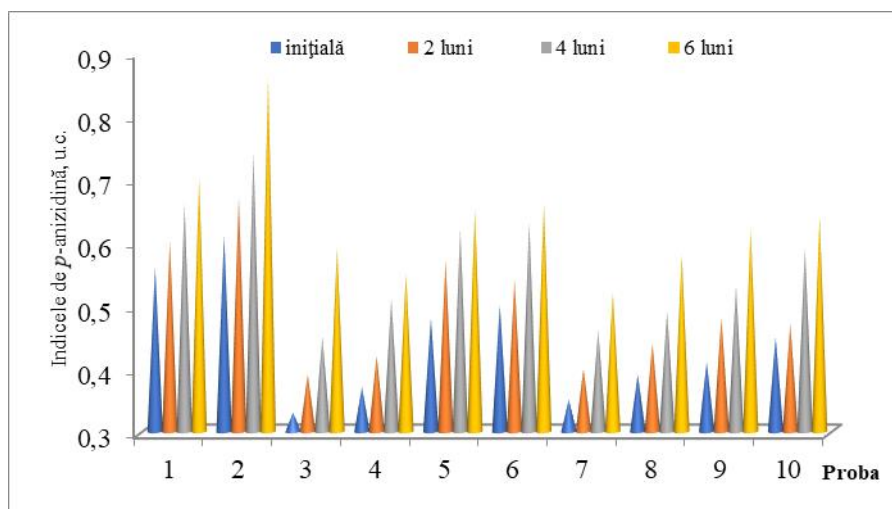


Figura 5.23. Dinamica modificării indicelui de *p*-anisidină al mostrelor de emulsii alimentare cu adaosuri vegetale (probele 1-10, conform tab. 5.20)

Pe baza datelor experimentale putem constata că extractele naturale au impact negativ asupra intensității de acumulare a produșilor primari și secundari ai oxidării lipidice. Efectul inhibitor este prezent în toate probele cu extracte naturale, fapt confirmat și prin micșorarea valorilor indicelui de aciditate, conținutului de diene/triene, precum și indicelui de *p*-anisidină pentru toată perioadă de păstrare.

Cu scopul determinării naturii chimice a interacțiunilor dintre substanțele active din extractele naturale cu componentele din emulsiile alimentare au fost cercetate spectrele emulsiilor alimentare investigate în IR (fig.5.24, 5.25).

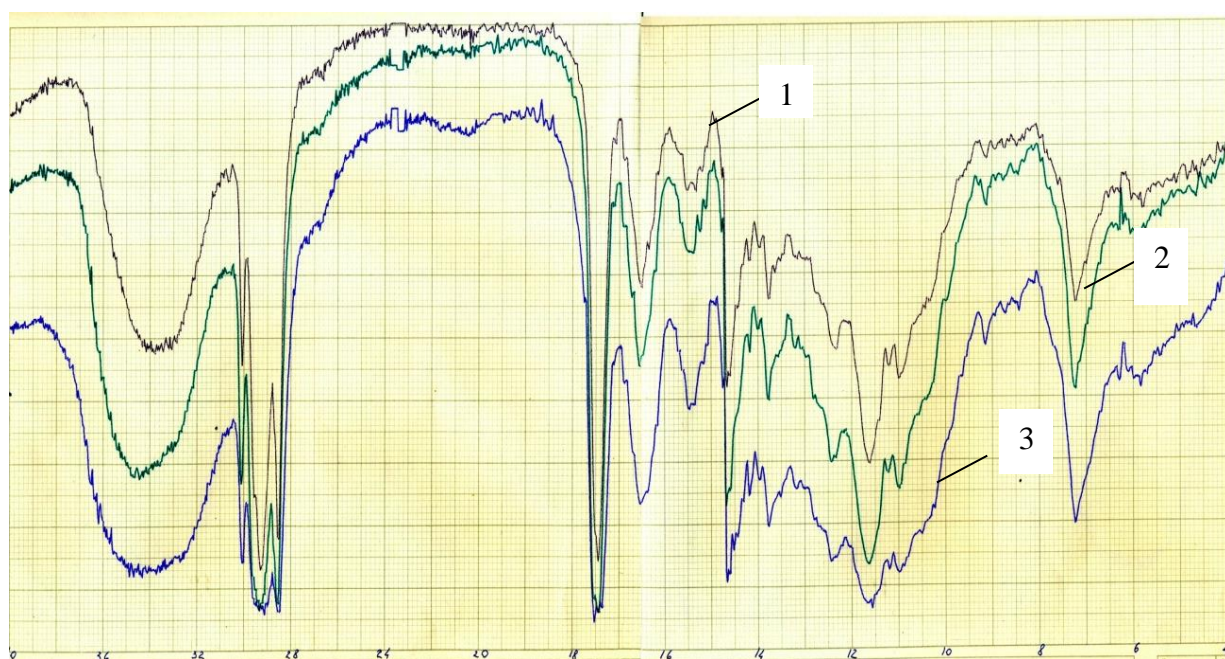


Figura 5.24. Spectrele de absorbție IR ale probelor de maioneză cu adaos de extracte naturale hidroalcoolice: 1 – pătrunjel; 2 – leuștean; 3 - ardei dulce.

Analizând spectrele IR ale mostrelor experimentale de emulsii alimentare cu adaos de extracte naturale, s-a constatat că lățimea benzii vibrațiilor de valență γ , caracteristică pentru grupările C=O (1724 cm^{-1}), care indică prezența produșilor secundari ai oxidării – aldehydelor, cetonelor, extractelor – nu variază, intensitatea absorbției acestei grupări funcționale fiind constantă. Acest lucru denotă lipsa proceselor oxidative asociate formării produșilor secundari ai oxidării lipidice.

După cum se observă din figurile 5.24, 5.25, pentru emulsiile de maioneză cu extracte, banda 1724 cm^{-1} nu se schimbă esențial. În domeniul de scurtă frecvență nu se observă lărgirea care poate fi datorată prezenței acizilor grași liberi, generați în procesul de oxidare, benzile cărora sunt situate în intervalul $1690\text{-}1720\text{ cm}^{-1}$. Prezența benzilor de intensitate slabă în toate mostrele experimentale, independent de tipul și cantitatea extractului încorporat, la frecvența de 1690 cm^{-1} , caracteristică pentru produsele secundare de oxidare – aldehydelor, cetonelor și acizilor grași liberi, la frecvența de 1720 cm^{-1} , precum și acizilor α , β -polinesaturați, poate fi explicată prin faptul că în uleiurile vegetale, care intră în componența emulsiilor investigate, în mod normal se conțin aceste produse de oxidare, care se formează în procesul de fabricare a acestora.

Este cunoscut faptul că în procesul de oxidare a materiei grase are loc transformarea *cis*-izomerilor acizilor grași nesaturați în forme *trans*- [15, 20, 30]. E de menționat că activitatea fiziologică este caracteristică doar pentru *cis*-izomerii acizilor grași nesaturați.

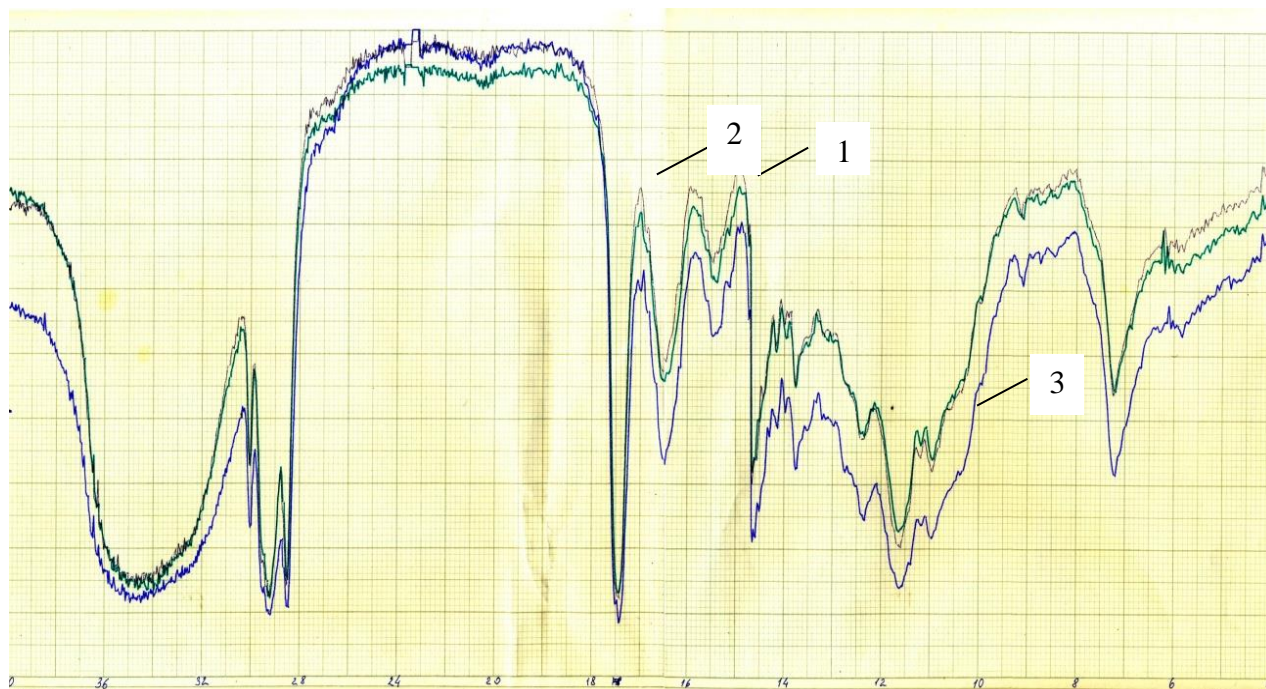


Figura 5.25. Spectrele de absorbție IR ale probelor de maioneză cu adaos de extracte naturale lipidice: 1 – pătrunjel; 2 – leuștean; 3 - ardei dulce.

Determinările privind conținutul *cis*-izomerilor acizilor grași nesaturați au fost desfășurate în conformitate cu metoda descrisă în lucrarea [33, 40, 75], la intensitatea

benzii $3,01-3,02 \cdot 10^{-6}$ m. Această bandă de absorbție este caracteristică pentru vibrațiile grupărilor - CH din cadrul legăturilor de tip *cis*- și poate fi utilizată pentru caracterizarea calitativă a lipidelor. Lipsa acestei benzi în spectrul IR în mostrele experimentale de emulsii alimentare dă dovadă de calitatea joasă a produsului și imposibilitatea includerii acestuia în alimentație.

În spectrele emulsiilor cu adaos de extracte naturale se atestă o stabilitate înaltă a intensității benzii de vibrații de deformare C – H în legăturile *cis*- – CH = CH – ($3,01 \cdot 10^{-6}$ m), ceea ce demonstrează inhibarea procesului de izomerizare *cis*- / *trans*-. Evident, acest lucru se poate datora potențialului antioxidant sporit al extractelor naturale.

Cercetările efectuate au permis să afirmăm că emulsiile alimentare de tip maioneză cu adaos de extracte naturale au potențial antioxidant sporit și se caracterizează prin stabilitate înaltă a compușilor biologic activi.

Microstructura emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit în procesul păstrării

Calitatea oricărui produs alimentar finit este strâns legată de proprietățile structurale ale acestuia. Cercetarea influenței încorporării extractelor naturale asupra calității emulsiilor alimentare de tip maioneză nu poate fi completă fără analiza influenței acestor factori asupra structurii emulsiei, valorilor parametrilor globulelor de grăsime dispersate în faza apoasă.

Tabelul 5.21. Raza globulelor de grăsime în emulsiile alimentare de tip maioneză în timpul păstrării

<i>Nr. d/o</i>	<i>Denumirea probei</i>	<i>Perioada de păstrare</i>	<i>Raza, μm</i>
1	Emulsie-martor	inițială	28± 1
		6 luni	35±1
2	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri	inițială	32±1
		6 luni	40±1
3	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din pătrunjel	inițială	≈ 5
		6 luni	≈ 5
4	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din pătrunjel	inițială	≈ 5
		6 luni	≈ 5
5	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din leuștean	inițială	8±1
		6 luni	10±1
6	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din leuștean	inițială	9±1
		6 luni	11±1
7	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din ardei dulce roșu	inițială	≈ 5
		6 luni	6±1
8	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din ardei dulce roșu	inițială	≈ 5
		6 luni	7±1
9	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din ardei dulce verde	inițială	≈ 5
		6 luni	≈ 5
10	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din ardei dulce verde	inițială	7±1
		6 luni	11±1

Acest indice arată gradul de dispersare al grăsimii, factor dominant în determinarea gradului de asimilare a produsului finit, stabilității structurale, oxidative și reologice a acestuia.

Microstructura emulsiilor alimentare de tip maioneză a fost studiată prin analize microscopice cu microscopul optic digital „Motic DMB 5-5” (China). Imaginile microstructurii mostrelor investigate, precum și raza globulelor de grăsime, probele inițiale și cele după 6 luni de păstrare sunt date în tabelul 5.21.

După cum poate fi observat din tabelul 5.21, microstructura emulsiilor cu adaos de extracte naturale diferă considerabil de structura emulsiilor-martor. Raza globulelor de grăsime este caracterizată prin dimensiuni cu mult mai mici, ceea ce se evidențiază în mod semnificativ în imaginile microscopice ale mostrelor investigate. În așa mod, raza pentru mostrele martor în procesul păstrării a variat în limitele de 28-40 μm , iar valorile pentru emulsii cu extracte au fost mai mici de 5-6 ori.

Este necesar de menționat că în majoritatea mostrelor de emulsii cu extracte, raza globulelor de grăsime a constituit $\approx 5 \mu\text{m}$ [27]. Structura acestor emulsii se caracterizează prin aranjamentul dens și compact al globulelor de grăsime. În astfel de emulsii gradul de dispersare al uleiurilor vegetale este maximal, ceea ce conferă omogenitate și finețe produsului. Efectuând cercetări asupra microstructurii emulsiilor investigate în procesul păstrării, a fost observată o dinamică pozitivă, caracterizată prin schimbări nesemnificative pentru toate probele experimentale.

Analizând datele experimentale privind microstructura emulsiilor investigate, putem afirma că extractele naturale au o influență semnificativă asupra structurii, dimensiunilor și aranjamentului globulelor de grăsime, măbind gradul de dispersie al uleiurilor vegetale în faza apoasă.

5.4.3. Proprietățile reologice ale emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit în procesul păstrării

Pentru emulsiile alimentare, proprietățile reologice se manifestă prin valoarea viscozității efective, valorile admisibile ale cărora sunt indicate în documentația normativ-tehnică pentru produsele de tipul dat. Pentru a investiga influența încorporării extractelor naturale asupra proprietăților reologice ale emulsiilor alimentare, a fost cercetată viscozitatea efectivă la 20°C și la viteza de deplasare $D_r 3 \text{ s}^{-1}$, $[\text{Pa}\cdot\text{s}]$ în procesul păstrării timp de 6 luni. Rezultatele cercetărilor sunt incluse în tabelul 5.22.

Tabelul 5.22. Valoarea indicelui de viscozitate al emulsiilor alimentare cu potențial antioxidant sporit în procesul păstrării

Nr. d/o	Denumirea probei	Valoarea indicelui de viscozitate efectivă la 20°C și viteza de deplasare $D_r 3 \text{ s}^{-1}$, $[\text{Pa}\cdot\text{s}]$	
		Pr. inițiale	După 6 luni de păstrare
1	Emulsie-martor	11,0±0,2	10,7±0,2
2	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri	16,5±0,2	16,0±0,2
3	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din pătrunjel	19,9±0,5	19,3±0,4

Nr. d/o	Denumirea probei	Valoarea indicelui de viscozitate efectivă la 20°C și viteza de deplasare $Dr\ 3\ s^{-1}$, [Pa·s]	
		Pr. inițiale	După 6 luni de păstrare
4	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din pătrunjel	19,5±0,8	18,7±0,3
5	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din leuștean	18,2±0,1	17,5±0,2
6	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din leuștean	18,4±0,5	17,8±0,1
7	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din ardei dulce roșu	19,3±0,2	18,7±0,3
8	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din ardei dulce roșu	17,4±0,5	16,9±0,2
9	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din ardei dulce verde	18,9±0,6	18,4±0,8
10	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din ardei dulce verde	17,6±0,2	17,1±0,6

S-a observat că viscozitatea efectivă este în dependență directă de natura și compoziția emulsiilor alimentare cercetate. La încorporarea extractelor naturale are loc creșterea viscozității efective. Pentru emulsia-martor valoarea acestui indice a variat în limitele 11,0-10,7 Pa·s, pentru emulsia cu 20% ulei din semințe de struguri 16,5-16,0 Pa·s, dar pentru emulsiile cu extracte naturale această valoare s-a mărit și varia în limitele de 17,6-19,9 Pa·s pentru probele proaspete și 17,1-19,3 după 6 luni de păstrare.

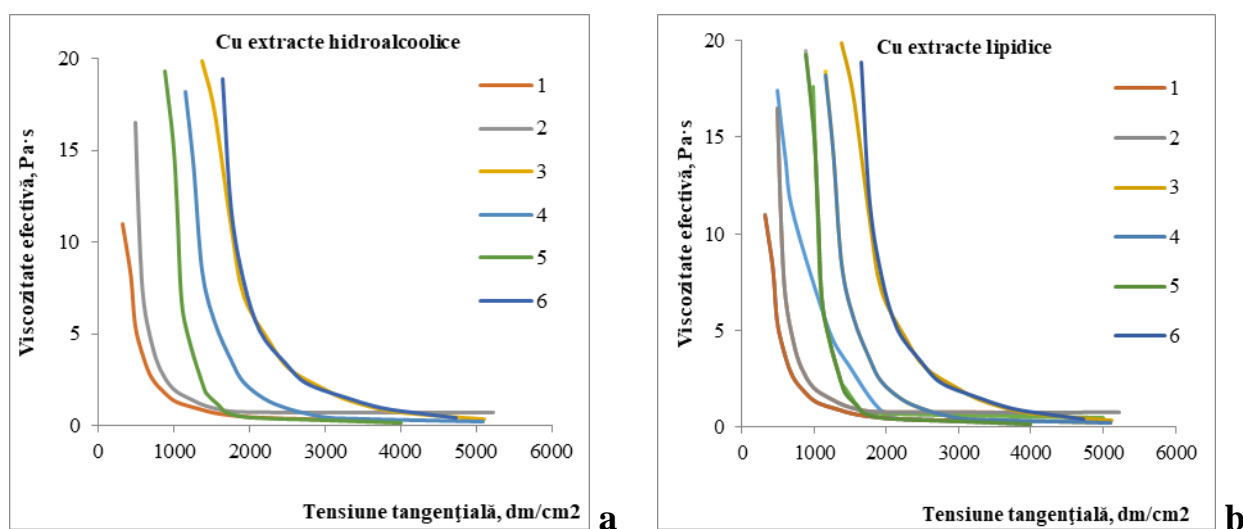


Figura 5.26. Variația viscozității efective în funcție de tensiunea tangențială a emulsiilor alimentare inițiale cu adaos de extracte (a) hidroalcoolice și (b) lipidice: 1 – proba-martor; 2 – cu 20% ulei din semințe de struguri; 3, 4, 5, 6 – extract de pătrunjel; leuștean, ardei dulce roșu și verde, respectiv.

Pentru a cerceta stabilitatea reologică a emulsiilor investigate, mostrele au fost supuse cercetărilor la mărirea tensiunii și vitezei tangențiale de deplasare. Reogramele investigate sunt redată în figura 5.26 pentru probele inițiale și 5.27, pentru probele după 6 luni de păstrare.

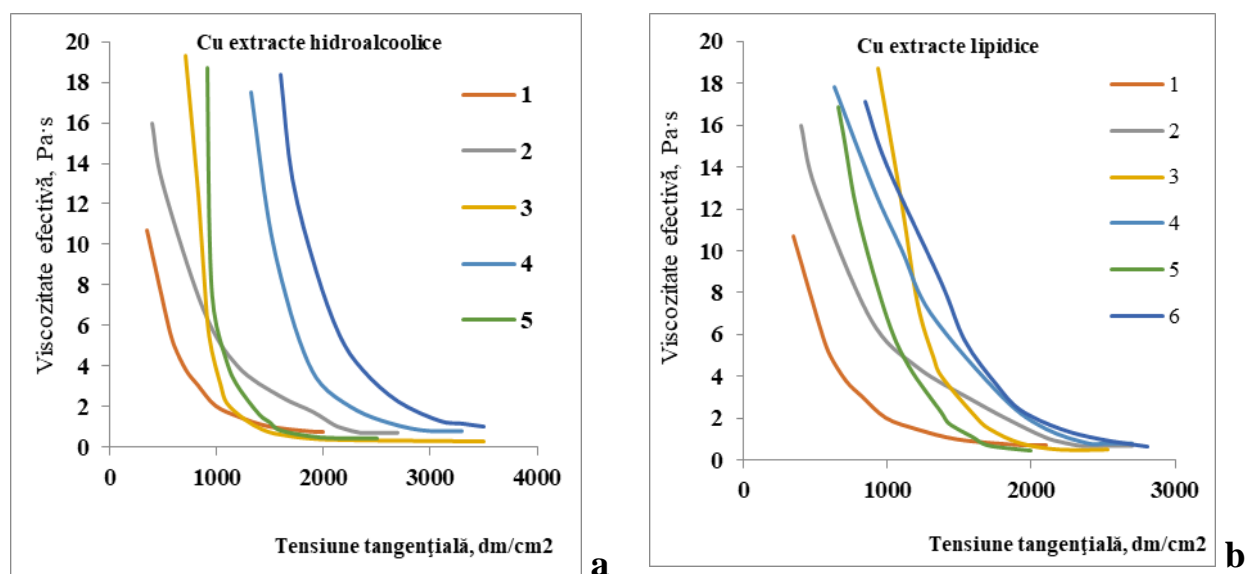


Figura 5.27. Variația viscozității efective în funcție de tensiunea tangențială a emulsiilor alimentare cu adaos de extracte (a) hidroalcoolice și (b) lipidice după 6 luni de păstrare: 1 – proba-martor; 2 – cu 20% ulei din semințe de struguri; 3, 4, 5, 6 – extract de pătrunjel; leuștean, ardei dulce roșu și verde, respectiv.

Analizând reogramele obținute, s-a constatat că la mărirea tensiunii și gradientului vitezei tangențiale, viscozitatea emulsiilor scade în mod semnificativ, ceea ce poate fi explicat prin distrugerea structurii acestora. Este necesar a menționa că în comparație cu mostrele nr.1, 2 mostrele cu adaos de extracte naturale sunt mai stabile și au rezistat o tensiune tangențială de deplasare până la 4000-5200 dm/cm².

După 6 luni de păstrare s-a observat o schimbare neesențială a reogramelor cercetate și a viscozității efective, ceea ce demonstrează stabilitatea mostrelor experimentale. Rezultatele investigațiilor privind proprietățile reologice ale emulsiilor au permis să afirmăm că extractele naturale au o influență pozitivă, conduc la majorarea viscozității emulsiilor, precum și stabilitatea acestora la creșterea tensiunii și a gradientului vitezei tangențiale.

5.4.4. Indicii microbiologici ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit în procesul păstrării

Emulsiile alimentare de tip maioneză, la fel ca și majoritatea produselor alimentare, producerea cărora nu are loc în condiții absolut sterile, conține, practic, întotdeauna germeni ai diferitor microorganisme. Prin urmare, elaborarea rețetelor noi pentru emulsiile alimentare de tip maioneză trebuie neapărat însoțită de cercetări

microbiologice. Astfel de cercetări diferă fundamental de cercetările altor obiecte din mediul înconjurător prin aceea că aici poate avea loc dezvoltarea microorganismelor în procesul păstrării. Acest lucru apare, în primul rând, când nu se respectă regimul tehnologic de producere și depozitare a produselor respective.

Fiecare țară are legislație proprie privind reglementarea compoziției alimentelor, standardele și specificațiile microbiologice cărora trebuie să se conformeze alimentele pentru a avea calitatea corespunzătoare și pentru a prezenta siguranță în consum [27]. Astfel, conform documentelor normative, emulsiile alimentare de tip maioneză trebuie să corespundă indicatorilor microbiologici din tabelul 5.23.

Tabelul 5.23. Indicatorii microbiologici reglementați pentru emulsiile alimentare de tip maioneză

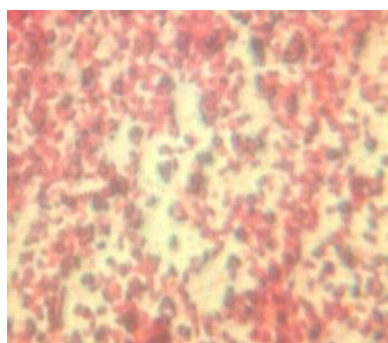
<i>Nr. d/o</i>	<i>Indicatorul</i>	<i>Normativul prezenței germenilor pe 1 g de emulsie alimentară de tip maioneză (germeni/g) [246,266]</i>
1	Numărul total de germeni aerobi mezofili	100
2	Bacterii coliforme	10
3	Escherichia coli	abs.
4	Sarmonella la 25 g	abs.
5	Stafilococi cuagulazo-pozitivi	abs.
6	Bacillus cereus	-
7	Vibrio parahaemolyticus	-
8	Bacterii sulfitoreducătoare	-
9	Drojdii și mucegaiuri	100

Producerea emulsiilor alimentare de tip maioneză trebuie să fie însoțită de un control bacteriologic riguros, ținând cont de modificările care pot provoca în maioneză o microfloră neobișnuită, ce poate nimeri în produs la încălcarea tehnologiei (de exemplu – necorespunderea valorii pH ș.a.) sau condiții neadecvate de păstrare. În scopul prevenirii dezvoltării sau încetinirii creșterii microorganismelor patogene în emulsiile alimentare de tip maioneză, în articolul de față s-a propus utilizarea extractelor naturale din materie vegetală autohtonă, care are proprietăți antimicrobiene, cercetate preventiv.

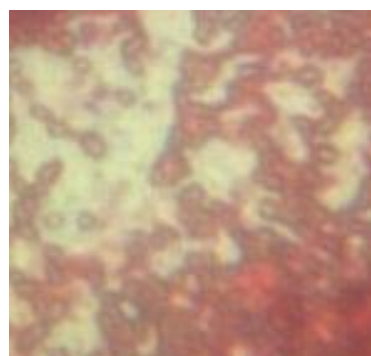
Tabelul 5.24. Modificările proprietăților microbiologice ale emulsiilor alimentare în procesul păstrării

Nr. d/o	Denumirea probei de emulsie alimentară	Mediul nutritiv	Perioada de cercetare						
			Numărul de colonii, 10 ²						
			proaspeți	1 lună	2 luni	3 luni	4 luni	5 luni	6 luni
1	Emulsie-martor	Sabouraud	0,25	0,35	0,64	0,84	0,75	0,70	0,62
		GPC	0,27	0,43	0,78	0,82	0,71	0,67	0,59
2	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri	Sabouraud	0,23	0,30	0,54	0,72	0,70	0,68	0,61
		GPC	0,24	0,47	0,57	0,70	0,67	0,64	0,62
3	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din pătrunjel	Sabouraud	0,12	0,17	0,41	0,36	0,30	0,30	0,28
		GPC	0,10	0,14	0,39	0,37	0,33	0,31	0,30
4	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din pătrunjel	Sabouraud	0,05	0,18	0,28	0,39	0,37	0,34	0,30
		GPC	0,07	0,21	0,38	0,42	0,40	0,38	0,34
5	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din leuștean	Sabouraud	0,09	0,15	0,35	0,39	0,36	0,34	0,32
		GPC	0,10	0,14	0,30	0,35	0,31	0,31	0,28
6	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din leuștean	Sabouraud	0,10	0,19	0,27	0,38	0,34	0,32	0,31
		GPC	0,12	0,17	0,34	0,37	0,35	0,32	0,30
7	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidroalcoolic din ardei dulce roșu	Sabouraud	0,10	0,14	0,20	0,25	0,24	0,21	0,20
		GPC	0,12	0,15	0,25	0,29	0,25	0,24	0,22
8	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din ardei dulce roșu	Sabouraud	0,13	0,24	0,34	0,36	0,34	0,32	0,27
		GPC	0,08	0,15	0,26	0,37	0,38	0,34	0,33
9	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract hidro-alcoolic din ardei dulce verde	Sabouraud	0,08	0,14	0,32	0,27	0,23	0,21	0,20
		GPC	0,10	0,11	0,29	0,33	0,30	0,30	0,27
10	Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract lipidic din ardei dulce verde	Sabouraud	0,13	0,26	0,37	0,40	0,38	0,34	0,30
		GPC	0,10	0,18	0,36	0,39	0,40	0,35	0,32

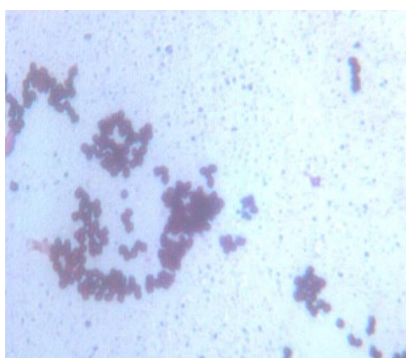
Identificarea microorganismelor obiectelor de studiu a fost efectuată prin cultivarea microorganismelor. Pentru determinarea numărului total de bacterii din mostrele de emulsii a fost utilizată metoda cuvelor [42, 54]. Numărul de colonii crescute pe mediu a fost recalculat la 1 g de produs, în corespundere cu diluțiile efectuate. Modificările proprietăților microbiologice ale emulsiilor în procesul păstrării timp de 6 luni sunt date în tabelul 5.24.



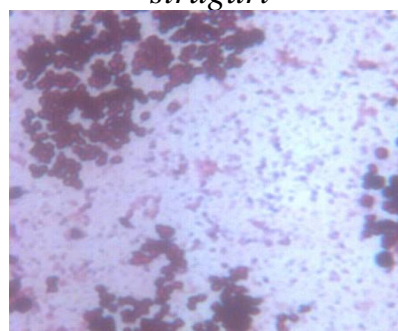
Emulsie-martor



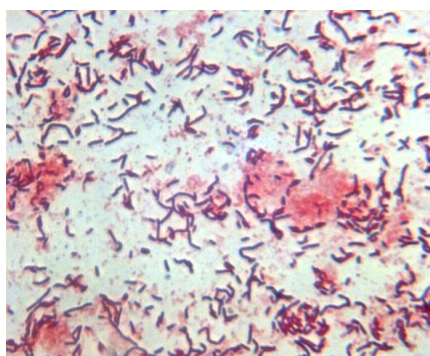
Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri



Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract din pătrunjel



Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract din leuștean



Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract din ardei dulce roșu



Emulsie cu 20% ulei din semințe de struguri cu extract din ardei dulce verde

Figura 5.28. Microbiota mostrelor experimentale de emulsii alimentare

Cinetica de creștere a microorganismelor a fost efectuată conform schemei clasice, stabilită de Buchanan, care permite aprecierea evoluției populației de microorganisme. Dinamica numărului de microorganisme în probele analizate timp de 6 luni, realizată pe diferite medii, denotă că prezența extractelor naturale în calitate de substanțe microbiostatice inactivează o parte din microorganisme, ceea ce permite păstrarea emulsiilor în condiții adecvate o perioadă mai îndelungată. Este necesar a menționa că în timpul păstrării valoarea parametrilor determinați este cu mult mai joasă decât limita admisibilă pentru toate mostrele cercetate.

În scopul identificării naturii microorganismelor prezente în mostrele de emulsii alimentare investigate s-a efectuat un studiu microscopic. În tehnica microscopică s-au utilizat două tipuri de preparate: preparate umede (între lamă și lamelă),

preparate fixate și colorate (frotiuri) [30, 57]. Diagnosticarea microorganismelor a fost efectuată după *metoda Gram*, care este o metodă diferențial-universală. Colorarea după Gram se bazează pe proprietatea sărurilor de magneziu ale acidului ribonucleic, care se conțin în citoplasma unor microbi (Gram+), de a reacționa cu violet de gențiană (sau cristal violet) [2, 5, 11]. Microbiota mostrelor experimentale investigate este reprezentată în figura 5.28.

În urma analizei microbiotei mostrelor experimentale s-a constatat că *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, Bacterii sulfitoreducătoare, *Vibrio parahaemolyticus* nu sunt prezente în emulsiile alimentare cercetate. Bacteriile coliforme, drojdiile și mucegaiurile sunt în limitele normativelor prevăzute de documentația normativă.

Cercetările realizate au permis stabilirea indicilor de creștere ai microorganismelor, în special ai duratei fazelor principale de creștere, care au o importanță practică deosebită pentru eficientizarea tehnologiilor industriale și stabilirea duratei și condițiilor de păstrare a produselor.

5.4.5. Indicii organoleptici ai emulsiilor alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit

Elaborarea unor tehnologii noi de fabricare a produselor alimentare întotdeauna este însoțită de numeroase cercetări ale parametrilor fizico-chimici, microbiologici ai produsului finit și nu în ultimul rând organoleptici. În cadrul cercetărilor de față s-au efectuat degustări pentru analiza indicilor organoleptici de bază, reglementați de GOST R – 53590-2009 [26, 48, 54, 88, 94]. În urma analizelor efectuate s-a întocmit un proces-verbal. Acceptabilitatea generală a parametrilor evaluați este reprezentată în figura 5.29.

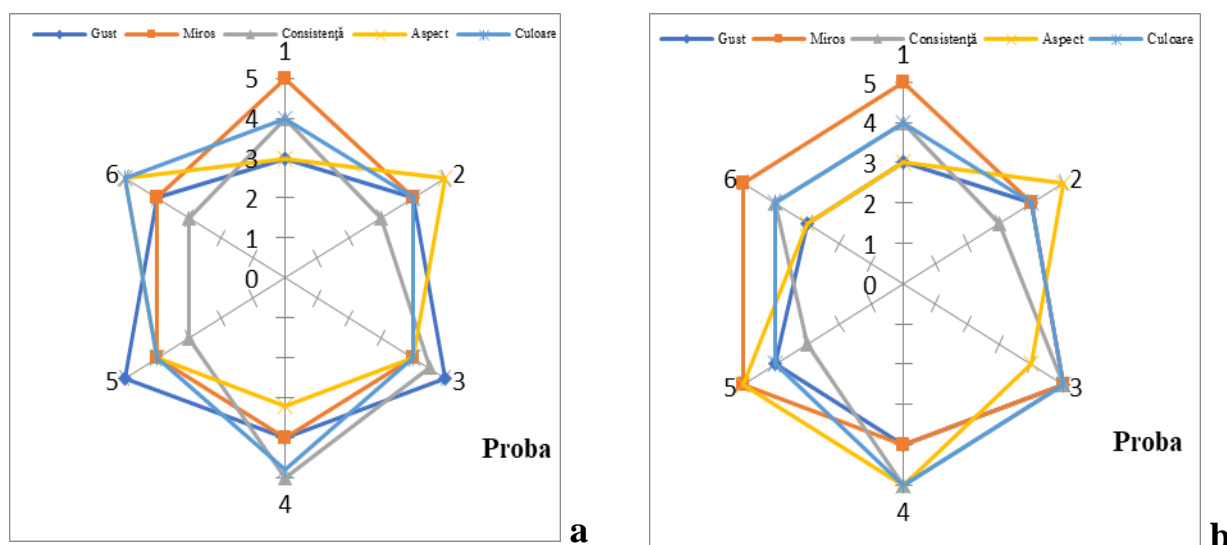


Figura 5.29. Evaluarea indicilor organoleptici ai probelor de emulsii alimentare de tip maioneză cu potențial antioxidant sporit cu adaos de extracte (a) hidroalcoolice și (b) lipidice

Analizând datele evaluării organoleptice a emulsiilor investigate, trebuie menționat faptul că mostrele cu adaos de extracte naturale au consistență fină,

gingașă și omogenă. Mostrele au gust, miros și culoare plăcute de plante aromatice/ardei dulce. Toate probele propuse spre analiză au fost apreciate pozitiv și merită atenția consumatorilor.

În baza proprietăților compozițiilor din uleiuri vegetale de floarea-soarelui și semințe de struguri a fost elaborată schema tehnologică de obținere a amestecurilor de uleiuri vegetale cu potențial antioxidant sporit prin încorporarea în rețetă a extractelor naturale din materie vegetală de origine autohtonă. În mostrele cu extracte naturale are loc inhibarea proceselor oxidative, ceea ce se manifestă prin diminuarea vitezei de acumulare a produșilor primari și secundari ai oxidării acizilor grași nesaturați. Acest lucru se datorează potențialului antioxidant sporit al unor compuși polifenolici, prezența cărora a fost demonstrată experimental prin spectrometria UV/Vis (benzi de absorbție caracteristice pentru flavone și flavanoli, situate la 225 și 425 nm). Compozițiile de uleiuri cu potențial antioxidant sporit pot fi recomandate spre utilizare directă în calitate de dressing pentru salate și bucatele reci.

Compozițiile din uleiuri vegetale de floarea-soarelui și semințe de struguri elaborate s-au utilizat pentru pregătirea emulsiilor alimentare cu potențial antioxidant sporit. Evaluarea indicilor organoleptici ai emulsiilor investigate a demonstrat că mostrele cu extracte naturale au consistență fină și gingașă, miros și gust plăcute de plante aromatice / ardei dulce și pot fi recomandate în alimentație.

Prezența extractelor naturale în emulsiile alimentare inactivează o parte din microorganisme. Pe parcursul a 6 luni de păstrare valoarea parametrilor determinați a fost cu mult mai joasă decât LMA pentru toate mostrele cercetate. Microorganisme patogene ca *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, Bacterii sulfitoreducătoare, *Vibrio parahaemolyticus* nu-au fost constatate. Bacteriile coliforme, drojdiile și mucegaiurile sunt în cantități sub limitele prevăzute de documentația normativă.

Cercetarea caracteristicilor de stabilitate oxidativă a maionezei în procesul păstrării denotă că extractele naturale au efect inhibitor asupra intensității de acumulare a produșilor primari și secundari ai oxidării lipidice și se manifestă prin scăderea valorilor indicelui de aciditate, conținutului de diene/triene, precum și indicelui de *p*-anisidină pentru toată perioada de păstrare investigată (6 luni). Prin spectroscopia IR s-a demonstrat stabilitatea intensității benzii de vibrații de deformare C – H în legăturile *cis* – CH = CH – ($3,01 \cdot 10^{-6}$ m), caracteristice pentru *cis*-izomerii acizilor grași nesaturați, ceea ce demonstrează stabilitatea legăturilor duble.

Cercetarea microstructurii emulsiilor investigate a arătat că acestea sunt practic monomodale, cu raza globulelor de grăsime ≈ 5 μ m, se caracterizează prin aranjament dens și uniform al globulelor de grăsime. Analiza influenței extractelor naturale încorporate asupra caracteristicilor reologice (viscozitate efectivă și tensiune tangențială de deplasare) demonstrează că maioneza cu extracte naturale are viscozitate înaltă și își păstrează mai bine caracteristicile reologice la creșterea valorii vitezei de deplasare.

CONCLUZII

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

1. S-a justificat oportunitatea utilizării uleiului din semințe de struguri în calitate de component lipidic pentru obținerea emulsiilor alimentare de tip maioneză cu valoare biologică sporită, datorită conținutului important de acizi grași polinesaturați (ω -3, ω -6), de tocoferoli și proantocianidine, care au activitate antioxidantă sporită. Analiza cromatografică (GC) și spectrală (IR) a amestecurilor de uleiuri de floarea-soarelui și semințe din struguri a confirmat existența unui conținut important de acizi linoleic și linolenic ($1540\text{-}1550\text{ cm}^{-1}$). Pe baza cercetării dinamicii modificării indicelui de aciditate, de peroxid, a conținutului de hidroperoxizi, diene, triene, a indicelui de *p*-anisidină și tiobarbituric s-a constatat că amestecul bicomponent cu 20% ulei din semințe de struguri se evidențiază printr-o stabilitate oxidativă importantă în timpul stocării.

2. S-a stabilit că emulsiile alimentare pe bază de amestec de uleiuri vegetale (80:20) au indici fizico-chimici, reologici și organoleptici stabili în toată perioada de păstrare. Microstructura emulsiei date se caracterizează printr-un aranjament compact și uniform al globulelor microeterogene de grăsime dispersată.

3. Au fost elaborate condițiile optime de preparare a materiei prime vegetale autohtone și de obținere a extractelor naturale cu potențial antioxidant sporit. S-a demonstrat capacitatea antioxidantă și antiradicalică a extractelor, exprimate respectiv prin conținutul total de polifenoli și inhibarea radicalilor liberi (DPPH). S-a demonstrat că extractele naturale obținute au proprietăți antimicrobiene, care se manifestă prin reducerea dezvoltării microorganismelor patogene, ceea ce poate fi explicat prin potențialul antioxidant sporit al extractelor naturale investigate.

4. Cercetarea caracteristicilor de stabilitate oxidativă a maionezei obținute pe bază de compoziții din uleiuri de floarea-soarelui și semințe de struguri cu extracte naturale în procesul păstrării denotă că extractele naturale au efect inhibitor asupra intensității de acumulare a produșilor primari și secundari ai oxidării lipidice și se manifestă prin scăderea valorilor indicelui de aciditate, conținutului de diene/triene, precum și a indicelui de *p*-anisidină pentru toată perioada de păstrare investigată (6 luni). Prin spectroscopia IR s-a demonstrat stabilitatea intensității benzii de vibrații de deformare C – H în legăturile *cis* – CH = CH – ($3,01 \cdot 10^{-6}\text{ m}$), caracteristice pentru *cis*-izomerii acizilor grași nesaturați, ceea ce demonstrează stabilitatea legăturilor duble, lipsa izomerizării în procesul de păstrare și confirmă valoarea biologică și stabilitatea oxidativă a produsului.

5. Cercetarea microstructurii emulsiilor pe bază de compoziții din uleiuri de floarea-soarelui și semințe de struguri cu extracte vegetale a arătat că acestea sunt practic monomodale, cu raza globulelor de grăsime $\approx 5\ \mu\text{m}$, se caracterizează prin aranjament dens și uniform al globulelor de grăsime. Analiza influenței extractelor naturale încorporate asupra caracteristicilor reologice (viscozitate efectivă și tensiune tangențială) demonstrează că maioneza cu extracte naturale are viscozitate înaltă și își păstrează mai bine caracteristicile reologice la creșterea valorii vitezei de deplasare.

6. Au fost elaborate tehnologiile de obținere a uleiurilor vegetale / emulsiilor alimentare cu valoare biologică sporită, cu potențial antioxidant înalt, justificate prin brevete de invenție ale Republicii Moldova.

BIBLIOGRAFIE

1. ABEER H. ABD El-Rahim, NAGLAA A. HAFIZ. Investigation on the Protective Effect of Grape Seed and Linseed Oils Against Cyclophosphamide Induced Genotoxicity in Mice. Department of Cell Biology, National Research Center, Dokki, Giza, Egypt. *Global Veterinaria* 3 (5), 2009. 377-382 p.
2. AKOH C.C., MIN D.B. In *Food Lipids: chemistry, nutrition and biotechnology* (2nd ed., revised and expanded), New York: Marcel Decker, Inc., 2008. 589-636 p.
3. ANANDAN C., NURMATOV U., Sheikh A. Omega 3 and 6 oils for primary prevention of allergic disease: systematic review and meta-analysis. *Allergy* 64(6), 2009.
4. Anuarul statistic al Republicii Moldova. Biroul Național de Statistică al RM. Chișinău: Combinatul poligrafic, 2007. - 560 p.
5. ARTEMIS P. Simopoulos, International Society of Nutrigenetics/Nutrigenomics. Congress, Fabien De Meester. A balanced omega-6/omega-3 fatty acid ratio, cholesterol and coronary heart disease. Karger Publishers, 2009. 125 p.
6. BAGCHI D. *Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World*. Academic Press, 2008. 447 p.
7. BARAN A., CAPCANARI T. Prospect of technology using for fruits storage by freezing. Conferința internațională TEHNOLOGII MODERNE, ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ-2016 .MTFI – 2016, Chișinău, 20-22 Octombrie, 2016 ISBN 978-9978-87-138-9. pp.123-126. http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/3706/Conf_Tehmol_2018_pg145_150.pdf?sequence=1
8. BLAKE S. *Vitamins and Minerals Demystified*. USA, McGraw-Hill Professional, 2007. 342 p.
9. BLUMBERG J.B, FREI B. Why clinical trials of vitamin E and cardiovascular diseases may be fatally flawed. Commentary on "The relationship between dose of vitamin E and suppression of oxidative stress in humans." *Free Radic Biol Med*.43, 2007.
10. BOAGHI, E., CAPCANARI, T., MIJA, N., DESEATNICOVA, O., OPOPOL, N. The evolution of food products consumption in Republic of Moldova in the demographic transition period. *Journal of Engineering Science*. Chișinău, Vol. XXV, no. 4, 2018, pp. 74 – 81. ISSN 2587-3474. eISSN 2587-3482. DOI:10.5281/zenodo.2576744 https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2019/03/JES-2018-4_74-81.pdf
11. Brevet de invenție. 317 MD: A23L 1/24. Maioneză / Deseatnicov O., Sturza R., Popovici C., Suhodol N., Capcanari T. (MD). Cererea depusă 10.09.2010, BOPI nr. 1/2011.
12. CAPCANARI T., CHIRSANOVA A., COVALIOV E., POPOVICI V., RADU O., STURZA R. Bioactive substances impact profile of hemp seeds (*Cannabis sativa* L.) on hummus functional properties. 16th International Conference of

- Constructive Design and Technological Optimization in Machine Building-OPROTEH 2021, Bacău .
13. CAPCANARI T., CHIRSANOVA A., SIMINIUC R. Development of carob (*ceratonia siliqua*) pods functional pastry sauce with no added sugar. 16th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Building-OPROTEH 2021, Bacău
 14. CAPCANARI T., ISTRATI D., DIMA F., VIZIREANU C. Prospect of using the mixtures of sunflower and walnut oils for production of functional mayonnaise emulsions. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. Timișoara. ISSN: 2069-0053 (print) (former ISSN: 1453-1399), Agroprint; ISSN (online): 2068-9551, 2015, pp. 296-301. https://www.journal-of-agroalimentary.ro/admin/articole/4490346_A1_2014_Articol_Vizireanu_Capcanari_296-301.pdf
 15. CAPCANARI T., PALADI D. Токсикология и безопасность пищевых продуктов. Note de curs. Partea I. Chișinău, Editura „Tehnica-UTM”, 2018. - 88 p. ISBN 978-9975-45-558-9. CZU 615.9:663/664(075.8), K 202.
 16. CAPCANARI T., POPOVICI C., DESEATNICOVA O., STURZA R. Prospects of using grape seed oil for production of functional mayonnaise emulsions. *International Conference Modern Technologies in the Food Industry*. Volume I. 1-3 November, 2012 Chișinău. ISBN 978-9975-80-645-9. pp.265-270.
 17. CAPCANARI T. ș.a. Conținutul total de polifenoli și activitatea antioxidantă a extractelor din ardei dulce. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Chișinău: UTM, 17-19 noiembrie 2010, vol 2. 2010. 8-11 p., ISBN 978-9975-45-159-8.
 18. CAPCANARI, T.; PALADI, D.; POPOVICI, C. Emulsion alimentaires a base d huile de noix. Colloque Francophone interdisciplinaire “Securite alimentaire, nutrition et agriculture durable”. ISBN 978-9975-87-428-1. Chisinau, 2018. p.14.
 19. CAPCANARI, T., BOAGHI, E., DESEATNICOVA, O., Paladi D. Analysis of children's nutritional status in the educational institutions of Moldova Republic. 85 International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 11–12, 2019, ISBN 978-966-612-213-4, pp. 9. ISBN 978-966-612-213-4
 20. CAPCANARI, T., POPOVICI, C, RADU, O., DESEATNICOVA, O. Potential Functional Properties of *Curcubita Moschata* and *Curcubita Maxima*. 85 International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 11–12, 2019. pp.10. ISBN 978-966-612-213-4.
 21. CAPCANARI, T., POPOVICI, C., RADU, O., BOAGHI, E., POPOVICI, V. PFONATEC Project Design and Interfaces. 85 International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 11–12, 2019, ISBN 978-966-612-213-4, pp. 11. ISBN 978-966-612-213-4.
 22. CAPCANARI, T., PALADI, D., POPOVICI, C. Emulsion alimentaires – aspects technologiques et nutritionnels. *International Conference Modern Technologies in the Food Industry*. Fourth edition 18-20 October, 2018, Chișinău. ISBN 978-9975-87-428-1.

23. CAPCANARI, T., POPOVICI, C., PALADI, D., DESEATNICOVA, O. Microstructure and rheological behavior of emulsions with improved nutritional value. International Conference Modern Technologies in the Food Industry. Fourth edition 18-20 October, 2018, Chișinău. ISBN 978-9975-87-428-1. p. 145-151.
24. CHAIYASIT W., Elias J., Mc Clements D. Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 47, 2007. 299-317 p.
25. CHIRSANOVA A., COVALIOV E., CAPCANARI T. et.al. Consumer behavior related to salt intake in the Republic of Moldova. Journal of Social Sciences. Vol. III, no. 4 (2020), pp. 101 – 110. DOI: 10.5281/zenodo.4296387 CZU 366:613.2:664.41(478). https://jss.utm.md/wp-content/uploads/sites/21/2021/01/JSS-4-2020-pp_101-110.pdf
26. CHIRSANOVA, A., CAPCANARI, T., BOISTEAN, A., COVALIOV, E., RESITCA, V., STURZA, R. Behavior of Consumers in the Republic of Moldova Related to the Consumption of Trans Fat. International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics (IJFS) Int J Food Sci Nutr Diet. 2020;9(8):493-498. ISSN 2326-3350. doi: <http://dx.doi.org/10.19070/2326-3350-2000086>
27. CHIRSANOVA, A., CAPCANARI, T., GÎNCU, E. Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus*) flour impact on bread quality. Journal of Engineering Science. Vol. XXVIII, no. 1 (2021), pp. 131 – 143, ISSN 2587-3474, eISSN 2587-3482. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(1\).14](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(1).14) https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2021/04/JES-1-2021_131-143.pdf
28. CHONG EW-T., WONG T.Y, Kreis A.J. Dietary antioxidants and primary prevention of age-related macular degeneration: systematic review and meta-analysis. BMJ, 2007.
29. CIUMAC J., REȘITCA V., CHIRSANOVA A., CAPCANARI T., BOAGHI E. Tehnologia generală a produselor alimentare. Îndrumar metodic pentru efectuarea lucrărilor de laborator. Chișinău, Editura „Tehnica-UTM”, 2019. - 147 p. ISBN 978-9975-45-586-2. CZU 663/664.0(076.5), T 32.
30. COSGROVE T. Colloid Science: Principles, Methods and Applications. John Wiley and Sons, 2010. 394 p.
31. COVACI E., CAPCANARI T., LESANU A. Traceability of wine - a criterion of quality and food safety for the consumer. Journal of Engineering Science. Chișinău, Vol. XXV, no. 3 (2018). pp 95-99. eISSN 2587-3482. DOI: 10.5281/zenodo.2557335 CZU 663.2:614.31. https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2019/02/JES-2018-3_95-99.pdf. ISSN 2587-3474.
32. DAAYF F., LATTANZIO V. Recent advances in polyphenol research. Volume 1. West Sussex, United Kindom John Wiley & Sons, 2008. 393 p.
33. DIMAKOU C., KIOKIAS S., TSARPOUNI I. Effect of processing and storage parameters on oxidative deterioration of oil-in-water emulsions. Food Biophysics 2, 2007. 38-45 p.
34. DUCA G. Produse secundare vinicole. Chișinău: Știința, 2011. - 351 p.
35. EISSA H.A. MOSTSFA B.E., HUSSEIN A.S. Capsaicin content and quality characteristics in Different Local Pepper Varieties (*Capsicum Annum*) and Acid-Brine Pasteurized Puree. -Journal of food technology 5(3), 2007. 246-255 p.
36. Eugenia Boaghi¹, Tatiana Capcanari¹, Nina Mija¹, Olga Deseatnicova¹, Nicolae Opopol². The evolution of food products consumption in Republic of Moldova in

- the demographic transition period. *Journal of Engineering Science*. Chişinău, Vol. XXV, no. 4 (2018), pp. 74 – 81. ISSN 2587-3474. eISSN 2587-3482. https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2019/03/JES-2018-4_74-81.pdf
37. EVANS J. Primary prevention of age related macular degeneration. *BMJ*, 2007.
 38. GORINSTEIN S., PARK Y-S., HEO B-G. A comparative study of phenolic compounds and antioxidant and antiproliferative activities in frequently consumed raw vegetables. *Eur Food Res. Technol*, 2009. 903–911 p.
 39. GOULD K., DAVIES K.M., WINEFIELD C. *Anthocyanins: biosynthesis, functions, and applications*. Wellington, New Zealand, Springer, 2009. 329 p.
 40. GUNSTONE F. *Oils and fats in the food industry*. Oxford: Blackwell Publishing, 2008. 146 p.
 41. HARRIS W. Omega-6 and omega-3 fatty acids: partners in prevention. *Curr Opin Clin Nutr Metab Carem*, 2010.
 42. HASENHUETTL G.L., HARTEL R.W. *Food emulsifiers and their applications*. Second edition. Wisconsin, USA: Springer, 2008. 426 p.
 43. HEIRD W.C. *Food insecurity, hunger, and undernutrition*. Nelson Textbook of Pediatrics. 18th ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier, 2007.
 44. HIGDON J. , DRAKE V. *An Evidence-Based Approach to Vitamins and Minerals: Health Benefits and Intake Recommendations*. Stuttgart, Germany, Thieme, 2011. 272 p.
 45. Hotărîrea Guvernului Republicii Moldova nr. 434 din 27.05.2010 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Uleiuri vegetale comestibile”, MO RM nr. 87-90 din 04.06.2010, art nr. 510.
 46. <http://ufj.ho.ua/Archiv/UKRAINIAN%20FOOD%20JOURNAL%202019%20V.8%20Is.4.pdf>
 47. JONES M. *The Complete Guide to Creating Oils, Soaps, Creams, and Herbal Gels for Your Mind and body*. Atlantic Publishing Group, Inc., 2011. 288 p.
 48. JOSÉ A., MOISÉS F. Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 87 Issue 11, 2010. 2075 – 2080 p.
 49. KAMAL-ELDIN A., POKORNÝ J. *Analysis of Lipid Oxidation*. Taylor and Francis, 2008. 293 p.
 50. KANAZE F.I., BOUNARTZI M.I., GEORGARAKIS M. Pharmacokinetics of the citrus flavanone aglycones hesperetin and naringenin after single oral administration in human subjects. *Eur J Clin Nutr* 2007.
 51. KLEIN E.A, et al. Vitamin E and the risk of prostate cancer: the Selenium and Vitamin E Cancer Prevention Trial. *JAMA*, 2011.
 52. KRAUSS R.M. *Nutrition and cardiovascular disease*. A Textbook of Cardiovascular Medicine. 8th ed. Saunders; 2007. 44 p.
 53. LEAL-CALDERON F., SCHMITT V., BIBETTE J. *Emulsion science basic principles*. New-York, USA: Springer, 2007. 227 p.
 54. LIEBERMAN S., BRUNING N.P. *The Real Vitamin and Mineral Book: The Definitive Guide to Designing Your Personal Supplement Program*, New York, USA Penguin, 2007. 424 p.
 55. *Markets and Trade*. United States Department of Agriculture, 2007.

56. MESKIN M.S. BIDLACK W.R., Randolph K. Phytochemicals: aging and health. CRC Press Taylor & Francis, 2008. 205 p.
57. MICHAELS P. Grape Seed Extract. Woodland Publishing, In., 2009. 32 p.
58. Moldova în cifre, 2020. Biroul Național de Statistică al RM. Chișinău: Tipografia centrală, 2020. - 100 p.
59. MONOJ K. Practical guide for vegetable oil processing. Urbana, Illinois: AOCS Press 2007.
60. MORSY D.K., The effects of Vitamin E Succinate (VES) on hepatic lipids and Vitamin E (alpha-tocopherol) concentrations in mice. Texas Woman's University. Denton, Texas, ProQuest, 2008. 78 p.
61. NIKOVSKA K. Possibility for the use of walnut oil in oil-in-water food emulsions. Ph.D. Thesis, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria, 2008.
62. NILGUN G.B., GULCAN O., EMINE S.C. Characterization of grape seed and pomace oil extracts. Suleyman Demirel University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 32260 Isparta –Türkiye. Grasas Y Aceites, 58 (1), Enero-Marzo, 2007. 29-33 p.
63. Notă informativă la Hotărîrea de Guvern (numărul 282 din 11.03.2008) ce stabilește cerințe de producere și comercializare pentru un șir de uleiuri vegetale comestibile, 2008.
64. O'BRIEN R. Fats and oils: formulating and processing for applications. CRC Press, 2008. 680 p.
65. PALADI D., CAPCANARI T. Toxicologia și securitatea produselor alimentare. Note de curs. Partea I. Chișinău: Editura „Tehnica-UTM”, 2019. - 84 p. ISBN 978-9975-45-584-8. CZU 615.9+614.31(075.8).
66. PERRY A., RASMUSSEN H. Xanthophyll (lutein, zeaxanthin) content in fruits, vegetables and corn and egg products. Journal of Food Composition and Analysis, Vol. 22, Issue 1, 2009. 9-15 p.
67. PETER P., JULIO A. Elements of physical chemistry (5th ed. ed.). Oxford: Oxford U.P., 2009. 459 p.
68. POPESCU, A., BOAGHI, E. NETREBA, N., CAPCANARI, T. Bioactive compounds of pumpkin and formulation of functional pastry products, Papers of the international symposium EURO-ALIMENT, 5-6 September 2019, Galati, Romania. ISSN 1843-5114, p.38.
69. POPOVICI C., CAPCANARI T., BOAGHI E., DESEATNICOVA O., REȘITCA Vladislav. Effect of nitrogen treatment on quality of cold pressed walnut oil. International Conference Modern Technologies in the Food Industry. Volume II. 1-3 November, 2012 Chișinău. ISBN 978-9975-80-646-6. pp.78-83. http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/6223/Conf_MTFI_2012_Vol_2_pg_79-84.pdf?sequence=1&isAllowed=y
70. POPOVICI C., CAPCANARI T., DESEATNICOV O. Contribution of Petroselinum Crispum and Levisticum Officinale Koch. extracts to the stability and microstructure of grape seed oil enriched mayonnaise. The Annals of the V th International Symposium “Euroaliment. From Food Science to Food Industry. Bridging Education and Research with Engineering and Industry. University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI Food Technology, 6 – 7 October 2011, Galati, Romania, 28-29 p., ISSN 1843-5114.

71. POPOVICI C., CAPCANARI T., DESEATNICOVA O., STURZA R. Does application of Petroselinum Crispum and Levisticum Officinale koch. extracts improve the thermal stability of vegetable oils? *Anale Conferinței Naționale cu Participare Internațională a Universității Alma Mater din Sibiu, Ediția a V-a "Provocări pentru Știință și Cercetare în Perioada de Criză"* 24–26 Martie 2011, Sibiu, Romania, ISSN 2067 – 1423, 2011, pp. 313-318. <https://pdfs.semanticscholar.org/fd6b/fc90fc9938a248dce82e1b335db1350ced9a.pdf>
72. POPOVICI C., CAPCANARI T., DESEATNICOVA O., STURZA R. Etude des propriétés rhéologiques et des structures de mayonnaises à une valeur biologique augmentée. *Revue de génie industriel* 2012, 7, ISSN 1313-8871, 23-34 p. <http://www.revue-genie-industriel.info>
73. POPOVICI C., CAPCANARI T., DESEATNICOVA O., STURZA R.. Rheological properties and microstructure of a new functional grape seeds oil enriched mayonnaise. *Annals of the International Conference "Geo-ecological monitoring and Risk of Administrative Region"* 27 – 29 September 2011, Yerevan-Sevan, Armenia, pp.192-196.
74. POPOVICI, V., COVALIOV, E., CAPCANARI, T., POPOVICI, C., RADU, O. Evolution of total carotenoid content in food products enriched. with rosehip (*Rosa Canina*) powder. *Ресурсо- та енергоощадні технологіївиробництва і пакування харчової продукції - основні засади її конкурентоздатності Матеріали VIII Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції 12 вересня 2019*, pp.170, р.м.Київ, Україна. ISBN 978-966-612-227-1.
75. POPOVICI, V., RADU, O., HUBENIA, V., COVALIOV, E., CAPCANARI, T., POPOVICI, C. Physico-chemical and sensory properties of functional confectionery products with *Rosa Canina* powder. *Ukrainian Food Journal*, Volume 8, Issue 4, 2019, ISSN 2313–5891, ISSN 2304–974X, p.815-827. DOI: 10.24263/2304-974X-2019-8-4-12, <https://nuft.edu.ua/doi/doc/ufj/2019/4/12.pdf>
76. PREEDY V.R., WATSON R.R. *The encyclopedia of vitamin E*. CABI Publishing, 2007. 962 p.
77. RAKEL D. *Integrative Medicine*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Saunders. An Imprint of Elsevier, 2007.
78. RAMSDEN C., GAGNON C., GRACIOSA J. Do omega-6 and trans fatty acids play a role in complex regional pain syndrome? A pilot study. *Pain Med* 11(7), 2010.
79. SANTOS-BUELGA C., ESCRIBANO-BAILON M.T. *Recent Advances in Polyphenol Research*. Volume 2. West Sussex, United Kindom. John Wiley and Sons, 2011. 352 p.
80. SHAHIDI F., Ho C-H. *Antioxidant measurement and applications*. American Chemical Society. Division of Agricultural and Food Chemistry, 2007. 456 p.
81. SHERWIN E.R. Antioxidants for Vegetable Oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* – v. 53. - № 6, 2007. 430-436 p.
82. SHI J. *Functional food ingredients and nutraceuticals: processing technologies*. CRC/Taylor & Francis, 2007. 427 p.
83. SMITH J. *Functional Food Product Development*. John Wiley and Sons, 2010. 528p.

84. SORENSEN A.D.M., BARON C.P., Let M.B. Homogenization conditions affect the oxidative stability of fish oil enriched milk emulsions: Oxidation linked to changes in protein composition at the oil-water interface. *J.Agric. Food Chem.* 55, 2007.
85. TADROS T.F. *Emulsion science and technology*. Wiley-VCH, 2009. 326 p.
86. TADROS T.F. *Rheology of Dispersions: Principles and Applications*. John Wiley & Sons, 2011. 232 p.
87. TADROS T.F. *Self-Organized Surfactant Structures*. John Wiley & Sons, 2011. 288 p.
88. Tatiana CAPCANARI. Incorporation of sweet pepper extracts to improve thermal stability of vegetable oil mixtures. *Journal Food and Environment Safety of Ștefan cel Mare University of Suceava. Food Engineering*. ISSN:2068-6609. EX ISSN 1842-4597. Volume X, Issue 2 – 2011, pp.13-18. <http://www.fia.usv.ro/fiajournal/index.php/FENS/article/view/355/353>
89. THOMAS S., LI C. *Vegetables and fruits: nutritional and therapeutic values*. CRC Press, 2008. 286 p.
90. ULRICH P. *Drying Oils and Related Products*. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: Wiley-VCH, 2002.
91. United States Department of Agriculture, *Agricultural Statistics 2010*.
92. URITU D. *Elaborarea tehnologiilor de prelucrare complexă a semințelor de struguri*. Teza de doctor in tehnica. Chisinau, 2007. 115 p.
93. VANCE D.E., Vance J.E. *Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes*. Elsevier, 2008. 631 p.
94. VERHAGEN H, Buijsse B, Jansen E. The state of antioxidant affairs. *Nutr Today*, 2006. 244 p.
95. WHITNEY E., Rolfes S.R. *Understanding Nutrition*. 11th Ed, California: Thomson Wadsworth, 2008. 154 p.
96. WILDMAN R. *Handbook of nutraceuticals and functional foods*. CRC Press, Taylor&Francis, 2007. 541 p.

6. VALORIFICAREA FĂINII DE NĂUT ÎN PRODUSELE ALIMENTARE

Alimentația este unul dintre cei mai importanți factori de protecție și de promovare a sănătății. De aceea, alimentele consumate trebuie să fie variate și complexe, să prezinte valoare nutrițională și biologic activă adecvată necesarului fiziologic.

În regimul alimentar tradițional un rol semnificativ îl joacă boabele leguminoase. Bogate în fibre alimentare, glucide lente și proteine, vitamine din grupul B - consumate ca atare sau împreună cu legumele verzi, carne sau pește, lapte - leguminoasele echilibrează alimentația, diminuează senzația de foame și joacă un rol deosebit în tranzitul intestinal.

Năutul este una dintre cele mai răspândite leguminoase pentru boabe în lume și o sursă importantă de proteine, carbohidrați, substanțe minerale, vitamine, fibre alimentare și acizi grași nesaturați. În mai multe studii sunt aduse dovezi convingătoare despre rolul benefic al unor componente ale năutului asupra sănătății umane și în prevenirea bolilor.

Din punct de vedere al importanței mondiale (volumul de producere și de consum), *năutul* este a treia leguminoasă pentru boabe după fasole și mazăre. El este cultivat în peste 45 de țări ale lumii pe o suprafață de cca 8-9 mln. ha, iar volumul anual global de producere este de cca 12 mln. tone.

În Republica Moldova există condiții bune de creștere și de dezvoltare a năutului (în special în centrul și sudul țării), fiind cultivat pe suprafețe mici de teren (între 400 și 1200 ha), aproape exclusiv în gospodării individuale, fapt ce nu asigură o producție competitivă (anual cca 2000 tone).

Factorii care determină consumul limitat de năut de către populația R. Moldova sunt determinați de unele inconveniențe de ordin tehnic și economic cum ar fi: necesitatea de înmuiere și durata relativ îndelungată a tratamentului termic, productivitate și beneficii reduse, lipsa de semințe certificate, lipsa de echipamente și tehnologii de prelucrare industrială, promovarea insuficientă a consumului, a comercializării și altele. Un alt factor important este cunoașterea insuficientă, numărul limitat de cercetări ale compoziției chimice, proprietăților nutriționale și tehnologice ale boabelor de năut cultivate în R. Moldova și consumate de populația autohtonă.

La valorificarea făinii de năut ca materie primă pentru unele produse alimentare au fost stabilite următoarele obiective:

- caracterizarea organoleptică și fizico-chimică a făinii de năut, evaluarea proprietăților funcționale și tehnologice ale ei;
- studiul impactului substituirii parțiale a făinii de grâu cu făină de năut asupra descriptorilor de calitate ai aluatului și pâinii din făină mixtă;
- evaluarea impactului adăosului de făină de năut asupra proprietăților funcționale ale tocăturii de carne și a calității preparatelor din carne tocată.

6.1. Structura, compoziția chimică și valoarea nutritivă a boabelor de năut (*Cicer arietinum L*)

6.1.1. Caracteristica agrobiologică a năutului și structura bobului de năut

Năutul (*Cicer arietinum L*) este o plantă erbacee anuală leguminoasă (*Fabaceae*) pentru boabe, originară din Orientul Apropiat. Are utilizare largă în Asia, Africa și bazinul mediteranean [1].

Fructul – păstaie cu lungimea de 15-25 mm de formă ovală alungită, umflată, cu strat pergamentos, cu 1-3 boabe, indehiscentă și la maturizare nu se scutură. Semințele cu rostrum, cu cotiledoane de culoare galbenă cu diferită intensitate, foarte rar verzi, cu formă rotundă spre unghiulară, ori unghiulară cu suprafață netedă ori zbârcită. Culoarea tegumentului seminal albă, sură, bej, galben-ocru, cafenie-deschisă, roșiatică sau neagră. Masa a 1000 boabe este de 50,0-350,0 g și mai mult în relație cu genotipul. Perioada de vegetație a plantelor este de 80-120 zile.

Năutul se împarte în două tipuri – *Desi* și *Kabuli*. Tipul *Desi* este apreciat filogenetic ca primar și caracterizat prin culoarea tegumentului seminal la diferite genotipuri de la galben până la negru și cu grosimea lui mare. Tipul *Kabuli* a derivat prin mutație și selecție ulterioară de la tipul *Desi* și se deosebește de el prin culoarea albă sau cremă a tegumentului seminal cu grosime subțire [1].

Semințele (boabele) sunt prinse în fruct pe partea ventrală, având formă, culori și mărimi diferite, după specie. Hilul – locul de fixare al ovulului de ovar, respectiv a seminței de pericarp – este un caracter de specie, varietate sau chiar de soi, fiind diferit ca așezare, formă, mărime, culoare. În zona hilului cele două cotiledoane sunt unite prin tigelă. Semințele leguminoaselor nu au endosperm, acesta fiind consumat de embrion în cursul creșterii; un „rest” de endosperm se află doar la năut [3].

La exteriorul seminței de năut se observă:

- hilul – care reprezintă urma legăturii seminței de păstaie și prin el pătrunde apa necesară germinăției;
- micropilul – orificiu prin care iese radica la încolțire;
- șalaza – reprezintă locul unde se ramifică fasciculele conducătoare.

Samânța este exalbuminată (are substanțele de rezervă în cotiledoane) și este alcătuită din următoarele:

➤ tegument – alcătuit din două țesuturi: unul extern numit *testa* și altul intern, *tegmenul*; ele se deosebesc atât structural, cât și funcțional. Testa include un strat palisadic și altul de celule mosor. Testa reprezintă un rând de celule alungite, cu pereții exteriori și laterali foarte îngroșați, uniforme ca mărime și foarte dense. Stratul următor este alcătuit din celule în formă de mosorele, având pereții îngroșați și fiind dispuse, de asemenea, regulat. Tegmenul este alcătuit din celule ușor comprimate și cu pereții mai subțiri, dispuse în mai multe straturi suprapuse.

➤ embrion – format din două cotiledoane, muguraș (gemula), tigelă (tulpinuța) și radiculă [1, 3].

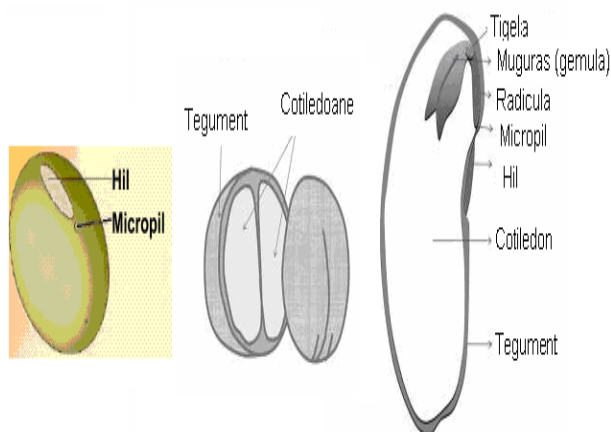


Figura 6.1. Structura anatomică a bobului de năut [65]

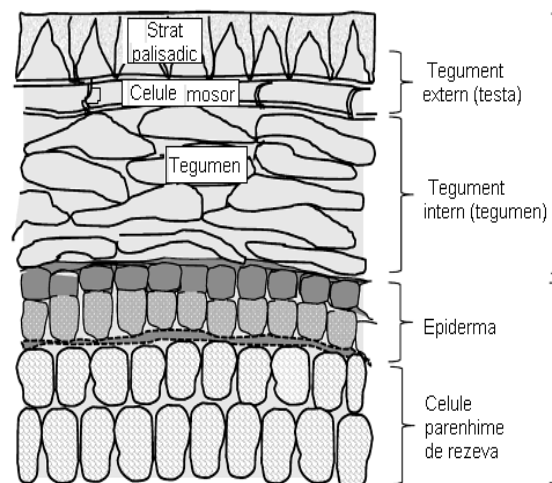


Figura 6.2. Schema aranjamentului celular în bobul de năut, secțiune transversală [65]

Proporția medie (%) a părților anatomice în bobul de năut este următoarea: tegumentul – 12,5; cotiledoanele – 85,5; germenele – 2. Cotiledoanele năutului sunt constituite din celule parenhime, încărcate cu granule de amidon, incluse într-o rețea continuă de proteine (matrice proteică).

6.1.2. Compoziția chimică generală a boabelor de năut

Compoziția chimică a semințelor de năut a fost abordată în numeroase lucrări științifice [20, 12, 65].

În cea mai mare parte datele raportate au vizat eșantioane de năut cultivate în subcontinentul indian, Europa de Vest, Mexic, Canada și mai puțin cele cultivate în Europa de Est. Profilul chimic al boabelor de năut, provenite din soiurile omologate, în R. Moldova este puțin studiat. Lucrările efectuate cu năutul din R. Moldova au caracter agrobiologic, iar studii cu caracter tehnologic și nutriționale lipsesc totalmente.

Cotiledoanele năutului constituie cca 85% din întreaga greutate a semințelor și sunt principala sursă de nutrienți – proteine, grăsimi, glucide și substanțe minerale (cu excepția calciului). Embrionul are conținut considerabil de proteine, grăsimi și substanțe minerale, dar contribuția lui în valoarea alimentară totală este mică, deoarece proporția embrionului în masa bobului este redusă (tabelul 6.1). Cotiledoanele conțin cea mai mare parte a glucidelor nondigestibile și o mare parte din conținutul total de calciu. În boabele decorticate prin abraziune mecanică conținutul de fibre alimentare și de substanțe minerale este mai mic, iar cel de proteine, grăsimi și glucide – mai mare (tabelul 6.2).

Proteine. Conținutul de proteine din năut variază semnificativ în raport cu masa uscată cu valori variind între 17-22% în boabele întregi și între 25,3-28,9% în cele decojite [8].

Unii autori, Rincón (1998), afirmă că conținutul de proteine în varietățile *Desi* și *Kabuli* este practic identic, iar alții, Singh și Jambunathan (1982), menționează un conținut mai mare în năutul *Kabuli*.

Variația conținutului de proteine este mult mai pronunțată în funcție de particularitățile agrobiologice și de condițiile de cultură. Studiile efectuate de Ocampo ș.a. (1998) asupra a opt specii sălbatice anuale de genul *Cicer* arată că conținutul de proteine variază de la 16,8% în *Cicer cuneatum* până la 26,8% în *Cicer pinnatifidum* cu o medie de 20,7% în toate speciile investigate [44].

Tabelul 6.1. Distribuția relativă a nutrimenților în diferite părți anatomice ale boabelor de năut [12]

<i>Nutrimenț</i>	<i>Tegument</i> (14.5%)		<i>Cotiledon</i> (84%)		<i>Embrion</i> (1.5%)		<i>Bob întreg</i> (100%)
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
Proteine, (N×6.25)	3,0	2,0	25,0	95,5	37,0	2,5	22,0
Grăsimi	0,2	0,6	5,0	94,0	13,0	5,0	4,5
Cenușă	2,8	15,0	2,6	81,0	5,0	3,0	2,7
Fibre alimentare	48,0	87,0	1,2	13,0	-	-	8,0
Glucide	46,0	11,0	66,0	88,0	42,0	1,0	63,0
Fosfor, mg	24,0	1,5	290,0	94,0	740,0	4,5	260,0
Fier, mg	8,0	20,0	5,5	77,0	11,0	3,0	6,0
Calciu, mg	1000,0	72,0	70,0	29,0	110,0	0,8	200,0

Notă: a) conținutul de nutrimenți în fiecare parte anatomică a bobului; b) distribuția relativă a nutrimenților în bobul întreg.

Tabelul 6.2. Compoziția chimică a boabelor de năut întregi și decorticate, % [12]

<i>Nutrimenț</i>	<i>Bob întreg</i>		<i>Bob decorticat</i>	
	<i>variație</i>	<i>medie</i>	<i>variație</i>	<i>medie</i>
Proteine, (N×6.25)	12,4-30,6	21,5	20,5-30,5	25,5
Glucide	52,4-70,9	61,7	63,0-65,0	64,0
Cenușă	2,5-4,67	3,6	2,1-3,7	2,9
Lipide	3,1-6,9	5,0	4,5-7,5	6,0
Fibre alimentare	1,2-13,5	8,0	0,9-1,5	1,2

Fracții proteice. Proteinele năutului includ albumine (solubile în apă), globuline (solubile în sare), prolamine (solubile în alcool), gluteline (solubile în acid) și proteine reziduale (stroma). Globulinele (în principal legumina și vicilina) sunt proteine de rezervă și constituie (56%), ele sunt urmate de gluteline (18,1%) albumine (12,0%) și prolamine (2,8%). Cea mai mare parte a proteinelor se conține în cotiledoane [12].

Globulinele. Globulinele reprezintă aproximativ 50% din proteinele bobului de năut, fiind alcătuite din două proteine majore, caracterizate de coeficienții lor de sedimentare, 11S (legumină) și 7S (vicilină) [9].

Structural, legumina este o proteină oligomerică cu masa moleculară de cca 320-400 kDa, care include șase unități monomerice cuaternare de 54-60 kDa.

Tabelul 6.3. Distribuția fracțiilor proteice (%) în diferite părți ale bobului [12]

<i>Partea bobului</i>	<i>Albumine</i>	<i>Globuline</i>	<i>Gluteline</i>	<i>Prolamine</i>
Bobul nativ	12,6	56,6	18,1	2,8
Învelișul bobului	3,5	22,8	33,2	3,4
Cotiledon	15,9	62,7	17,7	2,3
Embrion	22,5	50,0	21,4	3,0

Fiecare dintre cele șase unități sunt constituite din două subunități: o polipeptidă acidă de aproximativ 32 kDa și alta bazică de 22 kDa, ambele legate printr-o punte sulfurică. Polipeptidele acide, fiind mai puțin hidrofobe decât polipeptidele bazice, sunt situate la exteriorul leguminei [61].

Vicilina năutului (proteina 7S) este o globulină minoritară și reprezintă o glicoproteină care conține 0,9-1,4% reziduuri de ozide. După Lawrence ș.a. (1994), vicilina ar avea aceeași structură ca și faseolina, proteina 7S a fasolei [35].

Vicilina este oligomerică, cu masa moleculară de cca 150 kDa. Vicilina este constituită din subunități cu masa moleculară de 50 kDa și de un număr mare de polipeptide cu masa moleculară mai mică: 35,0, 33,6, 18,9 și 15,5 kDa [72].

Altă proteină, 7S, apropiată de vicilină, este convicilina – un trimer cu subunități de 70 kDa. Compoziția acesteia în aminoacizi este apropiată de a vicilinei, dar contrar vicilinei, conține aminoacizi cu *sulf* (metionina + cisteina) [17].

Glutelinele. *Glutelinele* constituie aproximativ 18% din totalul proteinelor din năut [58]. Structural, glutelinele (MM cca 55 kDa) sunt constituite din subunități α (28-31 kDa) și β (20-22 kDa), legate prin legături disulfidice simple.

Albuminele. *Albuminele* năutului sunt reprezentate de mai multe fracții de proteine cu masa moleculară diferită [38], cea mai importantă fiind albumina 2S (cca 20 kDa), care este compusă din două subunități polipeptice de 10 și, respectiv, 12 kDa [67].

Această proteină este excepțional de bogată în aminoacizi esențiali și aminoacizi cu sulf (peste 50% din totalul de aminoacizi cu sulf din bob), în special cisteina [39].

Prolaminele. *Prolaminele*, ca și celelalte fracții de proteine, reprezintă un amestec de proteine cu masa moleculară diferită. Ele au un conținut înalt de acid glutamic (până la 43%) și prolină (până la 13%), dar sunt foarte sărace în lizină.

Compoziția în aminoacizi. Calitatea unei proteine alimentare este, în general, estimată prin compararea compoziției ei în aminoacizi esențiali cu o proteină de referință standard. Compoziția medie în aminoacizi a proteinelor din năut este dată în tabelul 6.4 [12].

Proteinele năutului sunt deficitare în aminoacizii cu sulf – metionină și triptofan, dar ele sunt bogate în lizină, spre deosebire de cereale.

Jambunathan și Singh (1981) menționează că conținutul de metionină este pozitiv și semnificativ corelat cu conținutul de cistină. Aceiași autori au stabilit că nu există diferențe semnificative în compoziția în aminoacizi între varietățile *Desi* și *Kabuli*. Compoziția în aminoacizi a proteinelor embrionului este mai bună decât cea a cotiledonului, deoarece conține cantități mai mari de lizină, aminoacizi cu sulf, treonină și valină [24, 25].

Tabelul 6.4. Compoziția aminoacizilor esențiali ai proteinelor năutului (g/16 g N)

<i>Aminoacidul</i>	<i>Media</i>	<i>Proteina standard după FAO</i>
Izoleucină	4,3	4,0
Leucină	7,8	7,0
Lizină	6,9	5,5
Metionină + cisteină	2,9	3,5
Fenilalanină + tirozină	8,4	6,0
Treonină	3,7	4,0
Valină	4,6	5,0
Triptofan	0,95	1,0

Glucidele. După Chavan ș.a. (1986), conținutul de glucide în boabele de năut variază între limitele 52,4 și 70,9%. Principalele elemente constitutive ale glucidelor și conținutul lor în năut sunt incluse în tabelul 6.5.

Tabelul 6.5. Compoziția glucidelor din năut [12]

<i>Elementul constitutiv</i>	<i>Conținutul, %</i>
Total carbohidrați	52,4-70,9
Amidon	37,2-50,8
- Amiloză, % din totalul de amidon	31,8-45,8
Zaharuri solubile	4,8-9,0
- Zaharuri reducătoare	0,1
- Zaharoză	0,7-2,9
- Rafinoză	0,5-3,0
- Verbascoză	0,1-4,5
- Stahioză	1,1-3,4
- Maninotrioză	2,3
Fibre brute (insolubile)	7,1-13,5
- Celuloză	7,1-9,7
- Hemiceluloză	3,5-8,7
- Substanțe pectice	1,5-3,8
- Lignină	2,2-5,9
Total fibre (solubile și insolubile)	19,0-22,7

Amidonul. Amidonul este componentul major al năutului constituind 37,2-50,8% din masa boabelor întregi și 55,3-58,1% din masa boabelor decorticate. Boabele provenite din varietățile *Desi* au un conținut de amidon mai mic decât cele din *Kabuli*. Amidonul năutului conține de la 31,8 până la 45,8% amiloză, iar restul este amilopectină. Datorită cantității mari de amilopectină, amidonul de năut este recomandat pentru aplicații tehnologice speciale. Modi și Kulkarni (1975) consideră că conținutul înalt de amiloză determină în mare măsura abilitatea amidonului

năutului de a forma geluri în prezența zaharurilor și a altor ingrediente alimentare.

Temperatura de gelatinizare este 63,5-68°C. Deoarece catenele sunt lungi, amidonul năutului are digestibilitate relativ redusă și poate provoca flatulență [12].

Oligozaharidele. Conținutul de oligozahari variază de la 4,8 până la 9,0%. Năutul *Kabuli* are un conținut mai ridicat de zahăr solubil decât năutul *Desi*. Ca și alte boabe leguminoase, năutul conține cantități mari de rafinoză, stachioză, verbascosă și maninotrioză. Aceste oligozaharide provoacă flatulență pentru că organismul uman nu produce α -galactozidază, necesară pentru digestia acestora. Prin urmare, prezența acestor oligozaharide este una dintre cele mai importante motive care reține utilizarea alimentară a năutului [12].

Unele procedee tehnologice, cum ar fi înmuierea și fermentarea, provoacă scăderea conținutului de oligozaharide în boabele de năut.

Fibrele alimentare. Conținutul de fibre brute (insolubile) în năut variază între 7,1 și 13,5%, fiind reprezentate în cea mai mare parte de celuloză și hemiceluloză și localizate preponderent în tegumentul boabelor. Conținutul de fibre alimentare este mai mare în năutul *Desi* și mai mic în năutul *Kabuli*. În virtutea multor funcții pozitive ale fibrelor alimentare, acestea influențează negativ biodisponibilitatea elementelor minerale și modifică mediul în colon [7].

Singh ș.a. menționează că fibrele alimentare ale boabelor leguminoase micșorează conținutul de lipide și colesterol în plasmă. Fibrele cotiledoanelor năutului au cel mai înalt efect hipocolesterolemic, fiind urmate de fibrele linteii negre și verzi.

Tratamentul hidrotermic al boabelor leguminoase conduce la scăderea conținutului de fibre în boabe grație hidratării boabelor și degradării parțiale a fibrelor [66]. Din aceste considerente, pentru unele concentrate alimentare se recomandă folosirea în calitate de supliment alimentar năutul fiert și deshidratat.

Lipidele. Conținutul total de lipide în boabele de năut întregi și decorticate variază între 3,1 și 6,9% și, respectiv, 4,5 și 7,5%. Năutul *Kabuli* conține în medie 5,4%, iar năutul *Desi* – 4,9% [56]. Cea mai mare parte a lipidelor sunt localizate în cotiledoane. Trigliceridele sunt componentul major al lipidelor neutre, iar lecitina a celor polare [23]. Acizii linoleic și oleic sunt majori în acizii monosaturați, iar acidul palmitic și stearic în grupa celor saturați.

Boabele de năut conțin, de asemenea, cantități nesemnificative de tocoferoli, considerați antioxidanți naturali [41].

Elementele minerale. Boabele de năut sunt o sursă bogată de substanțe minerale. Cele mai importante minerale sunt calciul, fosforul, magneziul, fierul, cuprul, zincul și potasiul (tabelul 6.6).

Diferența dintre conținutul de substanțe minerale în boabele întregi și cele decorticate este marginală, cu excepția calciului, cea mai mare parte a caruia este localizată în cotiledoane. Nu sunt mari diferențe nici între conținutul elementelor minerale în năutul *Kabuli* și năutul *Desi*, cu excepția calciului (năutul *Desi* mai bogat) și a zincului (*Kabuli* mai bogat) [56].

Biodisponibilitatea elementelor minerale a năutului este relativ redusă, a fierului fiind însă mai mare decât în alte boabe leguminoase [16].

Tabelul 6.6. Conținutul de elemente minerale în năutul *Desi* și *Kabuli*, mg/100g [56]

<i>Elementele</i>	<i>Varietățile de năut</i>	<i>Bob întreg</i>		<i>Bob decorticat</i>	
		<i>variații</i>	<i>media</i>	<i>variații</i>	<i>media</i>
Fosfor	<i>Desi</i>	261-458	325	266-555	397
	<i>Kabuli</i>	282-398	336	352-565	422
Potasiu	<i>Desi</i>	1006-1159	1074	884-1120	966
	<i>Kabuli</i>	1005-1184	1128	887-1057	982
Calciu	<i>Desi</i>	140-259	191	32,4-65,4	45
	<i>Kabuli</i>	125-178	155	45,1-66,1	57
Magneziu	<i>Desi</i>	128-168	142	89-140	114
	<i>Kabuli</i>	129-151	140	115-139	126
Zinc	<i>Desi</i>	1,5-2,9	1,96	1,9-2,6	2,24
	<i>Kabuli</i>	2,0-3,1	2,49	2,1-3,3	2,67
Cupru	<i>Desi</i>	0,6-1,3	0,85	0,6-1,7	0,85
	<i>Kabuli</i>	0,8-1,2	0,96	0,7-1,1	0,91
Fier	<i>Desi</i>	3,0-9,8	7,26	4,9-6,5	5,73
	<i>Kabuli</i>	5,9-7,3	6,66	5,1-6,2	5,59

Vitaminele. Studiile referitoare la conținutul de vitamine în boabele leguminoase, particular în năut, și modificările lor pe parcursul tratamentelor tehnologice sunt limitate. Unele date referitoare la conținutul de vitamine în năut în raport cu doza zilnică recomandată (DZR) sunt date în tabelul 6.7. S-a constatat un conținut relativ înalt de tiamină, piridoxină și acid folic (> 40% din DZR), dar și conținut redus de vitamina C, care, de altfel, este în corelație inversă cu conținutul de elemente minerale [65].

Chen ș.a. (1975) au constatat că la germinarea boabelor se produce o sinteză intensivă și rapidă a provitaminei A, vitaminei C, vitaminelor B și a tocoferolului.

Pe parcursul germinării năutului după 120 de ore conținutul de vitamina C în boabe crește de la 2 mg% până la 9,94 mg% (aproape de cinci ori) [13].

Tabelul 6.7. Conținutul de vitamine în boabele de năut, mg/100g [12]

<i>Vitamina</i>	<i>Conținutul (mg/100 g)</i>	<i>Doza zilnică, mg</i>	<i>% din doza zilnică recomandată</i>
Tiamină, B1	0,28-0,4	0,8	43
Riboflavină, B2	0,15-0,3	1,2	12
Piridoxină, B6	0,9-1,4	0,55	48
Acid ascorbic, C	2,2-6	30	14
Niacină, B3	1,6-2,9	13	17
Caroten	0,12	0,75	16
Acid folic, B9	0,15	0,2	75

E de menționat că biodisponibilitatea vitaminelor poate fi afectată de interacțiunea lor cu alți componenți ai năutului. Astfel, polizaharidele nondigestibile și lignina reduc biodisponibilitatea vitaminei B6.

Scăderea conținutului de vitamine este cauzată și de procesarea boabelor. Astfel, pierderile vitaminelor B, în funcție de caracterul și condițiile tratamentelor, variază între 2 și 86% [21].

Lin ș.a. (1995) au studiat efectul sterilizării termice asupra conținutului de acid folic în năutul conservat și au stabilit că gradul de reținere a vitaminei în boabele conservate este de 70-73%.

Factorii antinutriționali. Consumul limitat de boabe leguminoase este determinat și de o serie de factori antinutritivi care determină un șir de efecte indezirabile, inclusiv: digestibilitatea redusă a proteinelor, disponibilitatea limitată a elementelor minerale și a vitaminelor, flatulența, prezența lecitinei, fitaților, saponinelor, factorilor laticogeni cu acțiune neurotoxică și goitrogenii (gusogeni) ș.a. (tabelul 6.8).

Tabelul 6.8. Substanțele antinutritive și toxice din boabele de năut [69]

<i>Factori antinutritivi și substanțe toxice</i>	<i>Valor-limită</i>	<i>Valori medii</i>
Inhibitorii proteazelor (Unit/mg)		
Tripsina	6,7-14,6	10,8
Chimotripsina	5,7-9,4	7,1
Inhibitorii amilazei (Unit/g)	0-15,0	8,7
Oligozaharide (g/100 g)		
Stahioza	1,06-3,40	1,50
Rafinoza	0,50-1,90	1,01
Verbascoza	urme-4,5	1,33
Polifenoli (mg/g)		
Total fenoli	1,55-5,70	3,03
Acid fitic (mg/g)	2,8	2,8
Fitohemaglutinine	urme	
Substanțe cianogene	urme	
Micotoxine (la păstrare)	urme-35 ppm	18

În cea mai mare parte aceste substanțe provoacă perturbanțe digestive. În mai multe cazuri influența negativă a factorilor antinutriționali este redusă prin diferite tratamente tehnologice – fermentarea și germinarea boabelor, tratamente termice cum ar fi micronizarea, sterilizarea, fierberea, tratamentele cu microunde etc. Micronizarea și încălzirea cu microunde reduc efectul factorilor antinutritivi fără a afecta conținutul de lizină din boabe [63].

Inhibitorii proteazelor. Inhibitorii proteazelor inhibă una sau mai multe proteaze. Inhibitorii proteazelor din boabele leguminoase blochează activitatea tripsinei și chimotripsinei (enzime care degradează proteinele în aminoacizi) asupra proteinelor din alimente și împiedică segmentarea lor în tractul digestiv [12].

Conținutul lor depinde în mare măsură de genotipul năutului. Studiile au arătat că albuminele năutului sunt mai afectate și digestibilitatea lor este mai mică decât a globulinelor. Se crede că susceptibilitatea proteinelor cu degradare proteolitică este dependentă de structura primară și conformația proteinelor. O serie de cercetători consideră că susceptibilitatea redusă la proteoliză se poate datora și prezenței

legăturilor disulfurice din structura proteinelor. Globulinele nu au activitate inhibitoare pentru tripsină, în timp ce albuminele năutului au activitate inhibitoare destul de pronunțată.

Clemente ș.a. (2000) au constatat că efectul de inhibare este desul de pronunțat chiar și la concentrații foarte mici ale inhibitorilor și că nu există o corelație semnificativă între conținutul de inhibitori ai tripsinei și digestibilitatea proteinelor. Prin urmare, activitatea inhibitoare și digestibilitatea (sau indigestibilitatea) proteinelor este determinată, în primul rând, de structura chimică a lor. Tratamentul termic inactivează inhibitorii tripsinei [32].

Cu cât este mai mare temperatura și durata tratamentului termic, cu atât este mai mare rata de inactivare a inhibitorilor tripsinei. Tratamentul termic la 100°C timp de 30 minute inactivează inhibitorii tripsinei cu peste 50% din activitatea inițială.

Activitatea inhibitoare a chimotripsinei în năut este mai mare decât în fasolea pestrițată, mazărea de Angola, bob și linte, iar activitatea inhibitoare a tripsinei din mai multe leguminoase, cum ar fi soia, năutul și linte neagră este mai mare decât activitatea inhibitoare a chimotripsinei.

Inhibitorul chimotripsinei din năut este mai rezistent decât al tripsinei și pentru inactivarea ambilor inhibitori este necesar un tratament termic în condiții acide [12].

Inhibitorii amilazei. Cercetările care vizează semnificația nutrițională a inhibitorilor amilazei au fost amplificate doar în ultimii ani [59, 47].

S-a demonstrat că inhibitorii amilazei pancreatice sunt prezenți în mai multe boabe leguminoase, însă conținutul lor în năut este cel mai mic. Conținutul lor în năutul *Kabuli* este de 7,4 unit/g, iar în năutul *Desi* – 9,0 unit/g. Se menționează, de asemenea, că pe parcursul fierberii năutului timp de 10 minute activitatea antiamilazică se reduce până la 0.

Taninurile. Taninurile sunt substanțe polifenolice care se conțin în cantități semnificative în boabele leguminoase. Este cunoscut că taninele interacționează cu proteinele, enzimele formând complexe taninuri-proteine, care scad solubilitatea și digestibilitatea proteinelor. Această scădere a digestibilității proteinei poate fi cauzată fie de inactivarea enzimelor digestive, fie de reducerea susceptibilității substratului de proteine [53].

Polifenolii inhibă activitatea tripsinei și chimotripsinei, α -amilazei, lipazei, pectinesterazei, celulazei și β -galactozidazei. În afară de aceasta, taninurile reduc biodisponibilitatea vitaminelor și a elementelor minerale.

Boabele întregi de năut conțin taninuri de la 78 până la 272 mg/100 g, în timp ce cotiledoanele au doar 16-38 mg la 100 g. Prin urmare, taninurile sunt localizate în principal în tegumentul năutului. Conținutul de taninuri este mai pronunțat în boabele întunecate și mai redus în cele de culoare deschisă. În procesul de decorticare a năutului sunt înlăturate peste 90% din totalul taninurilor. Conținutul de taninuri scade cu cca 20% la fermentarea boabelor și cu peste 60% la fierberea lor [53].

Lectinele. Lectinele (numite fitohemaglutinine), prezente în boabele leguminoase, interacționează cu glicoproteinele de la suprafața celulelor roșii sangvine și provoacă aglutinarea sângelui [46].

Owusu-Ansah și McCurdy (1991) afirmă că efectele toxice ale lectinelor sunt determinate de abilitatea lor de a se lega la receptorii specifici de pe suprafața celulelor epiteliale intestinale, care provoacă astfel o interferență nespecifică cu absorbția nutrienților în intestin. Tratamentul hidrotermic provoacă denaturarea și degradarea lecitinelor și inactivează totalmente proprietățile de aglutinare a lor [46].

Fitații. Acidul fitic sau mioinozitol hexafosfat este unul din principalii chelatori de metale din alimente și poate fi găsit în concentrații relativ mari în boabele cerealiere și leguminoase. Fitații diminuează esențial biodisponibilitatea elementelor minerale polivalente. Ei afectează, de asemenea, funcționalitatea, solubilitatea și digestibilitatea proteinelor, diminuează activitatea enzimelor [51].

Chitra ș.a. (1995) afirmă că conținutul de acid fitic în năut poate ajunge până la 9,6 mg/g și că digestibilitatea *in vitro* a proteinelor este în corelație inversă cu conținutul său. O proporție considerabilă de acid fitic se conține în tegument. Decojirea, germinarea și tratamentul hidrotermic provoacă degradarea și reducerea esențială a conținutului de fitați [63].

Alți factori antinutriționali. Unele boabe leguminoase conțin glicozide cianogene care, prin hidroliză acidă sau enzimatică, formează acidul cianhidric (HCN). Se consideră că năutul conține doar cantități foarte mici de glicozide cianhidrice, cu mult sub intervalul de toxicitate permis. Tratamentele tehnologice tradiționale reduc esențial nivelul de glicozide [50].

O altă grupă de substanțe toxice sunt saponinele, care aparțin terpenilor ciclici. Mecanismul exact de acțiune a lor este încă puțin cunoscut. Saponinele pot determina inhibarea creșterii, scad nivelul de colesterol în plasmă la mai multe specii de mamifere, dar și reduc riscul de boli coronariene. Conținutul de saponine în boabele de năut este de 56 mg/kg (substanță uscată) și acestea sunt relativ stabile la tratamentele tehnologice [43].

6.2. Năutul – aliment funcțional

Deși boabele leguminoase sunt consumate de mii de ani pentru calitățile lor nutritive [30], impactul potențial al acestora asupra sănătății umane a fost studiat doar în ultimele două-trei decenii.

Studiile efectuate au arătat că consumul de năut are beneficii fiziologice, reduce riscul diferitelor boli cronice și contribuie la menținerea stării de sănătate, fapt pentru care poate fi considerat „aliment funcțional”.

După cum s-a menționat mai sus, năutul este o bună sursă de proteine, glucide, vitamine, minerale, compuși bioactivi, mulți dintre care sunt considerați antinutrienti (fitați, compuși fenolici, oligozaharide, inhibitori ai enzimelor etc.), dar care au un impact pozitiv asupra reducerii riscului potențial de boli cronice.

Datorită conținutului înalt de fibre alimentare consumul de boabe leguminoase reduce nivelul de colesterol total și a celui din lipoproteinele de mică densitate (LDL-C) și, prin urmare, riscul de apariție a bolilor coronariene și a accidentului vascular cerebral.

Efect de reducere a riscului bolilor cardiovasculare au și unii compuși bioactivi, de exemplu, fitosterolii, saponinele și oligozaharidele [18].

Prezența unor cantități relativ mari de acizi grași mono- și polinesaturați în lipidele năutului are un efect benefic asupra conținutului de lipide din ser și asupra factorilor hemostatici, îmbunătățește sensibilitatea la insulină.

Izoflavonele (metaboliți secundari difenolici) reduc incidența bolilor de inimă, datorită proprietăților lor de inhibare a oxidării colesterolului din lipoproteinele de mică densitate (LDL-C) și a proliferării celulelor musculare netede aortice. Ele favorizează, de asemenea, menținerea proprietăților fizice ale pereților arteriali [48].

Dintre alți fenoli în boabele de năut se conțin acidul ferulic și p-cumaric, care, la fel, reduc conținutul de lipide din sânge.

β -carotenul și vitamina E au impact favorabil asupra conținutului de antioxidanți din plasmă și reducerii incidenței bolilor cardiovasculare [60].

Năutul este bogat în saponine, iar consumul regulat al acestuia reduce colesterolul plasmatic cu 16-24% [22].

Năutul are un conținut înalt de amidon, amiloza căruia are un grad mai mare de polimerizare, este rezistent la digestie în intestinul subțire și se caracterizează prin disponibilitate mică a glucozei și intrare lentă a acesteia în fluxul sanguin. Astfel, scade cererea de insulină și răspunsul glicemic postprandial și insulinemic.

Reducerea răspunsului glicemic este un factor important pentru ameliorarea incidenței și severității diabetului de tip II. Consumul de năut cu amidon rezistent îmbunătățește substanțial toleranța la glucoză și sensibilitatea la insulină [64].

Acidul linoleic și acizii grași polinesaturați sunt implicați în producerea prostaglandinelor. Acestea din urmă au un rol important în scăderea tensiunii arteriale. Includerea sistematică a năutului în dietă reduce depunerea grăsimilor viscerale și ecotopice și, prin urmare, scade efectiv tensiunea arterială [71].

Consumul năutului este destul de benefic pentru producerea butiratului – acid gras cu catenă scurtă (short-chain fatty acids – SCFA), care inhibă proliferarea celulară, este factor de inducere a apoptozei (morții celulare programate) și reduce riscul de cancer colorectal.

Kennedy (1993) menționează că inhibitorii proteazelor au, de asemenea, proprietăți de inhibare a carcinogenezei prin mecanisme diferite, dar încă puțin cunoscute.

Licopenul – un carotenoid oxigenat, prezent în boabele de năut, reduce riscul de cancer la prostată, cancer pulmonar și alte forme de cancer. Se crede că abilitatea de prevenire a cancerului de către carotenoizi este determinată în mare măsură de proprietățile lor antioxidante [27].

În năut se găsesc cantități apreciabile de Biochanina A – o izoflavonă o-metilată cu mai multe proprietăți terapeutice: activitate estrogenică, antioxidantă, anticancerigenică și antiosteoporotică [70].

Consumul de alimente bogate în fibre alimentare este asociat și de ameliorarea indicelui de masă corporală. Aceasta pentru că fibrele alimentare au un rol important în păstrarea pe termen lung a senzației de sațietate. În același timp, consumul de produse cu indicele glicemic mic favorizează producerea colecistochininei - peptidă gastrointestinală care suprimă senzația de foame și crește pe cea de sațietate [62].

Astfel, includerea în alimentație a năutului conduce la pierderea în greutate și la reducerea obezității, accelerează tranzitul intestinal și crește frecvența de defecare. În medicina tradițională, năutul este folosit ca aliment tonic, stimulent, afrodisiac, pentru expulzarea din organism a viermilor paraziți și reducerea arsurilor la stomac. În sistemul de medicină ayurvedică (*Ayurveda* – sistem de cunoștințe medicale indiene) este folosit pentru tratarea unor boli și tulburări ale gâtului, pielii, ficatului, vezicii biliare, splinei etc.

6.3. Caracteristica fizico-chimică, proprietățile funcționale și tehnologice ale făinii de năut

6.3.1. Valorificarea făinii de năut în produsele alimentare

Cercetările recente au arătat că adaosul făinii de boabe leguminoase are impact pozitiv la fabricarea unui șir de produse, inclusiv: produse extrudate – ameliorarea proprietăților de expandare; produse de panificație și paste făinoase – ameliorarea calității proteice, mărirea conținutul de fibre, vitamine și săruri minerale; produse din carne – reducerea conținutului de grăsimi și ameliorarea texturii, biscuiți aglutenici ș.a.

În acest context, prezintă interes studiul indicilor de calitate, al proprietăților fizico-chimice și funcționale ale făinii de năut și impactul adaosului făinii de năut asupra caracteristicilor nutriționale, senzoriale și texturale ale unor produse alimentare, în special, ale produselor de panificație și din carne tocată.

Alegerea cu titlu de exemplu a acestor două produse a fost determinată de următoarele considerente. Produsele de panificație, în special pâinea, sunt alimente de bază, pe care le consumă zilnic oamenii din întreaga lume la fiecare masă și în diverse feluri. De aceea, sunt necesare eforturi considerabile pentru a dezvolta produse noi de panificație care ar avea proprietăți organoleptice bune și ar oferi beneficii de sănătate sporite. Ținând cont de particularitățile compoziției chimice ale făinurilor de grâu și de năut, se consideră [40] că asocierea făinii de năut cu cea de grâu și folosirea făinii mixte obținute pentru fabricarea produselor de panificație ar putea conduce la ameliorarea valorii nutriționale și a calităților de consum ale produselor de panificație.

Substituirea parțială a cărnii cu făina de năut la fabricarea produselor din carne tocată ar permite reducerea costului, reducerea conținutului de grăsimi, ameliorarea capacității de reținere a apei și grăsimilor (prin urmare, mărirea randamentului), ameliorarea indicilor de consum ale preparatelor finite.

6.3.2. Obținerea făinii de năut și caracteristica organoleptică și fizico-chimică a ei

Făina de năut se obține prin măcinarea boabelor de năut și cernerea făinii obținute. Boabele de năut (după *GOST 8758-760*) au fost măcinate la moara de laborator V1 EMJI 75.

Operația de fracționare, după măcinare, s-a realizat în site speciale pentru obținerea făinurilor cu granulație diferită: 500 μm, 250 μm, 180 μm.

Caracteristicile organoleptice și fizico-chimice ale făinurilor influențează calitatea produselor obținute din ele și depind de soiul leguminoaselor, intensitatea de măcinare, gradul de extracție etc. Indicii organoleptici și fizico-chimici ai făinii de năut (tabelul

6.9) corespund cerințelor stipulate în documentația normativă (TY 9293-081-10514645-43).

Tabelul 6.9. Indici de calitate și fizico-chimici ai făinii de năut

<i>Indici</i>	<i>Descriere</i>	
	<i>conform TY 9293-081-10514645-43</i>	<i>proba experimentală</i>
Culoare	Albă-cremă	Albă-cremă caracteristică produsului de măcinat
Miros	Fără miros specific de leguminoase	Specific făinii de năut, fără miros străin, rânced sau de mucegai
Gust	Fără senzații gustative de leguminoase, fără gust străin	Caracteristic năutului, dulceag, fără gusturi străine
Umiditate, % min	12	11,5
Grăsimi totale, % S.U.	7	6-7
Proteina brută, %	26,2	24
Granulozitatea, % – rest pe sita nr.35 (180 μm) max., – cernut prin sita nr.25 (315 μm) min.	5 65	4,0 78
Infestarea cu dăunători	Nu se admite	Nu s-a depistat

6.3.3. Proprietățile funcționale ale făinii de năut

Proprietățile funcționale ale alimentelor sunt proprietăți fundamentale, care reflectă interacțiunea complexă dintre compoziția, structura, conformația moleculară și proprietățile fizico-chimice ale componentelor alimentare și care depind în mare măsură de natura mediului cu care acestea sunt asociate [57].

Caracteristicile funcționale includ solubilitatea, absorbția și retenția apei, capacitatea de spumare, capacitatea de absorbție a grăsimilor ș.a.

Cunoașterea proprietăților funcționale este necesară pentru a evalua și, eventual, a prevedea comportamentul alimentelor (și al componentelor lor) în sisteme specifice, inclusiv al făinurilor mixte, constituite din făină de grâu și făinuri de boabe leguminoase.

Capacitatea de absorbție a apei. Hidratarea (adsorbția apei) făinii de năut este un parametru tehnologic ce depinde de mai mulți parametrii intrinseci (compoziție, granulozitate etc.) și extrinseci (temperatură, modalitatea de încorporare a apei ș.a.) a făinii.

Capacitatea de absorbție a apei este o proprietate funcțională, care indică

cantitatea de apă reținută de o unitate de masă a făinii în condiții specifice.

Capacitatea de adsorbție a apei depinde de dimensiunea capilarelor și porilor, precum și de sarcinile electrice ale moleculelor de proteine. Această proprietate este în strânsă corelație cu gradul de hidratare atât a proteinelor și a altor constituenți polari, cât și de interacțiunile hidrofile ale lor prin legături de hidrogen. Conținutul avansat de proteine în făină ar putea fi responsabil pentru formarea unui număr mare de legături de hidrogen și de repulsii electrostatice. În cazul făinii de năut, procesul de adsorbție este influențat și de cantitatea și calitatea amidonului făinii. Capacitatea de adsorbție a apei în ceea ce privește amidonul din boabele leguminoase este invers proporțională cu solubilitatea și direct legată de umflarea acestuia [57].

Hidratarea făinii de năut este, de asemenea, unul dintre atributele funcționale importante pentru utilizarea ei ca ingredient alimentar, deoarece influențează foarte mult și alte proprietăți, cum ar fi emulsionarea, gelifierea și spumarea [33]. Hidratarea este, de asemenea, o proprietate importantă ce guvernează comportamentul funcțional al proteinelor și aplicarea potențială a lor la prelucrarea produselor alimentare.

Rezultatele care arată variația hidratării în funcție de mărimea particulelor făinii sunt reprezentate în figura 6.3. S-a constatat că capacitatea de adsorbție a apei este în corelație directă cu granulozitatea făinii. Creșterea acestui indice odată cu micșorarea mărimilor particulelor de făina este determinată aproape exclusiv de solubilizarea mai pronunțată a componentelor hidrosolubile pentru că difuzia lor în mediul apos este direct proporțională cu gradul de dispersie (suprafața de contact) a făinii.

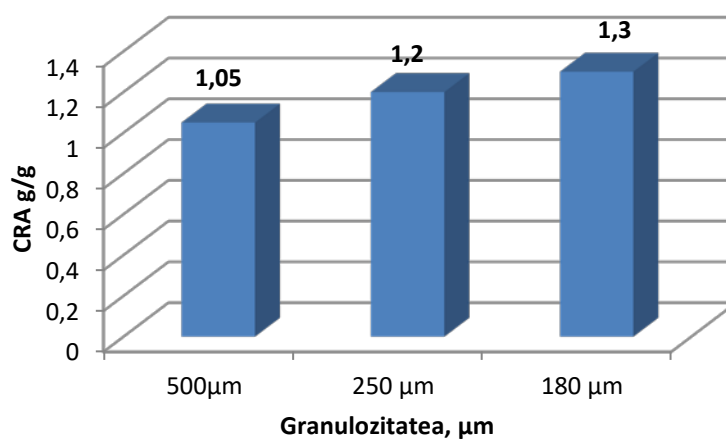


Figura 6.3. Capacitatea de reținere a apei de către făina de năut de diferite granulozități

Capacitatea de adsorbție a uleiului. Capacitatea făinii de a reține uleiul este importantă, în special, în cazurile când aceasta este utilizată ca adaos pentru umpluturile din carne tocată ori ca substituent al făinii de grâu în făinurile compozite și are un impact sensibil asupra calităților senzoriale și reologice ale semifabricatelor și produselor finite. Rezultatele reprezentate în figura 6.4 arată o capacitate de adsorbție a uleiului de către făina de năut care variază între 2,1 și 2,55 g/g. Capacitatea de adsorbție a uleiului este determinată de mărimea și porozitatea

(densitatea) particulelor, conținutul de amidon, concentrația, precum și de caracterul hidrofob al proteinelor făinii [55].

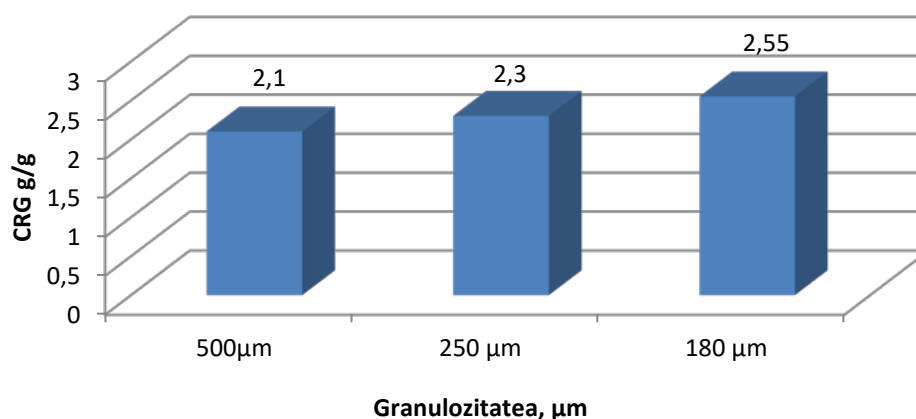


Figura 6.4. Capacitatea de reținere a uleiului de către făina de năut de diferite granulozități

Un rol deosebit îi revine proporției radicalilor aminoacizilor nonpolari de pe suprafața moleculelor de proteină [11]. Kinsella (1976) afirmă că proteinele hidrofobe au proprietăți mai pronunțate de absorbție și legare a lipidelor, menționând ca anume aminoacizii nepolari interacționează cu catenele alifatică ale lipidelor.

Capacitatea de spumare și stabilitatea spumei. Din punct de vedere fizico-chimic, spumele alimentare sunt medii multifazice constituite dintr-o fază dispersată (aerul) și o fază continuă ce poate conține mai mulți ingrediente (proteine, polizaharide, particule solide). Prin urmare, spumele sunt structuri foarte eterogene și aparțin familiei coloizilor alimentari, în care gazul dispersat este considerat faza coloidală (mărimea bulelor cuprinsă între 10-100 μm).

Capacitatea de spumare a făinii este definită de raportul dintre volumul spumei formate și volumul total (inițial) al suspensiei de făină. Stabilitatea spumei exprimă raportul dintre volumul spumei restante (după 30 min.) și volumul inițial al spumei.

Formarea și stabilitatea spumelor implică difuzia proteinelor și a altor substanțe solubile la interfața aer / apă și este condiționată de mai mulți factori: viscozitatea stratului la suprafața bulelor de aer, care este determinată de denaturarea și asocierea proteinelor, concentrația proteinelor în stratul de la suprafața bulelor de aer, pH-ul fazei continue, prezența lipidelor care cauzează destabilizarea stratului proteic, prezența agenților denaturanți.

Capacitatea de emulsionare. Proprietățile de emulsionare sunt, de obicei, atribuite flexibilității substanțelor tensioactive dizolvate și expunerii lor în domeniile hidrofobe. Formarea și stabilitatea emulsiei este foarte importantă în sistemele alimentare cum ar fi cele din tocătura fină de carne, sosuri ș.a. Capacitatea de emulsionare reflectă abilitatea substanțelor tensioactive de a fi absorbite la interfața apă-ulei în timpul formării emulsiei și de prevenire a floclării și coalescenței grăsimii în emulsia formată [68].

Capacitatea de emulsionare a probelor de făina de năut a constituit 27-28 g ulei/g făină.

Ca și în cazul spumării, capacitatea de emulsionare este dependentă de valoarea pH-ului mediului apos. Cea mai mică valoare a capacității de spumare este în intervalul pH de 4,0-6,0. În aceste condiții (zona punctului izoelectric), sarcina netă și solubilitatea proteinelor este minimală, iar hidrofobicitatea suprafeței lor scăzută. Odată cu îndepărtarea de la punctul izoelectric spre valori pH alcaline ori pH acide, capacitatea de emulsionare a făinii crește [31].

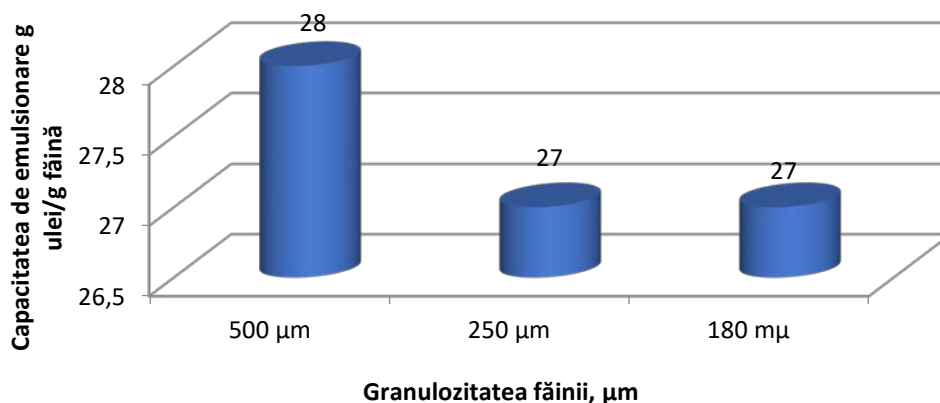


Figura 6.5. Capacitatea de emulsionare în dependență de granulozitate

Capacitatea de emulsificare a făinii crește și la adăugarea în faza apoasă a sări de bucătărie până la 0,5%. Acest rezultat este în corelație cu cel obținut de Ragab (2004), care consideră că prezența sării ameliorează solubilitatea și alte proprietăți funcționale ale proteinelor. La creșterea ulterioară a concentrației de sare, capacitatea de emulsionare scade gradual datorită efectului de salifiere a proteinelor. Rezultate asemănătoare au fost raportate de Ogungbenle ș.a. (2009).

Concluzii. Au fost determinați indicii organoleptici și fizico-chimici ai făinii de năut și s-a constatat că aceștia corespund cerințelor normative în vigoare. Proprietățile funcționale ale făinii – *capacitatea de absorbție a apei, a grăsimilor, de spumare și de emulsificare* – sunt semnificativ influențate de prezența în mediul apos a cosolvanților (sarea de bucătărie, bicarbonatul de sodiu, acidul citric și zahărul) și corelează parțial cu capacitatea de absorbție a apei.

6.4. Fermentarea aluatului din făina mixtă de grâu și năut: factorii de impact

Grație conținutului înalt de carbohidrați, vitamine hidrosolubile (în special din complexul B), elemente minerale (calciu și fier), adăugarea făinii de năut în produsele cerealiere (inclusiv cele de panificație) ar ameliora esențial calitatea lor nutrițională. În plus, proteinele năutului sunt bogate în lizină, dar sărace în aminoacizi cu conținut de sulf, iar în proteinele de cereale situația este inversă. Astfel, combinarea proteinelor cerealelor cu ale năutului ar oferi un echilibru global mai bun de aminoacizi esențiali.

În lucrările recente sunt raportate rezultatele aplicării făinii de leguminoase ca ingredient funcțional în unele alimente pe bază de cereale, cum ar fi pâinea, prăjiturile, spaghetetele, biscuiții [26] etc.

Scopul acestui studiu a fost de a investiga impactul substituirii parțiale a făinii de grâu cu făina de năut și cercetarea efectului făinii compozite de grâu și năut asupra

procesului de panificație (în special, asupra fermentării aluatului), a cerceta proprietățile tehnologice și reologice ale aluatului și ale indicilor de consum ai preparatelor obținute.

Fermentarea aluatului este operația cuprinsă între sfârșitul operației de frământare și operația de divizare, pe parcursul căreia, în urma unor procese biochimice, microbiologice, coloidale și fizice, se obține un aluat cu volum mare, extensibil și rezistent. Pentru fermentare este utilizată drojdia de panificație ce aparține speciei *Saccharomyces cerevisiae*. Dinamica dezvoltării aluatului la fermentare depinde de calitatea tehnologică a drojdiei, conținutul de zaharuri, temperatură, pH, conținutul în oxigen, activitatea apei etc., care trebuie să fie bine stabilite, astfel încât să se producă o cantitate cât mai mare de gaze și să se asigure o fermentație cât mai uniformă pe parcursul fermentării aluatului.

Având în vedere perspectiva stabilirii oportunității de aplicare a făinii de năut și a relaționării cu diferiți factori (făină de năut, sare, zahăr, grăsimi) din mediul aluat, a fost urmărit procesul de fermentare a aluatului în baza dinamicii de formare a gazului carbonic.

Rezultatele impactului proporției făinii de năut asupra volumului de gaz produs la fermentarea aluatului din făinuri mixte de grâu și năut sunt reprezentate în figurile 6.6 și 6.7, iar cele care vizează creșterea volumului aluatului – în tabelul 6.10.

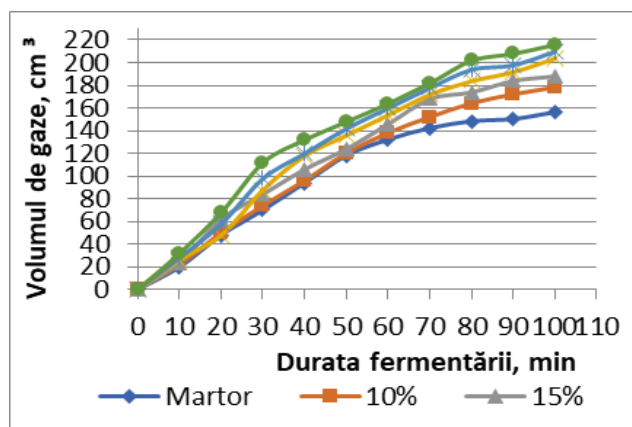


Figura 6.6. Dependența volumului de gaz carbonic produs de durata fermentării aluaturilor din făinuri mixte și de proporția făinii de năut

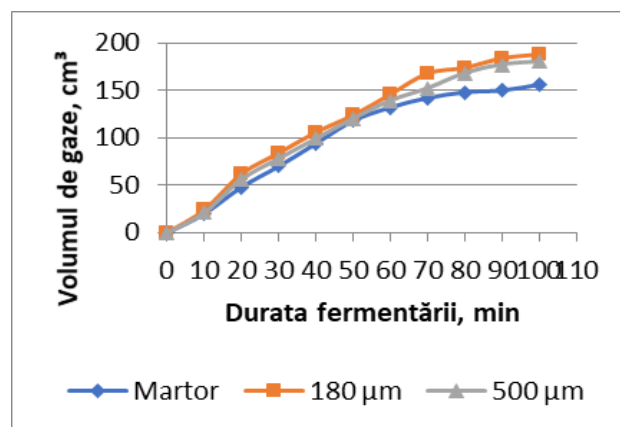


Figura 6.7. Dependența volumului de gaz carbonic produs de durata fermentării aluaturilor din făinuri mixte și de finețea făinii de năut (15% făină de năut)

Datele obținute arată că volumul de gaz produs de aluaturile din făinuri mixte este mai mare (creștere până la 40%) și se află în relație directă cu ponderea făinii de năut. Ameliorarea capacității de formare a gazelor este determinată, în primul rând, de faptul că făina de năut conține o cantitate mai mare de zaharuri față de făina de grâu. În al doilea rând, făina de năut este bogată în substanțe azotoase, săruri minerale, vitamine, care sunt elemente importante pentru nutriția, multiplicarea și activitatea drojdiilor. Capacitatea făinii de a forma gaze este influențată și de granulozitatea (finețea) făinii de năut, volumul gazelor formate fiind mai mare pentru făina cu granulozitate mai fină.

Tabelul 6.10. Evoluția volumului aluatului din făina de grâu și din făina mixtă pe parcursul fermentării

<i>Durata de fermentare, min.</i>	<i>Făina de grâu</i>	<i>Gradul de substituire a făinii de grâu cu făina de năut</i>				
		<i>10%</i>	<i>15%</i>	<i>20%</i>	<i>25%</i>	<i>30%</i>
		<i>Creșterea volumului aluatului la fermentare, %</i>				
30	63	71	72	71	68	67
60	144	149	153	148	147	126
90	164	170	175	172	152	142
120	172	174	177	175	167	151
150	176	178	179	176	171	154
180	180	179	181	177	173	157

6.4.1. Descriptorii de calitate ai aluatului

Din punct de vedere tehnologic, prezintă interes evaluarea comportamentului făinurilor în faza de aluat proprietățile lor de panificație, care exprimă toate proprietățile intrinseci ale făinii (inclusiv a făinurilor mixte) și comportamentul aluatului constituind o sinteză a tuturor interacțiunilor care au loc între diversele componente ale făinii.

Cele mai importante proprietăți de panificație ale făinii sunt următoarele:

- randamentul aluatului, care este determinat de capacitatea de absorbție a apei pentru obținerea unui aluat cu consistența prestabilită;
- prelucrabilitatea aluatului în diferite etape ale procesului de panificație până la coacere (implică proprietățile de elasticitate, aderența, capacitatea de deformare și întindere ș.a.);
- dezvoltarea aluatului (capacitatea de emisie a gazului carbonic, capacitatea de retenție a gazului, abilitatea de deformare);
- calitatea organoleptică a pâinii (culoare, miros, textură).

Concluzii. Rezultatele obținute au arătat că suplimentarea făinii de grâu cu făină de năut accelerează procesul de fermentare, iar volumul de gaz produs de aluatul din făină mixtă este în relație directă cu ponderea făinii de năut.

Modificarea neesențială a descriptorilor de calitate ai aluatului cu adaos de făină de năut în raport cu cel de făină de grâu este probabil determinată, în principal, de faptul că proteinele năutului și ale făinii de grâu au capacitate diferită de adsorbție a apei, fapt care afectează dezvoltarea rapidă a glutenului și proprietățile rețelei glutenice formate.

6.5. Calitatea pâinii din făină mixtă de grâu și năut

6.5.1. Obținerea pâinii

Cercetările au vizat șase variante de rețete (tabelul 6.11), urmărindu-se influența cantitativă a adosului de făină de năut asupra calității pâinii obținute.

Diagrama de flux tehnologic în procesul de obținere a pâinii a fost una tradițională, iar prepararea aluatului s-a realizat prin metoda directă (monofazică). Aceiași parametri tehnologici au fost aplicați la prepararea probei martor și ai probelor cu adaos de năut. Parametrii tehnologici de preparare a pâinii sunt incluși în tabelul 6.12.

Tabelul 6.11. Variante experimentale pentru obținerea pâinii din făină mixtă de grâu și de năut

<i>Variante experimentale</i>	<i>Componente pentru 500 g de făină</i>				
	<i>făină de grâu (g)</i>	<i>făină de năut (g)</i>	<i>sare (g)</i>	<i>drojii (g)</i>	<i>apă, aluat (ml)</i>
PM	500,0	–	7,5	15,0	254,04
P10%	450,0	50	7,5	15,0	254,93
P15%	425,0	75	7,5	15,0	255,35
P20%	400,0	100	7,5	15,0	255,81
P25%	375,0	125	7,5	15,0	256,24
P30%	350,0	150	7,5	15,0	256,70

PM – Proba martor; P + probele cu năut

Tabelul 6.12. Parametrii tehnologici de preparare a pâinii din făinuri mixte de grâu și năut

<i>Probele</i>	<i>Parametrii tehnologici</i>				
	<i>timp de frământare, min.</i>	<i>timp de dospire, min.</i>	<i>timp de predospire, min.</i>	<i>timp de coacere, min.</i>	<i>temperatura de coacere, °C</i>
Proba martor, P10 – P30%	10-15	45	35	30	220

6.5.2. Caracteristici calitative ale pâinii

Pentru evaluarea impactului adaosului de făină de năut asupra calității pâinii au fost realizate probe de coacere. Pâinea obținută a fost evaluată sub aspectul raportului înălțime / diametru, volumului specific, porozității, al elasticității miezului ș.a. De asemenea, s-a efectuat și o evaluare senzorială a caracteristicilor pâinii obținute (aspectul cojii, porozitatea miezului, caracteristica lui).

Adaosul de făină de năut a condus la îmbunătățirea caracteristicilor produselor, efectul lor fiind diferit în funcție de cantitățile adăugate. Unii parametrii calitativi ai pâinii din făinurile mixte și valorile lor sunt expuși în tabelul 6.13.

Substituirea făinii de grâu cu făina de năut până la 15% conduce la creșterea volumului specific și al porozității pâinii, apoi valorile acestor indici scad odată cu creșterea gradului de substituție. Ameliorarea volumului specific și al porozității pâinii din făină mixtă ar putea fi determinată de creșterea ușoară a conținutului de materii grase. Se consideră că adaosul materiilor grase în cantități mici (până la 1-2%) ameliorează indicii sus-numiți [10].

Aciditatea pâinii este dată de substanțele cu reacție acidă din făina din care s-a preparat aluatul și de acizii care apar în aluat, ca rezultat al activității drojdiilor și bacteriilor: bioxidul de carbon, acidul lactic, succinic, malic și acizii volatili – acetic și formic.

Sub acțiunea acizilor formați se intensifică procesele de hidratare și de peptizare a aminoacizilor, cu formarea gustului și aromei specifice pâinii. Datorită

aparitiei acestor acizi se produce o creștere a acidității aluatului în timpul dospirii. Circa 60% din aciditatea aluatului se datorează acidului lactic. Aciditatea inițială și finală a aluatului este influențată de gradul de extracție a făinii, de consistența sa, de temperatura și durata dospirii. Aciditatea finală a semifabricatelor constituie un indice al maturității lor, fiind un parametru important, controlabil, în elaborarea produselor de panificație, care influențează în mod direct proprietățile finite ale acestora [4].

Aciditatea aluatului cu adaos de făină din năut, înainte și după 45 minute de fermentare, a fost cuprinsă între 2,2 și 3 grade aciditate pentru aluatul proaspăt și între 2,6 și 3,6 grade aciditate pentru aluatul fermentat. Aciditatea pâinii a avut valori de la 1,8 până la 2,4 grade aciditate – cu 0,3-0,9 grade mai mult decât în proba martor. Aciditatea sporită a pâinii cu adaos de făină de năut în comparație cu proba martor ar putea avea implicații favorabile asupra absorbției fierului.

Tabelul 6.13. Parametrii calitativi ai pâinii din făinurile mixte de grâu și năut

<i>Indici</i>	<i>Proba martor</i>	<i>Proporția făinii de năut în făinurile mixte</i>				
		<i>10%</i>	<i>15%</i>	<i>20%</i>	<i>25%</i>	<i>30%</i>
Volumul specific, cm ³ /g	2,57	2,8	3,1	2,9	2,6	2,4
Aciditatea, grade T	1,5	1,8	2,1	2,2	2,4	2,4
Umiditatea, %	40,2	41,4	42,0	42,2	42,1	42,1
Porozitatea miezului, %	65	67	70	62	60	56
Scăzămintele de masă la coacere, %	10, 5	9,7	8,5	8,8	9,2	9,5

Umiditatea mostrelor de pâine a fost cuprinsă între 41,4 și 42,2%. Umiditate redusă (circa 40,2%) au avut probele de pâine obținute doar din făină de grâu și probele cu cantități reduse de făină de năut (sub 10%). Creșterea ușoară a umidității în probele de pâine din făină mixtă se datorează capacității ei de legare a apei de proteinele năutului.

Evaluarea **raportului înălțime/diametru (H/D)** al pâinii se face cu scopul de a aprecia gradul de dezvoltare a pâinii. O înălțime redusă a probei, precum și un diametru mai mare, constituie un indice că pâinea nu este corespunzătoare datorită calităților de panificație proaste a făinii ori din cauza nerespectării (depășirii) timpului de fermentare.

Valorile H/D ale mostrelor de pâine din făină mixtă cu gradul de substituire a făinii de grâu cu cea de năut cuprins între 0 și 30% sunt reprezentate în figura 6.8. Valoarea acestui indice crește odată cu creșterea proporției făinii de năut până la 15% și scade la valori mai mari ale gradului de substituire.

Scăzămintele de masă la coacere sunt formate din pierderi de umiditate și pierderi de substanță uscată. Pierderile în umiditate au loc în stratul superficial al aluatului care se transformă în timpul coacerii în coajă, iar pierderile de substanță uscată

se traduc prin pierderile de alcool, CO₂ și alte substanțe volatile din aluat care au rezultat la fermentarea zaharurilor și care se pierd în spațiul de coacere.

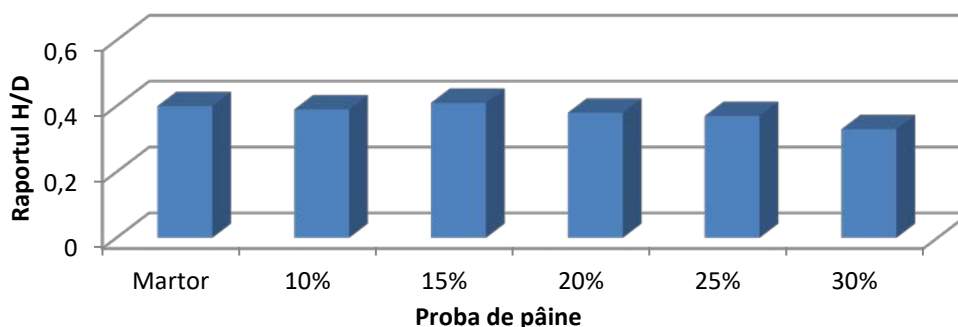


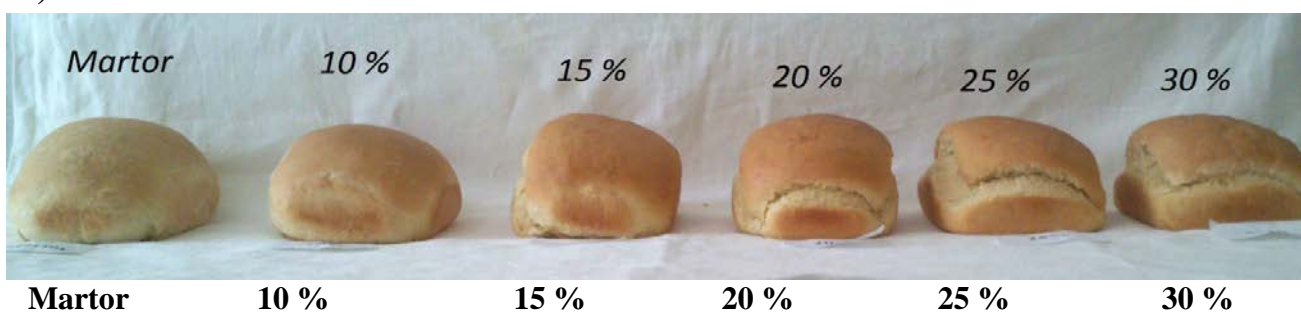
Figura 6.8. Raportul înălțime/diametru al pâinii din făină mixtă de grâu și năut

Scăzămintele prin coacere variază între 5-20% și depind, în special, de mărimea și forma produsului, de gradul coacerii și felul cuptorului, dar și de compoziția aluatului. Pentru pâinea cu adaos de făină de năut pierderile de masă la coacere au fost mai mici (circa 8,5-9,7%) în comparație cu proba martor, în care pierderile de masă au fost de 10,5%.

Aprecierea organoleptică a calității pâinii a inclus aprecierea aspectului exterior al pâinii, simetria formei, volumul, culoarea și structura cojii, culoarea, elasticitatea și porozitatea miezului, gustul, mirosul, semnele de alterare microbiană și prezența corpurilor străine. Rezultatele evaluării organoleptice au arătat calități destul de bune pentru pâinea cu adaos de făină de năut până la 20%, iar probele de pâine din făină mixtă cu un conținut de făină de năut peste 20% au avut indici organoleptici mai scăzuți – forma și volumul mai mic, suprafață cu crăpături, miros mai pronunțat de năut.

Aspectul exterior (a) și în secțiune (b) al pâinii cu conținut diferit de făină de năut este reprezentat în figura 6.9.

a)



b)



Figura 6.9. Aspectul exterior (a) și în secțiune (b) al pâinii cu diferit conținut de făină de năut

Concluzii. Acest studiu a demonstrat posibilitatea și oportunitatea producerii pâinii din făină mixtă de grâu și năut. Analiza caracteristicilor calitative ale pâinii obținute ca rezultat al probelor de coacere a arătat că substituirea făinii de grâu cu făina de năut în proporție de 15% ameliorează parametri fizico-chimici și organoleptici, precum și valoarea nutritivă a pâinii – conținutul de proteine, substanțe minerale, fibre alimentare ș.a. Astfel, făina de năut poate fi considerată ca o sursă bună de fortificare a produselor de panificație și, în special, a pâinii.

6.6. Obținerea preparatelor din carne mărunțită cu făină de năut

Compoziția din carne mărunțită este considerată un sistem complex alcătuit din următoarele componente:

- *soluție electrolitică-gelică*, formată din apă adăugată, în care este dizolvată clorura de sodiu, solubilizate și extrase din carne, proteine sarcoplasmice și miofibrilare, substanțe extractive azotate și neazotate. Cantitatea de proteine solubilizate și extrase este mărită prin distrugerea mecanică a țesutului muscular. Proteinele solubilizate și extrase, în special, cele miofibrilare, au roluri în emulsionarea globulelor de grăsime prin formarea unei matrice proteice la suprafața acestora și stabilizarea emulsiei;

- *un amestec format din particule de țesut muscular, conjunctiv și gras, precum și din condimentele adăugate*. Particulele de țesut muscular, conjunctiv și gras, precum și din condimentele mărunțite adăugate sunt în parte dispersate în soluția gelică în timpul mărunțirii;

- *spumă formată din soluția gelică care înglobează aer în timpul mărunțirii fine;*

- *emulsie în care o parte din grăsime este expulzată din țesutul gras și este emulsionată*. Emulsia se realizează, deoarece o parte din proteinele solubilizate joacă rolul atât de emulgator, cât și de stabilizator. Adaosul de NaCl mărește capacitatea de emulsionare și stabilizare prin faptul că determină extracția și solubilizarea unei cantități mai mari de proteine structurale în soluția gelică.

Numeroase preparate culinare și industriale din carne, obținute din carne de porc și grăsime sau carne de vită, pasăre, curcan sau vânat, conțin până la 30% grăsime, fie sub formă de cubulețe, fie mărunțită fin împreună cu carnea.

Preocupările din ultimele decenii referitoare la o alimentație mai sănătoasă care să prevină riscul obezității, bolilor cardiovasculare, infarctului sau cancerului, programele nutriționale care promovează o alimentație sănătoasă (15-30% din totalul de calorii din grăsimile nesaturate și doar 0-10% din grăsimile saturate) au determinat apariția preparatelor din carne cu un conținut redus de grăsime.

Reducerea conținutului de grăsime în produse determină obținerea unui produs mai ferm, mai puțin suculent, cu o culoare închisă și mai scump. Alte probleme tehnologice asociate cu scăderea conținutului de grăsime sunt reducerea legăturilor dintre particule și a randamentului la preparare, interior moale și siropos, formarea unui înveliș cauciucos, eliminarea excesivă de suc și reducerea termenului de valabilitate. Conținutul de grăsime al preparatelor din carne poate fi redus prin înlocuirea grăsimii cu apă, adaosul de carbohidrați și/sau proteine sau folosirea unor ingrediente funcționale.

Înlocuirea grăsimii cu apă reduce conținutul de grăsime, însă are ca rezultat modificări concomitente ale texturii și ale capacității de a reține apa – astfel este limitată la valori scăzute.

Adaosul în produsele din carne cu un conținut redus de grăsimi a unor ingrediente funcționale provenite din diferite surse vegetale și animale ca materiale de umplură, lianți, emulgatori sau agenți de diluare poate îmbunătăți capacitatea de a reține / a lega apa și a modifica textura. De asemenea, crește randamentul și scad pierderile la gătire.

Înlocuitorii de grăsime pe bază de proteine sunt imitații de grăsime, fiindcă nu au capacitatea de a suplini complet funcționalitatea grăsimilor. Înlocuitorii de grăsime pe bază de carbohidrați stabilizează apa adăugată sub forma unui gel care conferă produselor onctuozitate și umiditate similară cu cea a produselor cu un conținut ridicat de grăsime.

Exemple de utilizare a înlocuitorilor de grăsime cuprind: făina de grâu și cazeinații în chifteluțe, făina de soia în burgeri. Aceste adaosuri au și rol de material de umplură, contribuind la valoarea nutritivă ridicată a produselor și asigurând anumite proprietăți funcționale, precum ar fi solubilitatea, viscozitatea și capacitatea de legare a apei.

Având proprietăți asemănătoare cu făina de soia (care se folosește larg la fabricarea industrială a preparatelor din carne tocată), fiind bogată în proteine și amidon, făina de năut a fost propusă și testată în această lucrare pentru utilizare în preparatele din carne cu un conținut scăzut de grăsime.

Obiectivul urmărit a fost obținerea unor preparate din carne tocată cu calități de consum ameliorate și preț redus. Pentru atingerea acestui scop și stabilirea rețetelor optime ale produselor din carne tocată cu adaos de făina de năut a fost evaluat impactul adaosului de făină atât asupra capacității semifabricatelor de reținere a apei și grăsimilor, randamentului (rata pierderilor) preparatelor la gătire, cât și asupra calităților organoleptice ale preparatelor finite.

Literatura de specialitate atestă numeroase studii în care s-au experimentat adaosurile de făină, concentrate și izolate proteice din soia, mazăre, fasole boabe, linte, grâu (gluten denaturat) ș.a. [19, 54].

Influența adaosului de făină din năut asupra unor proprietăți fizico-chimice și organoleptice ale pastei din carne tocată și ale pârjoalelor gătite din această pastă sunt expuse mai jos.

6.6.1. Capacitatea de reținere a apei de către tocătura din carne cu făină de năut

Capacitatea de reținere a apei de către masa de carne mărunțită este un factor determinant pentru randamentul cantitativ, consistența și suculența preparatelor din carne tocată.

În experiențe a fost folosită făina de năut cu granulometrie cuprinsă în limitele ≤ 226 și ≤ 500 μm , uscată sau, în prealabil, hidratată. În figurile de mai jos sunt reprezentate valorile gradului de reținere a apei (GRA) în pasta de carne (figura 6.10), în funcție de cantitatea de făină de năut adăugată.

Rezultatele arată că gradul de reținere a apei este în relație directă cu cantitatea

de făină în masa de carne mărunțită și este mai mare în cazul făinii cu granulometrie fină ≤ 226 , care, de altfel, are un conținut mai mare de proteine. De asemenea, trebuie remarcat faptul că cele mai înalte valori ale GRA sunt înregistrate de probele cu făina fină ($\leq 226 \mu\text{m}$), prealabil hidratată în raportul de 1 : 1,5 [28].

Creșterea gradului de reținere a apei este determinată, în primul rând, de proteinele năutului, care au o afinitate sporită pentru apă și pot absorbi până la 200-300% apă raportată la masa proteinei, formând astfel o rețea vascoelastică [54].

În preparatele din masă tocată, odată cu creșterea fracțiunii de masă a componentelor vegetale, se mărește și pH-ul tocăturii. Aceasta sporește caracterul hidrofil al proteinelor din carne, provocând o creștere a capacității de reținere a apei.

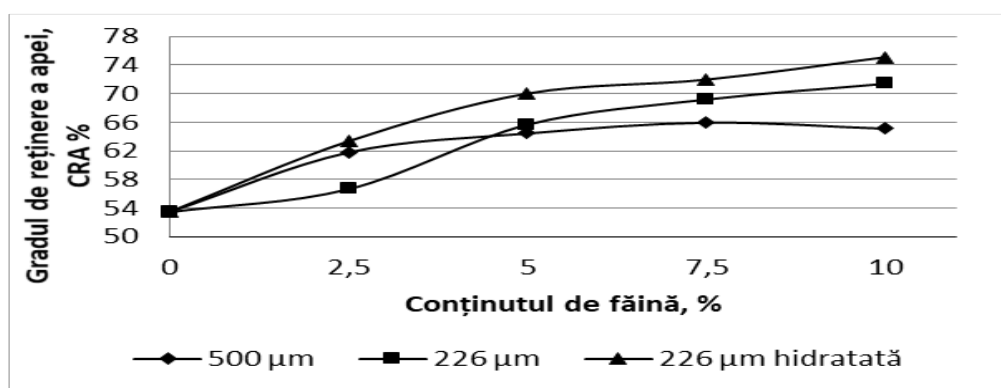


Figura 6.10. Dependenta gradului de reținere a apei de conținutul făinii de năut din carnea tocată

Interacțiunea proteinelor cu apa depinde, de asemenea, de pH-ul mediului. La valori mai mari sau mai mici decât punctul izoelectric, proteinele se prezintă sub formă de polianioni ori policationi ce au un grad mai pronunțat de hidratare, iar hidratarea în mediile alcaline este mai mare decât în cele acide.

Un alt factor care afectează hidratarea proteinelor este forța ionică a mediului. Ionii sărurilor interacționează cu grupele ionogene ale proteinelor și diminuează interacțiunea electrostatică dintre grupările învecinate cu sarcini opuse. Însă la concentrații saline mari, apa este în mare măsură imobilizată de săruri și procesul de hidratare a proteinelor scade [28].

6.6.2. Randamentul în produs / rata pierderilor la tratarea termică

Tratamentul termic al preparatelor din pastă de carne mărunțită induce dehidratarea și denaturarea proteinelor, care influențează esențial randamentul produselor finite [36]. Rezultatele obținute arată că încorporarea făinii de năut reduce pierderea în greutate la gătire și dimensiunile parjoalelor, astfel conducând la creșterea randamentului tehnologic al parjoalelor.

Pe parcursul tratamentului termic, proteinele miofibrilare, care asigură reținerea apei, se coagulează și își pierd solubilitatea. Capacitatea de reținere a apei scade și au loc pierderi de suc în care se găsesc și săruri minerale, vitamine, peptide, aminoacizi ș.a.

Degajarea sucului se produce în două faze:

- faza de dezlegare a apei fixată de proteinele miofibrilare în stare nativă sub acțiunea efectului termic (denaturarea proteinelor);

• faza de expulzare a sucului drept rezultat al contractării țesutului endomisial. Gelatinizarea colagenului (asociată cu adsorbția apei) are efect moderat asupra pierderii sucului.

Tabelul 6.14. Randamentul tehnologic al pârhoalelor din carne tocată cu făină de năut la tratamentul termic (coacere la 180°C)

Durata tratamentului termic, min.	Cantitatea făinii de năut adăugată (%) și randamentul în produs (%)														
	făină 500 μm					făină 226 μm					făină 226 μm, înmuiată				
	0	2,5	5	7,5	10	0	2,5	5	7,5	10	0	2,5	5	7,5	10
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10	86,0	88,3	90,3	89,3	90,4	86,6	88,3	89,6	90,8	90,5	86,0	89,1	90,7	90,0	90,6
20	76,5	77,1	81,2	80,1	82,8	76,5	80,9	82,3	82,5	83,1	73,5	81,4	82,5	84,9	84,2
30	70,8	72,5	73,6	74,4	76,8	70,8	75,0	76,5	78,0	81,4	70,8	73,6	78,4	79,6	80,5
40	59,8	69,8	63,8	67,0	69,3	59,8	68,8	70,5	72,9	73,0					

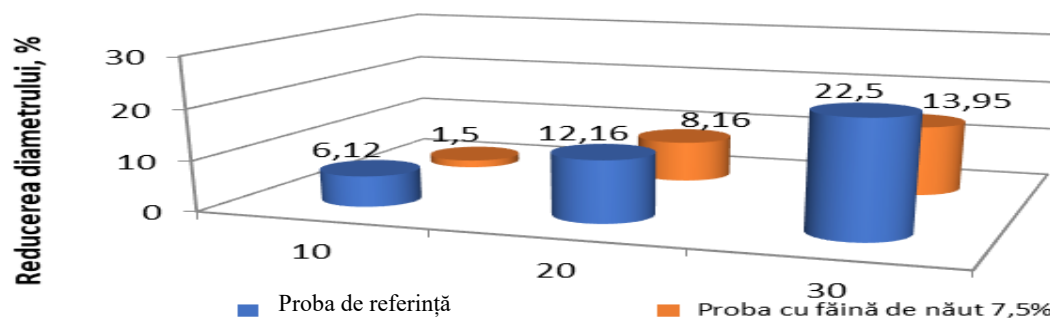


Figura 6.11. Reducerea diametrului pârhoalelor la gătire (coacere la 180°C)

În funcție de conținutul de făină de năut, randamentul tehnologic al pârhoalelor crește de la cca 60% (în proba de referință) până la 80%. La încălzire (70-100°C), proteinele năutului se coagulează și formează un gel, care fixează apa în proporție diferită, în funcție de durata încălzirii, temperatură și caracterul mediului [28, 34].

6.6.3. Capacitatea de reținere a grăsimilor la gătitul preparatelor din tocătură de carne cu făină de năut

Grăsimile din masa marunțită de carne contribuie la formarea texturii și gustului preparatelor și sunt o sursă semnificativă de energie. Capacitatea de reținere a grăsimilor în timpul tratamentului termic al alimentelor depinde de conținutul și proprietățile emulsifiante ale proteinelor, dar și de prezența altor ingrediente.

Rezultatele reprezentate în figura 6.12 arată că adăugarea făinii de năut până la 7,5% conduce la creșterea semnificativă a gradului de reținere a grăsimilor de la 75 (în proba de referință) până la 90%.

S-a constatat că adăugarea sării și bicarbonatului de sodiu mărește acest indicator până la 95%. Aceasta se datorează parțial faptului că încorporarea făinii de năut modifică consistența tocăturii din vâscoasă în vâscoasă-plastică.

În al doilea rând, proteinele năutului (și ale altor boabe leguminoase) au o capacitate emulsifiantă asemănătoare cu a caseinatului de Na și formează emulsii destul de stabile la tratamentul termic, inclusiv la sterilizare. În sfârșit, făina de năut

conține cantități importante de fibre alimentare, care sunt considerate ingrediente interesante pentru dezvoltarea produselor alimentare cu capacitate mare de reținere a grăsimilor la tratamente termice înalte [28].

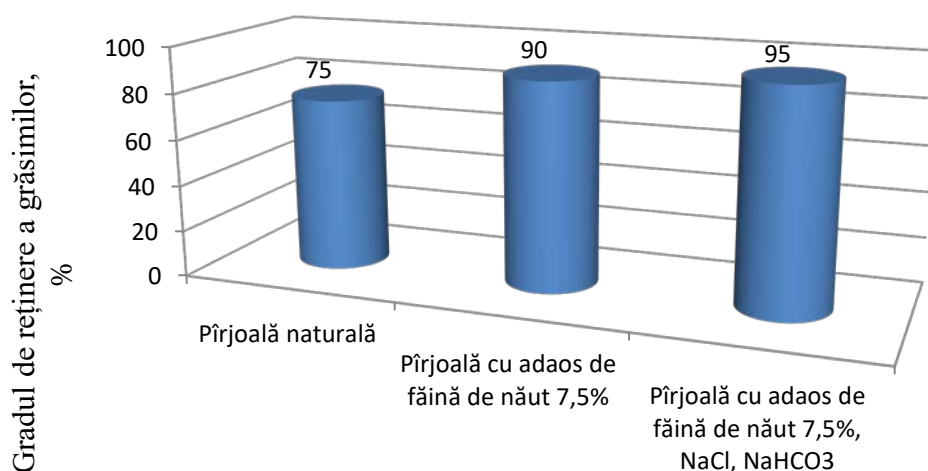


Figura 6.12. Gradul de reținere a grăsimilor la gătirea pârjoalelor din carne tocată cu făină de năut

6.6.4. Tehnologia preparatelor din carne tocată cu făină de năut

Sortimentul preparatelor de bază din structura meniurilor întreprinderilor de alimentație publică cuprinde preparate din carne tocată, care se pregătesc din tocătură simplă sau tocătură asociată cu diferite adaosuri. Caracteristica principală a tocăturii este finețea, care diferă în funcție de preparat, și este determinată de diametrul ochiurilor sitei folosite la mașina de tocat (între 2 și 8 mm). Preparatele din carne tocată se caracterizează prin următoarele:

- valoare nutritivă și gustativă ridicată provenită din carnea utilizată la obținerea tocăturii și a adaosurilor folosite pentru afânare, legătură, gust;
- aspect plăcut datorită procedeele termice aplicate preparatelor;
- diversificare sortimentală mare datorită atât materiei prime de bază folosită, cât și procedeele tehnologice aplicate fiecărui preparat;
- digestibilitate ușoară datorită atât fragmentării fibrei de carne, cât și tratamentului termic aplicat (fierbere, frigere pe tigaie, frigere la cuptor).

Tocătura se face din carne de bovine (greabăn, fleică, gât, piept, rasol anterior), porcine (margine de fleică, fleică, mijloc de piept), ovine, pasăre sau din amestecul acestora.

Materialele auxiliare (ceapă, condimente, ouă, apă, lapte ș.a.) se utilizează ca adaosuri la tocătură, având rol tehnologic de legare și afânare a acesteia, de îmbunătățire a calității gustative și nutritive a produsului finit.

După cum s-a menționat mai sus, adaosul de făină de năut ameliorează substanțial capacitatea de reținere a apei a semifabricatelor crude și capacitatea de reținere a grăsimilor la gătirea preparatelor din carne tocată cu făină de năut. Ținând cont de aceste rezultate, au fost efectuate experiențe tehnologice pentru stabilirea rețetei optime și a procesului tehnologic de obținere a pârjoalelor din carne tocată de porc cu adaos de făină de năut. Rețetele preparatelor experimentate sunt inserate în tabelul 6.15.

Tabelul 6.15. Variantele rețetelor pârjoalelor din carne de porc tocată cu făină de năut

<i>Denumirea materiilor prime și auxiliare</i>	<i>Cantitatea, g</i>				
	<i>referință (rețeta nr.657/II)</i>	<i>conținutul făinii de năut în variantele experimentale</i>			
		<i>2,5%</i>	<i>5%</i>	<i>7,5%</i>	<i>10%</i>
Carne de porc, calitatea a II-a: piept, ceafă	80	78	76	74	72
Făină de năut	-	2	4	6	8
Ouă	4	4	4	4	4
Lapte	7	7	7	7	7
Pesmeți	12	12	12	12	12

Procesul tehnologic de obținere a pârjoalelor este reprezentat în figura 6.13. Pârjoalele crude au fost rumenite pe ambele părți în tigaie cu grăsime, apoi date la cuptor până la atingerea temperaturii de 85°C în centrul lor. În calitate de referință de control au servit pârjoalele pregătite după rețeta clasică (rețeta nr.657/II, «Сборник рецептов», 1982).

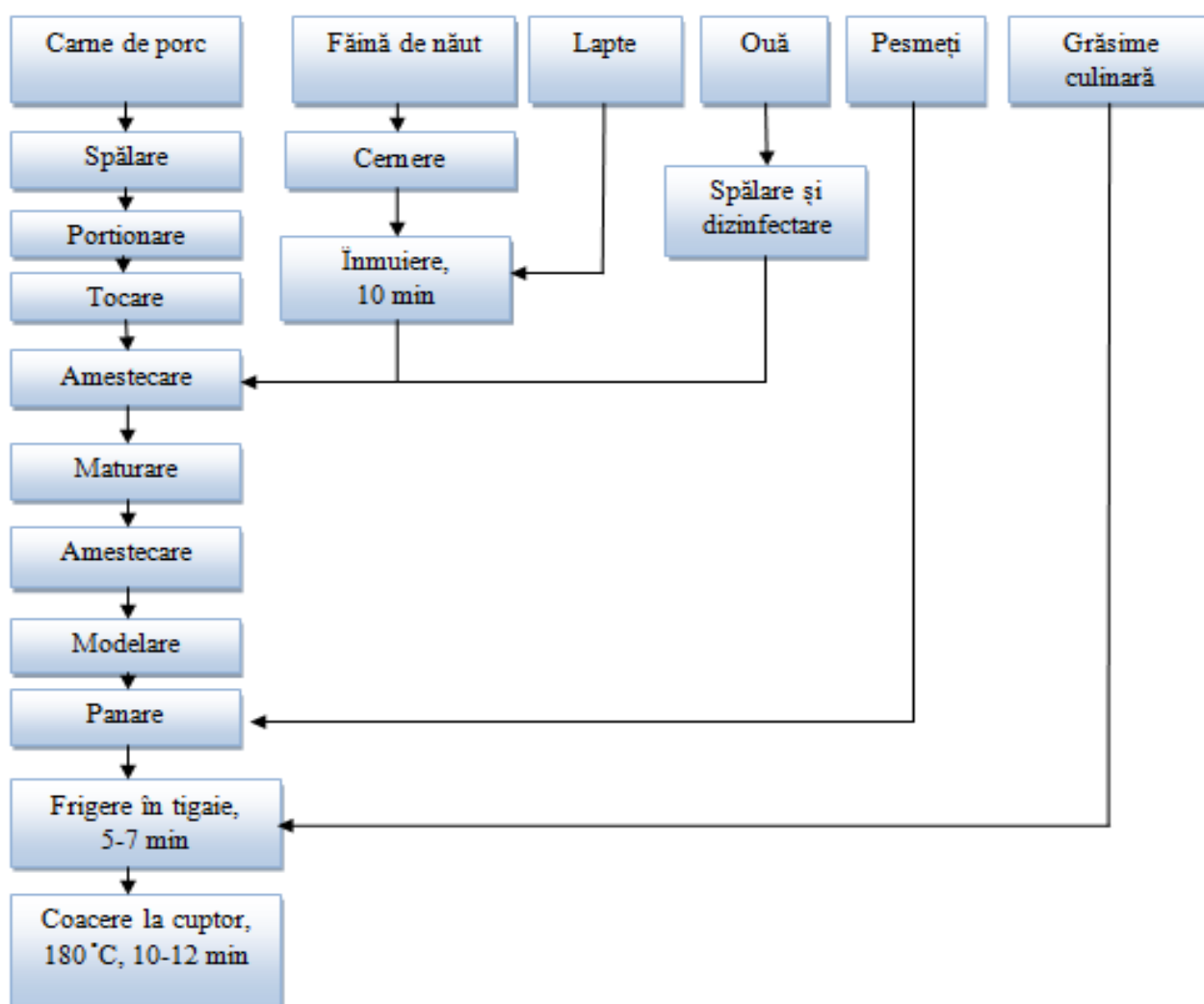


Figura 6.13. Schema tehnologică de obținere a pârjoalelor din carne tocată cu făină de năut

6.6.5. Calitatea organoleptică a pârjoalelor

Calitatea organoleptică a pârjoalelor a fost apreciată după următorii indici: aspect, gust, miros, culoare și consistență. Analiza rezultatelor (tabelul 6.16) arată că indicii organoleptici ai pârjoalelor cu adaos de făină de năut sunt practic similari cu indicii pentru pârjoalele de referință și, că cel mai înalt punctaj au acumulat probele ce conțin 7,5% de făină de năut.

Tabelul 6.16. Indicii de calitate organoleptică ai pârjoalelor din carne de porc tocată cu făină de năut

	<i>Valorile indicilor</i>				
	<i>control (rețeta nr. 657/II)</i>	<i>conținutul făinii de năut</i>			
		<i>2,5%</i>	<i>5%</i>	<i>7,5%</i>	<i>10%</i>
Aspect exterior	4,6	4,8	5	5	4,9
Miros	4,8	5	5	5	4,2
Culoare	5	5	5	5	5
Gust	5	4,5	4,7	5	4
Consistență	4,4	4,5	4,5	4,8	4
Valoare medie	4,76	4,76	4,84	4,96	4,42

6.6.6. Valoarea nutritivă și biologică a pârjoalelor

Compoziția chimică a pârjoalelor de referință și a celor cu adaos de făină de năut, calculată în baza rețetelor respective și a compoziției chimice a componentelor, denotă că complementarea cu făină de năut produce o ușoară creștere a conținutului de proteine, glucide și substanțe minerale, o scădere însemnată a conținutului de grăsimi, iar conținutul de vitamine și valoarea calorică rămân practic neschimbate. Scorul aminoacidului esențial deficitar – fenilalanina – crește de la 88,3 până la 93,2% (tabelul 6.17).

Digestibilitatea cu tripsină a proteinelor pârjoalelor crește odată cu creșterea duratei de tratare termică, iar valorile finale sunt practic identice pentru ambele preparate (tabelul 6.18).

Tabelul 6.17. Conținutul și scorul aminoacizilor proteinelor preparatelor din carne mărunțită

<i>Aminoacizi esențiali</i>	<i>Conținutul de aminoacizi, g/100 g proteină</i>			<i>Scorul aminoacizilor, %</i>	
	<i>pârjoală naturală</i>	<i>pârjoală cu adaos de făină de năut 7,5%</i>	<i>FAO, [30]</i>	<i>pârjoală naturală</i>	<i>pârjoală cu adaos de făină de năut 7,5%</i>
Izoleucină	6,23	6,07	4	155,75	151,75
Leucină	10,80	10,50	7	154,28	150,0
Lizină	11,79	11,35	5,5	214,36	206,0
Meteonină	3,51	3,47	3,5	100,28	99,14
Fenilalanină	5,30	5,59	6	88,33	93,16
Treoninaă	5,67	5,48	4	141,75	137,0
Triptofan	1,29	1,24	1.0	129,0	124,0
Valină	6,60	6,44	5	132,0	128,8
Total	51,19	50,14	36	-	-

Tabelul 6.18. Dependența digestibilității proteinelor preparatelor din carne tocată în funcție de durata de tratare termică

<i>Durata tratării termice, min.</i>	<i>Digestibilitatea, %</i>	
	<i>pârjoală naturală</i>	<i>pârjoală cu adaos de făină de năut 7,5%</i>
0	73,4 ± 3,6	73,3 ± 3,6
10	80,7 ± 4,0	81,8 ± 4,0
20	83,0 ± 4,1	83,8 ± 4,2
30	86,4 ± 4,3	85,6 ± 4,2

6.6.7. Calitatea microbiologică a pârjoalelor

Factorul principal care limitează termenul de valabilitate al produselor culinare din carne tocată este nivelul de contaminare cu microorganisme. Prin urmare, evaluarea cantitativă a contaminării preparatelor cu microorganisme este necesară pentru stabilirea siguranței producției pe durata întregii perioade de păstrare [5].

Cinetica de creștere a numărului de microorganisme a fost urmărită în toate probele de semipreparate cercetate (proba martor, proba cu adaos de făină de năut și proba cu adaos de făină de năut + sare și piper) după însămânțarea lor în mediu agar, prin incubare la temperatura de 37°C timp de 24 ore. S-a constatat că parametrii microbiologici ai preparatelor studiate au fost în limitele acceptabile [6].

În conformitate cu documentele normative, durata maximală de păstrare a preparatelor din carne tocată nu trebuie să depășească 12 ore. Rezultatele obținute sunt date în tabelul 6.19.

Tabelul 6.19. Evoluția numărului total de microorganisme la păstrarea preparatelor din carne tocată

<i>Denumirea probei</i>	<i>Numărul total de microorganisme, ufc/g produs x 10², durata păstrării, h</i>						
	<i>normativul</i>	<i>0 h</i>	<i>2 h</i>	<i>4 h</i>	<i>6 h</i>	<i>10 h</i>	<i>24 h</i>
Pârjoală de referință	≤1 x 10 ³	1,2	1,4	2,2	2,4	2,7	3,5
Pârjoală cu adaos de făină de năut 7,5%	≤1 x 10 ³	1,5	1,8	2,2	2,6	2,9	4,0
Pârjoală cu adaos de făină de năut 7,5%, sare și piper	≤1 x 10 ³	1	1,3	2	2,1	2,4	3,4
Toate probele	Numărul total de drojdii și mucegaiuri (<i>mediul Sabouraud</i>)						
	Nu se admit	0	0	0	0	0	0
Toate probele	Numărul total de <i>Eschirechia Coli</i> și <i>Salmonella</i> (<i>mediul Endo</i>)						
	Nu se admit	0	0	0	0	0	0

În urma analizei caracterelor microscopice s-a constatat că microorganismele identificate aparțin genurilor *Pseudomonas*, *Proteus vulgaris* și *Bacillus subtilis*, iar celulele de drojdii, mucegaiuri, *Eschirechia Coli* sau *Salmonella* lipsesc.

CONCLUZII

1. Tehnologiile de procesare și valorificare a năutului cultivat în Republica Moldova sunt foarte limitate și implică necesitatea unei cercetări a compoziției chimice, proprietăților tehnologice și de promovare a alimentelor din/ori cu năut.

2. Au fost stabilite cele mai importante proprietăți fizico-chimice și tehnologice ale făinii de năut și identificate condițiile optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a lor.

3. Au fost determinați indicii organoleptici și fizico-chimici ai făinii de năut și s-a constatat că aceștia corespund cerințelor normative în vigoare.

4. A fost demonstrată posibilitatea de utilizare a făinii de năut pentru suplimentarea produselor de panificație și a preparatelor din carne tocată:

➤ substituirea făinii de grâu cu făină de năut în proporție de 15% accelerează procesul de fermentare și ameliorează descriptorii de calitate ai aluatului și parametrii fizico-chimici (conținutul de proteine, substanțe minerale, fibre alimentare ș.a.), organoleptici și valoarea nutritivă a pâinii;

➤ adaosul de făină de năut în tocătura de carne în proporție de 7,5% mărește capacitatea de reținere a apei de către tocătură, capacitatea de reținere a grăsimilor în preparatele culinare gătite din această tocătură, precum și randamentul de producere (în raport cu proba de referință). Criteriile microbiologice ale pârjoalelor nu depășesc valorile stabilite de legislația în domeniul alimentar și de instrucțiunile emise de către autoritățile competente.

5. Făina de năut reprezintă un produs ce poate fi valorificat în tehnologia alimentară, inclusiv în calitate de supliment funcțional pentru ameliorarea valorii nutritive și a calității de consum a produselor de panificație și a preparatelor din carne grasă tocată.

BIBLIOGRAFIE

1. Axinte M., Roman Gh., Borcean I., Muntean L.S. Fitotehnie. Iași: Ion Ionescu de la Brad, 2006, p. 284-285.
2. Gutium Olga. Efectul hidrotermic asupra evoluției substanțelor pectice din boabe de năut / Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților. Chișinău: UTM, 2013, p. 21-24.
3. Roman Gh., Tabara V., Robu V. Fitotehnie – cereale și leguminoase pentru boabe. București: Universitară, 2011. - 413 p.
4. Кузнецова Л. И. Научные основы технологий хлеба с использованием ржаной муки на заквасках с улучшенными биотехнологическими свойствам. Автореферат д.т.н. Москва, 2010. - 54 с.
5. Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов: расчет и испытание / Пер. с англ. В. Широкова; под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. СПб.: Профессия, 2006. - 480 с.
6. ТР ТС 021. Технический регламент таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». 2011, с. 242.
7. Ali R., Staub H., Coccodrilli G., Schanbacher L. Nutritional significance of dietary fiber: Effect of nutrient bioavailability and selected gastrointestinal functions. J Agric. Food Chem. 29, 1981, p. 465-472.
8. Badshah A., Khan M., Bibi N. Quality studies of newly evolved chickpea cultivars. Advances in Food Sciences 25, 2003, p. 95-99.
9. Casey R., Domoney C., Smith A. M. Peas: genetics, molecular biology and

- biotechnology. In: *Biotechnology in agriculture series*, 10 Wallingford, Oxon, UK: CAB International, 1993, p.121-164.
10. CEA. Manuel technique des farines composees, transformations des farines tropicales. Singapore: Bradford Press, 1998. - 173 p.
 11. Chau C.F., Cheung P.C.K. and Wong Y.S. Functional properties of protein concentrate from three Chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 1997, p. 2500-2503.
 12. Chavan J. K., Kadam S. S., Salunkhe D. K. Biotechnology and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 25, 1986, p. 107-158.
 13. Chen L. H., Wells C. E., Fordham J. R. Germmated seeds for human consumption. *J Food Sci*, 40, 1975, p. 1290-1294.
 14. Chitra U., Vimala V., Singh U., Geervani P. Variability in phytic acid content and protein digestibility of grain legumes. *Plant Foods Human Nutr.* 47, 1995, p. 163-172.
 15. Clemente A., Sanchez Vioque J. R., Pedroche J., Bautista J. & Millan F. Factors affecting the in vitro protein digestibility of chickpea.
 16. Cowan J. W., Esfahani M. Nutritive value of middle eastern foodstuffs. III. - Physiological availability of iron in selected foods common to the middle east. Journal of the Science of Food and Agriculture, 18(6), 1967, p. 227-231.
 17. Crévieu I., Guéguen J., Bérot S. Large scale procedure for fractionation of albumins and globulins from pea seeds. *Nahrung*, 40, 1996, p. 237-244.
 18. Duranti M. Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia* 77, 2006, p. 67-82.
 19. Dzudie T., Scher J., Hardy J. Common bean flour as an extender în beef sausages. *Journal of Food Engineering*, 52, 2002, p. 143-147.
 20. Emami S., Tabil L.G. Processing of starch-rich and protein- rith fraction from chickpeas – a review. Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 2002, p. 21.
 21. Geervani P., Theophilus F. Effect of home processing on nutrient composition of certain high yielding legume varieties. *Ind. J Nutr. Diet.* ,17, 1980, p. 443-446.
 22. Gestener B., Assa Y., Henis Y. Interaction of lucerne saponins with sterols. *Biochemica Biophysica Acta* 270, 1972, p. 181.
 23. Ghiradi P., Marzo A., Ferrari G. Lipid classes and total fatty acids pattern of *Cicer arietinum*. *Phytochemistry*, 13, 1974, p. 755.
 24. Grau R., Hamm R. *Natur wissens chaffen*, 40 (1). 29.
 25. Guezlane L. Abecassis J. Méthodes d’appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur. IAA Novembre, 1991, p. 966.
 26. Hefnawy T. M. H., El-Shourbagy G. A. and Ramadan M. F. Impact of adding chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour to wheat flour on the rheological properties of toast bread *International Food Research Journal* 19(2), 2012, p. 521-525.
 27. Ilic D., Forbes K.M., Hased C. Lycopene for the prevention of prostate cancer (Review). In *The Cochrane Collaboration*, JohnWiley & Sonsp. 2011, p. 1-23.
 28. Inghels S. Contribution a l’etude des liants dans les produit a base viande. Thèse. UPS, Toulouse, 2007, p.93.
 29. Kennedy A.R. Cancer prevention by protease inhibitors. *Preventative Med* 22, 1993, p. 796.
 30. Kerem Z., Lev-Yadun S., Gopher A. Chickpea domestication in the Neolithic Levant through the nutritional perspective. *J. Archaeological Sci.* 34, 2007, p. 1289-1293.
 31. Khalid E.K., Babiker E.E., El Tinay A.H. Solubilit y and functional properties of sesame seed properties as influence by pH and/or salt concentration. *Food Chem.*, 82, 2003, p. 361.
 32. Khokhar S., Chauchan B. Effect of domestic processing and cooking on in vitro

- protein digestibility of moth bean. *Journal of Food Science* 51, 1986, p.1083.
33. Kinesella J.E., Damodaran S., Geman B. Physico-chemical and functional properties of oilseed proteins with emphasis on soy proteins. In: A.M. Altschul and H.L. Wilcke (eds) *New Protein Foods*, New York, Academic Press, Inc. 1985, p. 107-179.
 34. Kurt Ş. The effects of cereal and legume flours on the quality characteristics of beef patties. In: *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*, Vol. 18, No. 5, 2012, p. 725-730.
 35. Lawrence M.C., Izard T., Beuchat M., Blagrove R. J., Colman P.M. Structure of phaseolin at 2-center-dot-2 angstrom resolution. Implication for a common vicilin/legumin structure and the genetic-engineering of seed storage proteins. *J. Mol. Biol.*, 238, 1994, p.748-77.
 36. Lin K., Mei M.Y. Influences of gums, soy protein isolate, and heating temperatures on reduced-fat meat batters in a model system. *J Food Sci*, 65 (1), 2000, p.48-52.
 37. Lin K.C., Luh B. S., Schweigert B. S. Folic acid content of canned garbanzo beans. *J Food SciL* 40, 1995, p. 562-565.
 38. Liu L. H. Chickpea proteins for food applications. PhD Thesis. Australia, Victoria University of Technology, 1996.
 39. Liu L.H., Hung T.V., L. Bennett. Extraction and Characterization of Chickpea (*Cicer arietinum*) Albumin and Globulin. *J. Food Sci.*, Volume 73, Issue 5, 2008, p. 299-305.
 40. Manonmani D., Bhol S. S., Bosco J. D. Effect of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Flour on Bread Quality, 2014.
 41. Marioli Nobile C. G., Carreras J., Grosso R., Inga M., Silva M., Aguilar R., José Allende M., Badini R., José Martínez M. Proximate composition and seed lipid components of “kabuli”-type chickpea (*Cicer arietinum* L.) from Argentina. *Agricultural Sciences* Vol.4, No.12, 2013.
 42. Modi J. D., Kulkarni P. R. Relationship between amylose content and setting property of starch, *J Food Sci. Techn.*, 12, 1975, p. 264.
 43. Oakenfull D. Saponins in food - A review. *Food Chem*, 7, 2011, p. 19-40.
 44. Ocampo B., Robertson L.D. Singh K.B. Variation in seed protein content in the annual wild *Cicer* species. *J Sci Food Agric* 78, 1998, p. 220-224.
 45. Ogungbenle H.N., Oshodi A.A. and M.O. Oladimeji. The proximate and effect of salt applications on some functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(1), 2009, p. 49-52.
 46. Owusu-Ansah Y. J., McCurdy S. M. Pea proteins: a review of chemistry, technology of production, and utilization. *Food Reviews International* 7, 1991, p.103-134.
 47. Paloma M., Souza P., Simeoni L., Magalhães P., Damaris S. α -Amylase Inhibitors: A Review of Raw Material and Isolated Compounds from Plant Source. *J Pharm Pharmaceut Sci*. 15(1), 2012, p. 141-183.
 48. Pan W., Ikeda K., Takebe M. Genistein, daidzein and glycitein inhibit growth and DNA synthesis of aortic smooth muscle cells from stroke.
 49. Ragab D.M., Babiker E.E. and A.H. El Tinay. Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and/or salt concentration. *Food Chem.*,84, 200, p. 207-212.
 50. Reddy N. R., Pierson M. D. Reduction in antinutritional and toxic components in plant foods by fermentation. *Food Res. Int.*, 1994, p. 281-290.
 51. Reddy N. R., Pierson M. D., Sathe S. K., Salunkhe D. K. *Phytates in cereals and legumes*, CRC Press, Boca Raton FL., 1989, p. 265.
 52. Rincón F., Martínez B. & Ibáñez M.V. Proximate composition and antinutritive substances in chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by the biotype factor. *J Sci Food Agric* 78, 1998, p. 382-388.
 53. Salunkhe D. K., Chavan J. K., Kadam S. S. *Dietary Tannins: Consequences and Remedies*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1989.

54. Sanjeeva W.G., Wanasundara P.D. , Pietrasik Z., Phyllis J. S. Characterization of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flours and application în low.
55. Sathe S. K, Deshpande S.S. Functional proprieties of Lupin (*Lupinus mutabilis*)seed proteins and protein concentrates. *Journal of food science* 47, 1982, p. 491.
56. Saxena M. C., Singh K. B. *The Chickpea*. Wallingford: C A B International, 1987.
57. Singh U. Functional properties of grain legume flours. *J. Food Sci. Technol.* 38, 2001, p. 191-199.
58. Singh U., Jambunathan R. Distribution of seed protein fractions and amino acids in different anatomical parts of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pigeonpea (*Cajanus cajan* L.). *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*, 31, 1982, p. 347-354.
59. Singh U., Kherdekar M. S., Jambunathan R. Studies on Desi and Kabuli Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars. The Levels of Amylase Inhibitors, Levels of Oligosaccharides and In Vitro Starch Digestibility. *Journal of Food Science*, 47(2), 2006, p. 510-512.
60. Su L., Bui M., Kardinaal A. Differences between plasma and adipose tissue biomarkers of carotenoids and tocopherols. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 7, 1998, p. 1043-8.
61. Subirade M., Guéguen J., Pézolet M. Conformational changes upon dissociation of a globular protein from pea: a Fourier transform infrared spectroscopy study. *Biochem. Biophys. Acta*, 1205, 1994, p. 239-247.
62. Swinburn B.A., Caterson I., Seidell J.C. Diet, nutrition and the prevention of excess weight gain and obesity. *Public Health Nutr* 7, 2004, p.123-146.
63. Tabil L. G., Sokhansanj Jr.,S., Tyler R. T. Processing of pulses. *Proceedings of the Pulse Cleaning and Processing Workshop*. Saskatoon, SK: Agricultural and Bioresource Engineering and the Extention Division, University of Saskatchewan, 1995.
64. Tharanathan R. N., Mahadevamma S. Grain Legumes - a boon to human nutrition. *Trends Food Sci Technol* 14, 2003, p. 507-518.
65. Tiwari B. K., Singh N. *Pulse Chemistry and Technology*. RSC Publishing, 2012. - 310 p.
66. Vidal-Valverde C., Frias J. Legume processing effects on dietary fiber components. *J Food Sci*, 56, 1991, p. 1350-1352.
67. Vioque J. Sánchez-Vioque R. Clemente A. Pedroche J. Bautista J. & Millán F. Purification and partial characterization of chickpea 2S albumin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1999, p. 1405-1409.
68. Williams P. A. *Emulsions and foams: Interfaces, interactions and stability*. Cambridge Press. Royal Soc. Chem., 1999, p. 360.
69. Williams P., Singh U. Nutritional quality and the evaluation of quality in breeding programs. In *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, Oxon, 1987, p. 329.
70. Yanagihara K., Ito A., Toge T. Antiproliferative effects of isoflavones on human cancer cell lines established from the gastrointestinal tract. *Cancer Res* 53, 1993, p.5815.
71. Yang Y., Zhou L., Gu Y. Dietary chickpea reverse visceral adiposity, dyslipidaemia and insulin resistance in rats induced by a chronic high.
72. Yu-Wei C., Inteaz A., Molina A. T., KonishY., Joyce I. Boye Isolation and Characterization of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seed Protein Fractions. *Food Bioprocess Technol.*, 5, 2012, p. 618-625.

7. VALORIFICAREA NUCILOR ȘI A ȘROTULUI DE NUCI (*JUGLANS REGIA L.*) PENTRU OBTINEREA PRODUSELOR FUNCȚIONALE

Nucicultura ocupă un loc semnificativ în agricultura Republicii Moldova și constituie o ramură strategică în economia națională a țării. În prezent, producerea totală de *nuci Juglans regia Linn* constituie anual 40-45 mii tone, inclusiv 70% provenite din parcele private și 30% din livezi industriale. Până în 2020, suprafața plantațiilor de nuci din Republica Moldova urmează să atingă cel puțin 14 mii de hectare, iar recolta nucilor necurățate - 60 mii de tone.

În prezent, în republică funcționează un număr limitat de întreprinderi mici și mijlocii („Prometeu-T”, „Aliment-Ulei” SRL, „Rovazena SRL” ș.a.) specializate în producerea uleiului de nucă. Însă una dintre prioritățile sectorului nucifer moldovenesc, menită să contribuie esențial la creșterea venitului național și echilibrarea balanței de plăți prin sporirea exportului produselor cu valoare adăugată înaltă, este extinderea plantațiilor și sporirea producției de nuci, cererea căroră, pe plan mondial, dar mai ales european, este în continuă solicitare, în proporții tot mai mari și la prețuri rezonabile. Cererea sporită pe piața europeană (deficitul acestei producții pe piața europeană în ultimii ani depășește 100 mii tone nuci în coajă) și competitivitatea nucilor moldovenești pe această piață pun tot mai insistent problema calității producției de nuci [33, 112].

Nucile pentru comercializare trebuie să aibă coaja sănătoasă, de culoare atractivă, fără pericarp și umiditate excesivă, iar miezul sănătos, ajuns la maturitate de consum, dezvoltat normal, fără râncezire, aspect uleios și pete de mușgai. Calitatea nucilor este în mare măsură afectată de metodele și condițiile de colectare, condiționare, depozitare și prelucrare.

În acest context, este necesară revizuirea și optimizarea practicilor de manipulare și prelucrare postrecoltă pentru a îmbunătăți calitatea și termenul de valabilitate al lor. Un alt aspect important este cunoașterea compoziției chimice, valorii nutriționale și a proprietăților higroscopice ale nucilor cultivate în R.Moldova. Se impun măsuri ferme și rapide pentru realizarea de capacități performante de valorificare integrată a nucilor sub formă de produse finite de sine stătător.

Șrotul rezultat din extragerea uleiului nu este procesat în continuare și este folosit doar pentru hrana animalelor [72]. În același timp, acesta conține până la 50% de substanțe proteice, 9-20% de lipide, 6-7% fibre alimentare, cantități importante de minerale și ar putea fi folosit cu succes la fabricarea unor produse alimentare pentru consum uman, inclusiv a alimentelor funcționale [13]. Aplicarea în practică a șrotului pentru fabricarea produselor alimentare cu profil nutrițional ameliorat necesită un studiu aprofundat al compoziției chimice și valorii nutritive a șrotului, a proprietăților fizice și funcționale, compatibilității cu alte ingrediente alimentare și al impactului încorporării șrotului asupra indicilor de calitate ai alimentelor.

7.1. Starea actuală și perspectiva sectorului nucifer în Republica Moldova

Republica Moldova este poziționată favorabil din punct de vedere geografic privind condițiile prielnice, climaterice, precum și pedologice pentru cultivarea nucilor, numărându-se printre primii zece producători de miez de nucă și nuci în coajă din lume, volumul producției atingând cca 10-13 mii de tone pe an [165, 167].

Republica Moldova a fost cel mai mare exportator de nuci decojite (al șaselea în lume după valoarea în tone), precum și cel mai mare exportator (al cincilea) după volum, ceea ce constituie 46,7 mln. \$ și respectiv 9,077 mt. Aceasta reprezintă 6,4% din exporturile mondiale de nuci decojite, Republica Moldova plasându-se în rândul liderilor europeni în ierarhia exportatoare de nuci [139].

În prezent, există numeroase soiuri de nuc ce diferă esențial în ceea ce privește capacitatea de rodire, calitatea fructelor (mărimea lor, grosimea cojii, cota-parte a miezului de greutate a fructului, conținutul de găsimi și albumine, calitățile gustative și nutritive ale miezului), posibilitatea decojirii și alți indici [154]. În viziunea cercetătorilor speciilor pomicole, promovarea durabilă a sortimentelor trebuie să corespundă, pe de o parte, cerințelor biologice specifice față de resursele agroclimatice concrete, iar pe de altă parte – obținerii celor mai importante caracteristici de calitate ale fructelor necesare consumatorilor și procesatorilor piețelor moderne [122]. Un imbold deosebit în dezvoltarea filierei nucifere moldovenești l-a avut adoptarea *Legii nucului* [14], precum și Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr.189 din 5 martie 2001 „Cu privire la măsurile pentru susținerea dezvoltării culturii nucului” [100], datorită căreia a fost creat *Fondul pentru încurajarea dezvoltării culturii nucului* (unde se stipula ca 1,5% din valoarea exportului de nuci, a produselor derivate din nuci și din lemnul de nuc să fie utilizate în dezvoltarea nuciculturii țării). În prezent, Fondul de subvenționare a producătorilor agricoli contribuie la înființarea de noi plantații moderne de nuc pe bază de soi (de exemplu, în anul 2013 a fost subvenționată plantarea a 530,86 h de nuc cu soiuri moderne: nota informativă a MAIA, 2014) pentru îndeplinirea *Programului pentru dezvoltarea culturilor nucifere până în anul 2020* [13]. Actualmente, în republică sunt înregistrate pentru înmulțire 14 soiuri de nuc (toate autohtone, tabelul 7.1), ce pot cuprinde diferite microarealuri [29,30, 58, 76].

Tabelul 7.1. Sortimentul de nuci înregistrate în Republica Moldova în anul 2014 [122]

<i>Soiuri din Republica Moldova înregistrate pentru răspândirea largă în cultură</i>	<i>Soiuri introduse pentru testare temporară</i>	<i>Soiuri introduse pentru utilizare numai în calitate de polenizatori</i>
Cazacu (S-65)	Alsoszentivani 117	Chandler
Codreni	Fernor	Corne de Perigord
Cogălniceanu (D-17)	Franguette	Fergean
Briceni	Lara	Fernette
Fălești	Milotai 10	Hartley
Iargara		Marbot
Călărași (K-36)		Meylannaise
Chișinău (I-33)		Parsiene
Corjeuți (K-21)		Ronde de Montignas
Costiujeni (I-24)		MJ 209-soi forestier
Lunguețe		–
Recea, Schinoasa (I-28)		–

Pentru evaluarea posibilităților lărgirii sortimentului de nuc cu soiuri competitive pe piețele moderne de nuci este indispensabil a cunoaște biologia fructificării genotipurilor respective cu evaluarea capacităților, condițiilor de realizare stabilă a potențialului de producție, precum și utilizarea efectivă a nucilor [51, 122].

7.2. Compoziția chimică a nucilor și șrotului de nuci *Juglans regia L*

Nucile *Juglans Regia L.* sunt considerate unul dintre cele mai consistente alimente, iar cultura nucului este specificată ca specie strategică pentru nutriția umană și inclusă de Organizația pentru Alimentație și Agricultură a Națiunilor Unite (FAO/WHO) în lista plantelor prioritare [48, 127].

Până nu demult miezul de nucă se considera un aliment puțin sănătos din cauza conținutului ridicat de grăsimi. Această percepție s-a schimbat mult în ultimul timp, deoarece s-a constatat că miezul are un profil de acizi grași polinesaturați sănătos, este bogat în proteine, vitamine și minerale. Compoziția chimică a nucilor a fost investigată de *Cosmlescu* (2009), *Amaral* (2003) ș.a. [32, 69, 94, 125, 162]. S-a constatat că miezul de nucă este un produs foarte caloric și conține cantități importante de grăsimi nesaturate, proteine, săruri minerale, vitamine. În comparație cu alte fructe nucifere, nucile *Juglans Regia L.* au cel mai mare conținut de antioxidanți polifenolici și cantități apreciabile de flavonoide, vitamine, fibre alimentare și substanțe pectice [10, 56, 137, 202].

Compoziția chimică a miezului de nucă este influențată de factori genetici și de mediu [4, 75, 74, 97]. *Miezul de nucă* este un aliment foarte concentrat, cu *valoare energetică* de 650-700 kcal/100 g, mult mai ridicată decât la toate produsele alimentare de origine vegetală [59, 61, 158, 71, 113, 131, 149]. *Compoziția chimică* a nucilor în comparație cu alte fructe nucifere este dată în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2. Conținutul de macro- și micronutrienți în diferite tipuri de nuci [49, 91]

<i>Nutrienți în 100 g de produs</i>	<i>UM</i>	<i>Nuci grecești</i>	<i>Migdale</i>	<i>Nuci caju</i>	<i>Alune</i>	<i>Arahide</i>	<i>Fistic</i>
Valoare energetică	kcal	652,55	582	564,37	634,92	564,37	564,37
Proteine	g	14,10	21,16	19,72	14,10	24,69	21,16
Total lipide	g	63,5	49,38	42,32	59,96	49,38	45,85
Grăsimi saturate	g	5,99	3,88	7,76	4,58	6,70	5,29
Grăsimi mononesaturate	g	8,81	32,0	23,63	45,5	24,33	23,28
Grăsimi polinesaturate	g	45,85	12,34	7,76	7,76	15,52	13,40
Total glucide	g	14,10	21,16	31,74	17,63	17,63	28,21
Fibre alimentare	g	6,70	11,64	3,17	9,52	8,46	10,22
Calciu	mg	98,76	246,9	35,27	112,87	91,71	105,82
Fier	mg	28,92	4,3	6,66	4,69	4,58	4,16
Magneziu	mg	158,73	275,13	292,76	162,25	169,31	119,9
Vitamina C	mg	1,41	0	0,35	6,34	0	4,93

7.2.1. Aportul proteic și calitatea proteinelor

Analiza proteinelor a fost efectuată după delipidizarea prealabilă (șapte ore) cu hexan a miezului de nuci și a șrotului în aparatul „Soxhlet” cu reflux periodic. Conținutul de grăsime în probe a fost calculat după evaporarea solventului în evaporator rotativ și uscare ulterioară în etuva balonului la 40°C [63]. Conținutul de lipide totale din probe este dat în tabelul 7.3.

Tabelul 7.3. Conținutul de lipide totale în miezul și șrotul de nuci de soi Călărași

<i>Partea structurală</i>	<i>Miez</i>	<i>Șrot</i>
Lipidele totale (%SU)	64,55 ± 0,51	39,90 ± 0,41

Fracțiile proteice. Probele delipidizate au fost, de asemenea, uscate în etuvă și ulterior folosite pentru determinarea conținutului total de proteine și pentru fracționarea lor. Conținutul de proteine din probe, determinat după metoda Kjeldahl (după mineralizarea extractului și dozarea azotului), este inclus în tabelul 7.4.

Tabelul 7.4. Conținutul de proteine în miezul și șrotul de nuci de soi Călărași

<i>Partea structurală</i>	<i>Miez</i>	<i>Șrot</i>
Proteinele totale, (%SU)	15,2 ± 0,45	25,69 ± 0,48

Tabelul 7.5. Rezultatele fracționării proteinelor șrotului de nuci de soi Călărași după metoda Osborn

<i>Fracția proteică/ Fracția de azot</i>	<i>Conținut în șrot, % SU</i>	<i>Distribuția fracțiilor proteice, % din proteina totală</i>
Proteina totală, inclusiv:	25,69 ± 0,48	100
• Albumine	1,28 ± 0,13	4,98
• Globuline	5,12 ± 0,63	19,92
• Gluteline	14,46 ± 0,13	56,28
• Stroma	4,17 ± 0,13	16,23
Azotul total, inclusiv:	4,09 ± 0,19	100
• Azot proteic	3,34 ± 0,11	81,66
• Azot extractiv	0,08 ± 0,03	1,95
• Azotul stromei	0,67 ± 0,01	16,38

Compoziția în aminoacizi. Compoziția în aminoacizi a proteinelor a fost determinată prin cromatografie ionică după hidroliza acidă totală a proteinelor cu acid clorhidric 6N și solubilizarea ulterioară a hidrolizatului obținut în soluția tampon de citrat de sodiu cu pH 2,2. Pe parcursul hidrolizei acide triptofanul se distruge și se transformă în alanină și acetoacetat. De aceea, conținutul de alanină este puțin supraestimat [50]. Compoziția în aminoacizi a proteinelor șrotului de nuci este dată în tabelul 7.6.

Tabelul 7.6. Conținutul de aminoacizi în proteinele miezului și șrotului de nuci de soi Călărași

<i>Aminoacidul</i>	<i>Conținutul, g/100 g proteină</i>		<i>Referința FAO</i>
	<i>miez</i>	<i>șrot</i>	
Aminoacizi esențiali			
Lizină	2,33	2,34	4,5
Treonină	3,09	3,48	2,3
Fenilalanină	3,41	3,94	2,2 (Phe + Tyr)
Izoleucină	3,61	5,70	3,0
Leucină	7,01	9,32	5,9
Metionină	1,83	2,71	2,2 (Met + Cys)
Valină	3,84	3,37	3,6
Triptofan	-	-	0,6
Σ aminoacizi esențiali	25,12	30,86	
Aminoacizi semiesențiali			
Histidină	2,30	1,71	1,5
Σ aminoacizi esențiali și semiesențiali	27,42	32,57	
Aminoacizi neesențiali			
Arginină	23,61	17,41	
Acid glutamic	15,72	19,20	
Prolină	2,52	2,38	
Alanină	3,49	3,37	
Acid aspartic	7,40	7,65	
Tirozină	2,16	2,68	
Cisteină	1,56	1,38	
Serină	4,27	4,19	
Glicină	4,11	4,20	
Σ aminoacizi neesențiali	64,84	62,46	
Σ totală a aminoacizilor	92,26	95,03	

Calitatea proteinelor a fost apreciată după *indicele chimic* (IC), ce exprimă raportul dintre conținutul fiecărui aminoacid esențial dintr-o proteină examinată față de conținutul aceluiași aminoacid într-o cantitate echivalentă de proteină de referință (Chemical score). Indicele chimic se determină din relația:

$$IC = \frac{AAE_{\text{proteina test}}}{AAE_{\text{proteina de referință}}} \cdot 100, \%$$

(7.1)

unde: $AAE_{\text{prot. test}}$ - conținutul aminoacidului esențial în proteina test, mg/gN;

$AAE_{\text{prot. de referință}}$ - conținutul aceluiași aminoacid în proteina de referință (proteina FAO/OMS), mg/gN.

Tabelul 7.7. Indicele chimic al proteinelor din miezul și șrotul de nuci de soi Călărași, %

<i>Aminoacizi esențiali</i>	<i>Proteine</i>	
	<i>miez</i>	<i>șrot</i>
Izoleucină	90,3	142,6
Leucină	100,2	133,3
Lizină	42,4	42,6
Metionină + cisteină	97,1	117,3
Tirozină	72,0	89,5
Fenilalanină	113,7	131,6
Treonină	77,4	87,7
Triptofan	–	–

Analiza rezultatelor din tabelele 7.6 și 7.7 arată că aminoacizii majoritari ai proteinelor nucilor sunt acizii glutamic, aspartic și arginina – însușire comună pentru toate proteinele vegetale. Valorile prezentate ale conținutului de aminoacizi sunt comparabile cu cele comunicate de Ruggeri și al. (1998) [40, 41, 136]. Una dintre caracteristicile de calitate ale proteinelor vegetale este și conținutul de lizină. Importanța lizinei este determinată de faptul că aceasta este un aminoacid esențial, dar care joacă un rol semnificativ în comportamentul chimic și tehnologic al proteinelor pentru că funcția amină din catena alifatică poate participa la diferite reacții chimice, inclusiv la cele de grefare și reticulare a proteinelor.

Proporția aminoacizilor esențiali este de cca 30%. Conținutul de treonină, fenilalanină, izoleucină și leucină este mai mare decât în proteina de referință, iar factorii limitanți sunt lizina, valina și triptofanul, la limită este și conținutul de metionină + cisteină. Proteinele de nuci conțin cantități apreciabile de acid aspartic și acid glutamic, considerați esențiali în metabolismul proteinelor [132]. Merită atenție și conținutul mare de arginină, care este un regulator important al tensiunii sanguine în sistemul cardiovascular [102]. În sfârșit, e de menționat și conținutul înalt al aminoacizilor *exhaustori de gust* (acizii glutamic și aspartic, alanina și glicina), proporția cărora constituie 30-40%.

7.2.2. Aportul de substanțe minerale

Substanțele minerale intră în componența alimentelor și sunt necesare la formarea țesuturilor, participă la procesele biologice și fiziologice ale organismului. În produsele alimentare acestea se găsesc sub formă elementară, de combinații anorganice (carbonați, fosfați) și de combinații organice (pigmenți, vitamine, substanțe proteice etc.). Substanțele minerale joacă un rol semnificativ în formarea indicilor de calitate ai alimentelor cum ar fi gustul, aspectul, textura și stabilitatea lor. Totalitatea *elementelor minerale* reprezintă reziduu obținut după calcinarea probei unui produs la $525 \pm 625^\circ\text{C}$ și este numit *cenușă*. Conținutul de cenușă este o măsură a cantității totale de minerale, în timp ce conținutul de substanțe minerale este o măsură a cantității elementelor anorganice specifice prezente în aliment.

Conținutul de elemente minerale din miezul și șrotul de nuci au fost determinate prin spectrofotometrie de absorbție atomică (AAS) după calcinarea probelor și solubilizarea cenușei rezultate cu acid clorhidric. Rezultatele obținute (tabelul 7.8) au un interval de încredere de 95% [79].

Tabelul 7.8. Conținutul de minerale în miezul și șrotul de nuci de soi Călărași

<i>Elemente minerale</i>	<i>Conținut, mg/100 g</i>		
	<i>șrot</i>	<i>miez</i>	<i>USDA</i>
Potasiu	528,3 ± 31,69	356,3 ± 21,3	441
Sodiu	1,65 ± 0,09	1,33 ± 0,07	2
Magneziu	198,8 ± 11,92	146,6 ± 8,7	158
Calciu	180,9 ± 10,8	136,1 ± 8,1	98
Fier	8,59 ± 0,51	7,09 ± 0,42	2,91
Zinc	3,79 ± 0,22	2,91 ± 0,17	3,1
Cupru	1,96 ± 0,11	1,56 ± 0,09	1,6

În funcție de conținutul lor în miez și șrot, elementele minerale determinate formează seria: K > Mg > Ca > Zn > Fe > Na > Cu, prin analiza rezultatelor obținute cu cele stipulate în USDA și publicate de alți autori [34, 42, 62, 98].

S-a constatat că conținutul de minerale în nucile moldovenești este comparabil cu cel din literatura de specialitate, iar conținutul unor elemente minerale specifice înregistrează diferențe semnificative în funcție de varietatea nucilor, de condițiile climaterice și agrobiologice, în special, de compoziția minerală a solului.

Conținutul de minerale din șrot este mai mare decât în miez, fapt ce arată că elementele minerale nu sunt uniform repartizate în masa miezului și că conținutul lor în fracția lipidică este mai mic (cu excepția fosforului).

În concluzie, miezul și șrotul de nuci conțin cantități relativ mari de K, Mg, Ca, Zn, Fe, Cu, iar utilizarea lor în alimentația umană ar putea asigura cantitatea necesară de elemente minerale într-un regim alimentar bine echilibrat.

7.2.3. Aportul de acizi grași

Miezul nucilor conține 52-70% de grăsimi [59, 129, 141]. Constituenții majori ai uleiului de nuci sunt trigliceridele cu cantități mari de acizi grași mononesaturați (în special, acidul oleic) și nesaturați (acizii linoleic și linolenic). Proporția acizilor grași este un indice important privind aprecierea calității uleiului.

Conținutul mare al acizilor linoleic și linolenic poate avea ca rezultat o stabilitate oxidativă scăzută și un termen de valabilitate mai scurt al uleiurilor. Prezența tocoferolilor (antioxidant puternic) are efect protector împotriva oxidării. Nucile conțin, de asemenea, fitosteroli (considerați substanțe nutraceutice), ce inhibă absorbția intestinală a colesterolului și mai multe substanțe nesaponificabile minore, cum ar fi glucidele [105].

Cunoașterea compoziției chimice a lipidelor este necesară pentru a evalua calitatea nutritivă și a încuraja consumul nucilor și produselor derivate, dar și pentru a identifica fezabilitatea utilizării lor la fabricarea produselor alimentare. Conținutul de acizi grași în miezul și șrotul de nuci a fost determinat prin cromatografie gazoasă cu ajutorul cromatografului de gaze, echipat cu detector de ionizare în flacără [209]. Conținutul mediu al tuturor grăsimilor totale din miezul de nucă a constituit 64,85%,

iar în șrot - $39,90 \pm 0,41\%$ [2, 65]. Valorile medii și deviațiile standard ale compoziției de acizi grași sunt inserate în tabelul 7.9.

Tabelul 7.9. Conținutul de acizi grași în miezul și șrotul de nuci de soi Călărași, %

<i>Denumirea acizilor grași</i>	<i>Miez</i>	<i>Șrot</i>
C6:0 a. Capronic	0,17 ± 0,01	0,07 ± 0,01
C8:0 a. Caprilic	0,05 ± 0,01	-
C10:0 a. Caprinic	0,11 ± 0,01	0,03 ± 0,01
C11:0 a. Undecanoic	0,47 ± 0,01	0,17 ± 0,01
C12:0 a. Lauric	0,79 ± 0,01	0,16 ± 0,04
C13:0 a. Tridecanoic	0,08 ± 0,01	0,01 ± 0,007
C14:0 a. Miristic	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01
C14:1 a. Miristioleic	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,007
C15:0 a. Pentadecanoic	0,10 ± 0,70	0,07 ± 0,01
C15:1 a. <i>cis</i> 10 Pentadecanoic	0,24 ± 0,01	0,01 ± 0,007
C16:0 a. Palmitic	5,52 ± 0,38	6,28 ± 0,43
C16:1 a. Palmitoleic	0,28 ± 0,01	-
C17:0 a. Heptadecanoic	0,03 ± 0,01	-
C17:1 a. <i>cis</i> 10 Heptadecanoic	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,007
C18:0 a. Stearic	0,03 ± 0,01	0,08 ± 0,01
C18:1 a. Oleic	7,25 ± 0,50	10,19 ± 0,71
C18:2 a. Linoleic (ω3)	12,98 ± 0,90	11,52 ± 0,80
C18:3 a. gama Linolenic (ω3)	56,93 ± 3,98	58,31 ± 4,08
C18:3 a. Linolenic (ω3)	10,51 ± 0,73	10,67 ± 0,74
C20:1 a. Gadoleic	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01
C20:2 Eicosadienoic	0,20 ± 0,01	0,20 ± 0,01
C20:3 a. 3 Eicosatrienoic	0,07 ± 0,01	-
C20:5 a. 3 <i>cis</i> 5, 8, 11, 14, 17 Eicosapentaenoic		0,02 ± 0,01
C22:0	0,02 ± 0,01	-
C22:1	0,05 ± 0,01	-
C22:2 a. <i>Cis</i> – 13, 16 –docosadienoic (ω6)	0,24 ± 0,01	0,06 ± 0,01
C23:0 a. Tricosanoic	0,08 ± 0,01	0,10 ± 0,70
C22:6 <i>cis</i> – 4, 7, 10, 13, 16, 19 docosahexanoic	0,16 ± 0,01	-
C24:1 a. Nervonic	-	0,02 ± 0,01
Σ AG	96,57 ± 6,75	98,13 ± 6,86
Σ AGS	7,53 ± 0,50	7,04 ± 0,49
Σ AGM	7,93 ± 0,55	10,30 ± 0,72
Σ AGP	81,10 ± 5,67	80,79 ± 5,72
Σ C_{20+n}	0,88 ± 0,06	0,47 ± 0,03
Σ C₆₋₁₈	95,68 ± 6,69	97,66 ± 6,83
AGP / AGM	10,22 ± 0,71	7,84 ± 0,54
C_{20+n} / C₆₋₁₈	0,0093 ± 0,0006	0,0049 ± 0,0003

Așa cum este ilustrat în tabelul 5.9, principalii acizi grași care se găsesc în uleiurile de nucă sunt acizii linoleic, oleic și linolenic. În cantități mai mici sunt acizi miristic, palmitic, palmitoleic și stearic. Proporția acizilor grași saturați mono- și polinesaturați constituie, respectiv, în uleiul miezului - 7,53-7,93 și 81,1%, iar în al șrotului - 7,04-10,30 și 80,79%. Rezultatele obținute sunt comparabile cu cele raportate în literatura de specialitate [41, 107, 158].

Savage și colab. (1999) au studiat compoziția în acizi grași a 13 soiuri de nuci provenite din Noua Zeelandă, Europa și SUA și au constatat că conținutul de acizi grași polinesaturați este determinat de o serie de factori, cum ar fi soiul, condițiile climatice, perioada de vegetație, condițiile pedologice. În concluzie, grăsimile miezului și șrotului de nuci conțin cantități importante de acizi grași mono- și polinesaturați, proporția cărora este de cca 90% din totalul acizilor grași. Raportul bun dintre acizii grași omega 3 și omega 6 situează uleiul de nucă în categoria lipidelor cu valoare biologică mare.

În tabelul 7.10 sunt incluse caracteristicile de calitate și de inofensivitate ale șrotului de nuci obținut în condiții de laborator.

Tabelul 7.10. Condițiile tehnice de calitate ale șrotului de nuci de soi Călărași

<i>Indicatorii</i>	<i>Caracteristica / Valoarea</i>
Aspectul exterior	Particule fine, fără prezența particulelor mucegăite sau a substanțelor străine
Culoarea	De la galben-cenușiu până la cafeniu
Mirosul	Caracteristic miezului de nuci, fără miros străin.
Gustul	Dulce, caracteristic miezului de nucă, fără nuanțe de gust străin
Caracteristici fizico-chimice, %	
Substanțele grase, %, min.	39,90 ± 0,41
Substanțe proteice, %, min.	25,69 ± 0,48
Umiditate, %, max.	5,8 ± 0,03
Cenușă totală, %, max.	4,09 ± 0,04
Indici microbiologici	
Numărul total de microorganisme (celule/g)	2,0 * 10 ³

Tabelul 7.11. Compoziția chimică a șroturilor oleaginoase [16]

<i>Compoziție</i>	<i>Originea șrotului</i>				
	<i>alun de pământ</i>	<i>susan</i>	<i>floarea-soarelui</i>	<i>semințe de bumbac</i>	<i>nuci</i>
Proteină brută (%)	53,44	44,42	31,57	24,79	26,0
Fibre alimentare (%)	8,55	8,75	27,34	29,60	3,90
Grăsimi (%)	7,47	13,11	11,20	8,91	40,0
Cenușă (%)	5,27	14,15	5,32	6,27	4,0
NFE* – nitrogen free extract (%)	20,54	11,48	20,94	25,46	20,3

*NFE – substanța uscată (cenușă + proteine + grăsimi + fibre alimentare)

Analiza condițiilor tehnice de calitate (tabelul 7.10) și cea comparativă a compoziției chimice (tabelul 7.11) a șrotului de nuci și a unor șroturi provenite din alte materii prime oleaginoase [16] scoate în evidență diferențe calitative și cantitative, mai ales în ceea ce privește compusul majoritar - grăsimile.

Credem că șrotul de nuci este un produs cu potențial mare de utilizare în industria alimentară, în special, în panificație și cofetărie în calitate de supliment, în procesul de producere a pâinii, biscuților și prăjiturilor ș.a. Pentru aceasta este strict necesar studiul aprofundat al compoziției chimice și valorii nutritive, a proprietăților funcționale și compatibilității șrotului cu alte ingrediente alimentare.

În literatura științifică și de specialitate există un număr semnificativ de publicații referitoare la compoziția chimică și valoarea nutritivă a nucilor *Juglans regia L.* Majoritatea publicațiilor vizează soiuri de nuci cultivate în China, SUA, Franța, Turcia, Iran și Noua Zeelandă.

Cât privește soiurile de nuci cultivate în Moldova, particularitățile lor biologice și de producție au fost minuțios studiate de savanții din republica noastră Ion Țurcanu (2004), Maria Pântea (2004, 2015), Ion Comanici (2004) ș.a. [159, 160, 125]. Klimenko V. și Dementiev G. au caracterizat și au studiat formelor de azot și fracțiile proteice în fructele de nuci, evoluția lor pe parcursul diferitor etape de vegetație și în funcție de condițiile agroclimaterice.

Cât privesc informațiile referitoare la compoziția chimică generală, valoarea nutritivă și biologică a nucilor cultivate în R. Moldova sunt foarte limitate și fragmentare, iar în ceea ce privește șrotul lipsesc totalmente.

7.3. Potențialul nutraceutic al nucilor

Alegerea deliberată în rațiunea alimentară al alimentelor cu efect profilactic sau cu capacitate de ameliorare a simptomelor bolilor existente este un factor important pentru menținerea sănătății. Compușii dietetici care aduc beneficii sănătății sunt numiți substanțe nutraceutice. În acest context, nucile sunt alimente cu un potențial nutraceutic destul de mare grație prezenței în ele a acizilor grași nesaturați, vitaminelor, substanțelor minerale, substanțelor fitochimice și sunt asociate cu prevenirea și reducerea riscului de apariție a bolilor [119, 114].

Potențialul antioxidant. După cum s-a menționat anterior, nucile *JuglansRegia L.* au capacitate antioxidantă mai mare decât orice alte fructe nucifere cum ar fi alunele, arahidele, fisticul etc. [122]. Antioxidanții împiedică procesul de îmbătrânire a celulelor din organism, menținând funcțiile corpului într-o stare mai bună pe o perioadă îndelungată. Aceste substanțe reglează nivelul colesterolului și ajută la prevenirea bolilor de inimă, iar în egală măsură protejează sistemului nervos central și contribuie la prevenirea afecțiunilor neurologice [44].

După indicele FRAP (ferric reducing antioxidant power - potențialului antioxidant de reducere a ionului feric, exprimat în mmol/100 g) nucile (21,9) cedează doar fructelor de măceș (24,3), dar depășesc cu mult nivelul lor în alte alimente (mere - 0,4; prune - 2,4; portocale - 0,9; struguri - 1,9; tomate - 0,48; semințe de floarea soarelui - 6,4) [27].

Activitatea antioxidantă a nucilor este atribuită în primul rând constituenților polifenolici, inclusiv elagitaninelor, prezente în principal în peliculă [22]. Polifenolii nucilor, inclusiv monomerii acidului elagic, taninurile polimerice și alți compuși fenolici sunt inhibitori puternici ai oxidării lipidelor sanguine LDL [13]. Capacitate antioxidantă puternică are și melatonina - un alt component antioxidant din nuci, conținutul căreia corelează pozitiv cu creșterea capacității antioxidante plasmatică [133].

Efectele antiinflamatorii. Cercetările efectuate la Penn State University au demonstrat că consumul de nuci produce efecte cardioprotective [151].

La persoanele hipercolesterolemice consumul de nuci (bogate în acid alfa-linolenic, ALA, și grăsimi polinesaturate) a redus nivelurile de proteină C reactivă (CRP), citochinelor proinflamatorii și a substanțelor-cheie de adeziune implicate în procesul aterosclerotic.

Riscul de boli cardiace. Rezultatele obținute în ultimii ani arată că consumul de nuci poate reduce riscul de boli cardiace coronariene [138]. Se consideră că acest efect este determinat de raportul lizină/arginină mic din complexul proteic al nucilor și de conținutul relativ mare de acid folic, fibre, taninuri și polifenoli. Un impact pozitiv are și conținutul înalt de substanțe minerale (potasiu - 375-500; calciu - 13-91 mg/100 g miez), care intervin efectiv în reglarea tensiunii arteriale. Acestea mai ajută la menținerea unei compoziții adecvate a sângelui, echilibrului corect al substanțelor regulatoare ale proceselor de inflamare, cât și a structurii și flexibilității pereților vaselor sanguine. Acizii grași omega-3, inclusiv acidul α -linoleic (ALA), vizează o gamă largă de funcții cardio-vasculare, inclusiv tensiunea arterială, de asemenea, ameliorează raportul dintre colesterolul „bun” (HDL) și „rău” (LDL). Rolul negativ al LDL este dat de faptul că depozitează excesul de colesterol pe pereții arterelor, fapt care duce, în timp, la întărirea vaselor de sânge și la declanșarea bolilor cardiace, în primul rând atacul de cord [43].

Efectele anticancerogene. Profesorul Hardman (2008) consideră că anumite componente din nuci, inclusiv ALA (acidul Alpha-Linolenic), antioxidanții și fitosterolii au proprietăți potențiale de luptă împotriva cancerului și că acestea acționează în mod sinergic. Grota (2008) a semnalat că grație conținutului înalt de γ tocoferol, consumul de nuci poate ajuta împotriva cancerului mamar, prostatei și celui pulmonar [70]. Incidența tumorilor canceroase la sân este diminuată și de prezența acizilor grași omega-3 și fitosterolilor. Acestea din urmă se leagă cu receptorii de estrogen și astfel diminuează creșterea de țesuturi maligne [11, 167].

Efectele antidiabetice. Deși diabetul zaharat de tipul II este în primul rând legat de controlul glicemiei și metabolismul insulinei, persoanele diagnosticate cu acest tip de diabet zaharat, de obicei, au și probleme de sănătate în alte sisteme, în primul rând probleme ale sistemului cardio-vascular.

Fukuda și colab. (2004) consideră că consumul regulat de nuci ajută la menținerea nivelului de zahăr în sânge și metabolismul insulinei [45]. Acest rezultat se datorează în mare parte conținutului înalt al fibrelor alimentare, magneziului și indicelui glicemic redus al nucilor [93]. În plus, consumul deliberat de nuci poate reduce semnificativ și răspunsul glicemic la alimentele bogate în carbohidrați [92]. Reducerea răspunsului glicemic este probabil determinată de biodisponibilitatea

înalță a componentelor nonlipidice (în special a fenolilor) care pot reduce activitatea amilazei și inhibă astfel absorbția glucozei în intestin [20].

Tapsell și colab. (2004) au ajuns la concluzia că adăugarea nucilor în dietă îmbunătățește și nivelul de lipide din sângele pacienților cu diabet zaharat de tipul II [155].

Un rol specific au și flavonoizii nucilor, care sunt inhibitori ai glucozo-6-fosfat translocazei și reduc astfel producția de glucoză hepatică, prin urmare, diminuează nivelul de glucoză din sânge și de hemoglobină glicozilată - HbA1c [6, 7].

Protejarea sănătății oaselor. Proprietățile antiinflamatorii ale nucilor sunt utile de asemenea la protejarea sănătății oaselor și la tratarea artritei reumatoide, astmei, psoriazisului și eczemelor. Un impact deosebit în menținerea sănătății oaselor are acidul α -linolenic (ALA) omega-3. Rezultatele clinice au arătat ca ALA are efect protector asupra metabolismului osos printr-o scădere a resorbției osoase, care este stimulată de prostaglandină E₂ (PGE₂) [57].

Funcția cognitivă. Willis L. și al. (2009) au investigat beneficiile potențiale ale nucilor pentru prevenirea declinului mental legat de vârsta înaintată. În urma cercetărilor s-a stabilit că adăugarea nucilor în rațiunea alimentară ar putea întârzia debutul bolilor neurodegenerative debilitante [162].

Haider și al. (2011) au demonstrat că aportul pe termen lung al nucilor poate fi extrem de benefic, deoarece acestea sunt o sursă bogată de triptofan, care produce creșterea în creier a 5-hidroxi triptaminei (5-HT) și care este implicată în îmbunătățirea memoriei și scăderea apetitului (în cazul tratamentului excesului de greutate și obezitate) [73]. Prin urmare, nucile au acțiune nootropică (ameliorează procesele metabolice neuronale) și pot avea un efect semnificativ asupra proceselor de învățare și de ameliorare a memoriei. În plus, nucile mai conțin și uridina - componentă a ARN, care are efecte pozitive asupra funcției cerebrale, la tratarea tulburărilor mintale, reduce durerea și protejează inima.

Concluzie. Nucile au potențial nutraceutic enorm, sunt primul produs alimentar menționat de US FDA ca aliment de sănătate și pot fi folosite larg în alimentație pentru ameliorarea statutului nutrițional și pentru diversificarea sortimentului de produse alimentare în industria alimentară și alimentația publică. Datele expuse mai sus arată că un consum regulat de nuci este asociat cu o varietate de efecte benefice pentru sănătate și până în prezent nu există efecte adverse raportate chiar și la un consum ridicat de nuci. Indiscutabil, nucile au și alte beneficii de sănătate, puțin studiate, care urmează a fi elucidate prin analize fizico-chimice, studii clinice pentru a identifica efectele lor privind sănătatea și mecanismele implicate în aceste procese.

7.4. Recomandări tehnologice de manipularea postrecoltă a nucilor

Calitatea nucilor este influențată de condițiile climaterice, practicile de irigare, de varietate, de controlul dăunătorilor și al bolilor și de procedurile de recoltare. Dăunătorii și bolile pot cauza căderea lor prematură, dezvoltarea incompletă și deteriorarea miezului și, în consecință, reducerea valorii nutritive.

Un rol deosebit în evoluția calității nucilor au și operațiile postrecoltare [161]. În această perioadă, principalele surse de deteriorare a nucilor sunt tulburările fiziologice ca senescența, pierderea apei prin evaporare și bolile patogene [38].

În acest capitol cercetările realizate anterior sunt completate cu unele recomandări tehnologice de manipulare postrecoltă și valorificare a nucilor și șrotului de nuci.

7.4.1. Manipulările postrecoltă ale nucilor

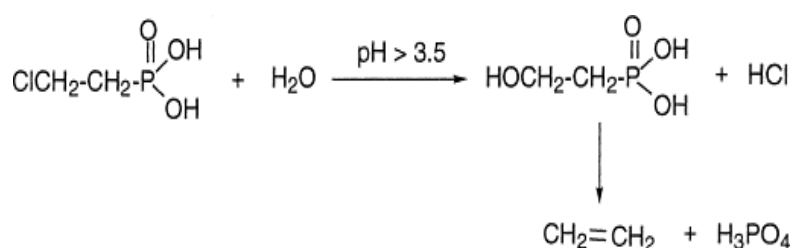
Recoltarea. Se face la maturitatea deplină, când mezocarpul verde crapă, se desprinde de endocarpul lignificat și nucile cad ușor, întrucât procesul maturării nucilor stagnează la stadiul în care se află în momentul detașării fructului de ramură. Fructele necoapte nu se decojesc, prin urmare, se lasă pe pom până în momentul coacerii depline. Nucile recoltate prea devreme, se zbârcesc, mucegăiesc și capătă un gust neplăcut, iar dacă recoltarea se va realiza prea târziu se depreciază calitatea nucilor. Nucile recoltate la momentul optim au o proporție mare de miez de calitate superioară față de cele recoltate tardiv [95, 110]. S-a stabilit că recoltarea nucilor în etapa anterioară maturității are ca rezultat retenția culorii mai albe a miezului, comparativ cu cele recoltate în etapele ulterioare [146, 148]. Mai mult, recoltarea nucilor la temperaturi mari a relatat ca rezultat întunecarea miezului [148].

Condiționarea cuprinde: sortarea calitativă și după mărime a nucilor în coajă și aplicarea unor tratamente speciale acestora, de asemenea, operațiile de recuperare și pregătire pentru consum al miezului de nucă provenit din nucile care nu îndeplinesc condiția de a fi valorificate ca atare, dar care au miezul bun.

Decojirea de pericarp. Decojirea se face după ce se separă aceste fructe de cele cojite. În acest caz, mai ales dacă mezocarpul se separă greu, nucile se pun în bazine cu apă timp de 24 ore, ambalate în saci sau în lăzi. Îndepărtarea mezocarpului se mai poate face și prin udarea nucilor în straturi groase de 15-20 cm și lopătarea periodică a lor. Menținerea umedă nu trebuie să depășească 24 de ore, întrucât o prelungire a umectării poate conduce la înnegrirea endocarpului și chiar a miezului, afectând puternic calitatea nucilor [116]. În aceste condiții are loc pătrunderea apei în celulele vegetale ale pericarpului (fenomenul de osmoza) și generarea stării de turgescență, care cauzează crăparea membranelor celulare și facilitează desprinderea acestuia (dehiscenta) de endocarpul lemnos al fructului [80].

O direcție care ar putea fi abordată în această etapă este utilizarea pericarpului verde al nucilor. Cercetările asupra compoziției cojii verzi a nucilor au demonstrat că acestea conțin o cantitate mare de substanțe fenolice și carotenoizi [115], juglona - care are proprietăți erbicide, antibacteriene, antifungice, este toxic pentru multe insecte erbivore și poate fi utilizat în calitate de agent colorant natural în industriile alimentare, textilă, farmaceutică și cosmetică [19, 130].

O altă modalitate de decojire poate fi ținerea nucilor în spații închise și tratarea cu etefon. Acesta se descompune în acid fosforic, acid clorhidric și etilena - care este un regulator sistemic de creștere a plantelor, influențând direct mai multe procese fiziologice (maturare, coacere etc.).



Au fost efectuate cercetări în vederea soluționării problemei înlăturării cojii verzi a nucilor. Nucile cu coaja verde bine fixată și cu leziuni minime au fost colectate manual. Pentru un experiment au fost folosite 30 nuci, iar experiențele au fost efectuate în triplicat. Pentru experiențe s-a folosit soluția de etefon cu concentrația de 2500 ppm ($2,5 \times 10^{-3}\%$), iar perioada menținerii nucilor în soluție a variat de la 4 la 10 ore. Pentru fiecare experiență, nucile au fost plasate în vase de plastic și acoperite cu soluția de etefon sau apă. Vasele au fost acoperite cu capac și păstrate la temperatura camerei ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) pentru o perioadă de 4, 6, 8 și 10 ore. Raportul volumic dintre fructele de nuci și soluția de etefon a fost de 1:2. După expirarea perioadei de menținere a nucilor în soluție, aceasta a fost înlăturată prin scurgere. Observațiile asupra rezultatelor tratamentului privind procentajul de dehiscență a cojii au fost înregistrate după 2, 4 și 6 zile. Rezultatele obținute sunt date în tabelul 7.12. Analiza rezultatelor arată că tratamentul nucilor în coajă verde cu etefon mărește în mod semnificativ gradul de dehiscență al cojii nucilor față de proba de control - imersarea în apă (fig.7.1 și 7.2).

Tabelul 7.12. Efectul etefonului și a duratei imersării nucilor asupra gradului de dehiscență (%) a cojii verzi a nucilor

<i>Durata menținerii nucilor în soluție (D)</i>	<i>C_{etefon}, ppm</i>	<i>Perioada de evaluare a gradului de dehiscență, ore</i>	<i>Gradul de dehiscență al pericarpului, %</i>
4 ore (D ₁)	0	48	20
		96	25
		144	31
	2500	48	75
		96	81
		144	86
6 ore (D ₂)	0	48	23
		96	29
		144	33
	2500	48	78
		96	85
		144	91
8 ore (D ₃)	0	48	26
		96	34
		144	42
	2500	48	80
		96	88
		144	92
10 ore (D ₄)	0	48	30
		96	37
		144	44
	2500	48	84
		96	95
		144	98



Figura 7.1. Proba de control (nuci imersate în apă) timp de 6 ore, păstrate 5 zile



Figura 7.2. Proba tratată cu soluție de etefon, timp de 6 ore, păstrate 5 zile

Utilizarea soluției de etefon cu o durată a imersării nucilor de 10 ore (D4) a contribuit la o dehiscență maximă a cojii nucilor 98%, fiind urmată de probele ce au fost menținute în soluție timp de 8 ore (D3) (92%), în timp ce dehiscența minimă a cojii (86%) a fost înregistrată în cazul nucilor tratate timp de 4 ore (D₁). Cu toate acestea, eșantioanele tratate cu etefon 6 ore (D₂) nu diferă semnificativ de probele D₃. Luând în considerare aceste rezultate, putem menționa că tratamentul cu soluție de etefon a nucilor poate fi recomandat ca o etapă în schema tehnologică de procesare a nucilor.

Spălarea nucilor se face imediat după decojire pentru a evita pătrunderea endocarpului. Lucrarea se face fie manual în vase sau sub jeturi de apă, fie mecanizat, agitând nucile în diferite recipiente. Spălarea nu va dura mai mult de 2-3 minute.

Albirea nucilor. Cerințele de calitate pentru comercializarea nucilor la export necesită un produs clar cu o culoare atrăgătoare care ar putea fi obținută prin utilizarea diversilor agenți de oxidare și reducere în timpul procesului de spălare și uscare rapidă controlată. În timpul decojirii nucilor recoltate, cojile lemnoase sunt colorate atât de coaja verde intactă, cât și de cea zdrobită, care este bogată în taninuri. Pe lângă taninuri, coaja verde este, de asemenea, foarte bogată în glucozidă de hidrojuglonă, care, la oxidare eliberează juglona, provocând colorarea endocarpului. Cercetările efectuate au demonstrat că agenții de albire oxidativi sunt mai eficienți și că albirea depinde de concentrația agenților, de temperatura și pH al mediului și de retenția nucilor în mediul de albire. Ținând cont de rezultatele obținute, se recomandă ca albirea nucilor să fie efectuată cu perborat de sodiu sau cu Okoron 12 [6, 24, 147].

Uscarea nucilor. Metodele de uscare și alte operațiuni de prelucrare, care asigură conservarea proprietăților originale ale nucilor, acționează ca elemente-cheie în producția de nuci de calitate. Pentru procesarea industrială a nucilor este recomandată uscarea rapidă prin diverse metode, întrucât uscarea la soare implică o perioadă de durată și necontrolată (5 până la 8 zile) care duce la întunecarea cojii, precum și a culorii miezului, care sunt cel mai puțin preferate chiar și pe piața locală.

Sortarea nucilor se face pe o masă de control, unde se aleg fructele, neînălbite, diforme, mucegăite, pătate sau cele cu alte defecte.

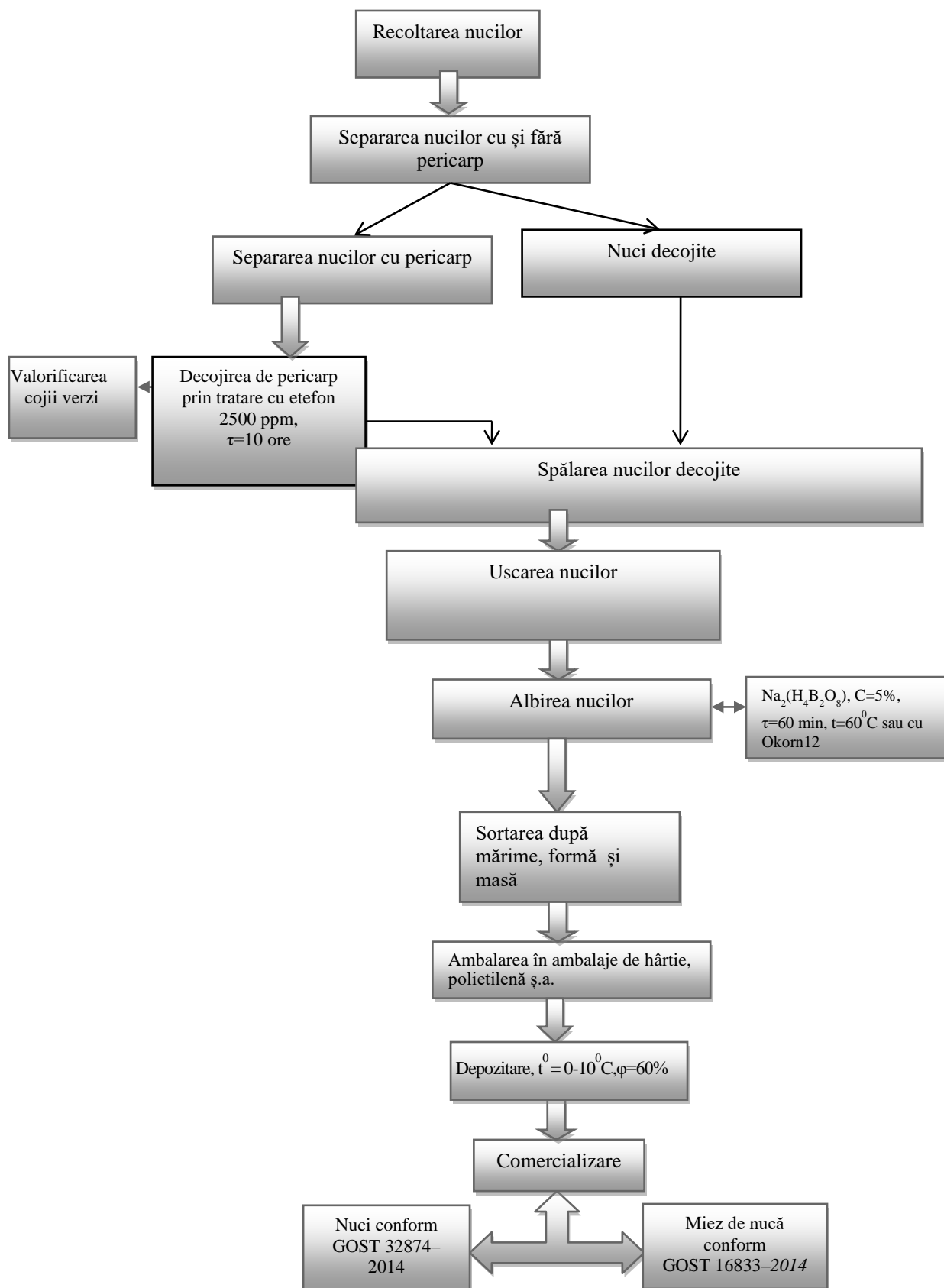


Figura 7.3. Schema tehnologică de procesare a nucilor după recoltare

Calibrarea nucilor se face în instalații dotate cu cilindre rotative care au pereții perforați, orificiile fiind mai mici la capătul de alimentare și din ce în ce mai mari la capătul de ieșire. În interiorul cilindrului rotativ, nucile sunt împinse cu un melc special. Fructele se colectează pe 3 categorii: calitatea *extra* - minim 32 mm; calitatea I - minim 28 mm și calitatea a II - minim 24 mm.

Păstrarea nucilor în coajă se va face în depozite curate, ventilate, dezinfectate și la întuneric. Temperatura în depozite nu trebuie să scadă iarna sub +1,0°C, iar pe timp de vară, abaterile să nu depășească +10°C. Umiditatea relativă a aerului trebuie să fie de 60%. În asemenea condiții, nucile ambalate în lăzi sau în saci de 25-50 kg, se păstrează timp de 12-24 luni, fără a se deprecia. Aspectul mat al endocarpului denotă o bună păstrare, iar endocarpul lucios denotă o vechime mare, păstrate în condiții de umiditate relativă mare și temperaturi oscilante. Nucile se pot păstra și în poduri curate sau în camere răcoroase, unde se așează în straturi de 20-25 cm sau în lăzi. Nucile puse în strat se vor lopăta periodic.

Ținând cont de cele expuse mai sus și de recomandările efectuate în capitolele anterioare, a fost propusă schema tehnologică de procesare a nucilor după recoltare (fig.7.3).

7.4.2. Evoluția calității nucilor la păstrare

Caracteristicile senzoriale ale nucilor la păstrare

Calitatea nucilor este determinată de ansamblul tuturor caracteristicilor și poate fi estimată global prin verificarea conformității în raport cu un set de condiții sau prin controlul și măsurarea fiecărei caracteristici. Aceasta poate fi estimată global prin intermediul "indicatorului demeritelor", determinat pe baza "neconformităților" sau a defectelor constatate la controlul final. Principiul metodei constă în clasificarea generală a defectelor și adoptarea unui sistem de ponderi corespunzătoare fiecărui tip de defect. În urma analizei conformității loturilor de nuci Reglementării tehnice „Fructe de culturi nucifere. Cerințe de calitate și comercializare” (aprobată prin Hotărârea Guvernului nr.174 din 2 martie 2009) au fost identificate defectele calității, stipulate în documentul normativ menționat și repartizate după tipul lor în 4 categorii (tabelul 7.13).

Tabelul 7.13. Clasificarea defectelor nucilor pe categorii

<i>Tipul defectelor</i>	<i>Caracteristica defectului</i>	<i>Defecte identificate în loturile de nuci</i>
Critic	Defect care împiedică utilizarea produsului, producând rebut, risc pentru sănătatea consumatorului.	1. Prezența miezului mușcat 2. Prezența atacului de insecte 3. Nuci găunoase (fără miez) 4. Prezența miezului zbârcit (neajuns la maturitate deplină)
Principal	Reduce posibilitatea de utilizare a produsului, provocând anumite neplăceri consumatorului. În general produce reclamații.	5. Prezența miezului cu gust ranced 6. Prezența mirosului străin 7. Prezența miezului cu umiditate excesivă 8. Prezența miezului negru/pătat 9. Aspect uleios al miezului

<i>Tipul defectelor</i>	<i>Caracteristica defectului</i>	<i>Defecte identificate în loturile de nuci</i>
Secundar	În principiu, nu afectează prea mult posibilitatea de utilizare; este sesizabil de consumatori, dar nu generează reclamații.	10. Culoare întunecată a cojii 11. Umiditate externă excesivă
Minor	Nu reduce posibilitatea de utilizare; nu prezintă neplăceri grave pentru consumatori.	12. Nuci imperfecte – crăpate, sparte, despicate 13. Pericarp aderent

Ponderea defectelor identificate într-un lot de nuci recoltate în anul 2016 și păstrate 12 luni este dată în tabelul 7.14.

Tabelul 7.14. Frecvența apariției defectelor identificate într-un lot de nuci recoltate în anul 2016 și păstrate 12 luni

<i>Nr. d/o</i>	<i>Defectul constatat</i>	<i>Frecvența apariției, %</i>	<i>Frecvența relativă, %</i>
Defecte externe			
1	Nuci imperfecte – crăpate, sparte, despicate	0,50	1,32
2	Pericarp aderent	0,00	0,00
3	Umiditate externă excesivă	0,00	0,00
4	Culoare întunecată a cojii	2,50	6,54
Defecte interne			
5	Nuci găunoase (fără miez)	1,25	3,27
6	Prezența miezului mucegăit	10,50	27,50
7	Prezența miezului zbârcit (neajuns la maturitate deplină)	1,75	4,58
8	Prezența miezului cu gust ranced	4,00	10,46
9	Prezența mirosului străin	0,50	1,32
10	Prezența miezului cu umiditate excesivă	1,00	2,61
11	Prezența miezului negru/pătat	15,60	40,83
12	Aspect uleios al miezului	0,00	0,00
13	Prezența atacului de insecte	0,60	1,57
	TOTAL	38,2	100

Pentru interpretarea cantitativă și ierarhizarea principalelor defecte în funcție de frecvența apariției lor a fost efectuată analiza Pareto. Principiul Pareto se mai numește *regula 80/20*, conform căreia se consideră ca 80% dintre efecte (defecte de calitate) apar ca urmare a doar 20% din cauzele existente. În baza frecvențelor relative ale defectelor a fost construită diagrama Pareto (figura 5.4), care are forma unei histograme de distribuție, în care pe axa orizontală sunt reprezentate defectele, iar pe axa verticală frecvența apariției lor, ordonată de la cea mai mare la cea mai mică valoare, și curba

cumulativă a frecvențelor, prin însumarea succesivă a frecvențelor relative calculate pentru fiecare defect.

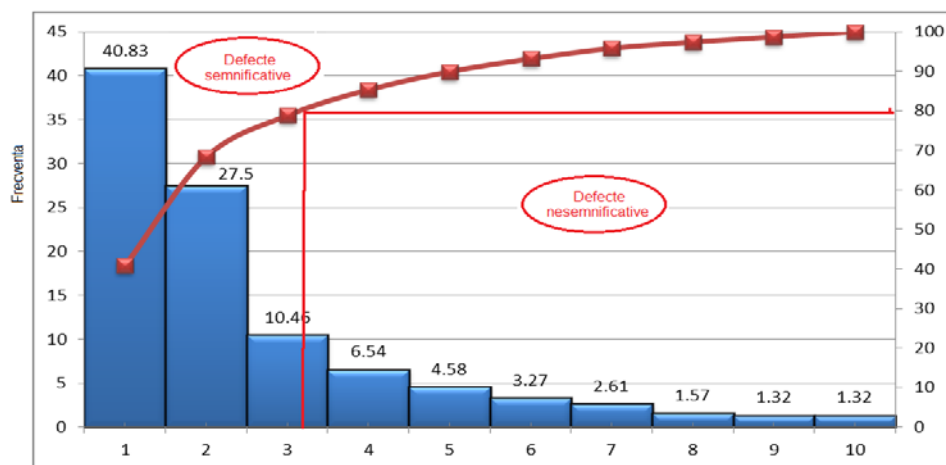


Figura 7.4. Diagrama Pareto. Ponderea defectelor identificate într-un lot de nuci, roada 2016, păstrate 12 luni: (1 – prezența miezului negru/pătat; 2 – prezența miezului mucegăit; 3 – miez cu gust ranced; 4 – coajă întunecată; 5 – miez zbârcit; 6 – nuci găunoase; 7 – miez cu umiditate excesivă; 8 – atac de insecte; 9 – miros străin; 10 – nuci imperfecte (crăpate, sparte, despicate)).

Din diagramă rezultă că defectele semnificative sunt prezența miezului negru sau pătat cu o frecvență de circa 41% din defectele nucilor, miezul mucegăit (27,5%) și nucile cu miez ranced (10,45%). Nucile cu coaja întunecată, cu miezul umed și zbârcit și cele găunoase (defectele 4-7 din diagramă) reprezintă cca 15%, iar celelalte 6 defecte doar 5%.

Valori similare au fost obținute și pentru loturile de nuci din recolta anilor precedenți. Astfel, ponderea primelor trei defecte care constituie cca 23% din numărul total de defecte (13) reprezintă aproximativ 79% din nucile defectate, fapt ce corespunde principiului funcționalității diagramei Pareto. Din datele obținute rezultă că pentru garantarea calității nucilor este necesară înlăturarea cauzelor care provoacă alterarea lor, respectiv monitorizarea condițiilor de păstrare (în special umiditatea relativă a aerului), care ar împiedica dezvoltarea fungilor (mucegaiurilor), rancedzirea și aplicarea tratamentelor tehnologice de albire a cojii.

Factorii care influențează calitatea nucilor pe parcursul păstrării includ manipularea, prelucrarea, precum și condițiile de mediu care apar în timpul distribuției. Acești factori, așa cum s-a menționat mai sus, includ contactul fructelor cu lumina, nivelul oxigenului prezent în timpul depozitării, prezența catalizatorilor metalici, umiditatea mediului de păstrare, precum și temperatura la care au fost expuse fructele de nuci [12, 140].

Astfel, fabricile de procesare și manipulare a nucilor pot utiliza teoriile privind oxidarea lipidelor descrisă anterior pentru a mări durata lor de păstrare. Prin minimizarea cantității de oxigen (eventual prin tratarea cu azot și/sau etanșare în vid), a expunerii la lumină, reducerea contactului cu metale ca Cu, Zn sau Fe, precum și păstrarea în medii cu activitatea apei corespunzătoare, nucile pot fi acceptabile

consumului uman pentru o perioadă îndelungată de timp (mai mult de 12 luni – valoare stipulată în documentele normative).

Umiditatea redusă a fructelor de nuci este foarte importantă pentru păstrarea calității pe parcursul depozitării. Atât timp cât umiditatea nucilor este joasă mucegaiurile nu se dezvoltă, iar lipidele, proteinele și carbohidrații sunt mai stabili. Din acest motiv, umiditatea mediului de păstrare trebuie să fie menținută în limitele 55-60%. Nivelul ridicat al umidității favorizează creșterea acidității, iar acizii grași liberi respectiv au o acțiune prooxidantă, accelerând procesul de râncezire. De asemenea, și temperatura s-a dovedit a fi un factor critic la depozitarea nucilor.

Deoarece temperatura și umiditatea sunt principalii factori controlabili ce afectează deteriorarea nucilor, mai departe s-a investigat păstrarea nucilor în diferite condiții de umiditate.

Influența umidității relative a aerului asupra calității nucilor

Calitatea nucilor a fost corelată cu umiditatea relativă a aerului în spațiile de depozitare în mai multe studii [111]. Proprietățile chimice și senzoriale ale nucilor stocate pot fi afectate de indicele ϕ (%) al încăperii de depozit. Maximizarea termenului de păstrare a nucilor necesită cunoașterea pierderilor relative ale texturii și calității aromei în timpul depozitării la diferite valori ale ϕ (%). Obiectivul acestui studiu a fost de a determina efectele ϕ (%) de stocare asupra modificărilor de stabilitate și de calitate în nuci.

Influența umidității relative a aerului (ϕ) asupra valorilor peroxizilor (IP)

Oxidarea lipidelor duce la formarea de produse primare (hidroperoxizi, radicali liberi, diene conjugate) foarte instabile și rapid descompuse în produse secundare (aldehide, alcooli, cetone etc.). Astfel, în timpul reacțiilor de oxidare, vor apărea succesiv aceste două familii de compuși, evoluția cărora este reprezentată schematic în figura 7.5 [26, 23].

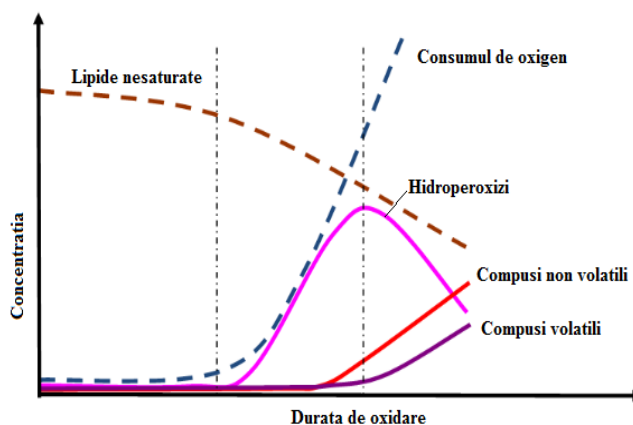


Figura 7.5 Evoluția autooxidării acizilor grași nesaturați în timp [26]

Prin urmare, cuantificarea unui singur substrat sau a unui produs de reacție nu este suficientă pentru a caracteriza starea de oxidare a lipidelor. Indiferent de produsul care ar caracteriza starea generală de oxidare, este necesară monitorizarea dispariției substraturilor și apariția produselor primare și secundare de oxidare. În același timp, reacțiile de oxidare a lipidelor din produsele alimentare în timpul păstrării lor sunt de regulă lente (de la câteva săptămâni până la câteva luni). Acesta

este motivul care complică monitorizarea substraturilor și a produselor de oxidare ale lipidelor și impune necesitatea de a opera cu unele teste adaptate la tipul de materii grase considerate [6, 83, 120].

După cum s-a menționat, componentul major al nucilor sunt grăsimile. Acestea sunt relativ instabile, se oxidează ușor și imprimă nucilor gust amar. Gradul de oxidare a grăsimilor nucilor depinde în mare măsură de condițiile de păstrare a lor și de valoarea activității apei în ele. Evoluția indicelui de peroxid al grăsimilor în funcție de activitatea apei la păstrarea nucilor în decurs de 16 săptămâni este expusă mai jos.

Tabelul 7.15. Evoluția indicelui de peroxid (IP*, meq/kg) a grăsimilor miezului de nuci în funcție de durata păstrării nucilor și umiditatea relativă a aerului din spațiul de depozitare

$\varphi, \%$ î, săpt.	8,0	15,3	23,4	28,3	48,2	52,3	61,5	71,2	81	92	100
0	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
2	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
4	1,40	1,10	0,90	0,75	0,75	0,90	0,99	1,10	1,16	1,20	1,30
6	1,98	1,60	1,30	1,10	0,90	1,10	1,18	1,21	1,38	1,50	1,65
8	2,60	2,10	1,70	1,30	1,15	1,38	1,56	1,78	1,92	2,25	2,39
10	3,30	2,86	2,30	1,70	1,40	1,62	1,99	2,20	2,60	2,78	3,08
12	4,10	3,52	2,93	2,30	1,82	1,95	2,25	2,61	3,15	3,68	3,88
14	4,80	4,05	3,35	2,45	2,15	2,26	2,62	3,18	3,92	4,31	4,60
16	5,60	4,90	4,22	3,40	2,90	3,16	3,57	3,99	4,53	5,06	5,38

*IP=IP±0,06

Rezultatele obținute arată că procesele de oxidare a grăsimilor nucilor în funcție de umiditatea relativă a aerului au caracter parabolic (figura 7.6), valoarea minimală fiind stabilită la umidități relative ale aerului de 28...48%. Valoarea inițială a indicelui de peroxid a fost relativ joasă (0,60 meq/kg). Pe parcursul depozitării valorile IP au crescut continuu, însă rata de creștere a depins în mare măsură de umiditatea relativă a aerului în mediul de păstrare, fiind mai redusă la valori intermediare $\varphi \approx 30-50\%$. Rezultate similare au fost raportate de *Labuza* [96]. Valorile finale ale IP au fost semnificativ afectate de umiditatea relativă a aerului și au constituit 2,90-5,60 meq/kg, valoarea minimală fiind stabilită la $\varphi=48,2\%$.

Oscilațiile umidității relative a aerului din spațiile de depozitare au ca rezultat adsorbția ori desorbția apei și modificarea umidității nucilor. Rezultatele obținute arată că în procesele degradative (oxidarea) a lipidelor, apa joacă atât roluri protectoare, cât și roluri prooxidative.

Analizând datele inserate în tabelul 7.15 și figura 7.6, putem distinge 3 faze ale procesului de oxidare a lipidelor nucilor. În prima fază, când φ are valori scăzute, apa exercită un efect antioxidant explicat prin formarea de legături de hidrogen între moleculele de apă și cele de hidroperoxid. Aceste complexe protejează hidroperoxidii să nu se descompună în radicali liberi, astfel încât viteza de reacție este relativ redusă. Acest efect se manifestă doar la interfața lipidică saturată de apă.

Cea de-a doua fază are loc la o valoare intermediară a φ în care viteza reacției de oxidare crește. Influența prooxidantă este atribuită compușilor susceptibili de a reacționa, iar metalele difuzează mai ușor spre situsurile catalitice. În nucile păstrate la valori intermediare ale umidității relative, o parte din apa conținută este localizată în monostrat la suprafața externă a porilor, iar o altă parte acoperă suprafața grupărilor ionogene și polare, inclusiv a lipidelor, împiedicând astfel expunerea directă a lor la aer. Mobilitatea moleculelor apei din monostrat este foarte limitată, fapt pentru care aceasta nu poate servi ca mediu de reacție și nu participă la reacțiile chimice.

Cea de-a treia fază are loc la valori ridicate ale φ , între 48 și 100%. Astfel, se manifestă două efecte antagoniste: diluția urmelor de metale ce catalizează reacția conduce la scăderea vitezei de reacție, iar diminuarea viscozității conduce la creșterea vitezei de reacție. Excesul de umiditate a nucilor (păstrate în spații cu umiditate relativă a aerului $\varphi \geq 50\%$) crește activitatea enzimatică și facilitează degradarea uleiurilor prin lipază, care produce acizi grași liberi și lipoxigenază oxidând compușii polinesaturați din care rezultă apariția gustului ranced și a unor arome și mirosuri neplăcute.

Procesele de oxidare a grăsimilor sunt importante și datorită creșterii mobilității reactanților, în particular a metalelor de tranziție (fier și cupru) care au activitate prooxidantă și sunt prezente în miezul nucilor. Astfel, are loc râncezirea hidrolitică a nucilor în care apa are un efect prooxidant.

La umiditate mai mică a aerului din mediul de păstrare, monostratul de apă dispare parțial ori total, iar grăsimile sunt expuse oxidării (cu oxigenul din aer) și formării peroxizilor. În aceste condiții are loc râncezirea oxidativă a nucilor.

Astfel, la umidități relative ale aerului de 8-28% și 48-100% procesele de oxidare

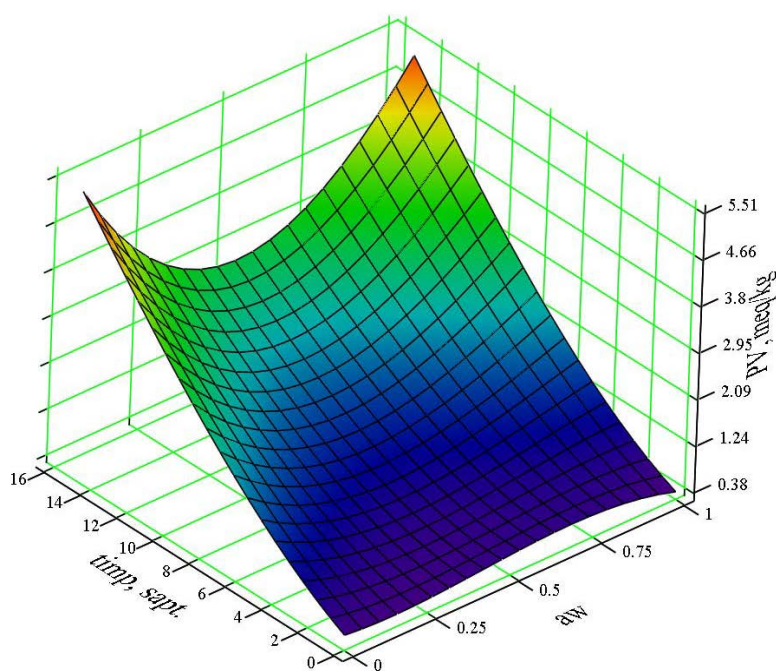


Figura 7.6. Dependența indicelui de peroxid al grăsimilor nucilor în funcție de umiditatea relativă a aerului în mediul de păstrare

cunosc o intensitate maximă. Moleculele de apă formează în jurul produsului mai multe straturi sau lipsesc în general, fiind deschis astfel accesul O_2 spre substratul de oxidare, iar în intervalul 28-48%, procesele de oxidare sunt caracterizate ca fiind lente, în produs formându-se doar un singur strat de molecule de apă, de aceea, aceasta nu-și poate manifesta proprietățile de solvent/mediu pentru desfășurarea reacțiilor chimice, totodată, fiind și o barieră pentru accesul oxigenului.

Influența umidității relative a aerului (ϕ) asupra stabilității microbiologice a nucilor

Un alt aspect important, dependent de umiditatea relativă a aerului (ϕ) din spațiile de depozitare a nucilor, este contaminarea lor cu mucegaiuri. Atenția deosebită acordată mucegaiurilor se datorează caracteristicilor anumitor specii de fungi de a elabora și elibera în aliment metaboliți secundari numiți micotoxine, care au structură chimică mai mult sau mai puțin cunoscută și efecte nocive asupra sănătății persoanelor, care consumă alimente contaminate cu acestea.

În timpul prelucrării, nucile fiind higroscopice, sunt susceptibile la deteriorare microbiană și râncezire când nu sunt depozitate în mod corespunzător.

Contaminarea nucilor cu mucegaiuri poate apărea înainte de recoltare după dehiscența lor (cu spori din aer și purtați de insecte), după recoltare (la decojire, spălare și sortare) și pe parcursul păstrării lor. În condiții de temperatură și umiditate ridicate peste valoarea umidității de conservare, sporii de mucegaiuri germinează și prin intermediul hifelor se răspândesc cu ușurință la suprafața și în interiorul nucilor. Ca rezultat al dezvoltării mucegaiurilor se produc modificări ale culorii, mirosului și gustului. Activitatea metabolică a microorganismelor este în mod hotărâtor dependentă de apa disponibilă. O diminuare a activității apei are influențe importante asupra dezvoltării microorganismelor. Odată cu scăderea activității apei se prelungește faza de lag, se diminuează viteza de creștere în faza exponențială, iar numărul de celule din perioada staționară este mai redus [7, 88, 99, 117].

S-a determinat valoarea încărcăturii microbiologice în dependență de umiditatea relativă a aerului din spațiile de depozitare a nucilor. Au fost identificate și cuantificate microorganismele în probele de nuci depozitate la diferite umidități relative ale aerului în spațiile de depozitare. Rezultatele obținute sunt reprezentate în figura 7.7, *a* și *b*.

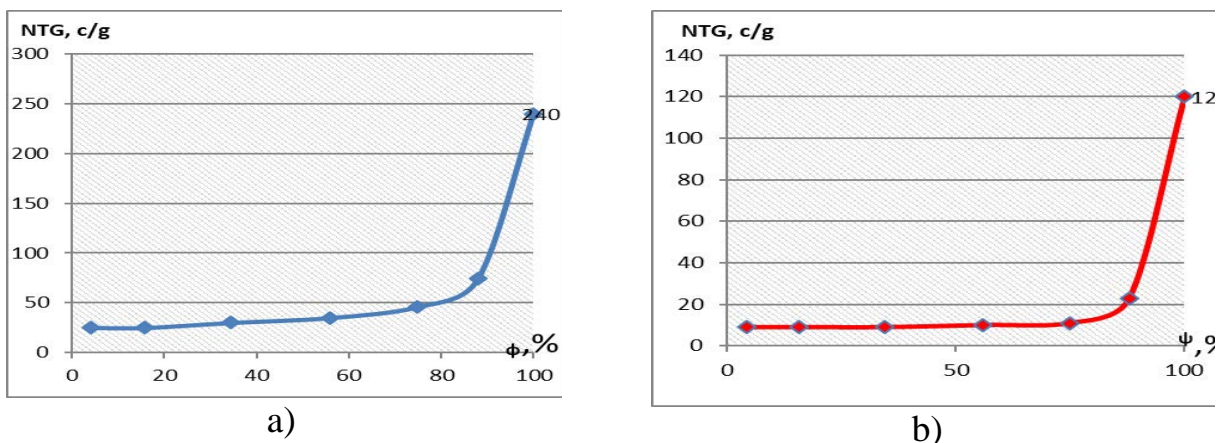


Figura 7.7. Dependența numărului de colonii de (a) drojdii și mucegaiuri; (b) bacterii în nuci în funcție de umiditatea relativă a aerului în spațiile de depozitare

Pentru evaluarea numărului total de colonii de bacterii s-a folosit mediul agar. Rezultatele arată că numărul lor crește ușor cu creșterea activității apei până la 0,9 și mult mai repede la valori mai mari ale ϕ (%), iar pentru evaluarea numărului total de drojdii și mucegai s-a folosit mediul Sabouraud. S-a constatat că proliferarea intensivă a drojdiilor și mucegaiurilor de pe suprafața nucilor începe la valori mai

mici ale ϕ (%), adică acestea sunt mai xerofile decât bacteriile. Printre mucegaiurile observate au fost identificate *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium* în timp ce bacteriile identificate au fost *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* și *Staphylococcus*.

S-a constatat că în miezul de nuci predomină infestarea cu fungi din genurile *Aspergillus* (*Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*), *Penicillium*, *Fusarium* și *Mucor*. Microflora bacteriană a fost reprezentată de Bacilii Gram pozitivi, Micrococii Gram pozitivi, Bacilii Gram negativi ce corespund genurilor *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* și *Staphylococcus*.

Microorganismele au fost identificate în baza analizei caracteristicilor fenotipice care corespund caracterelor culturale și caracterelor morfologice.

Caracterele culturale sunt criteriile taxonomice ce caracterizează expresia morfologică, modul de dezvoltare a microorganismelor și aspectul maselor microbiene: momentul apariției coloniilor, uniformitatea, forma (circulară, neregulată, ondulată etc.), profilul (plată, înaltă, mamelonată, crateformă etc.), culoarea, consistența, mărimea etc. Caracterul cultural al microflorei nucilor este reprezentat în figura 7.8.

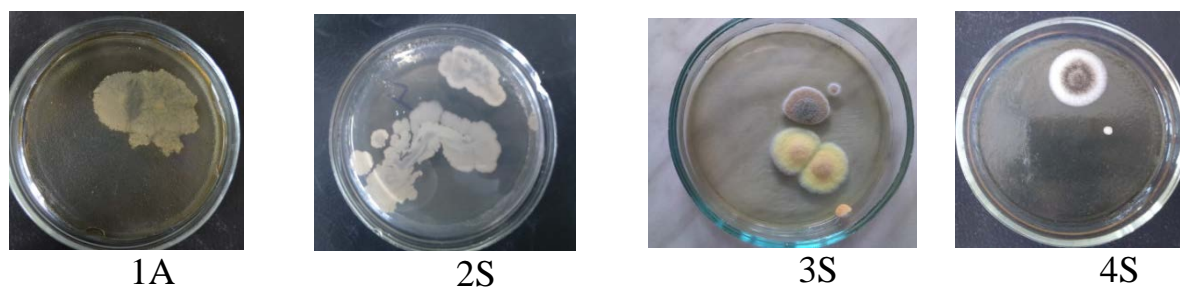


Figura 7.8. Caracterul cultural al microflorei nucilor

- 1A - Colonii de culoare albă cu forma compusă, dimensiuni mici (d - 1-2 mm), mijlocii (d - 2-4 mm) și mari (d - 4-6 mm), suprafața netedă, fără luciu, profilul plat și marginea dantelată (bacteriile genurilor *Pseudomonas*). Proportia coloniilor *Pseudomonades* în miez a variat între 4% și 28%.

- 2S - coloniile au culoarea alb, alb-crem, cu forma neregulată, diametrul mic și mijlociu și revers incolor (*Aspergillus candidus*).

- 3S - Colonii de culoare albă-gălbuie și sur-închise cu forma circulară, de dimensiuni mici (d - 1-2 mm), punctiforme (d - 1 mm), mijlocii (d - 2-4 mm), fără luciu, profilul pufos și margini neregulate (mucegaiuri g. *Fusarium*, g. *Mucor*).

- 4S - cu un miceliu catifelat, de culoare albă sau alb-gălbuie. Odată cu formarea conidiosporilor, colonia capătă aspect granular și culoarea devine brun-închisă – negru, reversul coloniei poate fi incolor sau colorat în galben-pal, marginile coloniei rămân albe sau slab gălbui (*Aspergillus niger*).

Aceleași grupuri de mucegaiuri au fost raportate de către Blessington (2013), care a stabilit că anume acestea sunt responsabile de deteriorarea microbiologică a nucilor pe parcursul păstrării [8, 21, 142].

Modificarea culorii miezului de nuci la păstrare

Culoarea miezului de nuci este un alt parametru important de calitate și depinde de soi, condițiile climaterice și perioada recoltării sau a perioadei din momentul scuturării

de pe copac până la colectare. În plus, pelicula miezului este susceptibilă de procesul de întunecare a culorii, respectiv reducând valoarea miezului.

Măsurările de culoare pot fi realizate în mai multe moduri. Aceste măsurători sunt bazate de obicei pe măsurarea reflectanței luminii și sunt exprimate ca valoare L . Schemele de culoare CIELAB au fost utilizate pentru aprecierea modificării culorii miezului de nuci la păstrare. Probele de miez de nuci au fost analizate periodic cu ajutorul softurilor specializate care sunt capabile să depisteze culoarea produselor, folosind ca etalon nuanțele de alb și negru, rezultatele fiind scalate de la 0 la 100, unde 100 este standardul de calibrare alb și 0 este standardul negru.

Pentru a evalua modificarea culorii miezului nucilor la păstrare, acestea au fost păstrate în condiții de temperatură și umiditate relativă diferită. Evoluția parametrului cromatic *Luminozitate* a miezului de nuci este dată în tabelul 7.16.

Tabelul 7.16. Evoluția parametrului L -luminozitate la păstrarea nucilor în condiții diferite

<i>Proba</i>	<i>Octombrie</i>	<i>Februarie</i>	<i>Mai</i>	<i>Iulie</i>	<i>August</i>
$t=20\pm 2^{\circ}C, \varphi \approx 75-80\%$	78,12	70,02 \pm 1,11	64,86 \pm 0,85	59,56 \pm 0,78	43,68 \pm 0,89
$t=20\pm 2^{\circ}C, \varphi \approx 40\%$		68,84 \pm 0,92	63,41 \pm 0,99	45,13 \pm 0,82	25,88 \pm 0,56
$t=4\pm 2^{\circ}C, \varphi = 80-90\%$		63,81 \pm 1,08	55,23 \pm 0,78	53,79 \pm 0,94	52,35 \pm 0,35
$t=4\pm 2^{\circ}C, \varphi \approx 40\%$		71,23 \pm 0,94	63,89 \pm 0,87	57,16 \pm 1,02	38,87 \pm 0,48

La începutul perioadei de păstrare, miezul de nuci avea culoarea chihlimbarului, corespunzând în mare parte categoriilor *light* și *Amber*. La păstrare s-a observat schimbarea treptată a culorii miezului de nuci, temperatura de refrigerare și umiditatea redusă, fiind mai efective în încetinirea proceselor de întunecare a culorii miezului. Efectul negativ al umidității variabile a mediului și a temperaturilor crescute (mai-august) pot fi explicate prin faptul că la umidități relative reduse și temperaturi înalte se usucă sudura dintre cele două jumătăți ale cojii de nucă, crescând astfel accesul oxigenului direct la suprafața miezului.

Modificarea culorii miezului de nuci este cauzată în mare parte de două reacții ce au loc în pelicula miezului: oxidarea taninurilor și oxidarea compusului incolor hydrojuglona (1, 4, 5-naphthalenetriol) în juglona brună (5 hydroxy – 1, 4 naphthoquinone) [79, 121, 123].

Astfel, pentru păstrarea calității nucilor o perioadă mai îndelungată este importantă respectarea pașilor corespunzători de recoltare, procesare și tratamentele postrecoltă. Calitatea fructelor de nuci exprimată prin valoarea indicelui de Peroxid a grăsimilor nucilor poate fi menținută sub pragul de detecție a gustului ranced prin reducerea conținutului de umiditate sub 8% și prin păstrarea acestora în încăperi uscate, ținând cont, totuși, de faptul că nivelul extrem de scăzut al umidității relative poate accelera îmbrunarea naturală a peliculei miezului în fructele cu sudura cojilor slabă.

7.5 Șrotul de nucă *Juglans regia L.*

Cultivarea nucului *Juglans regia L.* în Republica Moldova are însemnătate economică și socială. Miezul de nucă este un produs alimentar, care se folosește în stare

proaspătă și ca materie primă în industria alimentară, iar produsele secundare obținute în urma prelucrării lor ar putea fi utilizate ca ingrediente pentru o multitudine de produse și ar spori valoarea nutrițională și proprietățile senzoriale ale produselor finite. În același timp, s-a constatat că cea mai mare parte a cercetărilor existente vizează compoziția chimică, proprietățile tehnologice și procedeele de transformare și tratare culinară ale miezului de nuci și, în mai mică măsură, a șrotului din nuci.

Informații ce vizează studiul compoziției chimice și valorii nutritive a șrotului obținut din nucile cultivate în Republica Moldova lipsesc practic totalmente. Merită o atenție deosebită cercetările privind proprietățile funcționale și utilizarea subproduselor în calitate de materie proteică vegetală pentru fabricarea produselor de patiserie-cofetărie și a altor alimente.

Extragerea uleiului. Cea mai veche și simplă metodă de obținere a șrotului și a uleiurilor din fructele nucifere este presarea la rece, cu utilizarea unei prese hidraulice sau mecanice (expeller). După pregătirea preliminară a materiei prime, ce constă în îndepărtarea cojii de nuci, precum și a tegumentului subțire de la suprafață, miezul este supus unei prăjiri blânde timp de 15-20 de minute, apoi fragmentării grosiere. Materia primă astfel preparată este ulterior presată. Pe parcursul presării la rece parametrii procesului trebuie să fie reglați în așa fel, încât temperatura uleiului presat să nu depășească 30°C. Uleiul obținut este filtrat și numit de regulă *ulei de nuci extravirgin*. Randamentul de extragere a uleiului este destul de redus, iar uleiurile obținute au durată de păstrare limitată. Prin urmare, aceste uleiuri sunt, de obicei, tratate cu antioxidanți, apoi ambalate sub perna de gaz inert (de regulă, azot), pentru a elimina oxigenul, și păstrate la rece [84].

O altă metodă este presarea la cald, din care rezultă o calitate mai scăzută a uleiurilor produse, dar eficiența de extragere a uleiului este mai mare. Aceste tipuri de uleiuri sunt uneori amestecate cu uleiuri presate la rece sau îmbogățite cu compuși aromatici, caracteristici pentru anumite tipuri de uleiuri, și realizate sub formă de uleiuri presate la rece. Uleiurile presate la cald conțin diferite grupe de substanțe însoțitoare (cum ar fi apă, rășini, coloranți alimentari, adaosuri de arome, reziduuri de proteine și fibre), fapt pentru care sunt întunecate și puțin transparente [144].

În Republica Moldova uleiul din miez de nucă este obținut prin metoda presării la rece la câteva întreprinderi mici și mijlocii (SA „Prometeu-T”, SC „Rovazena”, „Aliment-Ulei” SRL), randamentul producției constituind 50-55%.

În condiții de laborator șrotul (turta) a fost obținut prin presarea la rece cu ajutorul preseii ПСУ 125 „ЗИМ АРМАВИР”, îndepărtându-se peste 60% de grăsimi. Schema tehnologică de obținere a șrotului din miez de nuci este redată în figura 7.9.

Pentru stabilirea condițiilor optime de extragere a uleiului, parametrii de presare utilizați au fost presiunea aplicată, durata de scurgere a uleiului la presiunea de referință, viteza de compresie și sarcina cuvei de alimentare a preseii. Parametrii optimi de presare s-au stabilit în baza celei mai bune rate de extracție obținute pentru diferite variabile.

Rata de extracție a uleiului este raportul dintre cantitatea de ulei colectat și cantitatea de ulei disponibil în materialul introdus. Cantitatea de ulei disponibilă s-a obținut prin înmulțirea masei de miez mărunțit de nuci cu procentul de grăsime în ea.

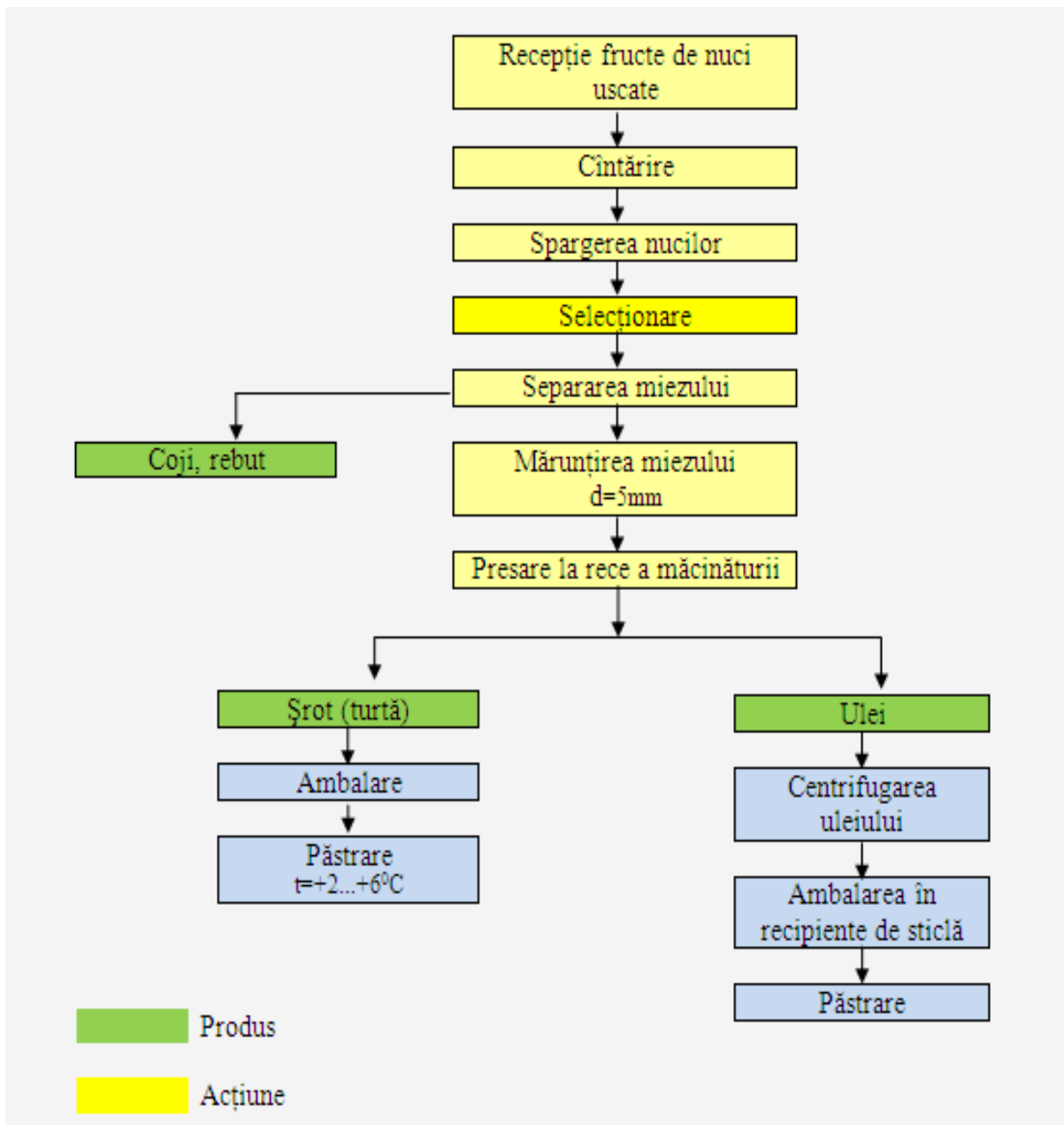


Figura 7.9. Schema tehnologică de obținere a șrotului

Durata de scurgere a uleiului este timpul dintre momentul în care se atinge presiunea stabilită și epuizarea (stoparea) fluxului de ulei.

Viteza de comprimare este raportul dintre presiunea stabilită (MPa) și timpul (s) ce se scurge între primul *impuls de presiune* (începutul compresiei) și momentul când este atinsă presiunea prestabilită. S-a stabilit că durata minimală de scurgere a uleiului la presiunea de referință este de cca 9 min. pentru miezul mărunțit grosier (cca 5 mm) și mai mare (10-11 min.) pentru miezul întreg și zdrobit mai fin. Presiunea optimă este cea care asigură cea mai înaltă rată de extracție pe durata de scurgere a uleiului (specifică pentru miezul întreg și zdrobit).

S-a constatat că intervalul optim de presiune pentru miezul mărunțit grosier variază între 46 și 54 MPa, cu o medie de 50 MPa și o rată de extracție de $62,1 \pm 1,1\%$. Pentru miezul zdrobit fin presiunea optimă este în jur de 54 MPa. Prin urmare, reducerea dimensiunii particulelor are efect negativ asupra ratei de extracție.

Slaba performanță a ratei de extracție la presiuni ridicate ar putea fi explicată prin blocarea celulelor uleioase sub efectul presiunii, împiedicând drenarea uleiului la exteriorul turtelor. Rata de extracție este cu atât mai bună, cu cât viteza de compresie este mai mare. La viteza maximă de compresie de $1 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1}$ rata de extracție a fost de $63,2 \pm 0,9\%$.

Concluzie. Randamentul de extragere a uleiului din miezul de nucă prin presare la rece poate fi îmbunătățit prin ajustarea gradului de mărunțire a miezului (dimensiunea particulelor cca 5 mm), umidității măcinăturii (7-7,5%), forței (cca 50 MPa), vitezei de presare (1 MPa/sec.) și a temperaturii măcinșului (până la 50°C). Respectarea acestor condiții asigură un randament de extragere a uleiului de peste 60%.

7.5.1 Evoluția calității șrotului de nuci la păstrare

Datorită conținutului mare de lipide și proporției importante a acizilor grași mono- și polinesaturați, șrotul este un produs sensibil la păstrare. Printre factorii care ar afecta calitatea șrotului în timpul depozitării sunt: calitatea inițială a miezului, condițiile de păstrare, precum și caracteristicile inerente ale șrotului (compoziția chimică, proporția de acizi grași nesaturați, umiditatea). O importanță deosebită are tipul ambalajului de care depinde accesibilitatea oxigenului și modificarea umidității șrotului în timpul păstrării [38, 157].

Temperatura și umiditatea mediului pot fi urmărite în cazul păstrării în camere cu mediul controlat. Disponibilitatea oxigenului poate fi redusă prin ambalarea produselor în vid în pungi plastice impermeabile pentru oxigen sau prin injectarea în pungi a unor gaze inerte a demonstrat că păstrarea semințelor oleaginoase în medii cu conținut limitat de oxigen reduce esențial procesele de degradare a lor, iar Camargo și Carvalho (2008), Abreu și al. (2013) au stabilit eficiența păstrării în condiții convenționale de depozitare în ambalaje sigilate în vid.

Cea mai frecventă cauză a deteriorării semințelor și a șroturilor la păstrare este peroxidarea lipidelor, care depinde în mare măsură de accesibilitatea oxigenului și din care rezultă produse toxice [143]. Acumularea peroxidizilor provoacă reducerea enzimelor antioxidante, a capacității antioxidante a lor și viabilității semințelor oleaginoase [18].

În cadrul acestui studiu au fost urmărite schimbările indicilor de aciditate și de peroxid și a conținutului de diene și triene conjugate a lipidelor șrotului de nuci la păstrare în diferite condiții de depozitare: șrot refrigerat ($+4$, $+6^{\circ}\text{C}$), congelat (-16°C), congelat (-16°C) și ambalat în vid în pungi de polietilenă și uscat la $30-40^{\circ}\text{C}$ (păstrat la $+18^{\circ}\dots +20^{\circ}\text{C}$). În tabelul 7.17 este dată evoluția indicelui de aciditate al probelor de șrot păstrat în diferite condiții.

Tabelul 7.17. Evoluția indicelui de aciditate* al lipidelor pe parcursul păstrării șrotului de nuci (mg KOH/g ulei)

Perioada păstrării	Șrot refrigerat	Șrot congelat	Șrot congelat, în vacuum	Șrot uscat la 45°C
0	$3,48 \pm 0,06$	$3,23 \pm 0,02$	$3,11 \pm 0,06$	$3,54 \pm 0,03$
1 lună	$4,01 \pm 0,08$	$3,34 \pm 0,03$	$3,20 \pm 0,07$	$4,28 \pm 0,09$
2 luni	$4,36 \pm 0,09$	$4,54 \pm 0,06$	$4,03 \pm 0,08$	$4,98 \pm 0,10$

*Indicele de aciditate al uleiului alimentar de nuci nu trebuie să depășească $4,0 \text{ mg KOH/g ulei}$.

Indicele de aciditate este un indice de calitate important pentru grăsimile alimentare și pentru produsele alimentare cu un conținut avansat de grăsime. Conținutul de acizi grași liberi din șrot crește liniar în toate condițiile de păstrare. Viteza de creștere a indicelui de aciditate este mai mare pentru șrotul uscat și păstrat la temperatura ambiantă și mai mic pentru șrotul congelat (-16°C) și ambalat în vid în pungi de polietilenă. Potrivit lui Ghasemnezhad și Honermeier (2009), compoziția și proporțiile de acizi grași liberi este unul dintre factorii ce determină susceptibilitatea la degradare a grăsimilor, pentru că acizii liberi sunt mult mai sensibili la oxidare decât acizii trigliceridelor [52]. Modificările conținutului de acizi grași liberi este determinat în egală măsură de procesul de oxidare a grăsimilor, precum și de hidroliza lor [90, 103, 108].

Creșterea concentrației de acizi grași liberi este corelată cu umiditatea semințelor oleaginoase pe parcursul perioadei de depozitare [3]. Un alt indice de calitate a uleiurilor este indicele de peroxid - IP (tabelul 5.18), ce se *definește* ca fiind numărul de miliechivalenți de oxigen activ prezent într-un kilogram de materie grasă. Ca și indicele de aciditate, la păstrarea șrotului indicele de peroxid crește liniar și cu viteză diferită, mai mică fiind pentru șrotul congelat și ambalat în vid.

Conținutul de hidroperoxizi rezultați din oxidarea tuturor acizilor grași nesaturați furnizează o estimare globală a stării de oxidare a grăsimilor, în primul rând în faza primară a oxidării lor. Pe de altă parte, IP nu furnizează informații despre natura peroxizilor și originea lor. De regulă, acesta crește și atinge valoarea maximală în faza de propagare, apoi scade în etapa de terminare, în care cinetica de descompunere a peroxizilor este mai mare decât cea de formare [46, 89].

Tabelul 7.18. Evoluția indicelui de peroxid* al lipidelor pe parcursul păstrării șrotului de nuci (mmol/g ulei)

<i>Perioada păstrării</i>	<i>Șrot netratat</i>	<i>Șrot refrigerat</i>	<i>Șrot congelat</i>	<i>Șrot congelat în vacuum</i>	<i>Șrot uscat la 45°C</i>
0	4,71	9,88 ± 0,01	9,75 ± 0,01	8,76 ± 0,01	10,59 ± 0,02
1 lună	–	9,94 ± 0,01	9,87 ± 0,02	8,96 ± 0,01	13,19 ± 0,03
2 luni	–	11,88 ± 0,02	10,46 ± 0,02	9,26 ± 0,02	15,61 ± 0,03

*Indicele de peroxid al uleiului alimentar de nuci nu trebuie să depășească 10 mmol/kg ulei.

Prin urmare, valorile indicelui de peroxid reprezintă rezultanta formării și descomunerii hidroperoxizilor. Or, vitezele de formare și de degradare a lor variază de manieră diferită, în funcție de temperatură; la temperaturi joase viteza de formare a peroxizilor este mai mare decât cea de descompunere, iar la temperaturi mai mari descompunerea lor este mai rapidă.

Depozitarea în diferite condiții a șrotului este însoțită de degradarea lipidelor care rezultă în creșterea indicilor de acid și peroxid și a conținutului de triene. Conservarea șrotului congelat și ambalat în pungi din plastic, sigilate sub vid, asigură o bună calitate a acestuia la depozitare timp de două luni.

Stabilitatea microbiologică a șrotului din miez de nuci

Stabilitatea microbiologică a produselor reprezintă unul dintre factorii limitanți ai termenului de păstrare și valorii nutritive a alimentelor. Gradul de contaminare a

șrotului poate fi afectat de numărul de microorganisme în miezul de nuci, de procesul presării și de condițiile de ambalare și de păstrare a șrotului [80].

Tabelul 7.19. Influența condițiilor de păstrare asupra numărului total de microorganisme a șrotului

<i>Durata de păstrare a șrotului</i>	<i>Probele și numărul total de microorganisme (celule/g)</i>					
	<i>șrot congelat ambalat în vid</i>		<i>șrot refrigerat</i>		<i>șrot congelat</i>	
	<i>bacterii și drojdii</i>	<i>fungi</i>	<i>bacterii și drojdii</i>	<i>fungi</i>	<i>bacterii și drojdii</i>	<i>fungi</i>
0 zile	$2,0 * 10^3$					
1 lună	$4,6 * 10^3$	-	$3,2 * 10^4$	-	$2,1 * 10^4$	-
2 luni	$5,0 * 10^3$	$4,8 * 10^2$	$4,6 * 10^4$	$4,2 * 10^4$	$3,8 * 10^4$	$3,8 * 10^4$
3 luni	$5,8 * 10^3$	$5,6 * 10^2$	$7,2 * 10^4$	$6,8 * 10^4$	$5,8 * 10^4$	$6,4 * 10^4$
Microflora identificată	Bacterii: g. <i>Pseudomonas</i> g. <i>Micrococcus</i> . g. <i>Bacillus</i>		Mucegaiuri:		g. <i>Aspergillus</i> g. <i>Penicillium</i> g. <i>Mucor</i> g. <i>Fusarium</i>	

A fost determinat numărul total de microorganisme, ce reprezintă un indicator microbiologic și ce furnizează date asupra activității microorganismelor aerobe din șrotul studiat. Numărul total de germeni exprimat în celule/1 g șrot s-a determinat pe mediile de cultură *Agar* și *Sabouraud*. Rezultatele sunt expuse în tabelul 7.19.

Din datele experimentale prezentate în tabel se poate observa că pe toată durata păstrării șrotului, numărul total de microorganisme are evoluție specifică, determinată de condițiile de mediu, de durata depozitării, precum și de modul de ambalare. Viteza de multiplicare a microorganismelor este mai mare în șrotul refrigerat și mai mică în cel congelat și ambalat sub vid, probabil, datorită creșterii timpului de generație și reducerii numărului de diviziuni celulare. Astfel, rezultatele experimentale arată că ambalarea sub vid poate permite prelungirea duratei de păstrare a șrotului și reducerea riscului de alterare microbiologică.

Efectul bacteriostatic exercitat de ambalarea sub vid, manifestat în special prin reducerea vitezei de multiplicare a bacteriilor aerobe, se datorează modificării compoziției mediului gazos din interiorul ambalajului, respectiv modificării raportului dintre oxigen și dioxid de carbon pe baza reducerii presiunii parțiale a oxigenului și creșterii presiunii parțiale a dioxidului de carbon - gaz cu proprietăți microbiostatice.

7.6. Valorificarea miezului și șrotului de nuci *Juglans Regia L.*

În prezent, miezul de nucă *Juglans Regia L.* este larg folosit în tehnologia culinară la pregătirea unei multitudini de salate, articole de patiserie și cofetărie, preparate de bază, în industria produselor zaharoase - la fabricarea unor varietăți de bomboane, ciocolatei cu nuci, nucilor în caramel, pastelor «nuttela», înghețatei și altele. În același timp, până în prezent au fost depuse puține eforturi pentru valorificarea industrială a miezului și realizarea de noi produse mai puțin tradiționale [63].

Extragerea uleiului. Uleiul de nucă este de regulă extras din brizuri sau din miezul întreg de nucă care nu corespunde criteriilor de calitate pentru realizare în rețeaua comercială și pentru consum în stare proaspătă [166]. Uleiul se livrează de două tipuri: obținut prin presare la rece (ulei extravirgin) cu gust și aromă rafinate și fine și ulei rezultat din presarea la cald cu gust mai pronunțat. Presarea se realizează cu ajutorul unor prese hidraulice sau cu melc.

În cazul presării la rece, miezul este inițial mărunțit, iar pasta obținută - presată fără încălzire prealabilă, astfel încât temperatura uleiului rezultat să nu depășească 30°C. Uleiul extravirgin este ulterior filtrat. Eficiența extragerii uleiului în acest caz este relativ mică, iar durata de păstrare limitată. Aceste uleiuri sunt de regulă îmbogățite cu antioxidanți, ambalate sub azot (pentru eliminarea oxigenului) și păstrate la rece [87, 128, 145].

În al doilea caz, înainte de presare pasta de nuci este încălzită până la 40-70°C. Eficiența extragerii la cald este mai mare, dar calitatea uleiului mai joasă. Aceste tipuri de ulei sunt adesea amestecate cu uleiuri virgine ori/și îmbogățite cu substanțe aromatice, tipice pentru anumite tipuri particulare de ulei.

Făinuri compozite și produse de panificație. Nucile și șrotul de nuci pot fi folosite pentru ameliorarea calităților nutritive ale făinurilor (de grâu, sorg, porumb, mălai și al.) și a produselor de panificație fabricate din aceste făinuri [29, 68].

Rezultatele experimentale obținute de *Blessing* (2014) au arătat că substituirea făinii de grâu cu cea de nuci (în proporții de 0-50%) mărește esențial conținutul de proteine și grăsimi (respectiv 12.17%-25.70% și 2.40%-37.57%) și diminuează nivelul de glucide (63%-19.4%). Odată cu creșterea gradului de substituire a făinii de grâu cu făina de nucă scade nesemnificativ densitatea volumetrică și capacitatea de hidratare a făinii compozite, dar crește capacitatea de asimilare [20].

Prezența făinii de nuci ori a șrotului de nuci ameliorează semnificativ și calitățile organoleptice ale produselor de panificație și de cofetărie [109]. Bansal (2013) susține că în calitate de produse vectoare pentru suplimentarea cu făină de nuci pot servi pâinea, biscuiții, chiflele și că coeficientul de utilizare a proteinelor produselor îmbogățite este mai mare decât al produselor de referință [17, 71].

Produse fermentate. Pentru fabricarea produselor fermentate de regulă se utilizează șrotul de nuci. Acesta este supus în prealabil înmuierii în apă cca 24 ore, apoi se adaugă făina de produse amidonice, amestecul se opărește cu aburi supraîncălziți și se fermentează (1-2 zile la 25-30°C) cu *Neurospora intermedia* ori *Rhizopus oligosporus* pentru hidroliza parțială a proteinelor. Produsul rezultat (*Oncom, Indonezia*) este ușor digestibil, gustos și cu valoare calorică înaltă. Se consumă după prăjire în baie de ulei ori margarină [153].

Lapte de nuci. Tehnologia de obținere a laptelui de nuci este descrisă de Su, Chen, Zhang, Heng, și Liu (2008). Aceasta include înmuierea miezului în apă 12 ore, separarea membranelor care acoperă cotiledoanele, urmată de fragmentarea lor cu blenderul 5 min. în apă distilată (proporție 1:4,5) caldă (50°C). Masa omogenă obținută este apoi filtrată, iar laptele rezultat este sterilizat la 121°C în decurs de 15 min. Pentru intensificarea procesului de hidratare și facilitarea separării membranei înmuierea miezului poate fi realizată în soluție de 2% NaHCO₃ [150, 153].

Iaurt și chefir. Iaurtul se pregătește din lapte pasteurizat de nuci la care se adaugă cca 5% lactoză. După răcire în lapte se inoculează culturile de iaurt și se lasă pentru incubare la 37°C cca 4 ore. Produsul finit se consumă după răcire prealabilă [86]. Xiao-Hua Cui (2013) a studiat procesul de fermentare mixtă a laptelui de nucă (cu adaos de zaharoză) cu boabe de chefir. S-a constatat că factorii determinanți care afectează fermentarea mixtă și calitatea produsului finit sunt durata și temperatura fermentării, concentrația zahărului și doza aplicată a culturii de chefir, condițiile optime de fermentare fiind: temperatura -30°C, durata fermentării - 12 h, doza boabelor de chefir - 3 g/100 ml și concentrația zaharozii - 8%. După fermentare în condiții optime chefirul a avut pH-ul 4,16 și aciditatea titrabilă 7°T, iar numărul de celule viabile de lactococi, lactobacile și drojdii a constituit respectiv $8,2 \times 10^7$, $1,1 \times 10^8$ și $1,0 \times 10^6$ UFC/ml. Laptele de nuci poate fi fermentat și cu *Lactobacillus acidophilus* pentru obținerea băuturilor probiotice [55].

Profilul nutrițional al produselor cu adaos de miez de nucă. Asocierea miezului de nucă cu alte materii prime are ca obiectiv diversificarea și ameliorarea calităților nutriționale și organoleptice ale produselor alimentare tradiționale, dar și obținerea așa-numitor alimente funcționale. Acestea din urmă sunt alimente cu atribute comparabile cu cele ale produselor alimentare tradiționale, în care este reglementată prezența, absența ori reducerea nutrimenților ori a altor substanțe care produc un efect benefic asupra sănătății organismului uman. Astfel, prin utilizarea anumitor strategii în reformularea matrițelor produselor alimentare se obțin alimente cu compoziție specifică (ex.: reducerea conținutului de grăsimi animale și de sodiu, fortificare cu diferite substanțe bioactive ș.a.), proprietăți fizico-chimice și organoleptice acceptabile și stabilitate suficientă la păstrare [81, 82].

Efectul funcțional potențial al miezului de nucă asupra profilului nutrițional al alimentelor în care este introdus derivă din prezența în miez a constituenților cu impact asupra sănătății. Acesta evident depinde și de compoziția chimică a alimentelor-vechtoare. Cu titlu de exemplu vom menționa studiile impactului adaosului de nuci asupra profilului nutrițional al steak-urilor restructurate [146] și safaladelor de Franurt - frankfurters [14]. În comparație cu produsele martor (fără adaos), cele experimentale (adaos de miez 20-25%) au raportul lizina/arginina mai mic, o cantitate mai mare de acizi grași mononesaturați și ω -3 polinesaturați (în principal acidul α -linolenic) și un raport mai mic al acizilor grași polinesaturați ω -6/ ω -3 și mai mare al acizilor grași polinesaturați și saturați (AGPNS/AGS). În steak-urile restructurate cu 20% de miez cca 90% din grăsimi provin din miez, iar raportul acizilor ω -6/ ω -3 este mai mic de 4 și cel AGPNS/AGS mai mare de 6,5. Adăunarea miezului mărește cu cca 1,5% conținutul de fibre alimentare, iar valoarea calorică crește de la 99 kcal/100g (414,2 kJ/100g) în proba martor (conținut de grăsimi - 1,6%) până la 213 kcal/100 g (891,2 kJ/100g) în proba experimentală (conținut de grăsimi -14,5%), în care cca 62% din valoarea energetică le revin grăsimilor. Substituirea cărnii cu miez de nucă reduce nivelul de colesterol și mărește substanțial (până la 400 ori) conținutul de γ -tocoferol. Aceste produse sunt de asemenea o sursă bogată de mangan, magneziu, fier, cupru și potasiu.

Datele expuse demonstrează că procesarea nucilor permite obținerea unei game de produse noi cu valoare nutritivă ridicată, inclusiv produse alimentare funcționale cu proprietăți deosebite.

Datorită efectelor benefice ale consumului de nuci asupra sănătății umane demonstrate prin numeroase cercetări a crescut interesul pentru dezvoltarea de noi produse alimentare bazate pe nuci, cum ar fi laptele de nuci, diverse umpluturi pentru produsele de patiserie, făina de nuci. Cele mai cunoscute produse derivate sunt fabricate din nuci prăjite. Unii cercetători au încercat să producă produse din carne care conțin miez de nucă [15, 31]. Au fost efectuate și unele studii referitoare la producția de băuturi și emulsii din miez de nuci [25, 54, 104, 126].

Deoarece produsele alimentare obținute pe bază de nuci practic lipsesc de pe piața Republicii Moldova, unul dintre obiectivele lucrării a fost studierea posibilității obținerii laptelui de nuci și a produselor fermentate pe baza laptelui de nuci, cât și a modificării parametrilor fizico-chimici ai acestora la păstrare.

7.6.1. Tehnologia de obținere a laptelui de nuci

În ultima perioadă au aparut din ce în ce mai multe controverse referitoare la efectele laptelui de natură animală asupra organismului uman. Există multe îngrijorări cu privire la efectul alergic, a tulburărilor hormonale, diabetului etc. Adevărul este că laptele are calități nutriționale esențiale, dar că acesta este un aliment incomplet - poate avea prea puțin magneziu în raport cu calciul, manifestă un dezechilibru în ceea ce privește cantitatea de grăsimi și conține cantități prea mici de vitamine pentru a fi benefic.

Există însă alternative, diferite tipuri de lapte vegetal, cu un conținut nutrițional divers și considerate ca fiind benefice pentru oameni. Pe lângă faptul ca este gustos și cu valoare nutrițională ridicată, laptele vegetal nu conține lactoză și poate fi consumat indiferent de vârstă sau dacă există sau nu intoleranțe la lactoză.

Tehnologia de obținere a laptelui de nuci include componente și procedee necesare pentru formarea proprietăților senzoriale și valorii nutritive caracteristice produsului dat.

Miezul de nuci a fost înmuiat în apă la temperatura de 20-80°C, timp de 6-16 ore. Miezul de nuci a fost ulterior separat de excesul de apă. După îndepărtarea manuală a cojii subțiri ce acoperă miezul, acesta a fost amestecat cu apă potabilă ($t=50^{\circ}\text{C}$) în proporție de 1:4 și mărunțit în mixer timp de 5 minute. Suspensia rezultată a fost filtrată prin tifon (pânză subțire de bumbac) cu dublu strat pentru a obține lapte de nuci. Laptele de nuci a fost pasteurizat la $73\pm 2^{\circ}\text{C}$ timp de 15 min. și distribuit în recipiente. Regimul de înmuiere a miezului de nuci este dat în tabelul 7.20.

Tabelul 7.20. Regimul de înmuiere a miezului de nuci

<i>Proba</i>	$\tau_{hidratare}, h$	$t_{hidratare}, ^{\circ}\text{C}$	<i>Proba</i>	$\tau_{hidratare}, h$	$t_{hidratare}, ^{\circ}\text{C}$
Proba 1	6	20	Proba 6	12	5
Proba 2	8		Proba 7		20
Proba 3	12		Proba 8		40
Proba 4	14		Proba 9		60
Proba 5	16		Proba 10		80

După cum s-a menționat în capitolul 1, nucile conțin 62-74% grăsimi [111] cu o valoare medie de 69%. Grăsimile din miezul nucilor se prezintă sub formă de organite intracelulare, numite oleozome, care constau dintr-o matrice de trigliceride acoperită cu un strat de fosfolipide și proteine oleosinice intrinseci [78]. Mărimea oleosomilor nucilor variază în intervalul de 1-30 μm [47].

S-a constatat că laptele de nuci se separă în trei fracții (plutoare, supernatantă și precipitat) într-un timp scurt de staționare (aproximativ 30 de minute). Acest comportament este determinat de dimensiunea mare a globulelor de ulei [47] și de solubilitatea slabă în apă a proteinelor (în special a glutinelor).

Evaluarea indicilor organoleptici

Ca obiecte de analiză au fost prezentate 10 probe de lapte de nuci, care au fost tratate diferit, în dependență de timpul și temperatura de hidratare.

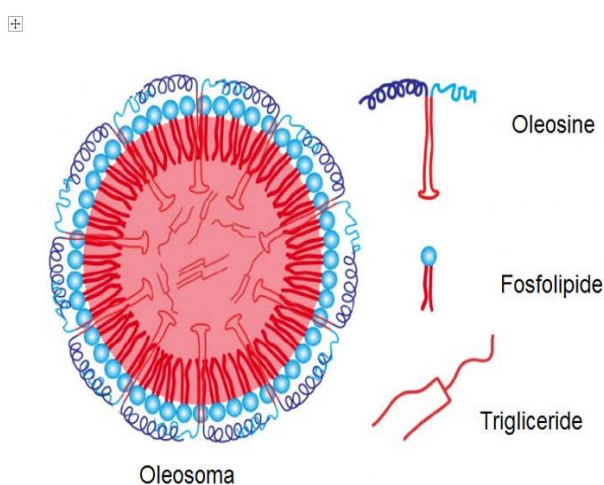


Figura 7.10. Modelul unui oleozom (sferozom) cu extinderea stratului-limită de triacilgliceroli, fosfolipide și oleosine

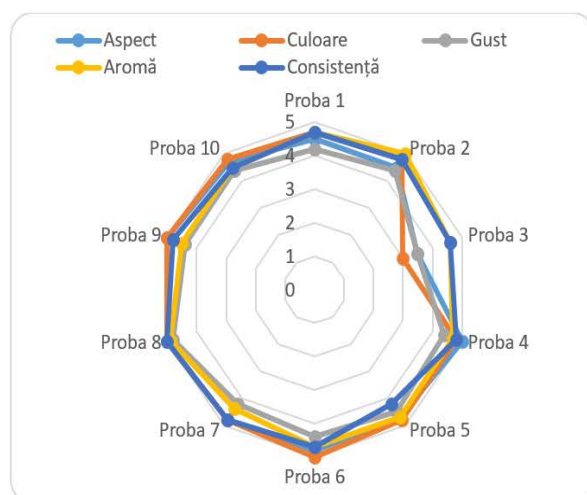


Figura 7.11. Profilul senzorial al probelor laptelui de nuci

În urma evaluării indicilor organoleptici s-a constatat că probele sunt plăcute la gust și miros, au o consistență și culoare caracteristică produsului dat. Nu s-au observat tulburări și sedimente. Cel mai mare punctaj a fost obținut de proba 8, lapte din nuci hidratate 12 ore la temperatura de 40°C. Această probă a fost remarcată pentru culoarea și consistența plăcută și gustul intens. Cu punctajul cel mai mic a fost proba 3 - lapte din nuci hidratate 12 ore la temperatura de 20°C, deoarece la această probă miezul de nuci nu a fost decojit. Acest lucru a condus la faptul că produsul a avut o culoare mai închisă nespecifică laptelui și un gust amarui.

Astfel, putem concluziona că, totuși, la prepararea laptelui de nuci miezul trebuie neapărat decojit, pentru a satisface indicii organoleptici. În tabelul 7.21 este dată compoziția chimică și indicii fizico-chimici ai laptelui de nuci.

Analizând datele obținute, se poate menționa că componenții majoritari în laptele de nuci sunt lipidele, conținutul acestora constituind 12,13 g/100mL pentru probele pregătite cu raportul nuci:apă de 1:4.

Tabelul 7.21. Compoziția chimică a laptelui de nuci

Nr. d/o	Raport		Miez:apă	Miez:apă	Miez:apă	Miez:apă
	Indicatori		1:10	1:8	1:5	1:4
1	Substanță uscată, %		6,73±0,12	8,92±0,13	14,02±0,30	17,22±0,58
2	Proteine, g/100 g		1,17±0,09	1,49±0,07	2,31±0,19	2,78±0,11
3	Grăsimi, g/100 g		4,53±0,21	6,02±0,11	9,74±0,33	12,13±0,42

În comparație cu laptele de vaci, laptele de nuci obținut este mai sărac în proteine (2,78 g/100 ml față de 3,4 g/100 mL pentru laptele de vaci). Totuși, făcând referire la calitatea acestora, putem considera că aportul proteic al laptelui de nuci este mai sănătos.

Analiza granulometrică a emulsiei laptelui de nuci

Laptele de nuci este un fluid complex atât după natura fizică, cât și prin diversitatea constituenților moleculari de origine proteică, lipidică, minerală ș.a. Grăsimi este componenta de bază și se găsește sub formă de emulsie de globule grase. Mărimea globulelor grase este un parametru important pentru stabilitatea și digestibilitatea laptelui și poate varia în limite destul de largi. În mod obișnuit, mărimea picăturilor de grăsime se distribuie într-o manieră continuă de la cele mai mici la cele mai mari (fig.7.12). Repartiția după dimensiuni a globulelor se realizează prin analiza granulometrică și poate fi unimodală (emulsie relativ omogenă, monodispersă), bimodală ori multimodală (emulsie eterogenă, polidispersă).

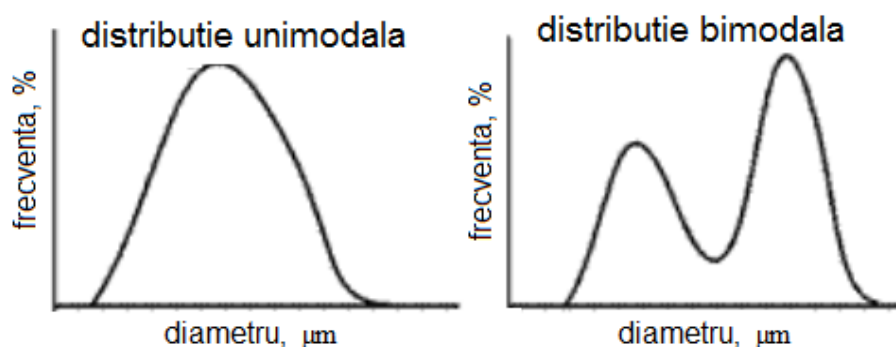


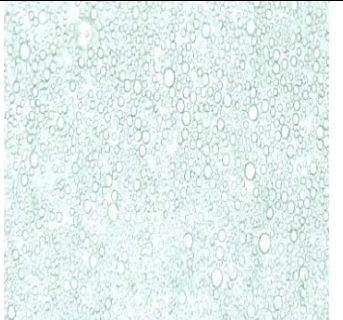
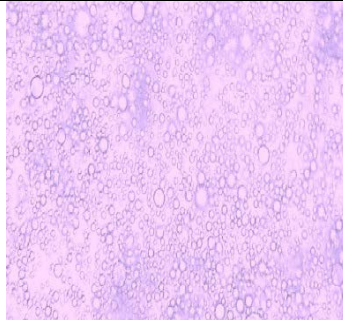
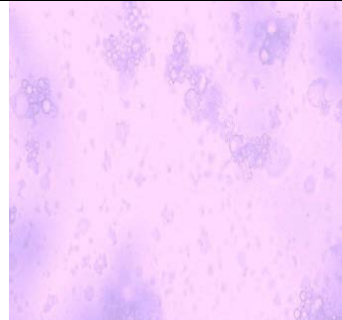
Figura 7.12. Distribuția granulometrică unimodală și bimodală

A fost analizată evoluția parametrilor granulometrici și distribuția după mărime a globulelor de grăsime a laptelui de nuci la păstrare. Datele obținute pentru laptele din miezul de nucă hidratat la temperatura de 40°C timp de 12 ore (proba 8) sunt incluse în tabelul 7.22 și figura 7.13.

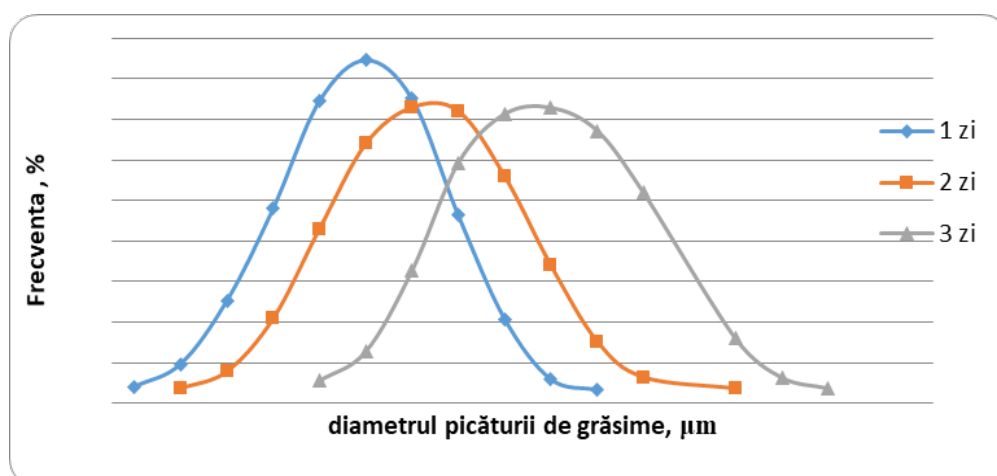
Rezultatele din tabelul 7.22 arată că la păstrare are loc destabilizarea emulsiei. În procesul de destabilizare sunt implicate două fenomene majore:

1. Fenomenele de migrare prin care diferența de densitate între faza continuă și faza dispersată conduce la separarea gravitațională a fazelor (cremare);
2. Creșterea dimensiunii picăturilor prin floclare (proces reversibil), agregare și coalescență (proces ireversibil).

Tabelul 7.22. Evoluția microstructurii globulelor de grăsime ale laptelui de nuci pe parcursul păstrării

<i>Durata păstrării</i>	<i>1 zi</i>	<i>2 zi</i>	<i>3 zi</i>
Lapte de nuci			

Din analiza microstructurii și distribuției după mărime a globulelor de grăsime s-a constatat că diametrul lor variază în limitele 0,45-9,45 μm , o pondere mai mare având picăturile cu diametrul de 4,95 μm . Aceste valori sunt comensurabile cu diametrul oleosomilor nucilor (1-30 μm).

**Figura 7.13. Distribuția granulometrică a picăturilor de grăsime din laptele de nuci**

Începînd cu ziua a doua, unele din picături fuzionează, respectiv măriru-și dimensiunile, diametrul acestora variază în limitele valorilor 1,35 la 12,15 μm . În proba păstrată timp de două zile majoritatea picăturilor au diametrul de 5,5-6,0 μm .

În proba păstrată 3 zile diametrul picăturilor ce prevalează în structura emulsiei este de 8,55 μm , iar valorile maxime sunt de 13,95 μm . Structura emulsiei se distruge și se produce separarea parțială a fazelor.

Stabilitatea emulsiei laptelui de nuci

Laptele de nuci este un sistem emulsionat cu stabilitate termodinamică limitată. Evoluția sistemului spre echilibru necesită scăderea energiei libere (scăderea suprafeței de separare a celor două faze) ca urmare a coalescenței particulelor, proces care poate conduce în final la separarea fazelor. Stabilitatea cinetică a unei emulsii este dependentă de mai mulți factori, cum ar fi dimensiunea picăturilor de grăsime, diferența dintre densitățile fazelor, natura și eficacitatea emulgatorului, viscozitatea fazei continue, temperatura, agitarea, condițiile de depozitare. Destabilizarea

emulsiilor se poate realiza prin floculare, coalescență și învârtire sau sedimentare (fig.7.14).

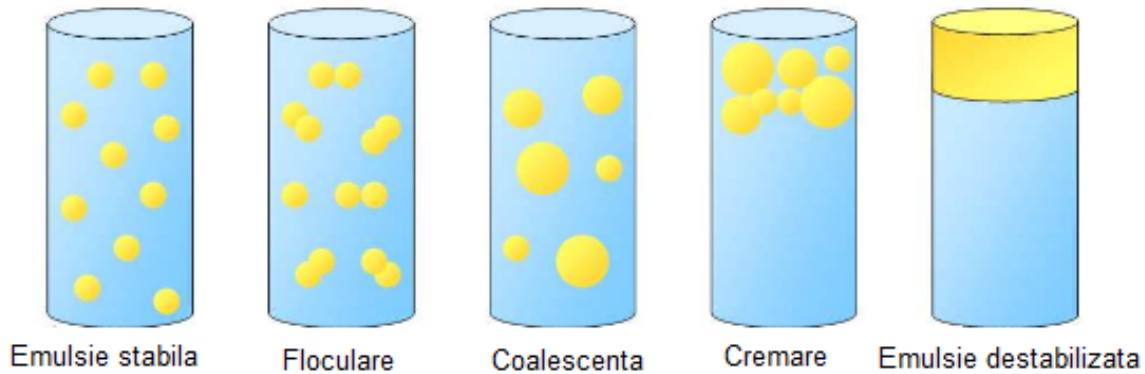


Figura 7.14. Mecanismele de destabilizare a emulsiilor

Destabilizarea sau “spargerea” emulsiei se desfășoară în mai multe etape. Inițial are loc coliziunea picăturilor dispersate aflate în mișcare browniană, care este apoi urmată de agregarea picăturilor individuale prin interacțiuni Van der Waals și care depinde de doi factori: frecvența de coliziune a particulelor dispersate și eficacitatea interacțiunilor care cauzează adeziunea picăturilor. Flocoanele se realizează prin intermediul legăturilor hidrofobice și de hidrogen și poate fi perichinetică (floculare prin mișcare determinată termic) *orto* chinetică (datorită vitezei de sedimentare diferite sub influența forței gravitaționale). În sfârșit, are loc coalescența, care se realizează prin contopirea picăturilor mici în picături foarte mari de grăsime (ulei), cu o suprafață totală mai mică comparativ cu picăturile mici.

Destabilizarea laptelui de nuci are loc în primul rând prin cremarea emulsiei de grăsime și prin sedimentarea particulelor în suspensie. Au fost cuantificați parametrii de cremare și de sedimentare și evoluția lor pe parcursul păstrării în decurs de trei zile. Rezultatele obținute sunt reprezentate în figurile 7.15-7.17.

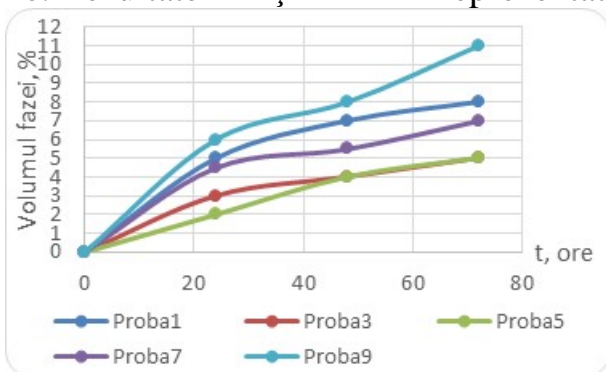


Figura 7.15. Evoluția indicelui de cremare a emulsiei

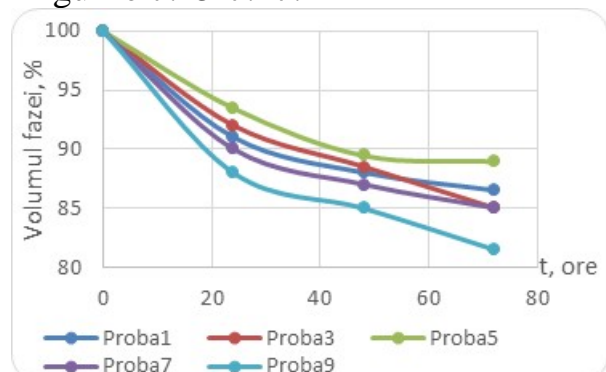


Figura 7.16. Evoluția volumului fazei emulsionate la păstrarea emulsiilor

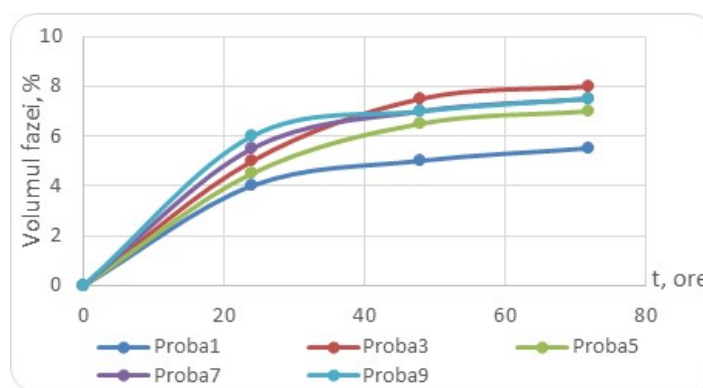


Figura 7.17. Evoluția fazei sedimentate la păstrarea emulsiilor

Prin urmare, laptele de nuci este un produs instabil. Condițiile care permit limitarea cremării sunt mărirea viscozității fazei apoase sau dispersarea picăturilor de grăsime. În realitate, este dificil a mări viscozitatea fazei apoase fără a modifica compoziția și caracteristicile proprii ale laptelui, de aceea ar fi oportună omogenizarea. În același timp, cremarea este accelerată și de flocularea picăturilor de grăsime. Pentru prevenirea floculării urmează a fi create condiții care favorizează repulsia picăturilor de grăsime, adică modificarea pH-ului, compoziției ionice a fazei apoase și a naturii agenților de stabilizare a emulsiei. Prin folosirea agenților exogeni (proteine) de stabilizare a emulsiei ar putea fi mărită și elasticitatea învelișului de emulgatori, care ar reține coalescența emulsiei.

7.6.2. Tehnologia produselor fermentate pe baza laptelui de nuci

Valoarea alimentelor fermentate este asociată în mare măsură cu prezența bacteriilor probiotice [160]. Acestea sunt benefice prin faptul că ele favorizează echilibrul microflorei intestinale, inhibă creșterea bacteriilor dăunătoare, favorizează digestia, stimulează funcția imună și cresc rezistența la infecție [113, 134].

Rajalakshmi și Vanaja au stabilit că fermentarea cu bacterii lactice crește conținutul de acid folic în produsele lactate fermentate cum ar fi iaurtul, laptele bifid și chefirul. În mod similar, crește și conținutul de niacină și nivelul de riboflavină [37].

Procesul de fermentare a laptelui îmbunătățește digestibilitatea în organismul uman a unor nutrimente alimentare. O'sullivan și colab. a demonstrat că iaurtul are un puternic efect inhibitor asupra creșterii bacteriilor formate de coli în stomac și duoden [118].

Acești autori au mai stabilit că anumite bacteriile lactice *Lactobacillus delbruekii* din specia *bulgaricus* și *streptococcus thermophilus* nu sunt tolerante la bilă și nu colonizează intestinul. Pentru atenuarea acestui efect în ultimul timp la fermentarea produselor lactate se adaugă culturi de bacterii *Lactobacillus acidophilus* și *Bifidobacterium longum* care pot coloniza intestinalele

Pentru obținerea produselor fermentate pe bază de lapte de nuci, ca agenți de fermentare s-a utilizat complexul 7 Bacterii lactice care conține specii de bacterii ca *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium Bifidum*, *Streptococcus thermophylus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus bulgaricus*, precum și maiele de bacterii lactice din iaurt și chefir.

Având în vedere că conținutul de glucide în miezul de nuci este redus, iar pentru procesele de fermentare substratul glucidic este necesar, în rețeta produsului nou de tip iaurt/chefir a fost introdus un adaos de miere de albiși și de zahăr.

De asemenea, s-au efectuat încercări de obținere a acestor produse prin substituirea în rețetă a unei părți din laptele de nuci cu iaurt sau chefir din laptele de vacă. Pentru obținerea probelor de iaurt au fost încercate mai multe rețete cu diverse adaosuri. Schema tehnologică de obținere a produselor fermentate pe bază de lapte de nuci este reprezentată în figura 5.18.

Probele de produs de tip iaurt din lapte de nuci au fost preparate în duplicate, prin adăugarea în laptele de nuci a 2,5; 5,0; 7,5 și 10,0 g de iaurt Activia sau respectiv chefir. La un volum de 100 mL de lapte de nuci a fost adăugat, de asemenea, câte o capsulă de amestec de bacterii probiotice. Procesul de fermentare a fost realizat la 37°C timp de 12 h. În probele inițiale și pe parcursul fermentării (după 4, 8 și 12 h de fermentare) au fost determinate valorile pH-ului și aciditatea titrabilă (g acid lactic/100 mL). După 12 h de fermentare, probele au fost păstrate la temperatura de +4 +18°C timp de 14 zile. În întreaga perioadă de păstrare s-a monitorizat evoluția pH-ului și acidității titrabile.

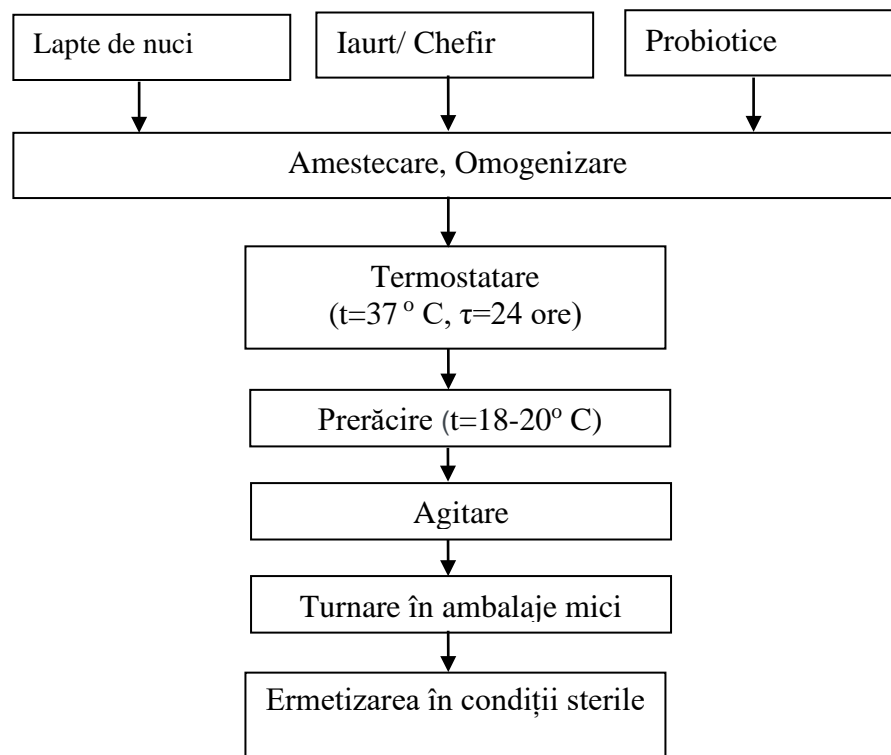


Figura 7.18. Schema tehnologică de obținere a produselor fermentate pe bază de lapte de nuci

După cum se arată în figura 7.19, la fermentarea probelor cu maia de iaurt *Activia* a avut loc o reducere mai mare a pH-ului în comparație cu a probelor fermentate cu adaos de chefir. După 12 ore de fermentație, valorile finale ale pH-ului au fost practic similare (pH 5,15 pentru probele fermentate cu maia de chefir și pH 5,03 pentru cele fermentate cu adaos de iaurt *Activia*).

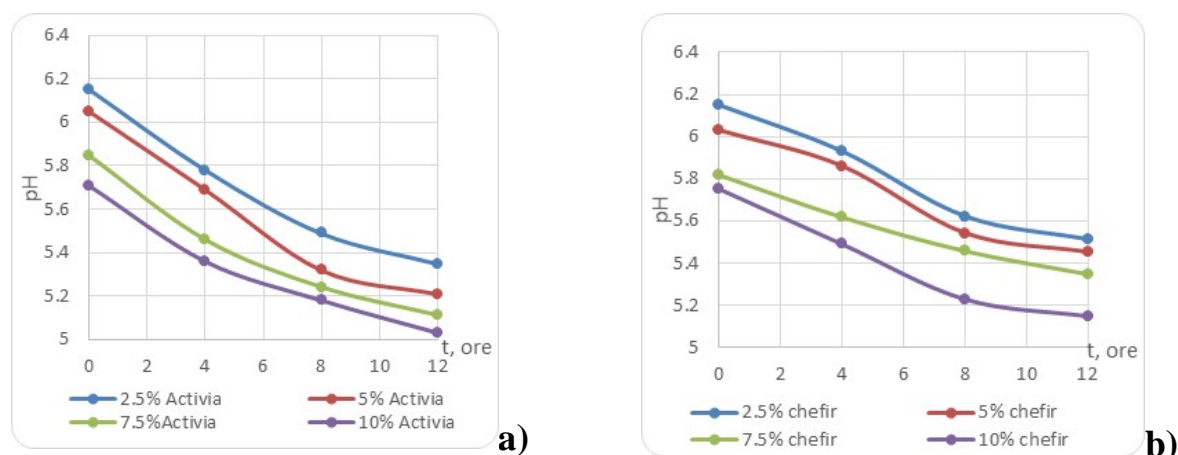


Figura 7.19. Variația pH-ului produsului pe parcursul fermentării laptelui de nuci cu (a) iaurt “Activia” și (b) cu chefir

Creșterea dozei de adaos de iaurt administrată a condus la creșterea acidității și scăderea pH-ului. Aciditatea titrabilă a probelor fermentate cu adaos de iaurt *Activia* este comparabilă cu a probelor fermentate cu adaos de chefir. După 12 ore de fermentație, aciditatea titrabilă a constituit 1,05 g acid lactic 100 ml⁻¹ pentru băutură cu 10,0% adaos chefir și 1,15 g acid lactic 100 ml⁻¹ pentru aceeași băutură fermentată cu adaos de iaurt *Activia*.

Examenul organoleptic al laptelui de nuci fermentat

Evaluarea senzorială a fost efectuată după 24 de ore de depozitare la 4°C. Probele de băutură fermentate au fost evaluate într-un laborator senzorial la lumină naturală. Au fost apreciate atributele culorii, aromei, gustului, texturii și acceptabilitatea globală. Analiza senzorială a fost efectuată de un grup de 10 membri format din 10 evaluatori familiarizați în special cu descriptorii senzoriali și intensitățile atributului. Probele au fost apreciate după o scară 1-5 (5 fiind considerate excelente, 3,5 - acceptabile și 1 extrem de sărace).

Scorurile medii pentru textura probelor de produse fermentate cu 10% adaos de iaurt *Activia* / chefir, au fost semnificativ mai mari comparativ cu proba fermentată cu o doză redusă (2,5%) de același adaos. Luând în considerare rezultatele generale ale analizei senzoriale (tabelul 7.23), se poate concluziona că băuturile fermentate din lapte de nuci cu adaos de iaurt/kefir (10%) au avut cea mai mare acceptabilitate în raport cu celelalte băuturi fermentate.

Tabelul 7.23. Scorurile evaluării senzoriale a probelor de iaurt/băutură acidă de nuci

Indice	Proba de produs/băutură							
	Cu adaos de chefir				Cu adaos de iaurt <i>Activia</i>			
	2,5 %	5%	7,5%	10%	2,5 %	5%	7,5%	10%
Caracteristică								
Culoare	2,6	4,2	4,5	4,9	2,7	4,2	4,5	4,9
Aromă	3,8	4,2	4,2	4,7	4,0	4,3	4,5	4,8
Gust	3,9	4,4	4,2	4,3	3,7	4,2	4,2	4,5
Textură	3,6	4,2	4,3	4,4	3,7	4,2	4,3	4,4

Evoluția caracteristicilor fizico-chimice ale probelor de băutură acidă de nuci în timpul depozitării la rece

După 14 zile de depozitare la 4°C, valorile pH-ului (fig.7.20) și acidității titrabile (fig.7.21) s-au modificat mai pronunțat în primele două zile de păstrare și mai puțin esențial în următoarele zile. În același timp, aceste modificări nu sunt majore, probabil datorită efectului tampon al proteinelor, zaharurilor și altor componente prezente în miezul de nuci și în băutura fermentată.

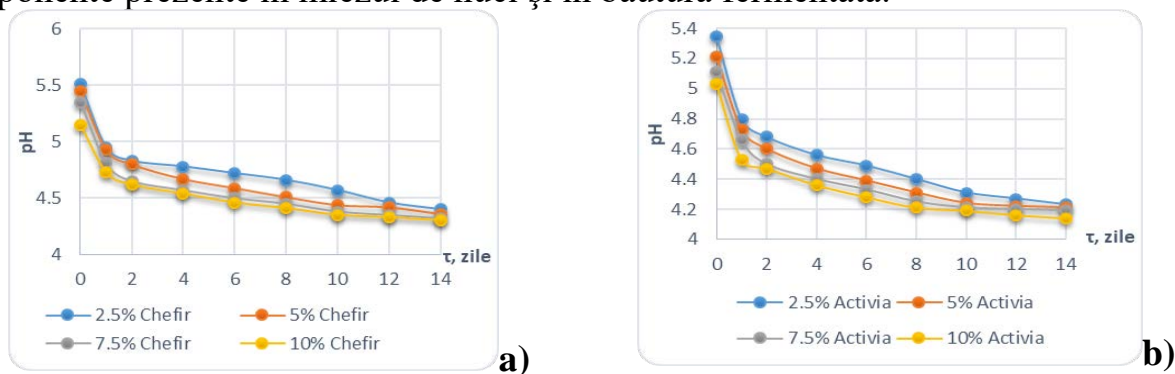


Figura 7.20. Variația pH-ului pe parcursul păstrării lactelui de nuci fermentat cu adaos de (a) chefir și (b) de iaurt "Activia"

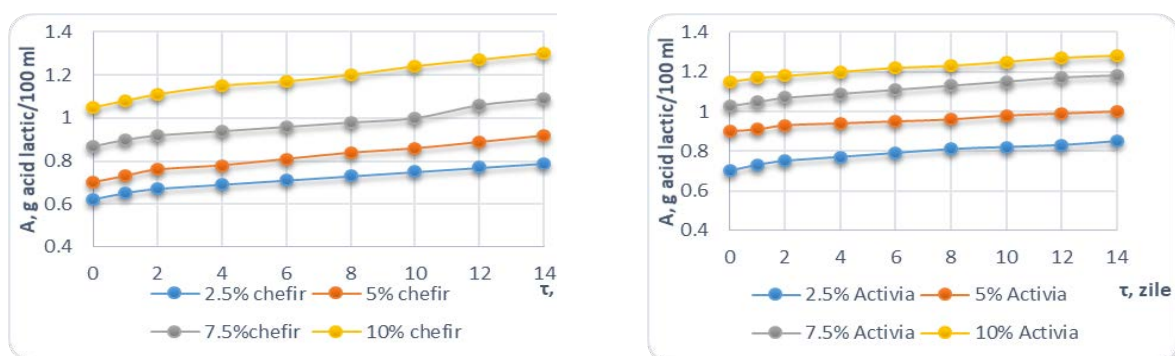


Figura 7.21. Variația acidității titrabile pe parcursul păstrării lactelui de nuci fermentat cu adaos de (a) chefir și (b) adaos de iaurt "Activia", g acid lactic/100 mL

Evoluția indicelui de sinereză. Produsele lactate fermentate sunt sisteme disperse structurate ca geluri. Compoziția lor chimică reflectă proprietățile lor fizico-chimice doar la nivelul unor subunități constitutive distribuite în ansambluri cu diverse grade de ordine.

Sinereza este un fenomen biochimic și fizico-chimic complex încă puțin cunoscut și reprezintă o proprietate termodinamică a gelurilor, care constă în micșorarea volumului gelului, cauzată de expulzarea unei cantități de solvent odată cu îmbătrânirea lui. Sinereza este de fapt o continuare a reacției de gelare spre maturizarea gelului, ceea ce conduce la creșterea densității legăturilor de reticulare, la contractarea gelului și expulzarea solventului. Intensitatea și profunzimea sinerezei produselor lactate acide depinde în mare măsură de suprafața internă a fazei solide, porozitatea (spații ocupate de zer) și permeabilitatea gelului. Porozitatea gelului este funcție de mărimea și caracterul de asociere a elementelor solide ale gelului, iar permeabilitatea este dependentă de

dimensiunile elementelor solide, forma și mărimea porilor. În coagulele formate prin acidifiere lactică porii au caracter micelar (și nu alveolar, cum e în cazul coagulului format cu ajutorul cheagului). În acest caz, pe parcursul sinerezei coagulul se contractează relativ lent (absența forțelor susceptibile de a crea forțe de contractare), porozitatea scade continuu, însă permeabilitatea rămâne relativ mare pe tot parcursul procesului datorită faptului că rețeaua este constituită din cazeine demineralizate [109].

Rezultatele ce caracterizează valorile indicilor de sinereză ai probelor de iaurt analizate sunt reprezentate în figurile 7.22-7.23.

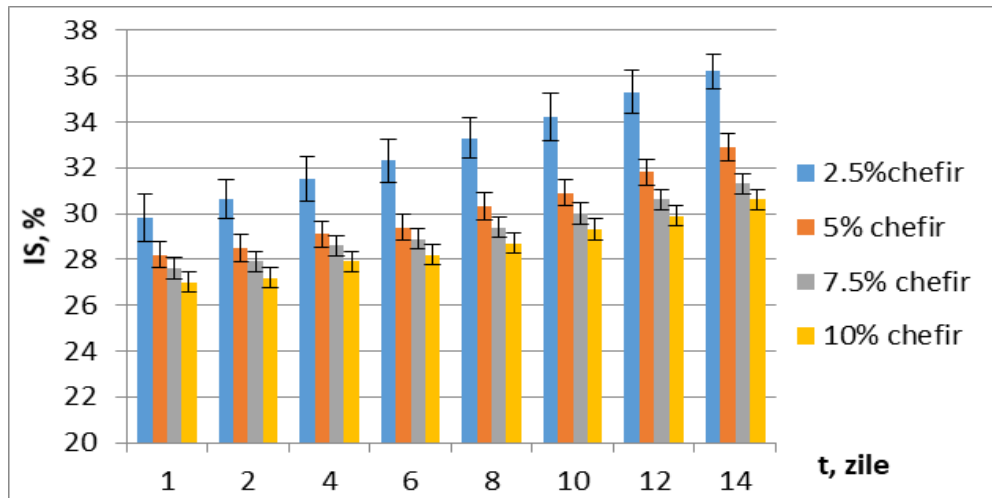


Figura 7.22. Variația indicelui de sinereză al laptelui de nuci fermentat cu maia de chefir pe parcursul păstrării, g acid lactic/100 mL

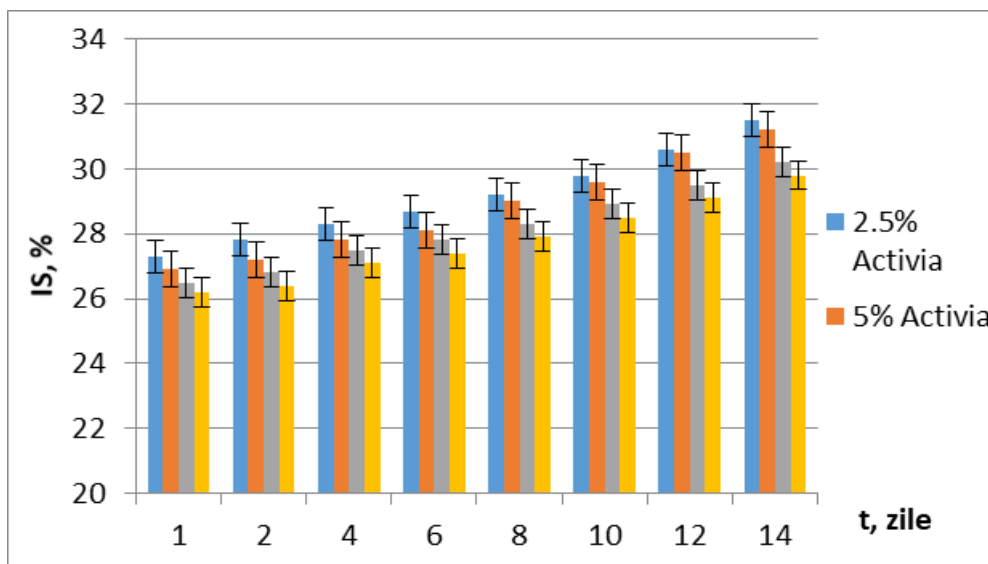


Figura 7.23. Variația indicelui de sinereză al laptelui de nuci fermentat cu maia de de iaurt "Activia" pe parcursul păstrării, g acid lactic/100 mL

În toate cazurile, valoarea indicelui de sinereză a produselor din lapte de nuci fermentat este în relație directă cu durata de păstrare a lor și în relație inversă cu doza de maia administrată. În același timp, procesul de sinereză este mai pronunțat pentru

produsele fermentate cu maia de chefir și mai mic pentru cele fermentate cu maia de iaurt *Activia*.

7.7. Valorificarea șrotului de nuci la fabricarea unor produse de cofetărie

Produsele secundare obținute după extracția uleiului din semințele oleaginoase – turte, șroturi și făinuri – sunt de două tipuri: comestibile și necomestibile. Cele comestibile au valoare nutritivă ridicată, mai ales, au un conținut de proteine cuprins între 15% și 50%. Acestea sunt utilizate ca hrană pentru animale, în special pentru ierbivore, pentru producerea industrială de hidrolizate proteice, enzime, antibiotice, biopesticide, vitamine, alte produse biochimice și, mai rar, la producerea alimentelor pentru consumul uman. Șroturile necomestibile, cum ar fi cele de ricin, karanja, neem sunt utilizate ca îngrășăminte organice azotate datorită conținutului lor în substanțe minerale: N, P, K și alții [64, 66,137,152].

Anterior s-a constatat că șrotul de nuci conține cantități importante de proteine cu valoare biologică înaltă, lipide, săruri minerale și are proprietăți funcționale bune. Prin urmare, acesta ar putea fi utilizat în calitate de materie primă ori ca supliment proteic la fabricarea produselor alimentare pentru consumul uman [10, 85].

În continuare vor fi expuse unele rezultate ce demonstrează posibilitatea de valorificare cu titlu de exemple a șrotului la fabricarea unor produse de cofetărie. Alegerea produselor de cofetărie a fost determinată de faptul că acestea au structură eterogenă (de spumă, emulsii) și adesea au un deficit de nutrienți esențiali, iar suplimentarea lor cu șrot ar ameliora structura, valoarea nutritivă și de consum a lor.

7.7.1. Tehnologia de obținere a halvarei

Halvaua este un aliment cu structură fibroasă obținută prin baterea masei de caramel cu un agent de spumare (extract de ciuin) din care rezultă halvița urmată de amestecarea masei spumoase (halviței) cu materii prime oleaginoase (semințe în prealbil prăjite și măcinate).

În funcție de compoziție, halvaua poate fi din floarea-soarelui, susan, arahide ș.a. sau din amestecul lor, de exemplu halva din semințe de floarea-soarelui și de arahide. Aceasta din urmă are o compoziție mai echilibrată în macronutrienți, vitamine, acizi grași și calități organoleptice (aspect și gust) mai bune. Pentru ameliorarea calităților senzoriale și a indicilor fizico-chimici halvaua se suplimentează cu ciocolată, pudră de cacao, nuci, vanilie etc. [22].

Tehnologia de obținere a halvarei include componente și procedee necesare pentru formarea proprietăților senzoriale și valorii nutritive caracteristice produsului dat.

La fabricarea halvarei problemele-cheie cauzate de tehnologia aplicată și de materia primă utilizată care afectează calitatea produsului finit sunt: a) separarea uleiului; b) râncezirea în timpul depozitării.

Separarea uleiului. De cele mai multe ori separarea uleiului poate avea loc după trei-șase zile de la prepararea halvarei. Cantitatea de ulei separat variază între 1 și 12% din masa halvarei și depinde de materia primă utilizată, precum și de conținutul de stabilizatori adăugați [36].

Același autor menționează că pierderile de ulei sunt determinate de unii factori tehnologici și de condițiile de păstrare a halvarei. Pentru a preveni separarea uleiului în halvaua de floarea-soarelui, MacDonald și colab. [106] au propus suplimentarea ei cu 2-4% de ulei vegetal hidrogenat. Pentru a controla migrația uleiului, Lima și colab. (2005) recomandă adăugarea a doi stabilizatori: ulei hidrogenat de palmier și un amestec de uleiuri hidrogenate de rapiță și de bumbac [101].

Teangpook și colab. (2008) au constatat efectul pozitiv asupra separării uleiului a monoglicerelor și lecitinei în halvaua mixtă din floarea-soarelui și arahide [156].

Ereifej și colab. (2005) au evaluat eficacitatea încorporării în halvaua de susan a adaosurilor de ulei de palmier nonhidrogenat, glicerol, concentrat proteic de soia, gelatină, lecitină, pectină, gumă arabică, zahăr-pudră și clorură de calciu. Tot ei au constatat că majoritatea adaosurilor nu au avut efect semnificativ asupra migrației și separării uleiului. Clorura de calciu a ameliorat ușor stabilitatea produsului, probabil din cauza reticulării proteinelor cu calciu [39].

Râncezirea halvarei. Riveros și colab. (2010) au menționat că pasta de arahide (produse de patiserie similare cu halvaua) are un conținut ridicat de ulei, astfel sunt susceptibile la râncezire, care au arome străine provenite din oxidarea lipidelor [135]. Gilles și colab. (2000) au remarcat că termenul de valabilitate al pastei de arahide depinde de calitatea materiei prime, tehnologia aplicată și de condițiile de depozitare a produsului finit. Ei au afirmat că pasta este un aliment semiperisabil, care nu este prea sensibil la alterare grație umidității reduse [53, 35]. Cu toate acestea, problema rânzezirii halvarei și a produselor similare în timpul depozitării este una frecventă, în special în cazul în care are loc separarea uleiului. Procesul de râncezire este accelerat de oxigenul din mediul ambiant și de lumină.

Abou-Gharbia și colab. (1996) au studiat efectul condițiilor de tratare hidrotermică și cu microunde asupra stabilității oxidative a pastei de susan la depozitare. Ei au stabilit că pasta tradițională de susan este stabilă, cea obținută din susan tratat cu microunde are stabilitate redusă, iar cea tratată cu aburi supraîncălziți – stabilitate intermediară [1]. Stabilitatea oxidativă a pastelor și a halvarei din semințe oleaginoase depinde în mare măsură și de conținutul în materii prime a compușilor fenolici, care au proprietăți antioxidante și rețin procesul de oxidare a lipidelor [45].

În baza celor expuse se desprinde ideea că utilizarea șrotului (parțial degresat) ar putea fi o soluție pentru obținerea unei halvare stabile și ar permite reducerea riscului de separare a uleiului și de râncezire a ei la păstrare.

Tabelul 7.24. Rețetele variantelor experimentale de obținere a halvalei [67, 69]

<i>Nr. d/o</i>	<i>Miez de nuci (kg)</i>	<i>Șrot - 500 μm (kg)</i>	<i>Șrot - 280 μm (kg)</i>	<i>Șrot - 180 μm (kg)</i>	<i>Apă (ml)</i>	<i>Zahăr (kg)</i>	<i>Vanilie (g)</i>	<i>Acid ascorbic (g)</i>
1	0,20	0,45	-	-	100	0,33	0,005	-
2	0,20	-	0,45	-	100	0,33	0,005	-
3	0,20	-	-	0,45	100	0,33	0,005	-
4	-	0,65	-	-	100	0,33	0,005	0,05
5	-	-	0,65	-	100	0,33	0,005	0,05
6	-	-	-	0,65	100	0,33	0,005	0,05

Pentru obținerea halvalei au fost folosite materii prime corespunzătoare reglementărilor tehnice în vigoare: miez de nuci, zahăr, șrot, apă potabilă, acid ascorbic și vanilie. Rețetele variantelor experimentale sunt date în tabelul 7.24, iar schema-bloc de obținere a halvalei în figura 7.24.

Procesul tehnologic de obținere al halvalei s-a desfășurat după următoarele faze:

- prepararea tahânului;
- prepararea halviței;
- prepararea halvalei.

Pentru a conferi miezului de nuci un gust și aromă specifică și o umiditate redusă (1-2%), acesta a fost în prealabil prăjit la 115-120°C. La prăjire proteinele coagulează, hidrații de carbon caramelizează și se produc substanțe aromatizante, iar miezul devine mai fragil. Ulterior, miezul a fost răcit până la 40-60°C pentru a fi măcinat în condiții optime și pentru a întrerupe desfășurarea unor procese ce ar conduce la obținerea unui miez sfărâmicios, de culoare închisă și cu gust amar. Astfel, miezul pregătit a fost transformat în tahân prin măcinare cu ajutorul râșniței electrice.

Masa de caramel a fost obținută prin fierberea și concentrarea unui sirop din zaharoză și apă până la temperatură de 108-110°C (umiditate de cca 15%).

Ulterior, halvița (cu temperatura de cca 100°C) rezultată din fierberea masei de caramel a fost frământată cu tahânul (40-50°C) și șrotul de nuci, după care au fost adăugate soluțiile de vanilină și acid ascorbic, iar masa obținută a fost bine omogenizată.

Când masa a atins temperatura de 75-80°C, a urmat din nou o frământare prin care firele de halviță se întind și se intercalează cu tahânul, obținându-se o structură fibroasă și fină specifică halvalei.

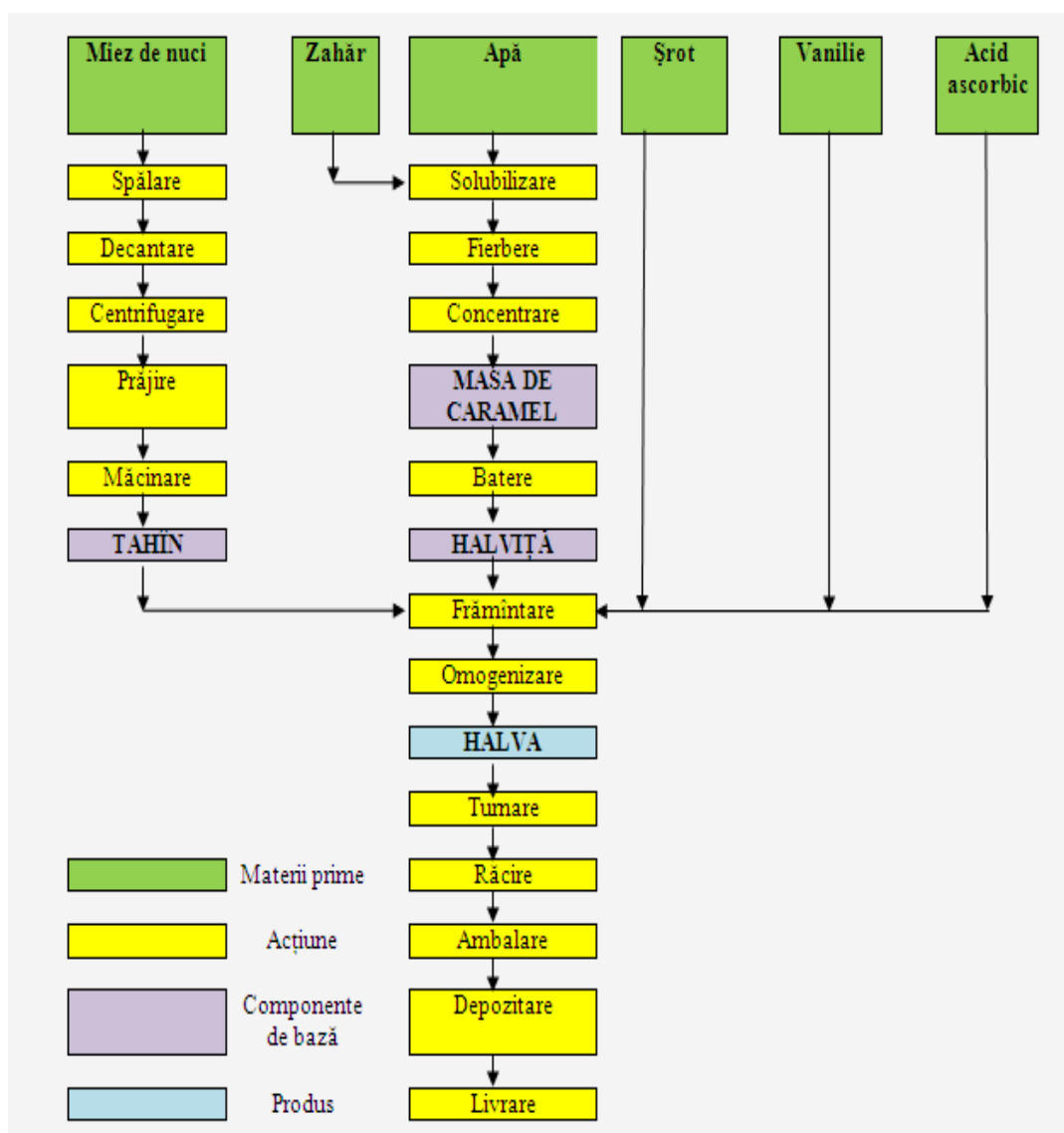


Figura 7.24. Schema tehnologică de obținere a halvlei

Halvaua rezultată cu temperatura de 55-58°C a fost turnată în forme căptușite cu hârtie pergaminată. Depozitarea s-a realizat la temperaturi de 8-12°C cu umiditatea relativă a aerului de 45-65%.

Indicii de calitate și evoluția lor pe parcursul păstrării halvlei

Evaluarea senzorială. A fost studiat impactul adaosului șrotului și făinii de șrot asupra descriptorilor de calitate organoleptici ai halvlei. Proprietățile senzoriale ale halvlei au fost urmărite în timpul întregii perioade de păstrare, folosind procedura de notare (metoda punctajului) de la 1 până la 5 din standardele ISO.

Categoria de calitate a fost determinată în funcție de intervalele de punctaj. Performanța organoleptică a halvlei a fost apreciată după următorii indici: aspect, gust, miros, culoare și textură (consistența). Coeficienții de importanță pentru gust, miros, consistență și aspect au constituit 0,4; 0,3; 0,2 și respectiv 0,1. Punctajul mediu de acceptare pentru toți indicii organoleptici a fost 4,0.

Rezultatele obținute în care sunt expuse punctajele medii ponderate ale examenului organoleptic ale halvanei proaspete și păstrate două luni de zile sunt reprezentate în figurile 7.25 și 7.26.

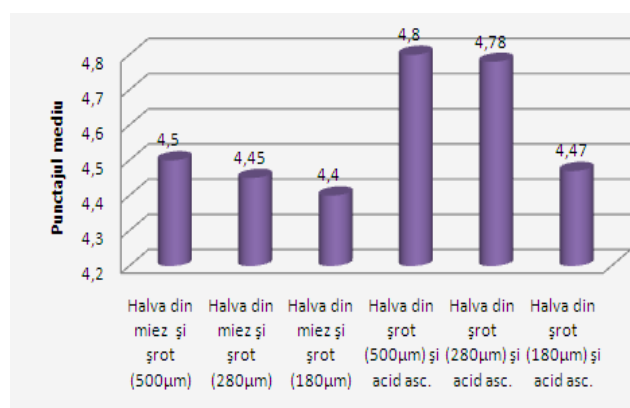


Figura 7.25. Punctajul mediu ponderat al examenului organoleptic al halvanei proaspete

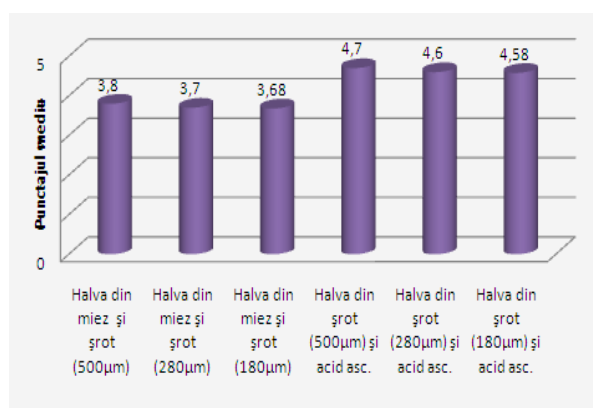


Figura 7.26. Punctajul mediu ponderat al examenului organoleptic al halvanei după două luni de păstrare

Cel mai înalt punctaj ponderat a fost acordat halvanei din șrot cu granulozitatea 500 μm. Aceasta a păstrat bine forma adecvată și a avut culoare ireproșabilă, suprafață netedă, strălucitoare. Textura a fost compactă, omogenă, nesfărâmicioasă, cu fermitate adecvată, iar culoarea (la suprafață și în secțiune) naturală, uniformă. Mirosul a fost caracterizat ca plăcut, cu aromă bine exprimată. Gustul a fost plăcut, fără gust străin cu nuanță astringentă abia perceptibilă. Celelalte probe au avut însușiri specifice pozitive, dar mai slab conturate din cauza consistenței neomogene, mirosului cu nuanțe de ranced, gustului relativ fad ori nespecific.

Indicii fizico-chimici și microbiologici. Indicii fizico-chimici ai halvanei din șrot de miez de nuci sunt incluși în tabelele 7.25-7.26. Valorile lor nu depășesc limitele admisibile stipulate în DN. După indicii microbiologici halva nu poate fi păstrată mai mult de două luni.

Tabelul 7.25. Indicii fizico-chimici ai halvanei din șrot de miez de nuci

<i>Indici</i>	<i>Valoare</i>	
	<i>acte normative</i>	<i>reală</i>
Umiditate, % max.	4,0	3,8 ± 0,1
Zaharuri reducătoare, % min.	20	19,5 ± 0,9
Grasimi, % min. (pentu halva de nuci, arahide și combinată)	25,0 – 34,0	26,0 ± 1,3
Cenușă (pentru toate tipurile de halva, (cu excepția celei de floare-soarelui), % min.	1,9	2,6 ± 0,1
Cenușă insolubilă în HCl de 10%, % max.	0,1	0,09 ± 0,01
Masă pentru glazură	Conform fișei tehnologice	

Valorile încărcăturii microbiologice a halvlei proaspete și păstrate două luni sunt expuse în tabelul 7.26. Indicii microbiologici sunt factorii de bază pentru determinarea termenului de valabilitate a produselor. Din datele obținute se observă că după două luni de păstrare încărcătura microbiologică crește considerabil, dar nu depășește valoarea stipulată în referințele normative. Prin urmare, durata limită de păstrare a halvlei din șrot de nuci poate fi considerată cea de două luni.

Tabelul 7.26. Indicii microbiologici ai halvlei din șrot de miez de nuci

<i>Indici</i>	<i>Valoarea</i>		
	<i>acte normative</i>	<i>halva proaspătă</i>	<i>halva păstrată 2 luni</i>
Microorganisme mezofile aerobe și facultativ anaerobe, 1 g produs	$1,0 * 10^4$	$1,0 * 10^3$	$1,5 * 10^3$
Bacterii coliforme 0,01 g produs	Nu se permite	-	-
Fungi, 1 g produs	$5,0 * 10$	-	-

Notă: prezența microorganismelor patogene (inclusiv Salmonella) în 25 de g halva nu este admisă.

Astfel, cercetările efectuate au permis identificarea ingredientelor și rețetelor din care s-a obținut halvaua cu caracteristici organoleptice, fizico-chimice și microbiologice bine cotate și cu valoare nutritivă înaltă. Prin urmare, utilizarea șrotului ca materie primă de bază pentru fabricarea halvlei este rezonabilă și oportună, având efect pozitiv asupra proprietăților tehnologice și caracteristicilor fizico-chimice ale produsului nou obținut.

7.7.2. Tehnologia de obținere a pandișpanului

Semifabricatele din pandișpan servesc ca bază pentru mai multe produse de cofetărie. Aluatul de pandișpan este un sistem spongios, relativ instabil, obținut prin spumarea mecanică a albușului de ou, zahăr și făină. În baza rețetei clasice (metoda rece) au fost elaborate șapte probe de pandișpan: din făină de grâu (proba de referință) și șrot (în proporții diferite) (tabelul 7.27).

Tabelul 7.27. Rețete de pandișpan suplimentate cu șrot de nuci

<i>Nr.</i>	<i>Făină</i>	<i>Șrot (500 μm)</i>	<i>Șrot (280 μm)</i>	<i>Șrot (180 μm)</i>	<i>Zahăr</i>	<i>Ouă</i>	<i>Vanilie</i>
1	250	-	-	-	250	24,5	1,5
1/1							
2	250	125	-	-	125	24,5	1,5
3	250	-	125	-	125	24,5	1,5
4	250	-	-	125	125	24,5	1,5
3/1							
5	250	62,5	-	-	187,5	24,5	1,5
6	250	-	62,5	-	187,5	24,5	1,5
7	250	-	-	62,5	187,5	24,5	1,5

În toate cazurile, o parte din zahăr a fost substituit cu șrot (în proporție de 25 și 50%) pentru a spori valoarea nutrițională a produselor finite. La elaborarea pandișpanului a fost testat șrotul cu diferită granulozitate: 180 μm - făină fină de șrot (FFȘ); 280 μm - făină de șrot cu granulozitate intermediară (FIȘ); 500 μm - făină grosieră de șrot (FGȘ).

Indicii de calitate ai pandișpanului

Indicii senzoriali. După coacere semifabricatele de pandișpan au fost păstrate la temperatura camerei (18-20°C) timp de opt ore pentru întărirea și stabilizarea structurii miezului, după aceea au fost supuse cercetărilor.

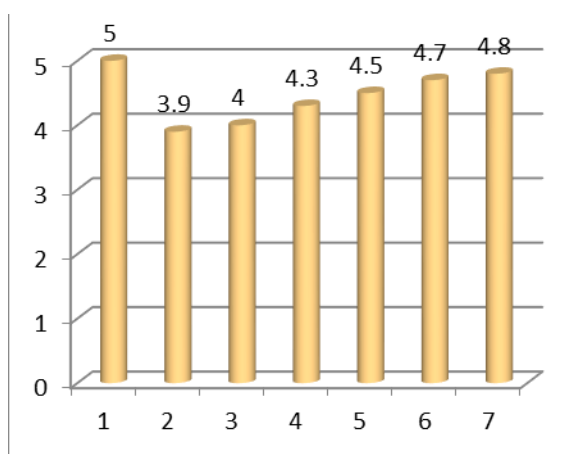
Analiza indicilor senzoriali ai probelor de pandișpan din făină de șrot a arătat că substituirea unei părți de zahăr cu făină de șrot a modificat culoarea (în special în secțiune), mirosul, gustul și consistența produselor.

Astfel, *culoarea miezului* a avut o nuanță cafenie-deschisă până la închisă în dependență de gradul de substituire a zahărului cu șrot și de granulozitatea șrotului, iar suprafața produselor a avut o nuanță rumenă-cafenie. Suprafețele blaturilor cu făină intermediară și grosieră au fost mai închise în comparație cu cele din făină cu granulozitate fină.

Mirosul și gustul pandișpanului din făină de șrot a fost plăcut, cu aromă pronunțată de nuci și gust mai redus de dulce. Indicii respectivi au fost mai pronunțați în probele din făină cu granulozitate intermediară și grosieră a șrotului.

Utilizarea făinii grosiere de șrot a imprimat pandișpanului o consistență mai dură. Probele de pandișpan cu făină fină de șrot au avut caracteristici organoleptice mai bune. Consistența probelor de pandișpan cu făină intermediară și grosieră (indiferent de cantitatea făinii) a fost mai puțin elastică, mai friabilă, cu rugozități la suprafață și în secțiune. Punctajele medii ponderate ale examenului organoleptic al pandișpanului sunt reprezentate în figura 5.27.

Evaluarea organoleptică a dat următoarele rezultate. Cel mai mare scor global a avut proba de pandișpan clasic. Puțin mai mic a fost scorul global pentru probele în care zahărul a fost substituit cu șrot la nivelul de 25%. Cele mai mici note a obținut pandișpanul cu gradul de substituire a zahărului cu șrot egal cu 50%.



- 1 – FG - făină de grâu;
- 2 – FGȘ - (50%);
- 3 – FIȘ - (50%);
- 4 – FFȘ - (50%);
- 5 – FGȘ - (25%);
- 6 – FIȘ - (25%);
- 7 – FFȘ - (25%).

(FG - făină de grâu, 180 μm - făină fină de șrot (FFȘ); 280 μm - făină de șrot cu granulozitate intermediară (FIȘ), 500 μm - făină de șrot grosieră (FGȘ).

Figura 7.27. Punctajul mediu al examenului organoleptic al probelor de pandișpan cu șrot

Cel mai înalt punctaj ponderat acordat probelor cu adaos de șrot a avut pandișpanul în care 25% din cantitatea totală de zahăr a fost substituită cu făină fină de șrot.

Indicii fizico-chimici

Indicii fizico-chimici au fost determinați doar în pandișpanul din făină de grâu (proba de referință) și pentru probele de pandișpan cu făina de șrot (25%), care au avut scorul organoleptic mai mare [1]. *Umiditatea* probelor de pandișpan (fig.7.28) este similară valorilor indicate în literatura de specialitate pentru semifabricatele de pandișpan (21-27%), dar este puțin mai mică pentru preparatele cu făină fină și puțin mai mare pentru cele cu făină grosieră.

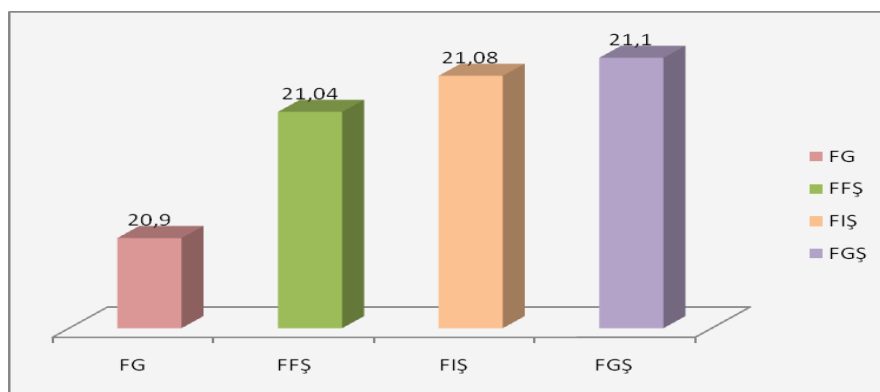


Figura 7.28. Umiditatea probelor de pandișpan din făină de șrot

Volumul specific (fig.7.29) a avut valoarea maximală în cazul probei de referință și valori mai mici pentru pandișpanul cu adaos de șrot, fiind în relație inversă cu granulozitatea șrotului.

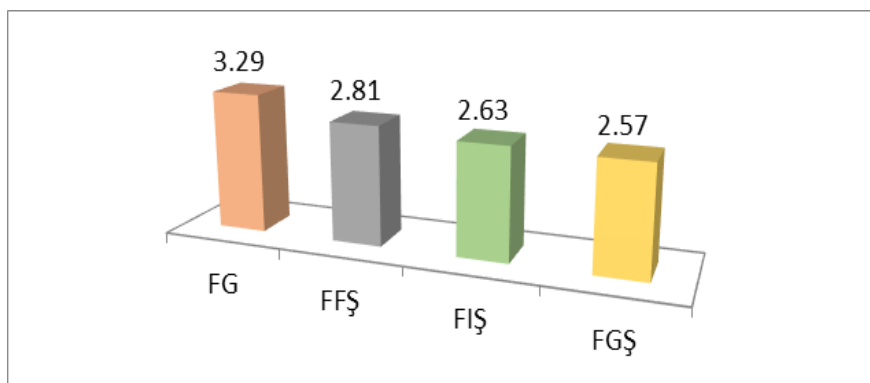


Figura 7.29. Volumul specific al probelor de pandișpan din făină de șrot

Porozitatea a fost cuprinsă între 73% (pentru proba de referință) și 62,6-73% (pentru probele de pandișpan cu făină de șrot), fiind, de asemenea, în relație inversă cu granulozitatea șrotului (fig.5.30). *Elasticitatea* tuturor probelor de pandișpan cu făină din șrot a fost practic identică și apropiată de cea a probei de referință (fig.7.30).

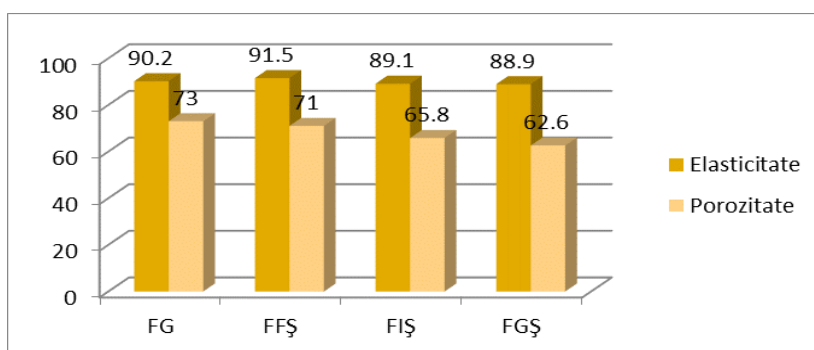


Figura 7.30. Porozitatea și elasticitatea probelor de pandișpan din făină de șrot

Evoluția calității pandișpanului în timpul depozitării

Probele de pandișpan, după coacere și răcire la temperatura camerei, au fost ambalate în peliculă de polietilenă și păstrate la temperatura de $18 \pm 5^\circ\text{C}$ și umiditatea relativă a aerului de 75%, conform standardelor în vigoare pentru astfel de produse.

Evoluția calității senzoriale. Evaluarea indicilor organoleptici ai probelor de pandișpan a fost urmărită timp de opt zile, la intervale de două zile. După primele patru zile de păstrare nu au fost înregistrate modificări ale indicilor organoleptici de calitate. Peste șase zile probele de pandișpan au avut un miros și gust, deși slab pronunțat, de produs stătut, iar peste opt zile acesta s-a intensificat, trecând în miros și gust netipic (tabelul 7.28). După opt zile de păstrare, gustul și mirosul de alterat s-a intensificat, produsele devenind inacceptabile pentru consum după zece zile de păstrare.

Tabelul 7.28. Evoluția indicilor organoleptici ai probelor de pandișpan după opt zile de păstrare

Indicii organoleptici	Probele de pandișpan și caracteristica indicilor organoleptici			
	proba de referință	cu adaos de făină grosieră de șrot	cu adaos de făină de șrot intermediară	cu adaos de făină de șrot
Gust și miros	Necaracteristic cu miros străin	Netipic, de produs alterat	Netipic, de produs alterat	Neplăcut, de produs stătut
Aspect în secțiune	Miezul neelastic, umed	Miezul umed, neelastic, cafeniu-brun	Miezul poros, umed, elastic, cafeniu omogen	Miezul poros, neelastic, umed, cafeniu-deschis

Rezultatele examenului organoleptic al probelor în perioada de păstrare au demonstrat că termenul-limită de consum al pandișpanului cu adaos de făină de șrot este de opt zile.

Evoluția indicilor microbiologici. Cea mai frecventă formă de degradare microbiologică a preparatelor de patiserie, inclusiv a pandișpanului este mucegăirea. Mucegaiurile ce provoacă această alterare sunt multiple, dar cele mai frecvente sunt mucegaiurile din genul *Penicillium*. Acestea formează micotoxine, care provoacă intoxicații alimentare cu consecințe grave pentru sănătate. Evoluția numărului de celule de *Penicillium* în perioada de păstrare a pandișpanului este dată în figura 7.31.

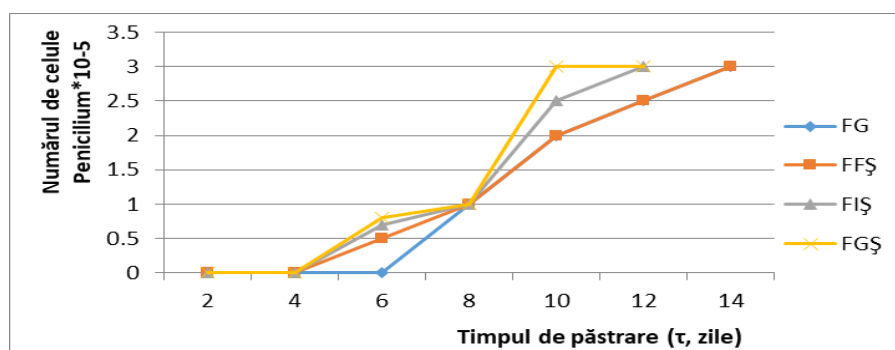


Figura 7.31. Evoluția numărului de celule de *Penicillium* în perioada de păstrare a pandișpanului

În proba martor primele celule de *Penicillium* au apărut după a opta zi de păstrare, iar numărul lor a crescut vertiginos în următoarele zile, atingând numărul critic de celule în a 12-a zi de păstrare. În pandișpanul cu făină de șrot contaminarea critică cu celule de *Penicillium* a fost atinsă după șase zile de păstrare.

7.7.3. Tehnologia de obținere a prăjiturilor „Macarons”

Prăjiturile (fursecurile) „Macarons” sunt preparate de cofetărie cu structură granuloasă, crocante la exterior, moi în interior, au formă rotundă cu diametrul cuprins între 3 și 5 cm. Fiind derivate ale prăjiturilor „Meringue” (bezele), sunt pregătite din făină de migdale, zahăr și ouă. Costul acestor fursecuri este mare din cauza prețului înalt al migdalelor (de cca două ori mai mare decât prețul miezului de nuci).

Substituirea parțială a pudrei de migdale cu șrot de nuci ar putea asigura o oarecare independență față de importurile costisitoare de migdale și o reducere a prețului prăjiturilor, fără a afecta esențial valoarea nutritivă și de consum a lor.

Ținând cont de rezultatele expuse mai sus (indicii de calitate ai pandișpanului), pentru elaborarea prăjiturilor „Macarons” a fost utilizată făină de șrot cu granulozitatea 180 μm și 280 μm, dar și făină albită cu granulozitatea de 500 μm. Au fost încercate 7 rețete de bază, incluse în tabelul 7.29. Gradul de substituie a pudrei de migdale cu șrot a fost de 25 și 50%.

Tabelul 7.29. Rețetele prăjiturilor „Macarons” cu adaos de șrot de nuci

Nr. d/o	Denumirea și cantitatea ingredientelor							
	făină de migdale	șrot 280 μm	șrot 180 μm	șrot albit 500 μm	zahăr farin	albuș	zahăr	apă
1	160	-	-		170	120	160	50
1/1								
2	80	80	-	-	170	120	160	50
3	80	-	80	-	170	120	160	50
4	80	-	-	80	170	120	160	50
3/1								
5	120	40	-	-	170	120	160	50
6	120	-	40	-	170	120	160	50
7	120	-	-	40	170	120	160	50

Indicii de calitate ai prăjiturilor „Macarons”

Indicii senzoriali. Conform rezultatelor analizei senzoriale, probele de prăjituri cu făină de șrot au avut aspect exterior agreabil, culoare deschisă, dar puțin mai pronunțată față de proba martor. Proba cu șrot albit (500 μm) a avut calități practic identice cu cele ale probei martor, dar cu calități gustative mai bune. Rezultatele evaluării organoleptice a prăjiturilor sunt reprezentate în figura 7.32.

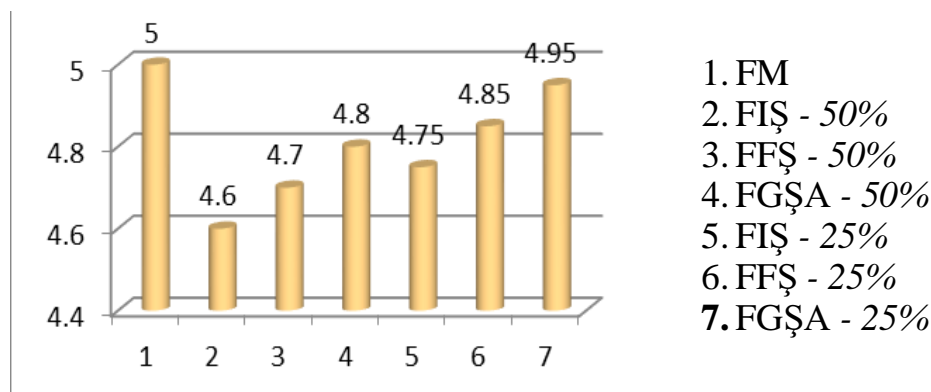


Figura 7.32. Punctajele medii ponderate ale examenului organoleptic al prăjiturilor „Macarons”

(FM - făină de migdale, 180 μm - făină fină de șrot (FFȘ); 280 μm - făină de șrot cu granulozitate intermediară (FIȘ), 500 μm - făină de șrot cu granulozitate grosieră albită (FGȘA))

Cu punctaje medii ponderate maximale au fost apreciate prăjiturile cu adaos de șrot albit, fiind urmate de prăjiturile cu gradul de substituire a pudrei de migdale la nivelul de 25% și de 50%.

Indicii fizico-chimici. Umiditatea prăjiturilor și conținutul de cenusă în ele sunt date în tabelul 7.30. Valorile lor sunt practic identice, pentru că valorile conținutului de cenusă în șrot și în pudra de migdale sunt apropiate, iar pierderea de umiditate la coacere este în funcție de durata de coacere, care este similară pentru toate probele.

Tabelul 7.30. Indicii fizico-chimici ai prăjiturilor „Macarons”

Nr. d/o	Variante experimentale de prăjituri	Umiditatea, %	Cenușa totală, %	Cenușa insolubilă în HCl-10%, %
1	FM	10,15 \pm 0,50	89,5 \pm 4,4	0,075 \pm 0,003
2	FIȘ- 50%	9,5 \pm 0,47	90,5 \pm 4,5	0,061 \pm 0,003
3	FFȘ- 50%	9,1 \pm 0,45	90,9 \pm 4,5	0,052 \pm 0,002
4	FGȘA- 50%	9,56 \pm 0,47	90,44 \pm 4,5	0,061 \pm 0,003
5	FIȘ- 25%	9,9 \pm 0,49	90,1 \pm 4,5	0,062 \pm 0,003
6	FFȘ- 25%	10,1 \pm 0,50	89,5 \pm 4,4	0,051 \pm 0,002
7	FGȘA - 25%	9,98 \pm 0,49	90,02 \pm 4,5	0,062 \pm 0,003

Evoluția calității prăjiturilor în timpul depozitării

Evoluția calității senzoriale. Prăjiturile „Macarons” au fost păstrate în frigider la temperatura de 4 \pm 7°C, conform recomandărilor de păstrare în vigoare.

Evoluția indicilor organoleptici ai probelor de prăjituri au fost urmarite timp de cinci zile. După patru zile, în toate probele de prăjituri, modificări ale indicilor organoleptici nu au fost înregistrate (tabelul 7.31).

Începând cu ziua a cincea, în probele de prăjituri *FIS* și *FFS* - 50% gustul a devenit puțin amărui, iar suprafața crocantă mai moale. În celelalte probe de prăjituri gustul a rămas intact și doar crusta *crocantă* a devenit mai moale. În conformitate cu rezultatele examenului organoleptic al probelor de prăjituri în perioada de păstrare, termenul limită de consum pentru prăjituri este de patru zile.

Tabelul 7.31. Indicii organoleptici ai prăjiturilor după păstrare (cinci zile)

Indici	Variante experimentale de prăjituri "Macarons" și descrierea indicilor de calitate						
	FM	FIS-50%	FFS-50%	FGSA-50%	FIS-25%	FFS-25%	FGSA-25%
Forma	Formă bine păstrată, uniformă						
Suprafața	Netedă, prezența fustiței						
Culoarea	Uniformă - albă, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate	Albă-cafenie deschis, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate		Uniformă - albă-surie, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate	Albă-cafenie deschisă, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate		Uniformă - albă, cu nuanță specifică ingredientelor adăugate
Gustul și mirosul	Plăcut, caracteristic produsului	Gustul plăcut, caracteristic produsului dat. Miros străin					
Consistența	Consistența moale pentru toate probele						

Evoluția indicilor microbiologici. Ca și în cazul pandișpanului, pe parcursul perioadei de păstrare în probele de prăjituri a fost determinat numărul de celule de *Penicillium*. În primele trei zile de păstrare celule de mucegai nu au fost identificate. Începând cu ziua a patra, în proba de prăjiruri din făină de șrot 50%, au apărut primele celule de *Penicillium*. În probele cu 25% de șrot apariția microorganismelor a fost identificată începând cu ziua a cincea (fig.7.33).

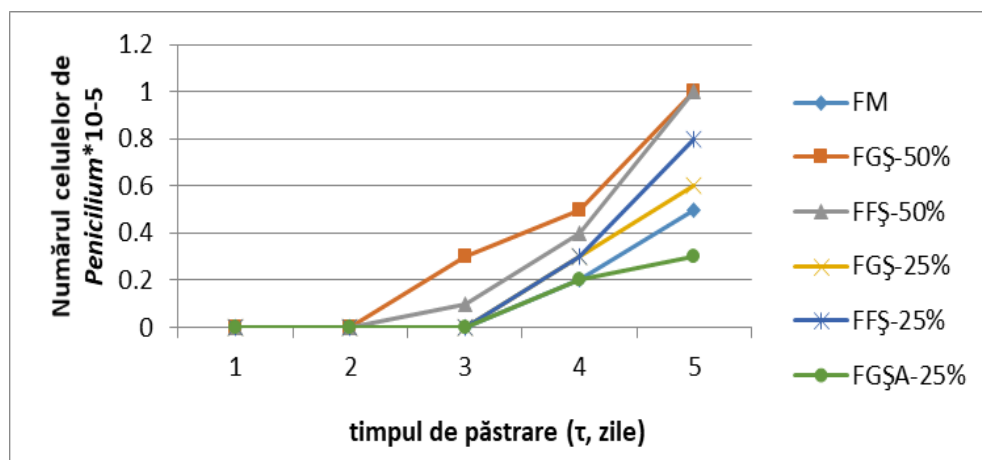


Figura 7.33. Evoluția numărului de celule de *Penicillium* în perioada de păstrare a prăjiturilor „Macarons”

E de menționat că la sfârșitul păstrării (timp de cinci zile) numărul de celule în toate probele analizate au fost mai mici decât cel admisibil.

CONCLUZII

1. S-a demonstrat că caracteristicile fizico-chimice și biochimice ale nucilor pe parcursul depozitării sunt în permanentă modificare, având caracter exponențial. Cele mai profunde modificări sunt legate de procesele de oxido-reducere ale componentelor nucilor și procesele de sorbție a umidității.

2. Conținutul de nutrienți din nuci este comparabil cu datele prezentate în literatura de specialitate pentru alte genotipuri de nuci. Proteinele nucilor conțin toți aminoacizii, cea mai mare parte revenind leucinei și izoleucinei cu un conținut de 6,97 și 3,56 g/100 g proteină respectiv. Grăsimile miezului de nuci au un conținut redus de acizi grași saturați (7,5%), iar acizii grași polinesaturați (a. linoleic $\omega 6$ și a. linolenic $\omega 3$) constituie peste 81% din totalul acizilor grași.

3. A fost elaborată schema tehnologică de procesare postrecoltă a nucilor care se înscrie în preocupările generale privind procesarea tehnologică a nucilor, contribuind la asigurarea premiselor unei dezvoltări durabile a sectorului nucifer.

4. Întrucât șrotul de nuci reprezintă un produs ce poate fi valorificat în tehnologia alimentară, inclusiv pentru ameliorarea calității nutritive și lărgirea sortimentului de produse de cofetărie, a fost elaborată schema tehnologică de obținere a șrotului de nuci, cât și posibilitățile de valorificare a lui în domeniul alimentar.

5. S-a demonstrat posibilitatea și oportunitatea producerii laptelui de nuci și băuturilor fermentate pe bază de lapte de nuci. Produsele obținute au conținut caloric scăzut, au proprietăți senzoriale și caracteristici fizico-chimice specifice materiei prime și adaosurilor folosite, sunt diferite de cele ale produselor fermentate din lapte de vaci, dar acceptabile pentru consum.

6. Au fost elaborate rețetele optime și tehnologia de obținere a produselor de cofetărie elaborate (*halva, pandișpan, prăjituri „Macarons”*) care sunt influențate în mare parte de granulozitatea șrotului, care are un impact semnificativ asupra caracteristicilor organoleptice și fizico-chimice ale produselor. În baza evoluției indicilor organoleptici, fizico-chimici și microbiologici la păstrarea produselor elaborate au fost stabilite termenele de valabilitate a produselor.

BIBLIOGRAFIE

1. Abou-Gharbia H.A. et al. Oxidative stability of sesame paste (Tehina). *J. Food Lipids*, 3, 1996, p. 129-137.
2. Ahmad S., Karim R., Hasanah M.G. and Nyuk Ling Chi. Textural, Rheological and Sensory Properties and Oxidative Stability of Nut Spreads. A Review. *Int. J. Mol. Sci.* 2013, p. 4223-4241.
3. Akowuah J. O., Addo A. and Kemausuor F. Influence of storage duration of jatropha curcas seed on oil yield and free fatty acid content. *Arpn Journal of Agricultural and Biological Science*. Vol. 7, No. 1, 2012.
4. Amaral J.S., Casal S., Pereira J.A., Seabra R.M., Oliveira B.P.P. Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal, *J. Agric. Food Chem.* 51, 2003, p. 7698-7702.
5. Amaral J.S., Cunha S.C., Alves M.R., Pereira J.A., Seabra R.M., Oliveira B.P. Triacylglycerol composition of walnut (*Juglans regia* L.) cultivars: characterization

- by HPLC-ELSD and chemometrics. *J Agric Food Chem.* 2004.
6. Abou-Gharbia H.A. et al. Oxidative stability of sesame paste (Tehina). *J. Food Lipids*, 3, 1996, p. 129-137.
 7. Akpınar E., Midilli A., and Bicer Y. Single layer drying behavior of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modeling. *Energy Conv. Manag.*, 2003, 44, p. 1689-1705.
 8. Akter, F., Jahan, N., & Sultana, N. Effect of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) on Fasting Blood Glucose and HbA1c in Alloxan Induced Diabetic Male Rats. *Journal of Bangladesh Society of Physiologist*, 9(2), 2015, p. 48-53.
 9. Akter, R., et al. "Effect of Obesity on Fasting Blood Sugar." *Mymensingh medical journal: MMJ* 26.1, 2017: p. 7.
 10. Ali, M., Ullah, A., Ullah, H., Khan, F., Ibrahim, S. M., Ali, L., & Ahmad, S.. Fruit properties and nutritional composition of some walnut cultivars grown in Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(3), 2010, 240-244.
 11. Amaral, J. S., Alves, M. R., Seabra, R. M., & Oliveira, B. P. Vitamin E composition of walnuts (*Juglans regia* L.): a 3-year comparative study of different cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(13), 2005, 5467-5472.
 12. Amaral, J.S, Casal, S., Pereira, J.A., Seabra, R.M. and Oliveira, B.P. Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. *J. Agric. Food. Chem.*, 51 (26): 2003, 7698-7702.
 13. Anderson, K. J., Teuber, S. S., Gobeille, A., Cremin, P., Waterhouse, A. L., & Steinberg, F. M. Walnut polyphenolics inhibit in vitro human plasma and LDL oxidation. *The Journal of nutrition*, 131(11), 2001, 2837-2842.
 14. Ayo, J., Carballo, J., Serrano, J., Olmedilla-Alonso, B., Ruiz-Capillas, C., & Jimenez-Colmenero, F. Effect of total replacement of pork backfat with walnut on nutritional profile of frankfurters. *Meat Science*, 77, 2007, p. 173-181.
 15. Ayo, J., Carballo, J., Solas, M. T., and Jimenez-Colmenero, F. High pressure processing of meat batters with added walnuts. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 40, 2005.
 16. Babiker M.S. Chemical Composition of Some Non-Conventional Feed Resources. *International Journal of Poultry Science* 11 (4), 2012, p. 283-287.
 17. Bansal P. Development of value added products using peanut flour for nutritional and health benefits. M.Sc. Thesis (Food and Nutrition). Punjab Agricultural University, Ludhiana, Punjab. 2013, 129 p.
 18. Bailly C., Bogatek-Leszczynska R., Come D., Corbineau F. Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedlings from seeds of different vigour. *Seed Science Research*, v. 12, nr. 1, 2002, p. 47-55.
 19. Benites J., et al. An in vitro comparative study with furoyl-1,4-quinones endowed with anticancer activities. *Invest New Drugs*. 2010 mar 17.
 20. Berry SE, Tydeman EA, Lewis HB et al. Manipulation of lipid bioaccessibility of almond seeds influences postprandial lipemia in healthy human subjects. *Am J. Clin Nutr* 88: 2008, p. 922-929.
 21. Blessington T., Christopher G. Theofel, Elizabeth J. Mitcham, and Linda J. Harris. "Survival of foodborne pathogens on inshell walnuts." *International journal of food microbiology* 166, no. 3, 2013: p. 341-348.
 22. Blomhoff, R., Carlsen, M.H., Andersen, L.F. and Jacobs, D.R. Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. *Br. J. Nutr.*, 96: 2006, 52-60.
 23. Boaghi E., Reșitca V., Tatarov P., Ciurac J. Walnut shells bleaching using oxidizing and reducing agents. *Food and Environment Safety*. Volume XVII, Issue 1–2018. 2018. pp. 48-52.

24. Boaghi, E., 2016. Impact of treatment with oxidative bleaching agents on walnut (*Juglans Regia L.*) shell chromatic parameters. *Ukrainian food journal*, (5, Issue 4), pp.644-652.
25. Boaghi E., Popovici C., Deseatnicova O. Can we use the walnut (*Juglans regia L.*) oil for the production of mayonnaise? The Annals of the 78th scientific conference of the young scientists, PhD and students "Scientific achievements of young scientists for solving problems of nutrition humanity in the XXI century", National University for Food Technologies, 2012, Kiev, Ukraine, p. 293.
26. Camargo R., Carvalho M.L.M. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, n. 1, 2008, p. 131-139.
27. Carlsen, M. H., Halvorsen, B. L., Holte, K., Bøhn, S. K., Dragland, S., Sampson, L. & Barikmo, I. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutrition journal*, 9(1), 2010, p.1.
28. Cosmulescu S., Baciú A., Achim G., Botu M., Trandafir I. Mineral composition of fruits in different walnut (*Juglans regia L.*) Cultivars. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 37: 2009, p. 156-160.
29. Catalogul soiurilor de plante al Republicii Moldova. Ediție oficială. Chișinău, 2014.
30. Cociu V. *Culturile nucifere*. București: Ed. Ceres, 003.
31. Cofrades, S., Serrano, A., Ayo, J., Solas, M.T., Carballo, J., and Colmenero, F.J. Restructured beef with different proportions of walnut as affected by meat particle size. *Eur. Food Res. Technol.*, 218, 2004, p. 230-236.
32. Colaric, M., F. Stampar, M. Hudina and A. Solar. Sensory evaluation of different walnut cultivars (*Juglans regia L.*). *Acta Agriculturae Slovenica*, 87: 2006, 403-413.
33. CR de Mediu Moldova. Impactul Acordului de Liber Schimb Aprofundat și Cuprinzător între Republica Moldova și Uniunea Europeană asupra sectorului agroalimentar moldovenesc (2013).
34. Cosmulescu S., Baciú A., Achim G., Botu M., Trandafir I. Mineral composition of fruits in different walnut (*Juglans regia L.*) Cultivars. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 37: 2009, p. 156-160.
35. Damir A.A. & Abdel-Nabey A.A., Quality characteristics of sunflower Halawa. *Nahrung*, 34(6), 1990, p. 491-497.
36. Damir A.A., Utilization of sunflower seeds in sesame paste and halawa processing. *Food Chem.*, 14, 1984, p. 83-92.
37. Deeth, H.C. and Tamime, A.Y. Yoghurt, nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Prot.*44, 1991: p. 78-86.
38. Ding ZS, Tian SP, Wang YS, Li B, Chan ZL, Han J, Xu Y. Physiological response of loquat fruit to different storage conditions and its storability. *Postharv Biol Technol.* 2006;41:143-50.
39. Ereifej K.I., Rababah T.M. & Al-Rababah M.A. Quality attributes of halva by utilization of proteins, non-hydrogenated palm oil, emulsifiers, gum arabic, sucrose, and calcium chloride. *Int. J. Food Prop.*, 8, 2005, p. 415-422.
40. FAO (WHO) (Food and Agriculture Organisation and the World Health Organisation). Protein and acid requirement in human nutrition. WHO/FAO/UNU Expert, 2007.
41. FAO. Investir dans l'agriculture pour la securite alimentaire. Journee mondiale de l'alimentation/Telefood, Rome, Italie, 2006.
42. Fekria AM, Isam ASA, Suha OA and Elfadil EB. Nutritional and functional characterization of defatted seed cake flour of two Sudanese groundnut (*Arachis hypogaea*). *Intl. Food Res. J.* 12, 2012: p. 629-37.
43. Feldman, E.B. The scientific evidence for a beneficial health relationship between walnuts and coronary Heart Disease. *J. Nutr.*, 132 (5), 2002: p. 106-110.

44. Ferrari, C.K. Functional foods, herbs and nutraceuticals: towards biochemical mechanisms of healthy aging. *Biogeront.*, 5 (5): 2004, p. 275-89.
45. Fukuda, T., Ito, H. and Yoshida, T. Effect of the walnut polyphenol fraction on oxidative stress in type 2 diabetes mice. *Biofact.*, 21(1-4): 2004, p. 251-253.
46. Frankel E.N. *Lipid Oxidation*. Second Edition. University of California, USA 2005.
47. Gallier, S., Tate, H., and Singh, H. (2013). In vitro gastric and intestinal digestion of a walnut oil body dispersion. *J. Agric. Food Chem.*, 61, 2013, p. 410-417.
48. Gandev, S. Budding and grafting of the walnut (*Juglans regia* L.) and their effectiveness in Bulgaria (review). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13(6), 2007, 683.
49. Gemma B., Josep B., Magda R. Nuts: source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*. *British Journal of Nutrition / Volume 96 / Supplement S2 / November 2006*, p. S24-S28.
50. George A.A. and Lumen B.O. Determination of amino acid composition of soybeans (*Glycine max.*) by near-infrared spectroscopy. *J Agric Food Chem*, 1991, 39, p. 224-227.
51. Germain E., J-Prunet A. Garcin. *Le Noyer*. CTIFL, Paris, 1999, p. 278.
52. Ghasemnezhad A. and Honermeier B. Influence of storage conditions on quality and viability of high and low oleic sunflower seeds. *International Journal of Plant Production*, 3(4), 2009, p. 39-48.
53. Gills L.A. & Resurreccion A.V.A. Sensory and physical properties of peanut butter treated with palm oil and hydrogenated vegetable oil to prevent oil separation. *J. Food Sci.*, 65(1), 2000, p. 173-180.
54. Gharibzahedi, S.M.T., Mousavi, S.M., Khodaiyan, F., and Hamed, M. Optimization and characterization of walnut beverage emulsions in relation to their composition and structure. *Int. J. Bio. Macromo.*, 50, 2012, p. 376-384.
55. Giyarto, Djaafar TF, Rahaya ES and Utami (2012) Fermentation of peanut milk by *Lactobacillus acidophilus* SNP-2 for production of non-dairy probiotic drink.
56. Grace, M. H., Warlick, C. W., Neff, S. A., & Lila, M. A. Efficient preparative isolation and identification of walnut bioactive components using high-speed counter-current chromatography and LC-ESI-IT-TOF-MS. *Food chemistry*, 158, 2014, 229-238.
57. Griel AE, Kris-Etherton PM, Hilpert KF, Zhao G, West SG, Corwin RL. An increase in dietary n-3 fatty acids decreases a marker of bone resorption in humans. *Nutrition Journal*. 2007, p. 6.
58. Gajim C. Tainele nucului. *CCRE „Presa”*, Chișinău, 2005, p. 127.
59. Greve C., Mc. Granahan G., Hasey J., Snyder R., Kelly K., Goldhamer D., Labavitch J., Variation in polyunsaturated fatty acid composition of Persian walnuts. *J. Soc. Hort. Sci.*, 1992, p. 518-522.
60. Griel A.E., Kris-Etherton P.M. Tree nuts and the lipid profile: A review of clinical studies. *Br.J. Nutr*, 2006, p. 68-78.
61. Grosu C., Boaghi E., Deseatnicova O., Reșitca V. Mineral composition of walnut kernel and walnut oil cake. *Papers of the International Symposium EURO-ALIMENT, Around Food, October 3-5, 2013 Galați, Romania*, p. 147 ISSN 1843-5114.
62. Grosu C., Boaghi E., Deseatnicova O., Reșitca V., Rubțov S. Microbiological analysis of walnut oil cake. *Papers of the International Symposium EURO-ALIMENT, Around Food, October 3-5, 2013, Galați, România*, p. 146. ISSN 1843-5114.
63. Grosu Carolina, Boaghi E., Deseatnicova O. Possibilities of Walnut Oil Cake Use in

- Pasta Supplementation. „Papers of the 7th International Symposium EURO-ALIMENT, Around Food, September 24-26, 2015, Galați, Romania. p.110. ISSN 1843-5114.
64. Grosu C., Boaghi E., Paladi D., Deseatnicova O., Reșitca V. Prospects of using walnut oil-cake in food industry. Proceedings of International conference. “Modern technologies in the food industry 2012”. Technical University of Moldova, 1- 3 November 2012, Volume I, p. 362 - 365. ISBN 978-9975-80-645-9.
 65. Grosu C., Boaghi E., Deseatnicova O., Reșitca V. Influence of drying process on walnut oil cake oxidative and microbiological stability. Kiev, Ukraine. 79 Міжнародна наукова конференція молодих ученихб аспірантів и студентивю“ Наукови здобутки молоди-виршенню проблем харчування людства у XXI столитти” Национальний университет харчових технологійб. 15-16 квітня 2013, с.21-22.
 66. Grosu C., Capcanari T., Popovici C., Deseatnicova O. Optimizarea rețetelor și tehnologiei de fabricare a desertului din prune cu nuci în sirop. Conferința tehnico-științifică a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților. Vol. II, UTM, Chișinău, 08-10 decembrie, 2011, p. 92-93. ISBN 978-9975-45-208-3.
 67. Grosu C., Tatarov P., Deseatnicova O., Reșitca V. Procedeu de obținere a halvarei din miez de nucă (*Juglans regia* L). Brevet de invenție nr. 896. Data publicării hotărârii de acordare a brevetului 2015.04.30, BOPI nr. 4/2015.
 68. Grosu C., Boaghi E., Paladi D., Deseatnicova O., Reșitca V. Prospects of using walnut oil cake in food industry, Proceedings of International conference “Modern technologies in the food industry 2012”. Technical University of Moldova, 1-3 November 2012, ISBN 978-9975-80-645-9, Volume I, p. 362-365.
 69. Grosu Carolina. Halva din nuci (*Juglans regia* L.). Meridian ingineresc, nr. 4, 2014, p.61-63. ISSN 1683-853X.
 70. Grotto, D. 101 foods that could save your life. Bantam Bell, New York, U.S.A, 2008.
 71. Gulcan Oz. Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L), genotypes grown in Turkey, Grasasy Aceites Vol. 56. 2005.
 72. Habeanu M., ș.a. Efectul suplimentării cu enzime a rețetelor de nutreț combinat pe bază de porumb, șrot de soia sau rapiță, asupra performanțelor porcilor în îngrășare-finisare. Institutul de Biologie și Nutriție Animală Balotești. Analele IBNA, 2006.
 73. Haider, S., Batool, Z., Tabassum, S., Perveen, T., Saleem, S., Naqvi, F., Javed, H. and Haleem, D.J. Effects of walnuts (*Juglansregia*) on learning and memory functions. *Plant Foods Hum Nutr.*, 66(4), 2011: p. 335-340.
 74. Halvorsen B.L., Carlsen M.H., Phillips K.M., Bohn S.K., Holte K., Jacobs D.R., Blomhoff R., Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States, *Am J Clin Nutr.* 84, 2006, p. 95-135.
 75. Halvorsen B.L., Holte K., Myhrstad M.C., Barikmo I., Hvattum E., Remberg S.F., Wold A.B., Haffner K., Baugerod H., Andersen L.F., Moskaug O., Jacobs D.R. Jr, Blomhoff R. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr.* 132(3), 2002, p. 461-471.
 76. Hiroshi S., Junji T., Toshiyuki F., Hideyuki I., Tsuyoshi H., Takashi Y. Hepatoprotective constituents in endocarps of walnut. *J. Pharm. Soc. Japan* 126:2006, p. 108-109.
 77. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr.8 din 3 ianuarie 2006. Programul pentru dezvoltarea culturilor nucifere până în anul 2020.
 78. Hunt, S. (2003), Measurements of photosynthesis and respiration in plants. *Physiologia Plantarum*, 117: 314–325. doi:10.1034/j.1399-3054.2003.00055.x
 79. Ivanova, R., Tatarov P., Polyphenolic content and antioxidant capacity of extracts

- from pellicle of walnut kernels. 2nd International Symposium Secondary Metabolites, Chemistry, Biologi, Biotechnology, Abstract Book. Moscow. 2014, p.104.
80. J., Kramer, Paul (2012). Water relations of plants. *Elsevier Science*.
 81. Jimenez-Colmenero, F. Meat based functional foods. In: Hui Y. H., Associate editors, Chandan et al.(eds), *Handbook of Food Products Manufacturing*. New Jersey: John Wiley & Son, Inc, 2007, p. 989-1015.
 82. Jiménez-Colmenero, Francisco, Francisco J. Sánchez-Muniz, and Begoña Olmedilla-Alonso. Design and development of meat-based functional foods with walnut: Technological, nutritional and health impact. *Food chemistry* 123.4 (2010).
 83. Johnson, David R., and Eric A. Decker. The role of oxygen in lipid oxidation reactions: a review. *Annual review of food science and technology* 6, 2015: p. 171-190.
 84. Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *Journal of dentistry*, 34, 2006, p. 412-419.
 85. Jean-Jacques DE Corcelles, Robert Mazin. *Le noyer et la noix*. edisud, France, 1995.
 86. Jenac A., Mîgalatiev O., Caragia V., Soboleva I. Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare. Caracteristica CO₂- extractului din firimituri de miez de nucă. Decembrie, 2013, p. 82-87.
 87. Kamal-Eldin A, Moreau RA. Tree nut oils. In: Moreau RA, Kamal-Eldin A editors. *Gourmet and health-promoting specialty oils*. AOAC, 2012: pp. 127-149.
 88. Kane LE, Davis JP, Oakes AJ, Dean LL and Sanders TH. Value added processing of peanut meal. *J.Food Biochem*. 36(5), 2012: 520-31.
 89. Karasek L., Wenzl T., Ulberth F. Determination of 3-MCPD Esters in Edible Oil - Methods of Analysis and Comparability of Results. *European journal of lipid science and technology* vol. 113 no. 12, 2011, p. 1433-1442.
 90. Kartika I. A. Moisture sorption behavior of jatropha seeds at 20°C as a source of vegetable oil for biodiesel production. *J. Tek. Ind. Pert*, 19(3), 2010, p. 123-129.
 91. Kim H.G., Cho J.H., Jeong E.Y., Lim J.H., Lee S.H., Lee H.S. Growth inhibiting activity of active component isolated from *Terminalia chebula* fruits against intestinal bacteria. *J. Food Prot.*, 69:2006, p. 2205-2209.
 92. Kendall CW, Esfahani A, Josse AR et al. The glycemic effect of nut-enriched meals in healthy and diabetic subjects. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 21: 2011, p. 34-39
 93. Kornsteiner, M., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food chemistry*, 98(2), 2006, 381-387.
 94. Kris-Etherton, P.M., S. Yu-Poth, J. Sabate, H.E. Ratcliffe, G. Zhao and T.D. Etherton. Nuts and their bioactive constituents: effects on serum lipids and other factors that affect disease risk. *The Am. J. Clin. Nutr.*, 70: 1999, 504-511.
 95. Labuza, THEODORE P. Interpretation of sorption data in relation to the state of constituent water. *Water relation of food: proceedings of an International Symposium held in Glasgow*. 1974.
 96. Laroche C., Fine F., Gervais P. Water activity affects heat resistance of microorganisms in food powders. *International Journal of Food Microbiology*, 97, 2005, p. 307-315
 97. Laskowski K., Kulikowska A. Physicochemical properties of walnut oil. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny (Warszawa)*, 18:1967, p. 483-486.
 98. Lavedrine F., Ravel A., Villet A., Ducros V., Alary J. Mineral composition of two walnut cultivars originating in France and California. *Food Chem* 68(3), 2000, p. 347-351.
 99. Lattimer, J. M., & Haub, M. D. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 2010, 1266-1289.
 100. Legea nukului // Monitorul Oficial al Republicii Moldova nr. 658-XIV, 29.12.1999,

- nr. 153-155, Chișinău, 1999.
101. Lima I. & Guraya H. Optimization analysis of sunflower butter. *J. Food Sci.*, 70(6), 2005, p. 365-370.
 102. Lira R., Arredondo P. Oxido nitrico un heroe disfrazado de villano. *Ciencia y Cultura*, 53, 2004, p. 11-18.
 103. Luciana A., Maria L. Deterioration of sunflower seeds during storage. *J. Seed Sci.* vol.35, no.2, Londrina, 2013.
 104. M. Begum, A. D. Hocking and D. Miskelly, Inactivation of food spoilage fungi by ultra violet (UVC) irradiation. *International Journal of Food Microbiology*, 129, 2009, p. 74.
 105. McGill A.S., C.F. Moffat, P.R. Mackie and P. Cruickshank. The Composition and Concentration of n-Alkanes in Retail Samples of Edible Oils, *J. Sci. Food Agric.* 61, 1993, p. 357-362.
 106. MacDonald B.E., Galloway G. & Kakuda Y., Process for preparing sunflower butter spread from pretreated sunflower seeds. Patent US 4515818 A, 05/07/1985.
 107. Martinez M. L., Mattea M. A., Maestri D M. Pressing and supercritical carbon dioxide extraction of walnut oil. *Journal of Food Engineering* 88, 2008, p. 399-404.
 108. Martinez M. L, Barrionuevo G., Nepote V., Grosso N. & Damia. N Maestri. Sensory characterisation and oxidative stability of walnut oil, 2011.
 109. Mahaut M., Jeantet R., Brule G., Schuck P. *Les produits laitiers industriels*. Paris: Tec & Doc, 2000.
 110. Mery D et al. (). Automated fish bone detection using X-ray imaging. *J Food Eng* 105(3), 2011: p. 485-92
 111. Mexis, S. F., Badeka, A. V., Riganakos, K. A., Karakostas, K. X., & Kontominas, M. G. Effect of packaging and storage conditions on quality of shelled walnuts. *Food Control*, 20(8) 2009, 743-751.
 112. Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare. Comisia de stat pentru testarea soiurilor de plante. *Catalogul soiurilor de plante pentru anul 2013, ediție oficială*. Chișinău, 2013.
 113. Miraliakbari H., Shahidi F. Oxidative stability of tree nut oils. *Agric Food Chem*, 2008, p. 4751-4759.
 114. Molnár P.J. A model for overall description of food quality. *Food Quality and Preference*, 6 (3), 1995, p. 185-190.
 115. Mukuddem-Petersen J., Stonehouse W., Johann C. J., Susanna M., Hanekom Z. W. Effects of a high walnut and high cashew nut diet on selected markers of the metabolic syndrome: a controlled feeding trial. *British journal of nutrition*, v.97, 2007/6/1, p. 1144-1153.
 116. Muradolu F. Selection of promising genotypes in native walnut (*Juglans regia* L.) populations of Hakkari central and Ahlat (Bitlis) district, and genetic diversity. PhD Thesis, Yüzüncü Yil University, Turkey, 2005.
 117. Ozcan M. Some Nutritional Characteristics of Fruit and Oil of Walnut (*Juglans regia* L.) Growing in Turkey. *Iranian Journal of Chemistry* 2009, p. 57-62.
 118. Okan, Onur Tolga, Ilhan Deniz, and Ibrahim Yildirim. "Bleaching of bamboo (*Phyllostachys bambusoides*) Kraft-AQ Pulp with sodium perborate tetrahydrate (SPBTH) after oxygen delignification." *BioResources* 8.1 (2013): p. 1332-1344.
 119. O'Neil CE, Keast DR, Fulgoni VL 3rd et al. Tree nut consumption improves nutrient intake and diet quality in US adults: an analysis of National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2004. *Asia Pac J Clin Nutr* 19: 2010, 142-150
 120. Pandey A., Soccol C.R. Economic utilization of crop residues for value addition - a futuristic approach. *J. Sci. Ind. Res*, 59, 2000, p. 12-22.

121. Patricia, R.M., Jeroen, H., and Pietemela, Z. An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *Int. Dairy J.*12, 2002.
122. Pinte M. Cultivarea nucului (*Juglans regia* L.), aspecte biologice și de producție. *Academos*, 2015, p. 119-123.
123. Pellegrini, N., Serafini, M., Salvatore, S., Del Rio, D., Bianchi, M., & Brighenti, F. Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Molecular nutrition & food research*, 50(11), 2006, p. 1030-1038.
124. Pereira, J.A., Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I.C., Bento, A. and Estevinho, L. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food Chem. Toxicol.*, 46 (6): 2008, p. 2103-2111.
125. Pinte M., Balan V., Cimpoeș Gh. Following Walnut Footprints in Republic of Moldova. În: *Following Walnut Footprints (Juglans regia L.). Cultivation and Culture, Folklore and History; Traditions and Uses*. Brussels – ISHS, *Scripta Horticulturae*, nr. 17, 2014, p. 247-257.
126. Popovici C., Baerle A., Tatarov P. Innovation strategies to walnut milk production. *Proceedings of International Conference Modern Technologies in the Food Industry*, ISBN 978-9975-87-138-9. Chisinau 2016. -256 p.
127. Popovici, C. Soxhlet extraction and characterisation of natural compounds from walnut (*Juglans regia* L.) by-products. *Ukrainian Food Journal*, 2(3), (2013).
128. Prabhakar, J.V. 1977. Studies on changes in walnut during processing and storage. Ph.D. Thesis submitted to Central Food Technological Research Institute, Mysore, India. pp. 197.
129. Prasad R.B.N. Walnuts and Pecans in *Encyclopedia of FoodScience. Food Technology and Nutrition*. Academic Press. London, 1994, p. 4828-4831.
130. Ramulu, P., & Rao, P. U. Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *Journal of food composition and analysis*, 16(6), 2003, 677-685.
131. Reddy N.R., Pierson M.D. Reduction in antinutritional and toxic components in plant foods by fermentation. *Food Res. Int.*, 1994, p. 281-290.
132. Reeds P.J. Dispensable and Indispensable Amino Acids for Humans. *Am. Soc. Nutri. Sc.*, 130, 2000, p. 18355-18405.
133. Reiter, R.J., Manchester, L.C., Tan, D. Melatonin in walnuts: Influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood. *Nutr.*, 21 (9): 2005, p. 920-924.
134. Reid, G., Millisap, K., and Bruce, A.W. Implantation of *Lactobacillus casei* var rhamnoses into vagina. *Lancet*.344, 1999: p. 1229.
135. Riveros C.G. et al. Effect of storage on chemical and sensory profiles of peanut pastes prepared with high-oleic and normal peanuts. *J. Sci. Food Agric.*, 90, 2010.
136. 204 Ruggeri S., Cappelloni M., Gambelli L., Nicoli S., Carnovale E. Chemical composition and nutritive value of nuts grown in Italy. *Ital. J. Food Sci.* 1998.
137. Sabate J. Nut consumption and body weight, *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78(suppl), 2003, pp. 647S-650S.
138. Sabate, J. and Fraser, G.E. The probable role of nuts in preventing coronary heart disease. *Pri. Cardio.*, 19, 1993: p. 65-72.
139. Sandulachi E. Producția de nuci *Juglans regia* L. în Republica Moldova. *Universitatea Tehnică a Moldovei. Meridian Ingineresc*, 2014, p. 74-77
140. Sandulachi E., Reșitca V., Boaghi E., Kulcițkaia N. Impactul temperaturii asupra stabilității uleiului de nucă. *Materialele simpozionului Științific Internațional "Horticultura modern – realizări și perspective"*, *Universitatea Agrară de Stat din Moldova*, ISBN 978-9975-64-269-9, Septembrie 2015, Chișinău, Moldova.
141. Savage G.P. Fatty Acid and Tocopherol Contents and Oxidative Stability of Walnut Oils, *JAOCs*, Vol. 76. 1999.

142. Savage G.P., Dutta P.C., McNeil D.L. Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 76, 1999, p. 1059-1063.
143. Schwember A., Bradford K.J. Quantitative trait loci associated with longevity of lettuce seeds under conventional and controlled deterioration storage conditions. *Journal of Experimental Botany*, v.61, n.15, 2010, p. 4423-4436.
144. Shahidi F., Miraliakbari H. Tree nut oils. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Wiley-Interscience Hoboken, 2005, p. 175-193.
145. Shahidi F., Miraliakbari H. Tree nut oils. In: F. Shahidi editor. 6 ed., *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Wiley-Interscience Hoboken, 2005: pp. 175-193.
146. Serrano, A., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Olmedilla-Alonso, B., Herrero-Barbudo, C., & Jimenez-Colmenero, F. Nutritional profile of restructured beef steak with added walnuts. *Meat Science*, 70, 2005, p. 647-654.
147. Sibbett, G.S., G.C. Martin, C. Nishijima, D. Ramos. 1974. Effect of Ethrel on Drying Time and Kernel Moisture Content of Payne Walnut. An annual research report submitted to the California Walnut Board for 1974.
148. Sibbett., G.S., Martin. G.C. and Draper T.M. (1978). Effect on prolonged drying and harvest delay following ethephon on walnut kernel quality. *Calif Agric.* 32(6), 1978.
149. Simmons Gilbert F., Horticulture Research Associate, Joseph L. Smilanick, Research Plant Pathologist. Development of Alternatives to the Presently Utilised Fumigant, Propylene Oxide, to Reduce Microbe Counts on Walnut Nut Meats, 1995-96, p.307-318.
150. Singh B (1992) Aspects of nuts utilization and possible improvements of Indigenous food in some countries of semi-arid tropical Africa. In *Groundnut a Global Perspective* (ed.)
151. Stone H. & Sidel, J.L. Sensory evaluation practices. Academic Press, 2004.
152. Sumitra R., Kumar S., Christian L., Carlos R.S., Ashok P. Oil cakes and their biotechnological applications – A review. *Bioresource Technology*, 98, 2007.
153. Su, J., Chen, S. J., Zhang, H. Y., Heng, Y. W., & Liu, Y. B. Study on production technology of sugar-free walnut milk beverage. *Food Science*, 29(10), 2008.
154. Taha N.A. and Al-W. M.A. Utility and importance of walnut, *Juglans regia* Linn: A. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 5(32): 2011, p. 5796-5805.
155. Tapsell, L.C., Gillen, L.J., Patch, C.S., Batterham, M., Owen, A., Bare, M. and Kennedy, M. Including walnuts in a low-fat/ modified-fat diet improves HDL cholesterol-to-total cholesterol ratios in patients with type 2 diabetes, 2004.
156. Teangpook C. & Paosangtong U. Production and nutritions of butter from sunflowers kernel seeds mixed peanut kernel seeds. In *Proceedings of the 34 Congress on Science and Technology of Thailand*, 31 October-2 November, Bangkok, Thailand, 2008, p. 1-8.
157. Tonin G.A., Perez S.C.J.G.A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. *Revista Brasileira de Sementes*, v.28, n.2, 2006, p. 26-33.
158. Zwarts L., Savage G.P. and Mcneil B.L. Fatty acid content of New Zealand grown walnuts (*Juglans regia* L.). *International Journal of Food Science Nutrition* 1999.
159. Țurcanu I. *Nucul. Chișinău*, 2004, p. 144.
160. Țurcanu I., Comanici I. *Nucul. Chișinău*, 2004, p. 196.
161. Wen-E Zhang, Chang-Lei Wang, Bin-Bin Shi, Xue-Jun Pan. Effect of storage temperature and time on the nutritional quality of walnut. *Journal of Food and Drug Analysis*. Volume 25, Issue 2, April 2017, p. 374-384
162. Willis L, Shukitt-Hale B, Cheng V, Joseph J. Dose-dependent effects of walnuts on motor and cognitive function in aged rats. *Br J Nutr.*; 101, 2009: p. 1140-1164.

8. VALOAREA NUTRITIVĂ ȘI PROPRIETĂȚILE SENZORIALE ALE GEMULUI ȘI CONFITURII DIN FRUCTE

Astăzi, pe piața modernă a crescut cererea consumatorilor de produse cu textură gelificată, ușor de amestecat și care se topește în cavitatea bucală. De asemenea, produsul trebuie să fie caracterizat prin gust dulce armonizat, identic gustului de fructe și optimal gustului consumatorului. Cel mai des sunt întrebuințate gemurile și confiturile în care gustul dulce de zahăr nu domină asupra gustului natural de fructe sau pomușoare și nu este atât de accentuat ca în celelalte produse (magiun, dulceață). Respectiv, gemul și confitura care conțin fructe sau pomușoare întregi sau sub formă de bucăți mari sunt cu mult mai atrăgătoare pentru consumator decât produsul ce conține același conținut de fructe sau pomușoare, dar sub formă de piure omogen [2]. Pentru obținerea gemului și confiturii se utilizează metoda tradițională de fierbere sub vid, cu adăugarea unei cantități semnificative de zaharoză, pectină și acizi alimentari. Cantitatea de zaharoză contribuie la formarea structurii gelificate și gustului dulce al produsului. De asemenea, fracțiunea zaharozei în produsele finite contribuie la formarea presiunii osmotice ridicate și reducerea activității apei de aproximativ 0,84 ($a_w=0,84$) [19, 20]. În funcție de conținutul zaharozei, se obține gem și confitură pasteurizate și fără pasteurizare în cazul conținutului de zaharoză în produsul finit de 70-75% [19, 21].

8.1. Caracteristica generală a gemului și confiturii

Alimentele, gem și confitură, fac parte din grupa produselor alimentare de origine vegetală cu adaos de zaharoză.

Produsele conservate cu zahăr se clasifică în două categorii:

- produse gelificate din care fac parte: gemurile, marmeladele, jeleurile, produse a căror consistență solid-elastică se datorează formării unui gel de pectină – zahăr-acid;
- produse negelificate din care fac parte: dulcețurile, siropurile, magiunul, pastele de fructe și fructele confiate obținute fără adaos de pectină.

Gemurile reprezintă alimente cu textură gelificată, obținute din fructe sau pomușoare cu adaos de agenți de gelificare, zaharoză, cu sau fără adaos de acizi organici. Gemurile tradiționale obținute în conformitate cu GOST 7009-88 [59] se obțin cu utilizarea pectinei pentru formarea texturii gelificate. Gemul este ambalat în recipiente sau ambalaje din sticlă și, de regulă, pasteurizate.

La fabricarea gemului se folosesc fructe proaspete recoltate la maturitatea tehnologică sau pulpe conservate cu dioxid de sulf [28].

În diferite țări, gemul este considerat principalul tip de conserve din fructe cu zaharoză. Pentru fabricarea lui se utilizează fructe ce conțin o cantitate suficientă de pectină, care în prezența zaharozei și acizilor organici formează textură gelificată. Totuși, pentru obținerea gemului de calitate se utilizează o cantitate nu prea mare de fructe maturate cu aciditate majorată.

Gemul este folosit în calitate de umplutură în produsele de panificație și de cofetărie în toate tipurile de copturi (prăjituri, biscuiți, cruasane, rulade etc.).

Proprietatea gemului de a rezista la temperatura de -34°C permite a fi utilizat la fabricarea produselor congelate (clătite, cruasane, foietaj etc.) [48]. Există gemuri omogene și cu bucăți de fructe. După asortimentul materiei prime, există gem din fructe și gem din pomușoare, și anume: gem din caise, portocale, vișine, căpșuni, răchițe, lămâie, piersici, coacăză neagră, pomușoară neagră, ananas, mere, zmeură și prune [44].

În general, fluxul tehnologic de fabricare a gemului cuprinde următoarele procedee: spălarea și sortarea fructelor → divizarea părții comestibile a fructelor → formarea compoziției din fructe:zaharoză:agent de gelificare și alte ingrediente → fierberea sub vid a compoziției → dozarea produsului finit → pasteurizarea → depozitarea [49].

În funcție de proprietățile materiei prime și problemele legate de optimizarea procesului tehnologic [39], în industria alimentară se aplică diferite metode de obținere a produsului finit.

Procedeele-cheie în tehnologia fabricării gemului sunt formarea compoziției ingredientelor și procesul de fierbere a compoziției. De exemplu, se folosesc mai multe metode de fierbere a compoziției pentru obținerea gemului:

a) Osmoza cu zahăr – fructele (vișinile, prunele, caisele) se prepară cu zaharoză conform rețetei compoziției; sunt așezate în vase de oțel inoxidabil și se mențin la temperatura camerei timp de 6-24 ore pentru a avea loc procesul de osmoză parțială; conținutul se introduce în aparate, unde se fierbe până la concentrație finală, adăugându-se pectină în cazul în care este necesară [35, 36].

Metoda se utilizează la obținerea unor cantități mici de gem de calitate superioară din fructe sensibile.

b) Fierberea directă cu zahăr – pentru optimizarea procesului, fructele sensibile (zmeura, murele și fragii) se introduc direct în aparate împreună cu jumătate din cantitatea de zaharoză, se fierb câteva minute, apoi se adaugă restul de zahăr, acidul și pectina necesară, fierbându-se până la gelificare. Adăugarea zaharozei în două etape asigură o gelificare mai accentuată și mai rapidă.

c) Fierberea în sirop de zahăr – acest procedeu prevede prepararea siropului de zaharoză concentrat, conform rețetei, după care se adaugă fructele și se fierb lent cu acid citric sau tartric până la gelificare [26].

Această metodă se pretează a fi folosită în cazul fructelor tari (prune, vișine și caise) [59].

În mod obișnuit, ambalarea se realizează în borcane ermetizate cu capac tip „SKO”, în ultimul timp și „Omnia”. Se folosesc cu succes cutii de tablă și pahare de carton parafinat. Dozarea se face cu mașini automate de dozat produse vâscoase.

Pentru mai multă siguranță, gemurile sunt pasteurizate în aparate de tip autoclave sau în flux continuu.

Confitura este un jeleu în care sunt răspândite uniform fructele întregi sau bucățile lor. Este fabricată din fructe proaspete sau congelate [4, 21].

Fierberea confiturii constă din două operații: fierberea siropului și fierberea fructelor în acest sirop. Calitatea confiturii în mare măsură depinde de calitatea siropului. Siropul este pregătit din apă (sau suc) și zaharoză. Fructele sunt introduse

în sirop pe părți, încălzindu-le lent. Fierberea fructelor și pomușoarelor poate fi de o singură etapă (pentru pomușoare mărunte), 2-3 etape (pentru fructele mari). La fierberea rapidă, zaharoza pătrunde lent în fructele voluminoase, de aceea ele deseori se deshidratează. La fierberea prin mai multe etape, când încălzirea este urmată de răcire, fructele își păstrează mai bine volumul și consistența. Confitura fierbinte este turnată în borcane și supusă pasteurizării. Ea poate fi păstrată la temperatura camerei sau la temperatura de +6...+8°C [59].

În general, gemul și confitura este unul și același produs. Diferența constă numai în dimensiunile fructelor în produsul finit [13, 28].

Tabelul 8.1. Caracteristicile tehnologice privind fabricarea gemului industrial cu conținutul substanțelor solubile uscate de 61% [19, 20]

<i>Denumirea produsului</i>	<i>Procesarea</i>	<i>Divizarea fructelor</i>	<i>Metodele de preparare ale gemului</i>	<i>Rețeta de fabricare, kg pentru 100 kg gem</i>			
				<i>fructe</i>	<i>zahăr</i>	<i>pectină</i>	<i>acid citric</i>
Gem de caise	Îndepărtarea pedunculului și a sâmburilor	-	Difuzia fructelor cu zahăr Fierberea fructelor în sirop de zahăr	65	56	0,2	0,1
Gem de prune	Îndepărtarea sâmburilor	Jumătăți	Fierberea fructelor în sirop de zahăr	65	55	0,3	0,15
Gem de vișine	Îndepărtarea codițelor și sâmburilor	-	Fierberea fructelor în apă și adaos de zahăr	55	56	0,45	-
Gem de desert (prune)	Îndepărtarea sâmburilor și decojirea	Prune: jumătăți	Fierberea fructelor în sirop de zahăr	55	55	-	0,15

Gemurile și confiturile se mai divizează în produse cu un conținut majorat și redus de zaharoză (tab.8.1 și 8.2) [8, 9]. Stabilirea rețetei de fabricare se face, ținând seama de următoarele:

- indicatorii organoleptici prevăzuți în normativele de calitate în vigoare, respectiv: aspectul, culoarea, gustul și aroma produsului finit;

- normele de consum specifice materiilor prime și auxiliare în vigoare: substanța uscată solubilă a fructelor; substanța uscată solubilă a produsului finit; puterea de gelificare a pectinei folosite, conținutul de pectină al fructelor și aciditatea fructelor.

Stabilirea rețetei de fabricare pentru o șarjă determinată de produs finit se face pe baza ecuației bilanțului substanței uscate solubile a componentelor [3, 8, 9].

Conform reglementării tehnice [59] privind gemurile, jeleurile și marmeladele de fructe, gemurile și confiturile pot fi de două tipuri:

- a) „**gem**” - reprezintă un amestec cu o consistență adecvată de gel, obținut din zaharuri, pulpă și/sau pireul obținut din unul sau mai multe tipuri de fructe și apă;
- b) „**gem de calitate superioară**” - reprezintă un amestec cu o consistență adecvată de gel, obținut din zaharuri, pulpă neconcentrată a unui sau a mai multor tipuri de fructe și apă.

Tabelul 8.2. Rețeta de fabricare a gemului industrial cu conținutul substanțelor solubile uscate de 48% [19, 20]

<i>Denumirea produsului</i>	<i>Rețeta de fabricație, kg pentru 100 kg gem</i>						
	<i>fructe</i>	<i>marc de fructe</i>	<i>marc de mere</i>	<i>zaharoză</i>	<i>glucoză</i>	<i>pectină</i>	<i>acid citric</i>
Gem de caise	65	6	13	31	17	-	0,1
Gem de prune	65	6	12	31	17	-	0,15
Gem de vișine	65	6	10	31	17	0,3	-
Gem de desert (mere, prune)	60	Prune 6	10	30	17	-	0,15

Conform anexei III a Directivei 2001/113/CE a Consiliului European din 20 decembrie 2001 [59], privind gemurile, jeleurile și marmeladele de fructe:

- „**pulpa (de fructe)**” este partea comestibilă a fructului în întregime, dacă este cazul, fără coajă, semințe, sâmburi și alte astfel de elemente, care se poate să fi fost tăiată sau zdrobită, dar care nu a fost transformată în piure;
- „**piure (de fructe)**” reprezintă partea comestibilă a fructului în întregime, dacă e cazul, fără coajă, semințe, sâmburi și alte astfel de elemente, care a fost transformată în piure prin pasare sau printr-un alt procedeu similar [27].

Conform Reglementării tehnice „Gemuri, jeleuri, dulcețuri și anumite produse similare”, stabilite de Guvernul Republicii Moldova, care prevede cerințele obligatorii de calitate, siguranță alimentară, prezentare, etichetare și identificare a

gemurilor, confiturilor, magiunurilor și jeleurilor destinate pentru consumul uman [59], produsele sunt clasificate astfel:

- **gem** – amestec adus la consistență gelificată sau onctuoasă, fabricat din pulpa și / sau piureul uneia sau mai multor specii de fructe, zaharuri și apă, conservat prin metoda fizică sau chimică pentru evitarea alterării;
- **gem extra** - amestec adus la consistență gelificată, fabricat din pulpa uneia sau mai multor specii de fructe, zaharuri și apă, conservat prin metoda fizică sau chimică pentru evitarea alterării;
- **gem cu conținut redus de zahăr** - amestec adus la consistență gelificată sau onctuoasă, fabricat din pulpa și / sau piureul uneia sau mai multor specii de fructe, zaharuri și apă, conservat prin metoda fizică sau chimică pentru evitarea alterării;

Tabelul 8.3. Clasificarea gemurilor și confiturilor din fructe conform reglementării tehnice [59]

<i>Modul de clasificare</i>	<i>Denumirea produsului</i>			
<i>Materie primă</i>				
<i>După starea utilizată</i>	<i>proaspătă</i>	<i>congelată</i>	<i>conservată termic</i>	<i>conservată cu ajutorul conservanților</i>
Gemuri				
După materia primă utilizată	dintr-un singur tip de materie primă		din două sau mai multe tipuri de materie primă	
După modul conservării	sterilizate	nesterilizate (cu sau fără adaos de conservanți)		pasteurizate
După conținutul de zaharoză	cu conținut înalt de zaharoză		cu conținut redus de zaharoză	
După clasa de calitate	extra	calitate superioară		calitatea întâi
Confitură				
După materia primă utilizată	dintr-un singur tip de materie primă		din două sau mai multe tipuri de materie primă	
După modul conservării	sterilizate	nesterilizate (cu sau fără adaos de conservanți)		pasteurizate
După clasa de calitate	calitate superioară		calitatea întâi	

- **confitură de fructe** – produs cu consistență gelificată obținut prin fierberea unei sau mai multor specii de fructe întregi sau tăiate sau pulpei cu zahăr, conservat prin metoda fizică sau chimică pentru evitarea alterării;
- **confitură de fructe cu un conținut redus de zahăr** – produs cu consistență gelificată obținut prin fierberea uneia sau mai multor specii de fructe întregi

sau tăiate sau pulpei cu zahăr, conservat prin metoda fizică sau chimică pentru evitarea alterării [24].

Tabelul 8.4. Condițiile de utilizare a materiei prime acceptate pentru fabricarea produselor

<i>Denumire</i>	<i>Den. în l.engl.</i>	<i>Denumirea botanică</i>	<i>Utilizare sub formă de:</i>		
			<i>dulceață</i>	<i>țucate</i>	<i>confitură</i>
Caise	Apricots	Armeniaca vulgaris Lam. (Prunus armeniaca L.)	întregi cu sâmburi, jumătăți	întregi cu sâmburi, jumătăți	jumătăți, felii, bucăți
Gutui	Quince	Cydonia oblonga Mill	felii, bucăți cu sau fără pieleț	felii, bucăți cu sau fără pieleț	bucăți
Corcodușe	Quetsche	Prunus domestica L.	întregi	întregi	miez fără sâmburi
Portocale	Orange	Citrus sinensis L.	rondele	rondele	rondele fără coajă
Prune	Plumes	Prunus domestica L.	întregi cu sâmburi, întregi fără sâmburi, jumătăți	întregi cu sâmburi, întregi fără sâmburi, jumătăți	jumătăți, felii, bucăți
Struguri	Grapes	Vitis vinifera L. sau hibrizii Vitis Labrusca sau hibrizii lui	întregi	-	-
Vișine	Sour cherry	Cerasus vulgaris Miller (Prunus cerasus L.)	întregi cu sâmburi, întregi fără sâmburi	întregi cu sâmburi, întregi fără sâmburi	fruct fără sâmburi
Pere	Pears	Pyrus communis L.	jumătăți, felii fără pieleț	jumătăți, felii fără pieleț	jumătăți, felii fără pieleț

Tabelul 8.5. Cantitatea de ingrediente admisibile pentru fabricarea gemurilor și confiturilor din fructe

<i>Ingredientul</i>	<i>Denumirea produsului</i>	<i>Limita admisă</i>
Pulpă și / sau piure din fructele pasiflorei	Gem	min 60 kg/t
Pulpă și / sau piure din ghimbir	Gem	min 150 kg/t
Pulpă și / sau piure de mere anacard	Gem	min 160 kg/t
Pulpă și / sau piure din coacăză roșie, scorușelor fructelor de crușin/pațachină, coacăză neagră, măceșelor, gutui	Gem	min 250 kg/t
Pulpă și / sau piure din celelalte tipuri de fructe	Gem	min 350 kg/t
Pulpă din fructele pasiflorei	Extra gem	min 80 kg/t
Pulpă din ghimbir	Extra gem	min 250 kg/t
Pulpă de mere anacard	Extra gem	min 230 kg/t
Pulpă din coacăză roșie, scorușele fructelor de crușin/pațachină, coacăză neagră, măceșelor, gutui	Extra gem	min 350 kg/t
Pulpă din celelalte tipuri de fructe	Extra gem	min 450 kg/t
Pulpă și / sau piure	Gem cu valoare energetică redusă și conținutul substanțelor uscate de 45%-50%	min 450 kg/t
Materie primă, zaharuri	Confitură, dulceață, magiun	În cantități fixate prin tehnologia corespunzătoare de fabricare cu respectarea prevederilor din anexa 3 al reglementării tehnice
Aditivi alimentari	Pentru toate produsele	Conform normelor stabilite de Organul Central de Specialitate al Administrației Publice în Domeniul Ocrotirii Sănătății

Materia primă se alege în conformitate cu tabelul 8.4 și 8.5 ale reglementării tehnice date [22].

Este important de accentuat că calitatea gemului depinde de conținutul în materie primă sub formă de pulpă la fabricarea lui.

În tabelul 8.5 sunt incluse ingredientele care se recomandă a fi utilizate la fabricarea produselor din fructe și pomușoare [24, 36].

Cu scopul ameliorării calității alimentelor și prevenirii utilizării coloranților artificiali, conservanților chimici în compoziția gemului și confiturii au fost elaborate recomandări concrete în utilizarea diferitelor ingrediente [24, 36].

Unele dintre ele, cele mai importante recomandări, din punctul nostru de vedere, sunt următoarele:

1. La fabricarea gemurilor și jeleurilor se pot utiliza următoarele ingrediente:

- miere, în toate produsele ca înlocuitor total sau parțial al zaharozei;
- suc de fructe numai în gem;
- suc de citrice în produsele obținute din alte specii de fructe numai în gem, gem extra, jeleu și jeleu extra;
- suc de fructe roșii, numai în gem și gem extra, obținut din măceșe, căpșuni, zmeură, agrișe, coacăză roșie și prune;
- suc de sfeclă roșie numai în gem și jeleu obținut din căpșuni, zmeură, agrișe, coacăză roșie și prune;
- uleiuri și grăsimi comestibile ca agenți antispumanti în toate produsele;
- pectină lichidă în gem, jeleu și confitură;
- coajă de citrice în gem și gem extra;
- vanilie și extracte de vanilie în toate produsele.

2. Pentru fabricarea gemurilor extra merele, perele, prunele cu sâmbure aderent, pepenele galben, pepenele verde, strugurii, dovleacul, castraveții și roșiile nu pot fi utilizate în amestec cu alte fructe.

3. Pentru fabricarea gemurilor extra nu se utilizează pulpă cu conservanți.

În urma analizei recomandărilor prezentate se poate constata că fabricarea gemurilor și confiturii de calitate, competitive pe piața internațională, pot fi fabricate conform standardelor internaționale din seria ISO 2000-2001.

8.1.1. Studiul proprietăților senzoriale ale gemului și confiturii din fructe

Aprecierea senzorială a produselor alimentare este practic la fel de veche ca însăși omenirea, însă abia în ultimele decenii ale mileniului doi s-au intensificat cercetările științifice în scopul dezvoltării și obiectivizării ei [25]. La aprecierea calității unui produs alimentar un rol important dețin atât factorii calitativi de bază, referitori la caracteristicile fizice, chimice, microbiologice ale alimentului, precum și la valoarea nutritivă și inocuitatea acestuia, cât și la calitatea senzorială a produsului alimentar și modul de prezentare a lui [1, 41].

Proprietățile senzoriale constituie unul dintre cei mai importanți factori de analiză a unui produs alimentar. De aceea, primul contact al consumatorului cu produsul se realizează pe cale senzorială și, în consecință, proprietățile senzoriale dețin un rol primordial în selectarea și decizia de cumpărare.

Prin analiza senzorială a produselor alimentare se înțelege examinarea făcută cu ajutorul organelor de simț (văz, miros, gust, pipăit) în urma unui control al capacității reale de apreciere a analistului și al preciziei raționamentului acestuia,

urmată de o apreciere a impresiilor senzoriale înregistrate și de o prelucrare statistică a datelor obținute [43].

Analiza senzorială își găsește în industrie și comerț o largă aplicare cu efect practic la analiza și evaluarea calității produselor alimentare. Aceasta constituie o certitudine, dacă avem în vedere faptul că analizele fizico-chimice și microbiologice nu sunt suficiente, deoarece nu evidențiază valoarea senzorială a alimentelor [41, 42].

Elementele care compun latura senzorială a gemului și confiturii din fructe sunt:

- consistența;
- culoarea;
- mirosul;
- gustul;
- aspectul exterior (starea suprafeței, luciul etc.) al produsului ambalat.

Consistența este una dintre caracteristicile senzoriale, prin care consumatorul apreciază un produs prin simțul tactil și, în mod deosebit, când introduce produsul în cavitatea bucală și îl consumă. De obicei, determinarea texturii prin examinarea senzorială este aproximativă, mai mult orientativă. Totuși, consistența produselor alimentare, în special a celor gelificate, joacă un rol important în alegerea și aprecierea calității alimentelor de către consumator [1, 42].

Culoarea constituie un element senzorial al produsului care participă la o stimulare mai complexă a senzațiilor consumatorului; în același timp, culoarea se află în relație cu noțiunile: gen, specie, soi, prospețime etc. Culoarea unor specii de legume și fructe variază în funcție de stadiul de maturitate și de capacitatea de coacere. În anumite cazuri, culoarea fructelor suferă schimbări din cauza regimului termic, a reacțiilor de oxidare, acțiunii enzimelor, formării unor compuși chimici complecși [41].

Mirosul alimentelor, la examinarea senzorială a produselor alimentare, intervine în al doilea rând, fiind rezultanta acțiunii unui număr mare de substanțe volatile, care sunt prezente în produsul alimentar și care depind de numeroși factori ce pot modifica volatilitatea lor (temperatura, umiditatea relativă, presiunea etc.). Determinările perceptibile ale mirosului au mai mult un caracter calitativ și mai puțin cantitativ [1].

Gustul deține ponderea cea mai importantă în aprecierea calității senzoriale a produselor alimentare, fiind decisivă în procesul de cumpărare. Această caracteristică senzorială este specifică în funcție de produsul alimentar, fiind determinată de natura și proporția substanțelor din componența alimentului (apă, glucide, protide, lipide, elemente minerale, acizi organici, pigmenți, enzime) [42].

Aspectul exterior este determinat în primul rând de marketing: în funcție de produs se pot realiza forme atrăgătoare, care pot să sugereze un produs de calitate superioară [41, 42].

Conform regulamentului [59], fiecare senzație se apreciază cu un număr de puncte de la 1 până la 5. Calitatea senzorială, în ansamblu, a gemului și confiturii se apreciază, de asemenea, cu 5 puncte maximal.

Conform standardelor moldovenești [42, 59], cerințele referitor la aprecierea organoleptică a gemurilor și confiturilor din fructe sunt prezentate în tabelele 8.6 și 8.7.

Metodologia aprecierii calității senzoriale a alimentelor, inclusiv produselor de tip gem și confitură, este în permanentă verificare și corectare. Senzațiile organoleptice se apreciază prin metode subiective – prin degustări. Numărul de puncte ce caracterizează calitatea senzorială în majoritatea cazurilor este extrem de variabil și depinde de calificarea degustatorilor. Reieșind din aceste considerente, aprecierea obiectivă a calității senzoriale a alimentelor a fost și rămâne a fi o problemă importantă [42, 59].

Tabelul 8.6. Caracteristicile organoleptice ale gemului conform standardelor [41, 42, 59]

<i>Caracteristici</i>	<i>Condiții de admisibilitate</i>			
	<i>Gemuri</i>			
	<i>extra</i>	<i>calitate superioară</i>	<i>calitatea întâi</i>	<i>fără indicarea calității</i>
Aspect și consistență	Masă gelificată de fructe și pomușoare nepasate, care nu curge pe suprafața orizontală.	Masă onctuoasă de fructe și pomușoare nepasate, care nu curge pe suprafața orizontală. În gemul de mandarine se admit bucăți de coajă mărunțite. Se admite masă fluidă pe suprafața orizontală pentru: gem de caise, zarzăre, prune, fragi și vișine.		Masă gelificată de fructe și pomușoare pasate sau nepasate, care nu curge pe suprafața orizontală.
	Nu se admite zaharificarea			
Miros și gust	Caracteristice fructelor din care este fabricat gemul. Gust plăcut, dulce sau dulce-acriu. Nu se admite miros și gust străin. Pentru calitatea întâi se admite gust și miros mai puțin pronunțate, gust ușor sesizabil de zahăr caramelizat.			
Culoare	Omogenă, corespunzătoare fructelor din care este fabricat gemul. Se admite pentru gem de calitate superioară și întâi: din fructe de culoare deschisă - nuanță maro-deschis; din fructe de culoare deschisă - nuanță brună; din fructe cu pulpă de culoare închisă – nuanță brună-roșcată.			

Este cert faptul că tot mai mulți cercetători și practicieni din domeniul senzoricii își exprimă părerea că analiza senzorială are drept scop să efectueze aprecierea calității alimentelor cu ajutorul unor simțuri verificate, în prealabil cu folosirea metodelor și condițiilor care asigură certitudinea și posibilitatea de reproducere a rezultatelor [42].

Cercetările sistematice din ultimele decenii în domeniul senzoricii au condus la elaborarea unei metodologii privind modul de aplicare a analizei senzoriale la controlul și aprecierea calității produselor alimentare.

În 1760, francezul Bougner a descoperit legea referitoare la pragul senzorial, care în 1846 a fost expusă de fiziologul german Weber, iar legea poartă numele de legea Bougner-Weber. Prin cercetări, experiențe și calcule s-au putut stabili pragurile diferitor categorii de senzații. Cercetările arată că aceste praguri sunt variabile de la un om la altul și chiar la același om, în funcție de mai multe condiții [42]. Savantul Henning a studiat aprofundat mecanismul de producere a senzațiilor de gust. Astfel, în 1924, Henning reprezintă grafic cele patru calități ale gustului printr-un tetraedru, numit tetraedru gustului după Henning [1, 42].

Tabelul 8.7. Caracteristicile organoleptice ale confiturii conform standardelor [41, 42, 59]

<i>Caracteristici</i>	<i>Condiții de admisibilitate</i>	
	<i>Confituri</i>	
	<i>calitate superioară</i>	<i>calitatea întâi</i>
Aspect și consistență	Masă gelificată cu bucăți de fructe, cu sau fără peliță, sau pomușoare întregi sau bucăți, repartizate în ea. În confitura de mandarine se admite prezența bucăților mărunțite de coajă. Se admite masă semifluidă pe o suprafață netedă pentru confiturile din vișine, fragi (căpșuni) și asortate. Nu se admite zaharisirea.	
Miros și gust	Bine pronunțate, caracteristice fructelor din care este fabricată confitura.	Caracteristice fructelor din care este fabricată confitura.
	Nu se admite miros și gust străin. Se admite gust ușor de caramelizare.	
Culoare	Omogenă, corespunzătoare fructelor din care este fabricată confitura. Se admite nuanța maro-deschis pentru confitura din fructe de culoare deschisă. Pentru calitatea întâi se admite nuanța brună-roșcată a confiturii din fructe cu pulpa de culoare închisă.	

Desigur, intensitatea senzațiilor gustative este determinată de o serie de factori, cum sunt: concentrația substanței, temperatura, starea fizică, gradul de disociere a compușilor în soluție, cantitatea de salivă din cavitatea bucală, durata acțiunii ei, mișcarea limbii, gradul de mărunțire a produsului, vârsta, sexul etc.

În instituțiile de cercetări științifice din SUA, Anglia, Canada, Franța și alte țări au fost create laboratoare, care se ocupă cu perfecționarea metodelor de apreciere a calității senzoriale a produselor alimentare [1, 42].

În Germania, la începutul anilor 1970, Oficiul German de Metrologie și Controlul Mărfurilor au elaborat pentru domeniul industriei alimentare o metodă de apreciere a calității alimentelor numită metoda KQ. Principiul metodei constă în stabilirea unei exprimări cuantificate a calității, în care să fie atrase toate criteriile hotărâtoare. Metoda KQ are la bază legătura dintre calitatea unui produs alimentar examinat și calitatea produsului etalon, aflat pe primul loc pe plan mondial, cu luarea în considerare a tradițiilor consumatorilor naționali. În ultimă instanță, ea este cuantificată printr-o cifră [41, 42].

Calitatea alimentelor în ansamblu se exprimă în prezent prin trei indicatori: a) caracteristici senzoriale; b) caracteristici fizico-chimice și parțial microbiologice; c) caracteristici estetice (ale ambalajului). Prin analiza acestor indici, conform metodei KQ, ponderea proprietăților senzoriale în aprecierea calității alimentelor din fructe a fost determinată cu 60%, valoarea nutritivă cu 40% [42].

Una din direcțiile de apreciere a calității senzoriale a alimentelor este elaborarea și utilizarea metodelor obiective, instrumentale. În prezent sunt elaborate metode fizice, fizico-chimice și chimice care permit a aprecia unii indicatori ai calității senzoriale prin caracteristicile numerice obiective: textura, culoarea și mirosul.

De exemplu, în industria alimentară se practică cu succes dimensionarea și stabilirea gramajului produselor alimentare, care asigură uniformitatea în unitatea de ambalare și facilitează procesul de vânzare-cumpărare [41].

Măsurarea culorii este posibilă prin utilizarea unor sisteme spectrofotometrice și colorimetrice (sistemul Munsell) care pun în evidență atributele culorii: puritatea, strălucirea, nuanța, cromatica și lungimea de undă dominantă [42].

Volumul produsului alimentar se determină prin mai multe metode: cu ajutorul unui planimetru sau prin imersarea probei într-un cilindru gradat care conține apă sau ulei. Viscositatea sau rezistența la curgere a unui lichid (ex.: viscositatea gemului) se determină cu ajutorul unui viscozimetru. Textura alimentului se măsoară cu ajutorul unui instrument numit textuometru, format din părți care se mișcă, imitând mișcarea dinților care mestecă și care oferă informații valoroase despre duritatea, consistența, elasticitatea și adezivitatea produsului alimentar [16, 42].

Au fost efectuate cu succes determinarea mirosului unor alimente, imitarea funcțiilor de bază ale organului de simț (nasului) cu utilizarea metodelor fizico-chimice și aparatelor electronice. Unul dintre primii cercetători care a pus la punct un detector de mirosuri a fost japonezul M.N. Taguchi încă în anii '70 [16, 41]. Rezultatul acestor cercetări reprezintă un tip nou de sistem analitic artificial numit „nas electronic”. „Nasul electronic” constă dintr-un analizator al vaporilor, care utilizează senzori pe bază de semiconductori, ce pot construi un profil olfactiv general al produsului examinat și care imită funcția organului de miros al omului.

Un nas electronic conține mai mulți senzori care emit un semnal electric de intensitate și amplitudine specifice, atunci când sunt solicitați. Semnalul este apoi, transmis unui ordinator (computer) – „creierul” – care restituie ceea ce se numește amprenta mirosului [1, 16].

Principiul de funcționare a detectorului de mirosuri poate fi descris în felul următor: când senzorii sunt supuși unei degajări de compuși volatili, moleculele specifice mirosului sunt adsorbite la suprafața semiconductoarelor, ceea ce are ca efect modificarea rezistenței lor electrice. Un circuit electronic asigură condiționarea (tratamentul) semnalelor, pentru ca ele să fie perceptibile și înregistrate de ordinator

(computer); modificările rezistenței totale a rețelei de senzori sunt transformate în variații ale tensiunii electrice [16, 41].

Construirea „nasului electronic” creează, astfel, o oportunitate importantă pentru tehnologiile și metodele de control al calității utilizate în industria alimentară [16].

Aprecierea gustului produselor alimentare se face numai prin degustări. La baza aprecierii gustului stau senzațiile gustative care apar în cavitatea bucală în urma interacțiunii compușilor chimici ai alimentelor cu centrele sensibile pe suprafața limbii. Problema constă în faptul că nu s-a constatat corelația dintre structura chimică a substanței și senzația de gust. Acest fenomen nu a permis a elabora un indice numeric al gustului la majoritatea compușilor cu gust acru, amar sau sărat și, în general, indicele gustului produselor alimentare.

Una dintre direcțiile importante în aprecierea proprietăților senzoriale a alimentelor este studiul corelației dintre caracteristicile fizico-chimice ale alimentelor și gustul lor. În această direcție de cercetare a fost determinată dependența gradului de gust dulce al compușilor chimici naturali și sintetici [42].

Au fost efectuate încercări de apreciere a gustului produselor alimentare în funcție de compoziția chimică a lor [58]. Însă metodele propuse nu permit a determina corelația dintre gustul și compoziția chimică a alimentelor [41].

Cele mai importante rezultate au fost obținute la aprecierea gradului de gust dulce al substanțelor chimice pure. Unul dintre savanții care a încercat să explice puterea gustului dulce a fost Shallenberger. El s-a bazat pe studiul compoziției și structurii chimice a unor zaharuri [16]. Ferguson a studiat aspectele fiziologice ale gustului dulce și a încercat să demonstreze dependența gradului de gust dulce de indicii fizico-chimici ai substanțelor [42].

De asemenea, s-a determinat gradul sau puterea de gust dulce a substanțelor chimice separate. S-a acceptat ca unitatea gradului de gust dulce să manifeste soluția de 10,0 g zaharoză în 100 ml apă la temperatura de 20°C și s-a apreciat cu 1,0 puncte. Însă gradul de gust dulce al diferitor substanțe separate nu permite a aprecia gustul produselor alimentare. În compoziția produselor alimentare intră sute și mii de substanțe chimice cu gust diferit [16, 41].

Tabelul 8.8. Gradul de gust dulce al unor glucide și polialcooli (unități)

<i>Denumirea substanței</i>	<i>Gradul de gust dulce</i>	<i>Denumirea substanței</i>	<i>Gradul de gust dulce</i>
Zaharoză	1,0	Maltoză	0,32
Zahăr invertit	1,3	Lactoză	0,16
β -D-fructoză	1,75	Xilitol	1,02
α -D-glucoză	0,74	D-sorbitol	0,48
β -D-glucoză	0,82	D-manitol	0,74
β -D-manoză	0,32	Lactitol	0,35

O încercare de apreciere a gustului dulce pentru diferiți edulcoranți a fost propusă de către savantul Moscoviț [42]. S-a măsurat gustul dulce relativ pentru 43 zaharuri și s-a propus următoarea relație funcțională dintre gustul dulce și concentrația edulcorantului:

$$S = k \cdot c^n. \quad (8.1)$$

unde: S – gustul dulce;

k – constanta proporționalității;

c – concentrația substanței, mol;

n – exponent.

Valoarea **n** a fost egală cu aproximativ 1,3 pentru toate zaharurile investigate și mai puțin de 1,0 pentru zaharină și ciclamat. Exponentul **n** este un indicator al nivelului de îmbunătățire al gustului dulce cu creșterea concentrației edulcorantului, iar valoarea indicelui K este un indicator al nivelului de gust dulce relativ al zaharurilor. După Moscoviț a fost propusă compararea a câtorva edulcoranți cu concentrația de 1,0 M: zaharoză – 3,20; fructoză – 2,05; lactoză – 1,45; glucoză – 1,0; manitol – 0,8; riboză – 0,68; sorbitol – 0,53; glicerină – 0,37. Dacă se amestecă două soluții cu concentrații diferite de zaharoză, în cazul în care exponentul lor este $n=2$, atunci obținem relația:

$$S_t = k \cdot (C_1 + C_2)^2. \quad (8.2)$$

$$S_t = k \cdot C_1^2 + k \cdot C_2^2 + 2 \cdot C_1 \cdot C_2. \quad (8.3)$$

Pe de altă parte, dacă gustul dulce individual ar fi fost calculat și adunat algebric, rezultatul ar consta în următoarele:

$$S_1 = k \cdot C_1^2 \cdot S_2 = k \cdot C_2^2. \quad (8.4)$$

$$S_t = k \cdot C_1^2 + k \cdot C_2^2. \quad (8.5)$$

Astfel, ipoteza incorectă despre posibilitatea de o simplă sumare a senzațiilor de gust dulce la faptul că gustul dulce total este mai mic decât cel real, care se reflectă în relația $2 \cdot C_1 \cdot C_2$. Sumarea algebrică întotdeauna conduce la o sinergie falsă, dacă exponentele edulcoranților depășesc o unitate. Conform cercetărilor efectuate de Moscoviț, o valoare aproximativă a gustului dulce a edulcoranților poate fi obținută în cazul în care concentrația unuia din edulcoranți va fi în corespundere cu concentrația celui de-al doilea, apoi se utilizează suma a două concentrații al unuia și aceluiași edulcorant pentru determinarea gustului dulce echivalent. Mulți dintre cercetători transformă zaharurile lor în concentrație de glucoză cu gust dulce echivalent. Toate cazurile de mai sus s-au bazat pe presupunerea că ambii edulcoranți interacționează cu același sector de recepție în cavitatea bucală a gustului dulce. Experimentele electrofiziologice au demonstrat că acest lucru nu este întotdeauna adevărat și că sunt multe alte sectoare de recepție în cavitatea bucală a gustului dulce. În unele cazuri, o adevărată sinergie poate avea loc cu condiția că cei doi edulcoranți nu concurează pentru același sector de recepție în cavitatea bucală a gustului dulce. Totuși, gustul dulce maximal, care poate fi obținut, este de două ori mai mic decât gustul dulce dintre două molecule selectate într-un amestec. Astfel, sinergismul calităților gustative în amestecuri poate îmbunătăți gustul dulce în alimente, însă amestecurile de zaharuri nu vor putea prezenta un nou edulcorant eficient, care ar putea înlocui, de exemplu, zaharina [38].

Până în prezent nu s-au elaborat metode instrumentale de determinare a gustului în general a produselor alimentare și, în special, determinarea gradului de gust dulce pentru gemurile și confiturile din fructe.

De asemenea, în decursul ultimilor ani, comportamentul consumatorilor față de calitatea senzorială a produselor alimentare s-a modificat profund și continuu. Gustul și specificitatea sa au devenit adevărate valori ale viitorului [52, 53]. Această tendință este intensificată, în special, de suspiciunea manifestată în ceea ce privește originea și natura produselor alimentare. În prezent, se vrea să se cunoască ce se mănâncă.

8.1.2. Tehnologii de fabricare a gemului și confiturii

Actualmente, se folosesc mai multe tehnologii de obținere a gemului și confiturii [9, 13, 19]. Toate tehnologiile pot fi repartizate în două grupe:

- tehnologii utilizate în condiții casnice;
- tehnologii utilizate în condiții industriale.

Principalele direcții de ameliorare și dezvoltare a tehnologiei de fabricare a gemului și confiturii din prune și vișine pot fi divizate astfel:

- elaborarea rețetelor sau compozițiilor de ingrediente pentru obținerea gemului și confiturii;
- elaborarea produselor tehnologice de fabricare;
- elaborarea compozițiilor și procedeelelor.

A fost identificat un număr relativ mare de lucrări destinate elaborării rețetelor de fructe și ingrediente pentru obținerea gemului și confiturii [19, 20, 21]. Motivația activității în această direcție a fost cauzată de unele neajunsuri ale tehnologiei tradiționale și compozițiilor utilizate.

Conform tehnologiei tradiționale, se recomandă compoziția cu adaos de 100-120 părți de masă de zaharoză la 100 părți de masă de fructe și 5,0-10,0 kg agent de gelificare (pectină) [19, 20, 21].

Evident, se utilizează cantități mari de zaharoză și, prin urmare, se obține gem și confitură cu un conținut total de glucide 60,0-69,0%. Produsul finit se caracterizează prin gust excesiv de dulce și aspect brunificat, iar eficacitatea economică de producție este mică și cererea redusă din partea consumatorului.

Compoziția formată din zaharoză și fructe (1,2 părți de zaharoză și 1,0 părți de fructe) a tehnologiei tradiționale a fost elaborată, în primul rând, cu scopul formării structurii gelificate a produsului finit. Funcția zaharozei în cantități mari constă în participarea activă la legarea apei libere; reducerea activității apei și, prin urmare, formarea carcasi de macromolecule a pectinei și transformarea compoziției în structură gelificată [23]. Prin urmare, funcția principală a zaharozei este efectul fizico-chimic de deshidratare a mediului de fructe. Formarea gustului dulce este o funcție secundară a zaharozei [23].

Problema reducerii conținutului de zaharoză în produsele finite, unde funcția de bază a zaharozei ar fi formarea gustului dulce armonizat, a fost studiată de mai mulți savanți [23, 24].

De exemplu, se propune compoziția: confitură din glucide și fructe decongelate prin amestec de 75-85% masă de fructe, 16-20% masă de fructoză, 0,4-1% masă a agentului de gelificare și 0,4% de vanilie [19].

Utilizarea diferitor ingrediente influențează negativ asupra gustului de fructe al confiturii, unde utilizarea fructozei conduce la dificultăți în producție, având în vedere faptul că fructoza se produce în volum extrem de mic, cu preț destul de mare.

De asemenea, a fost elaborat un procedeu de obținere a gemului cu proprietăți curative, în baza fructelor și pomuşoarelor, care include operațiile tehnologice: pregătirea materiei prime, fierberea piureului până la 30% substanțe solubile (SU, %), adaos de zaharoză și fierberea până la SU 68%, adaos de agent de gelificare, răcirea până la 70°C, turnarea, ambalarea, marcarea și depozitarea. Se menționează că stabilitatea conținutului în vitamina C în acest gem la temperatura 20°C este de 98% [21].

Totuși, conținutul de zaharoză în gem este majorat până la SU 68%, ceea ce conduce la formarea gustului excesiv de dulce al produsului finit.

Reducerea conținutului de zaharoză în compoziții conduce la obținerea confiturii și gemului cu un conținut de apă liberă și abateri esențiale în procesul de gelificare. Structura produsului practic va fi slab gelificată.

Pentru rezolvarea acestei probleme au fost efectuate cercetări destinate modificării compoziției și procedului de obținere a gemului. În lucrarea brevetată [47] au fost obținute rezultate pozitive prin utilizarea agenților de gelificare în ansamblu: 2,0-2,8 amidon modificat; 0,65-0,1 xantan și guar (gume vegetale), care au permis a obține confitură cu structură gelificată. Însă conținutul de zaharoză în produsul finit s-a redus neesențial [19].

Conținutul de zaharoză a fost introdus în produse atât cu scopul de a oferi produsului gust dulce, cât și cu scopul formării unei structuri gelificate prin hidratarea și reținerea apei. Prin urmare, conținutul de zaharoză, în produsele fabricate după acest procedeu, depășește concentrațiile care ar fi necesare pentru obținerea unui gust dulce optim [29, 30].

Evident, pentru prelungirea duratei de păstrare s-a adăugat un conținut semnificativ de conservanți, iar conținutul mare de zaharoză a condus la obținerea produselor gelificate cu gust excesiv de dulce.

Pentru fabricarea gemului cu un conținut redus de zahăr pot fi utilizați diverși edulcoranți: glucoza, fructoza, sorboza, galactoza, manoză, lactoza, maltoza, palatinoza, lactuloza, siropuri de amidon. Acești edulcoranți cu grad de îndulcire diferit pot fi utilizați în diverse proporții [55].

În afară de aceasta, în calitate de edulcoranți pot fi folosiți: aspartamul (cu grad de îndulcire 200 și gust asemănător zaharozei); sucraloza (de 600 ori mai dulce decât zaharoza), steviozidul, neoghespiridina etc. [54].

În afară de edulcoranții sintetici, pot fi utilizați edulcoranți naturali care se obțin din miere, stevia, topinambur, citrice, Sorghum Saccharatum, proteine naturale (Richardela dulcifera) și alte plante (Dioscorefilum, Catemfe, Hemeleia, Lippia, Sinsepalum, Momorica) [56].

Toți edulcoranții se caracterizează prin diferite proprietăți. De exemplu, aspartamul, ciclamatul și așesulfamul pot fi utilizați numai în amestecuri în anumite proporții. Sucraloza, de asemenea, poate fi folosită pentru obținerea diverselor conserve dietetice și pentru utilizarea de către bolnavii de diabet zaharat [54, 56].

În urma analizei bibliografice s-a constatat că sunt elaborate diverse compoziții și procedee de obținere a gemului și confiturii cu un conținut de edulcoranți naturali și sintetici, diferite tipuri de agenți de gelificare și altele [38]. În același timp, nu au fost identificate lucrări destinate analizei proprietăților senzoriale ale produselor finite în funcție de caracteristicile fizico-chimice ale fructelor și de conținutul de substanțe cu gust dulce [21, 26]. De asemenea, procedeele propuse se bazează pe compoziții elaborate încă în anii precedenți.

Prin urmare, ținem să menționăm că producerea gemurilor și confiturilor cu gust dulce excesiv este o problemă importantă în industria alimentară, care necesită o atenție deosebită și care trebuie propusă spre soluționare.

8.1.3. Valoarea biologică și nutritivă a gemului și confiturii din fructe

Rolul important al fructelor în cadrul alimentației raționale este bine cunoscut și se datorează conținutului acestora în vitamine, zaharuri, enzime, substanțe pectice, celuloză, acizi organici, substanțe aromatice și substanțe minerale. Datorită efectelor curative, într-o serie de boli acute și cronice, dieta cu produse obținute din fructe constituie un procedeu folosit cu succes în medicina modernă. Astfel, fructele sâmburoase și produsele obținute din ele conțin o mare parte din zaharuri sub formă de fructoză, fiind indicate în alimentația diabeticilor [54]. Conținutul lor ridicat în săruri de potasiu le recomandă pentru tratamentul și profilaxia bolilor cardiovasculare, iar conținutul redus de grăsimi și conținutul ridicat de zaharuri și vitamine conferă acestora calitatea de medicament în tratamentul ficatului și al vezicii biliare [15].

În literatura de specialitate, compozițiile chimice ale gemurilor și confiturilor din fructe sunt puțin studiate, unde un rol semnificativ se acordă studiului compoziției chimice a fructelor.

Un interes deosebit prezintă prunele și vișinele ce sunt caracterizate prin efecte curative deosebite, de aceea consumul acestor fructe este recomandat în alimentația fiecărui om. Prunele au o întrebuințare diversificată [5, 11]: se pot consuma proaspete sau deshidratate; sunt utilizate la fabricarea gemurilor, dulcețurilor, marmeladei, compoturilor, jeleurilor și lichiorurilor. În comparație cu alte fructe, au valoare nutritivă foarte ridicată datorită conținutului mare de zahăr (glucoză și levuloză) [7]. Prunele au calități energizante puternice datorită, pe de o parte, zaharurilor pe care le conțin în cantitate mare și care intervin și stimulează atât sistemul muscular, cât și cel nervos, iar pe de altă parte, potasiului (în cantitate de 214 mg la 100 g) care contribuie la normalizarea activității celulelor sistemului nervos. Prunele conțin săruri de mangan, săruri care intră în componența sistemelor enzimatică și intervin activ în desfășurarea metabolismului calciului și fierului [12].

Vișinele sunt o sursă bogată în vitamine, glucide, acizi organici, substanțe minerale: calciu, potasiu, magneziu, zinc etc. [12]. Ele sunt recomandate pentru detoxifierea organismului, în special a rinichilor. Diminuează riscul apariției diabetului zaharat și scade nivelul colesterolului și zahărului din sânge, împiedicând acumularea grăsimilor în ficat. Vișinele sunt fructe recomandate cardiacilor, deoarece conțin o cantitate mare de potasiu, care contribuie la stabilizarea ritmului cardiac.

Conțin substanțe anticoagulante, fiind recomandate celor care suferă de ateroscleroză pentru prevenirea complicațiilor acestei afecțiuni [17].

În tabelul 8.9 sunt date valorile acizilor organici care se conțin în prune și vișine.

Tabelul 8.9. Conținutul de acizi organici în prune și vișine [5, 10]

<i>Specia</i>	<i>Substanța uscată, SU, %</i>	<i>Conținutul în acizi organici,</i>				<i>Aciditatea titrabilă, %</i>	<i>Valoarea pH</i>
		<i>mg/100g</i>					
		<i>acid citric</i>	<i>acid vinic</i>	<i>acid oxalic</i>	<i>acid malic</i>		
Prune	15,8-20,9	42-98	0,5-1,0	2,3-4,0	820-1220	0,55-1,1	3,4-4,0
Vișine	13,5-27,2	50-100	0,5-1,0	0,8-2	750-1500	0,4-1,5	2,6-3,7

Unul dintre indicii de bază ai fructelor prezintă conținutul în apă. Ea se găsește în celulele și țesuturile acestora, în general, în proporție de 75-90%. În prune, cantitatea de apă este de 73-86%, iar în vișine 77-88%. Acest indice este prezentat diferit în dependență de sursele bibliografice studiate [12]. Conform acestor date, este evident faptul că activitatea apei e destul de mare, iar stabilitatea acestor fructe fiind joasă.

Conținutul în zaharuri din fructe este un factor foarte important la fabricarea gemurilor și confiturilor, în primul rând, fiindcă se pot face economii substanțiale la consumul de zahăr adăugat și, în al doilea rând, pentru calitatea lor. În special, monozaharidele sunt deosebit de ușor asimilabile, reprezentând factorul de bază în aprecierea ca aliment în hrana copiilor și în regimurile dietetice [38].

Forma de hidrați de carbon întâlnită frecvent în fructe sunt: fructoza, glucoza și zaharoza, în proporție care variază între 6 și 14% și polizaharidele (pectine, celuloză, amidon etc.), cu unele excepții, în proporție mult mai mică, de 0,2-2,5%. Dintre zaharuri, glucoza și fructoza se găsesc în cea mai mare cantitate în fructele ajunse la maturitate (coapte). Zaharoza se găsește, proporțional, în cantități mai mici decât glucoza și fructoza [38].

Literatura de specialitate relevă o gamă mare a conținutului total de glucide în fructe, expusă 8.10: la prune conținutul total de glucide constituie de la 15,8 până la 20,9%; iar la vișine de la 13,6 până la 15,0%. Conținutul de fructoză, glucoză și zaharoză este de asemenea diferit. În dependență de literatura studiată, în prunele proaspete conținutul de fructoză este în mediu de 4,2%; respectiv în vișine – 3,51%. Conținutul mediu de glucoză în prune este de 5,1%, iar în vișine 4,18%. Cantitatea zaharozei în fructele date este considerabil mai mică, în comparație cu glucoza și fructoza, și constituie în prune 1,57%, iar în vișine 0,8%. În unele surse bibliografice este specificată și prezența sorbitolului, dar în cantități semnificativ de mici. De asemenea, este observat în prune conținutul de maltoză de 0,08 g/100 g produs și conținutul de galactoză de 0,14g/100 g. Aceste glucide, însă, nu sunt găsite în vișine [56, 57].

Valoarea energetică a acestor fructe constituie: prune – 178,12 kJ/100 g parte edibilă, care poate fi repartizată în glucide – 155,74 kJ/100 g; lipide – 10,55 kJ/100 g; protide – 11,83 kJ/100 g. În vișine valoarea energetică constituie 161,5 kJ/100 g parte edibilă, repartizată în glucide – 133,29 kJ/100 g; lipide – 11,31 kJ/100 g; proteine – 16,9 kJ/100 g [56, 57].

Tabelul 8.10. Conținutul de glucide și valoarea energetică a prunelor și vișinelor

<i>Specia</i>	<i>Conținutul total de glucide, %</i>	<i>Conținutul principalelor glucide, % parte edibilă</i>					<i>Valoarea energetică kJ/100 g parte edibilă</i>
		<i>D-fructoză</i>	<i>D-glucoză</i>	<i>zaharoză</i>	<i>substanțe pectice</i>	<i>celuloză</i>	
Prune	15,8-20,9	3,8-4,5	4,9-5,5	1,45-1,8	0,27-0,7	0,5-1,0	178,12
Vișine	13,6-15,0	2,9-3,6	3,7-4,3	0,7-0,92	0,06-0,4	0,2-0,3	161,5

Un alt indice, cu importanță fiziologică și tehnologică al compoziției chimice a fructelor, este conținutul în acizi organici (tabelul 8.10). Importanța tehnologică a acizilor organici constă în asigurarea calității fructelor păstrate în stare refrigerată; asigurarea obținerii produselor gelificate; ușurarea proceselor de pasteurizare și sterilizare și mărirea stabilității produselor finite [31].

Aciditatea din fructe nu este importantă numai pentru faptul că le dă gust acestora și le ferește de a fi fade. Rolul acidității este deosebit de important pentru asigurarea valorii pH-lui.

E de menționat că valorile acidității prunelor și vișinelor în diferite surse bibliografice sunt prezentate variat, și anume: la prune este de la 0,34 până la 3,5%, iar la vișine de la 0,86 până la 2,11%. Acizii organici de bază în fructe sunt:

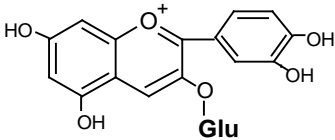
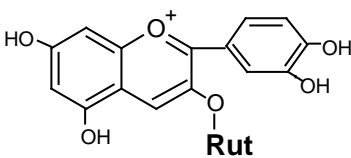
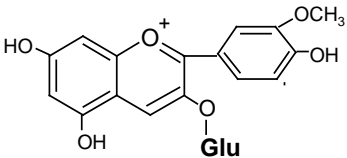
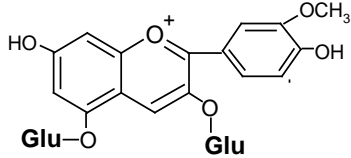
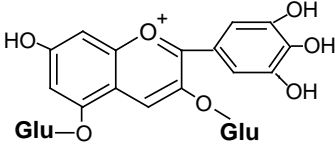
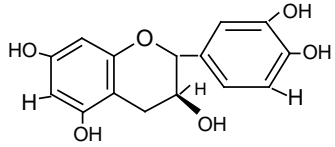
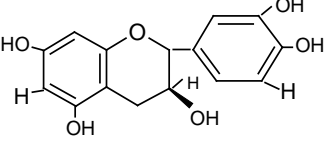
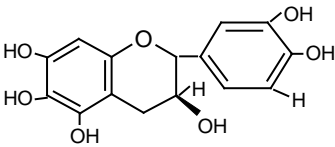
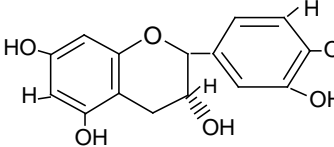
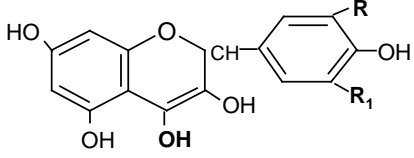
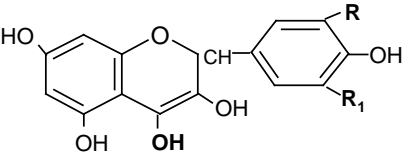
- pentru prune: acidul citric, acidul malic, acidul oxalic și acidul vinic. În alte surse este specificată și prezența acidului benzoic, acidului tartric, acidul shikimic, acidul galacturonic, acidul fumaric și acidul galic [51];

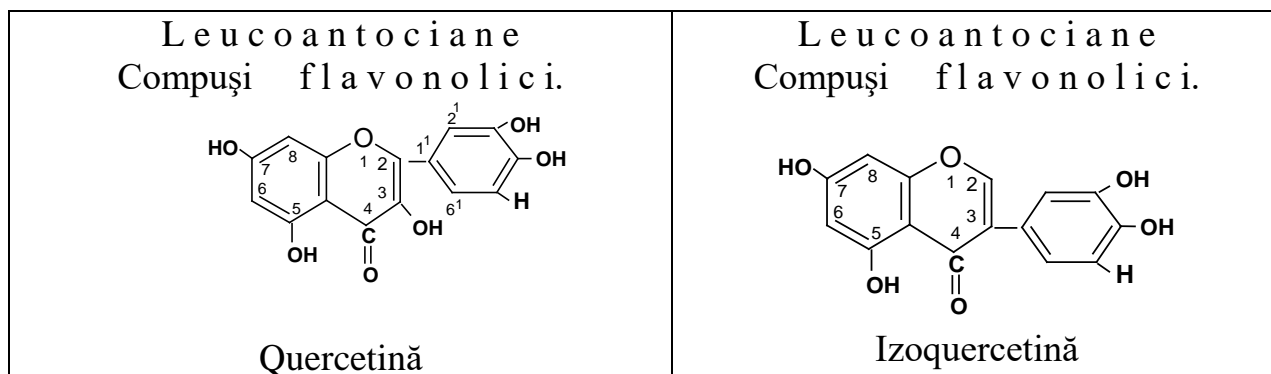
- pentru vișine: acidul citric, acidul malic, acidul oxalic și acidul vinic. Mai conține în cantități mari de aproximativ 0,5 mg/100 g acid folic, acid tartric, acid succinic, etc.

Prunele și vișinele se caracterizează prin aspect atrăgător datorită conținutului de pigmenți din grupa antocianidinelor. În general, prunele și vișinele sunt bogate în substanțe fenolice. Flavonoidele, cu structura chimică generală $C_6-C_3-C_6$, sunt cea mai răspândită grupă de substanțe fenolice heterociclice, hidrosolubile. Moleculele flavonoidelor sunt formate din două inele benzenice (C_6), unite cu ajutorul fragmentului heterociclic C_3 . Acest fragment formează al treilea inel cu trei atomi de carbon și cu un atom de oxigen.

Având în vedere că flavonoidele reprezintă surse importante de substanțe biologic active, în tabelul 8.11 sunt date unele substanțe din această grupă, identificate în compoziția chimică a prunelor și vișinelor [29, 31].

Tabelul 8.11. Principalii compuși ai flavonoidelor în prune și în vișine [10,37]

<i>P R U N E</i>	<i>V I Ș I N E</i>
<p>Antociane glucolizate</p>  <p>Cianidina – 3 - glucozid</p>	<p>Antociane glucolizate</p>  <p>Cianidina – 3 – rutinozid</p>
 <p>Peonidina – 3 - glucozid</p>	 <p>Peonidina -3,5 - diglucozid</p>
 <p>Delfinidina – 3,5 - diglucozid</p>	
<p>Compuși flavanolic i</p>  <p>(+) catechină</p>	<p>Compuși flavanolic i</p>  <p>(+) catechină</p>
 <p>Galocatechină (GC)</p>	 <p>(-) Epicatechinea</p>
	



Pigmenții vegetali se conțin în cantități diferite în prune și vișine. În funcție de structura chimică, în general foarte variată, pigmenții vegetali pot fi împărțiți în mai multe grupe: pigmenți porfirinici, pigmenți carotenoidici, pigmenți chinonici, pigmenți flavonoidici, pigmenți indolici etc.

Pigmenții porfirinici, din grupa cărora fac parte clorofila-a și clorofila-b, se întâlnesc în prune și vișine, dar în cantități foarte mici în fructele verzi și semicoapte.

Pigmenții carotenoidici reprezintă totalitatea carotenoidelor vegetale. Aceștia sunt pigmenții cei mai răspândiți din tot regnul vegetal. Conținutul de carotenoide în prune este de 0,1 mg/100 g produs, iar în vișine este de 0,3 mg/100 g produs.

Pigmenții flavonoidici (flavonoidele) sunt pigmenți fenolici care conțin în molecula lor un heterociclu piranic sau furanic condensat cu un inel benzenic. De heterociclu se cuplează un alt inel benzenic. Inelele au grupări hidroxilice, ceea ce determină caracterul fenolic al acestor pigmenți. Majoritatea flavonoidelor sunt colorate și contribuie în mare parte la formarea culorii fructelor. Se găsesc în natură în stare liberă, dar mai ales în formă de glicozide [7, 11].

Flavanii (cromanii) sunt pigmenți care derivă de la flavan (2-fenil-benzopiran sau croman). Ei au în moleculă un inel benzopiranic. Au tendința de a polimeriza și de a forma catechine care intră în compoziția taninurilor catechinice. Conținutul de catechine în prune și în vișine, care sunt unele dintre cele mai bogate fructe în aceste substanțe, este semnificativ de mare. Conținutul de (-)-epicatechine în prune constituie 2,8 mg/100 g, iar conținutul de (+)-catechine constituie 3,35 mg/100 g produs. Conținutul de (-)-epicatechine în vișine constituie 9,53 mg/100 g, iar conținutul de (+)-catechine constituie 2,17 mg/100 g produs. Cantitatea totală de catechine reprezintă pentru prune – 6,19 mg/100 g produs; pentru vișine – 11,70 mg/100 g produs.

Flavonele și izoflavonele sunt pigmenți galbeni care derivă de la 2-fenil-benzopironă (2-fenil-cromonă) și, respectiv, de la 3-fenil-benzopironă (3-fenil-cromenă). În natură, flavonele și izoflavonele se găsesc, de obicei, sub formă de glicozide și sunt larg răspândite. Se cunosc peste o sută de flavone care se găsesc în flori, fructe, frunze, lemn și scoarța copacilor [5, 7].

Din grupa flavone-flavonoli s-au identificat în prune și vișine următoarele substanțe: Isoquercitrina, Quercitrina, Rutina, Avicularina, Quercitrin-3-glicoxid, Quercitrin-3-arabinoxid, Myricetin. În alte surse s-a menționat prezența în prune a acidului neoclorogenic, acidului p-cumaroilchinic și acidului clorogenic.

Antocianidinele și antocianii sunt pigmenți care derivă de la 2-fenil-benzopirenă (2-fenil-cromenă) [48]. Ei sunt principalii pigmenți care dau culoarea roșie și albastră fructelor. Se găsesc în natură, de obicei, sub formă de glicozide, care poartă numele de antociani. Cele mai importante antocianide sunt: *pelargonidina*, *cianidina* și *delfinidina*, care se deosebesc între ele prin numărul și poziția grupărilor hidroxilice de pe inelul benzenic C. Cantitatea de antociani în prune și vișine diferă în funcție de soiul, specia și starea de maturitate a fructelor. În literatura de specialitate, acest conținut diferă de la o sursă la alta și constituie: cianidina 3-rutinozid de la 52,6% până la 73,0%; peonidina 3-rutinozid de la 6,5% până la 37,9%; cianidina 3-glucozid de la 1,8% până la 18,4%; cianidina 3-xilozid de la 4,7% până la 7,8% și peonidina 3-glucozid de la 0,0% până la 0,4% [6, 17].

Prezintă interes și conținutul de substanțe taninice din fructe, care dețin un rol important la inhibarea dezvoltării celulelor cancerigene în organismul uman. Valorile lui sunt cuprinse în limitele de 0,06-0,25 g/% pentru prune și de 0,18-0,21 g/% pentru vișine.

Deși în cantități foarte mici, substanțele minerale, în formă de săruri, au un rol deosebit în metabolismul uman. Acestea sunt în general dizolvate în sucular celular, fie în stare liberă sau combinate cu acizii minerali sau organici. Valoarea acestora este redată în special prin cantitatea de microelemente, adevărații catalizatori ai metabolismului. În general, fructele, spre deosebire de legume, sunt mai bogate în potasiu și conțin cantități mari de calciu, fier, magneziu etc. [10, 29, 40].

Tabelul 8.12. Valorile medii ale conținutului de macro- și microelemente din fructe [10, 40]

Specia	Total, g	Valoarea medie, mg/100 g parte edibilă											μg
		Ca	Fe	Mg	P	K	Na	Zn	Cu	Mn	S	Cl	
Prune	0,45	6,0	0,17	7,0	214,0	157,0	-	0,1	0,057	0,052	6,0	1,0	2,0
Vișine	0,51	16,0	0,32	9,0	256,0	173,0	3,0	0,1	0,104	0,112	6,0	8,0	-

Conform datelor studiate, în prune și vișine ponderea maximală a substanțelor minerale le revine elementelor P și K: în prune conținutul mediu de P constituie 214,0 mg/100 g produs; iar în vișine – 256,0 mg/100 g produs și, respectiv, conținutul de K în prune reprezintă 157,0 mg/100 g produs; iar în vișine – 173,0 mg/100 g produs. Apoi urmează Ca și Mg care au valori medii: prune (Ca) – 6,0 mg/100g; vișine (Ca) – 16,0 mg/100 g și prune (Mg) – 7,0 mg/100 g; vișine (Mg) – 9,0 mg/100 g parte edibilă. Datorită conținutului complex de macroelemente, vișinele și prunele sunt recomandate pentru consum.

Conținutul de vitamine în materii prime este foarte variabil și depinde de soi, gradul de maturare și zona geografică de recoltare. De exemplu, datele bibliografice atestă valori diferite ale conținutului de vitamine în prune și vișine (tabelul 8.13).

Vitaminele sunt substanțe indispensabile vieții, lipsa acestora provocând grave tulburări funcționale ale metabolismului. Punerea în evidență a vitaminelor și studierea caracterelor acestora au obligat și obligă continuu schimbarea multor practici, considerate învechite, ale procesului tehnologic în vederea păstrării în cea mai mare măsură a cantităților de vitamine. Vitamina C joacă un rol deosebit de important în metabolismul alimentar, deoarece organismul uman nu o poate sintetiza și nici nu-și poate face rezerve. În consecință, este absolut necesar ca aceasta să facă zilnic parte din hrană, prin consumul de legume sau fructe proaspete [45, 47].

Gustul și mirosul fructelor este caracterizat prin termen de aromă. Identificarea aromelor, în trecut rezolvată cantitativ și global, a căpătat astăzi o mare precizie de laborator datorită mijloacelor moderne de determinare (gascromatografie), completată cu spectrofotometria în infraroșii. Astfel, s-a putut constata că aroma unui fruct este formată dintr-o complexitate de substanțe chimice. În orice caz, în componența chimică a acestora intră în mari proporții hidrocarburile, terpenele, alcoolii, eterii, esterii, acizii organici etc. [31, 34]. Și anume, datorită acestui fapt, prunele și vișinele, fiind bogate în fructoză, acid malic, acid ascorbic și acid citric au o aromă și un gust deosebit.

Tabelul 8.13. Conținutul în vitamine în 100 g de prune și vișine [46, 51]

<i>Nr. d/o</i>	<i>Denumirea</i>	<i>Unitatea de măsură</i>	<i>Vișine</i>	<i>Prune</i>
1	Vitamina C, total acid ascorbic	mg	9,5-10,5	9,2-9,7
2	Tiamina, Vitamina B1	mg	0,028-0,035	0,27-0,03
3	Riboflavina (Vitamina B2)	mg	0,037-0,045	0,02-0,028
4	Niacina	mg	0,36-0,42	0,393-0,417
5	Acidul pantotenic	mg	0,134-0,143	0,129-0,139
6	Vitamina B6	mg	0,038-0,044	0,017-0,029
7	Total foliați	μg	7,8-8,7	4,5-5,5
8	Colina	mg	5,8-6,5	1,62-1,9
9	Vitamina A	μg	62,25-64,0	16,3-17,2
10	Vitamina E (Alfa-Tocoferol)	mg	0,054-0,07	0,22-0,28
11	Gamma tocoferol	mg	-	0,06-0,08
12	Vitamina K (filoquinona)	μg	2,1-2,6	6,4-6,67

8.2. Tehnologia de obținere a produselor de tip gem, confitură cu conținut redus de zahăr

8.2.1. Obținerea compozițiilor noi de gem și confitură cu conținut redus de zahăr

Cum a fost menționat, necesitatea desfășurării investigațiilor în această direcție constă în faptul că fabricarea gemului și confiturii cu utilizarea tehnologiei tradiționale nu este efectivă din punct de vedere al calității produselor și eficacității economice.

● *Punctele slabe în tehnologia de fabricare a produselor de tip gem și confitură de fructe sunt următoarele:*

- fabricarea se efectuează în conformitate cu documentele normative elaborate în anii 1970-1990: pentru gem - GOST 7009-88 E; pentru confitură - SM 162:1997;
- consumul majorat de zaharoză: 500-600kg/tonă produs finit;
- concentrația majorată de zahăr de 60,0-68,0% în produsul finit, care îi conferă gust dulce excesiv și maschează gustul fructelor;
- calitatea produselor inferioară, din cauza conținutului majorat de zaharoză ce conduce la cererea redusă din partea consumatorilor;
- costul de producție relativ mare cu eficacitate economică mică.

● *Pentru elaborarea tehnologiilor și compozițiilor noi de gem și confitură de fructe au fost necesare cercetări în următoarele direcții:*

- determinarea formării gradului de gust dulce al compozițiilor din fructe cu conținut diferit de zaharoză. Influența caracteristicilor fizico-chimice ale fructelor asupra formării gustului produselor finite;
- elaborarea compozițiilor de fructe cu conținut redus de zaharoză și grad de gust dulce programat al produselor finite;
- elaborarea tehnologiei de obținere a gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză;
- determinarea stabilității microbiene și valorii biologice a produselor finite pe parcursul depozitării.

În conformitate cu tehnologia tradițională, care în prezent este utilizată la întreprinderile din Republica Moldova, rețeta gemului și confiturii prevede formarea, în prealabil, a compoziției (amestec) de fructe și zaharoză, care este supusă tratamentului tehnologic și obținerii produsului finit. Raportul dintre valorile de masă ale fructelor și ale zaharozei în compoziții este prevăzut de **1:1** [59].

De exemplu, la 100-120 kg fructe se adaugă 90-120 kg zaharoză. Raportul **fructe:zaharoză** constituie:

1 : 1

Cantitățile de zaharoză prevăzute în rețetele tehnologiei tradiționale sunt utilizate, în primul rând, cu scopul formării texturii gelificate a produselor finite, fără a lua în considerație gradul gustului dulce.

În structura compoziției gemului și confiturii, textura gelificată este obținută în urma formării carcasei tridimensionale a macromoleculilor de polizaharide hidratate cu o cantitate de apă din fructe. În afară de polizaharide, excesul de apă liberă se leagă prin legături de hidrogen cu moleculele de zaharoză. Prin urmare, când concentrația zaharozei în gem atinge nivelul de 60,0-68,0%, apa liberă pierde

mobilitatea, devine în stare legată fizico-chimic sub formă de gel. E de menționat că zaharoza în compoziția gemului și confiturii exercită funcția fizico-chimică de legare a apei. Astfel de mecanism de gelificare conduce la formarea gustului dulce excesiv a produsului cu efecte negative asupra calității gemului și confiturii.

Mono-, dizaharidele și zaharoza în produsul finit sunt în cantități excesive. Concomitent, ponderea masei de fructe nu depășește 38,0-43,0% din masa totală a produsului finit.

Tabelul 8.14. Caracteristicile fizico-chimice ale mostrelor de gem de prune și de vișine cu conținut redus de zaharoză

Nr. d/o	Caracteristicile fizico-chimice	Unități	Rețeta gemului de prune		Rețeta gemului de vișine	
			Raport prune: zaharoză 1,0 : 0,5	1,0 : 0,6	Raport vișine : zaharoză 1,0 : 0,6	1,0 : 0,62
1	Substanțele uscate hidrosolubile din fructe	%	15,4	16,2	13,0	14,2
2	Aciditatea totală a fructelor	%	0,68	0,72	1,95	2,12
	Aciditatea totală a amestecului de fructe și zaharoză	%	1,2 ♦	1,2 ♦	1,12	1,3
3	Valoarea pH a fructelor	-	3,75	3,50	3,45	3,28
Caracteristicile fizico-chimice ale gemului						
4	Substanțele uscate hidrosolubile din gem	%	50,4	50,0	47,6	46,6
5	Cantitatea totală de glucide în gem	%	47,6	46,0	41,3	43,9
6	Aciditatea totală a gemului	%	1,25♦	1,15♦	1,07	1,45
7	Valoarea pH a gemului	-	3,30	3,55	3,65	3,35

Notă: În rețeta gemului, în funcție de agent de gelificare a fost folosită pectina puternic metoxilată în concentrații de 2,5-3,0% din masa amestecului de fructe și zaharoză; **1,2♦** - în amestecul de prune și zaharoză s-a adăugat 1,0% de acid citric.

Din cele expuse rezultă că pentru elaborarea produselor noi de calitate a fost necesară examinarea dependenței valorii nutritive a gemului și confiturii de proprietățile fizico-chimice ale ingredientelor de bază din produsele date. Cu acest scop au fost efectuate cercetări experimentale. A fost examinată influența raportului compozițiilor de **fructe:zaharoză** asupra procesului de obținere a gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză.

Având în vedere particularitățile calității și texturii necesare a produsului finit, s-au verificat compozițiile (rețetele) de fructe și zaharoză în raportul **1: 0,3-0,6**. Au fost obținute mostre experimentale de gem din trei compoziții de **fructe:zaharoză** cu raportul de **1:0,5; 1:0,6 și 1:0,62**. La 1,0 kg de fructe s-a adăugat 0,5; 0,6 și 0,62 kg

de zaharoză. În tabelul 8.14 sunt expuse caracteristicile fizico-chimice ale mostrelor experimentale de gem cu conținut redus de zaharoză. În urma analizei senzoriale, ele au fost apreciate cu note pozitive.

Tabelul 8.15. Conținutul de zaharoză în compoziția gemului

Nr. d/o	Indici	Unități	Gem de prune, raport fructe : zaharoză		Gem de vișine, raport fructe : zaharoză	
			gem de prune, raport fructe: zaharoză	gem de vișine, raport fructe: zaharoză	gem de prune, raport fructe: zaharoză	gem de vișine, raport fructe: zaharoză
1	Masa zaharozei utilizată pentru amestecul de fructe:zaharoză	kg	0,5	0,6	0,6	0,62
2	Cantitatea de zaharoză în amestecul de fructe:zaharoză	%	33,4	37,5	37,5	39,0
3	Cantitatea totală de glucide în gem inclusiv:	%	47,6	46,0	41,3	43,9
	• cantitatea de zaharoză în gem;	%	33,28	37,1	37,4	38,7
	• cantitatea de mono- și dizaharide	%	12,6	9,4	10,3	8,1

Din datele obținute se observă că în urma tratamentului tehnologic caracteristicile fizico-chimice ale gemului au fost variabile. Conținutul de substanțe uscate hidrosolubile a produselor finite a fost inclus în limitele 46,6-50,4%. Aceste caracteristici denotă un conținut variabil de SU a fructelor, fiind de 13,0-16,2%.

Diversitatea structurii țesutului și compoziției chimice ale prunelor și vișinelor a condus la formarea diferitor valori ale acidității totale și ale pH-ului gemului. Din cauza acidității inferioare a prunelor (0,68-0,72%), în rețeta gemului a fost adăugat acidul citric pentru corectarea gradului de gust dulce.

De asemenea, a fost determinat conținutul inițial de zaharoză în compoziția **fructe:zaharoză**, conținutul total de glucide și conținutul de zaharoză în produsele finite (tabelul 8.15).

În urma analizei datelor experimentale s-a constatat că în procesul obținerii gemului, cantitatea de zaharoză utilizată nu a fost modificată. S-au depistat abateri nesemnificative dintre conținutul zaharozei utilizate și conținutul zaharozei în produsul finit. Aceste abateri au apărut în urma unor pierderi de zaharoză în procesul de fierbere, turnare și ambalare (tabelul 8.15). În timpul tratamentului termic (fierberea gemului) s-a constatat prezența procesului de hidroliză a zaharozei și majorarea semnificativă a conținutului de mono- și dizaharide. Cantitățile

determinate de mono- și dizaharide ale gemului prezintă componentele compoziției chimice ale prunelor și vișinelor.

Datele obținute au demonstrat că reducerea simplă a conținutului de zaharoză în tehnologia obținerii gemului și confiturii nu conduce automat la formarea produsului finit de calitate superioară, din punct de vedere al compoziției chimice și proprietăților senzoriale.

Pentru a elabora compoziții noi ale produselor cu conținut redus de zaharoză este necesară asigurarea calității constante a produselor finite. În primul rând, au fost necesare cercetări teoretice și experimentale pentru aprecierea nivelului posibil de reducere a conținutului de zaharoză care ar putea asigura fabricarea gemului și confiturii cu senzații constante ale gustului dulce.

8.2.2. Analiza gradului de gust dulce al gemului și confiturii

Scopul reducerii conținutului de zaharoză în produsele finite constă în ameliorarea valorii nutritive și proprietăților senzoriale ale gemului și confiturii. În prezent, proprietățile senzoriale, inclusiv gustul alimentelor, se apreciază prin degustări. Formarea gustului dulce depinde de compoziția chimică a fructelor, de gradul lor de maturare, de conținutul de zaharoză sau de alte substanțe cu gust dulce. De asemenea, depinde și de tehnologiile utilizate la fabricarea gemului și confiturii. Senzațiile de gust dulce în cavitatea bucală sunt subiective și depind de starea fiziologică a consumatorului [8, 9].

Totuși, formarea gustului este în funcție de compoziția chimică a alimentelor. Sunt bine cunoscute valorile numerice ale gradului de gust dulce al compușilor chimici, care sunt utilizați în tehnologia alimentară în funcție de edulcoranți. Însă, practic, lipsește informația despre dependența gradului de gust dulce de concentrația edulcoranților în compozițiile produselor alimentare.

Scopul cercetărilor noastre a fost elaborarea metodei fizico-chimice de apreciere a gradului de gust dulce a produselor de tip gem și confitură, care reprezintă sisteme complexe formate dintr-un număr mare de compuși chimici cu gust diferit.

În general, gemul și confitura sunt sisteme alimentare. Ele se formează în timpul tratamentului termic, în dependență de caracteristicile inițiale ale componentelor amestecului de fructe, zaharoză, agenți de gelificare și a parametrilor procesului tehnologic [30, 31]. Proprietățile senzoriale ale produsului finit sunt formate în urma modificărilor complexe fizico-chimice, chimice și fizice.

Proprietățile senzoriale, inclusiv gustul alimentelor, pot fi apreciate în funcție de caracteristicile inițiale ale compoziției supusă tratamentului termic și ale produsului finit [13].

În timpul procesului de tratare termică (fierberea sub vid) a amestecului de fructe și zaharoză, aciditatea totală și valoarea pH, responsabile de formarea gustului acru, au fost parțial modificate (tabelul 8.14). Concomitent, conținutul de zaharoză, responsabil de gustul dulce în timpul procesului de obținere a gemului și în produsul finit, practic, a fost constant (tabelul 8.15).

Din datele obținute rezultă că gemul, în afară de gust specific de fructe, manifestă două senzații dominante de gust: *gust dulce* și *gust acru*. Combinația

acestor senzații formează gustul produsului, care poate fi acru, acru-dulciu, dulce-acriu, dulce sau foarte dulce. Gustul produselor de tip gem și confitură poate fi reprezentat printr-o relație generalizată, în funcție de gradul de gust dulce și gradul de gust acru:

$$G_p = f(G_d, G_a). \quad (8.6)$$

unde: G_p - gustul produsului;

G_d - gustul dulce;

G_a - gustul acru.

Gustul dulce al gemului depinde, predominant, de cantitatea de zaharoză utilizată pentru obținerea produsului. Reieșind din faptul că zaharoza este substanța de bază a gustului dulce a gemului, a fost examinată dependența gradului de gust dulce de concentrația zaharozei. Cu acest scop au fost folosite datele experimentale referitor la proprietățile senzoriale ale gustului dulce pentru diferite concentrații de zaharoză obținute și publicate de K. Hoppe și B. Gasmann [42].

Prin prelucrarea matematică a acestor date am stabilit corelarea funcțională dintre gradul de gust dulce a zaharozei și concentrația zaharozei în soluții apoase.

Respectiv, a fost obținută relația funcțională liniară, exprimată în coordonate logaritmice între gradul de gust dulce și concentrația zaharozei:

$$\ln G_z = 0,909 \cdot \ln Z + 0,187. \quad (8.7)$$

unde: G_z - gradul de gust dulce al zaharozei;

Z - concentrația zaharozei, %.

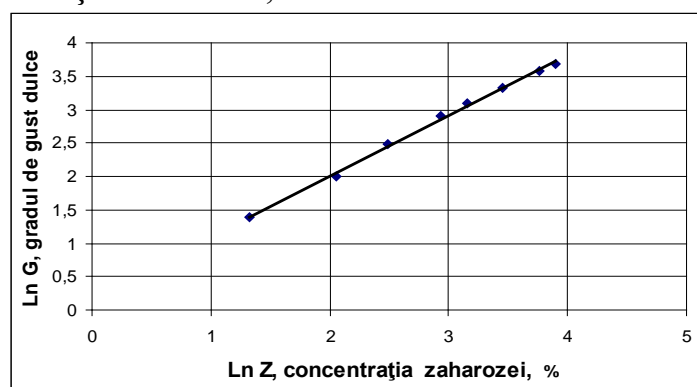


Figura 8.1. Corelarea dintre concentrația și gradul de gust dulce al zaharozei în soluții apoase cu pH 7,0 ($R^2=0,99$)

Relația (8.7) a servit ca bază pentru aprecierea dependenței gustul dulce al gemului și confiturii de conținutul zaharozei, mono- și dizaharidelor din fructe. În ansamblu, gradul de gust dulce a mono- și dizaharidelor din fructe este similar cu gustul zaharozei. Având în vedere acest fapt, în relația (8.8), conținutul de zaharoză a fost înlocuit cu conținutul substanțelor hidrosolubile uscate totale ale produsului finit: $SU_{pr} = SU + Z$, iar conținutul de acizi organici Ac , cu gust acru, a fost exclus din conținutul SU_{pr} :

$$\ln G_d = 0,909 \cdot \ln(SU_{pr} - Ac) + 0,187. \quad (8.8)$$

Relația (8.8) reflectă dependența gustului de caracteristicile fizico-chimice ale gemului.

Aprecierea gustului acru cu ajutorul caracteristicilor fizico-chimice ale gemului și confiturii este o problemă complexă. Până în prezent încă nu au fost stabiliți indici cu valori numerice ale gradului de gust acru. Fructele conțin diferiți acizi organici: citric, malic, tartric, oxalic, fumaric și multe altele. În acizii organici din prunele maturate predomină conținutul de acid citric (1,3 g/100 g masa prunelor) în comparație cu acidul malic (0,4-0,8 g/100 g masa prunelor). În compoziția produselor din fructe și pomușoare, diferiți acizi organici au grad de disociație diferit și putere de gust acru variabilă. Din totalitatea acizilor organici prezenți în fructe și legume, conținutul acizilor citric și malic este dominant. De regulă, ei se folosesc în funcție de substanță etalon pentru aprecierea acidității totale a alimentelor.

Senzațiile de gust acru apar în dependență de valoarea pH a alimentului, și anume, când pH-ul mediului este mai mic de pH 4,0-4,5. La rândul său, valoarea pH este în funcție de concentrația și de gradul de disociere al acizilor. În prezenta lucrare, în funcție de etalon al gustului acru al gemului și confiturii a fost utilizat acidul citric, în conformitate cu metodologia folosită pentru testarea gustului acru [41, 42]. S-a întreprins o încercare de a exprima gustul acru al gemului și confiturii prin concentrația și valoarea pH a acidului citric. Cu acest scop a fost analizată experimental dependența valorii pH (indicele potențial al gustului acru) de concentrația acidului citric în sistemele model (fig.9.1).

În soluțiile apoase, cu concentrația acidului citric de 0,01-0,5%, valorile pH variază în limitele 2,4-4,4. Aria acestor concentrații de acid citric conduce la modificarea esențială a valorii pH și a gradului de gust acru.

Majorarea concentrației acidului de la 0,5% influențează neesențial asupra valorii pH. Concentrația acidului citric disociațat tinde spre echilibru cu concentrația acidului nedisociațat. De exemplu, majorarea concentrației acidului de la 0,5% până la 1,7% conduce la reducerea valorii pH de la 2,4 până doar la pH 2,1.

În mediile cu concentrația acidului citric mai mare de 0,5%, gustul acru va fi extrem de puternic din cauza valorii pH cuprins în limitele 2,0-2,4.

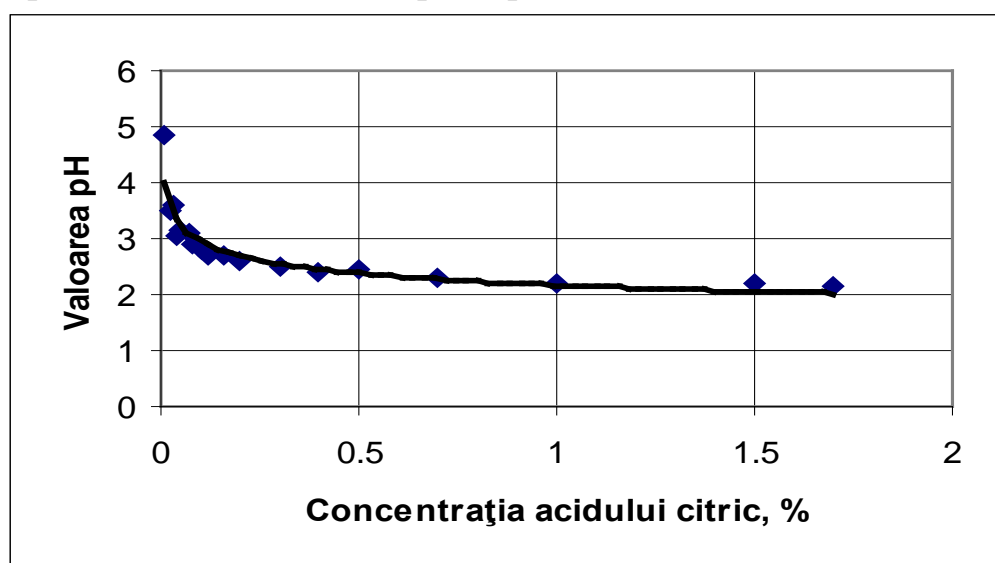


Figura 8.2. Dependența valorii pH de concentrația acidului citric în mediul apos ($R^2=0,91$)

În general, dependența valorii pH de aciditatea totală a acidului citric (fig.8.2) are caracter exponențial și corespunde relației funcționale următoare:

$$pH = 2,169 \cdot Ac^{-0,1325} \quad (8.9)$$

unde: pH - valoarea acidității active a acidului citric;
 Ac - concentrația acidului citric, %;
 0,1325 - constanta de disociere a acidului citric;
 2,169 - parametrul raportului dintre valoarea pH și concentrația acidului citric.

Relația (8.9) a fost folosită pentru aprecierea gradului de gust acru. Având în vedere că gustul acru maschează sau reduce gradul de gust dulce al gemului și confiturii, valorile numerice ale gustului acru trebuie să fie invers proporționale cu valorile numerice ale gustului dulce. Adică, cu majorarea puterii gustului acru valorile numerice descresc.

În baza acestor afirmații, gradul de gust acru poate fi exprimat prin relația care prezintă valoarea pH și aciditatea totală raportată la pH=7,0 (mediu cu gust neutru). În urma analizei datelor experimentale a fost elaborat gradul de gust acru:

$$G_k = \frac{pH \cdot Ac^{-0,1325}}{7,0} \quad (8.10)$$

unde: G_k – gradul de gust acru;
 pH – valoarea acidității active;
 Ac – concentrația acidului citric, %;
 7,0 – valoarea mediului cu gust neutru, (pH=7,0).

Coeficientul G_k poate avea valori în limitele 0,1-1,0. Gustul acru puternic pronunțat corespunde coeficientului $G_k = 0,1-0,2$; gustul neutru se va observa când $G_k = 0,95-1,0$.

Relațiile (8.9) și (8.10) au servit ca baza pentru aprecierea gustului gemului și confiturii prin indice numeric, în funcție de adaosul de zaharoză, de caracteristicile fizico-chimice ale fructelor și de caracteristicile fizico-chimice ale produsului finit. Gustul gemului și confiturii poate fi apreciat prin relația:

$$G_d = \frac{pH \cdot A_c^{-0,1325}}{7,0} \exp[0,9 \cdot \ln(SU_{pr} - A_c) + 0,187] \quad (8.11)$$

unde: G_d - indicele numeric al gradului de gust dulce al gemului și confiturii;
 pH - pH-ul fructelor;
 Ac - aciditatea totală a fructelor, %;
 7,0 - valoarea gustului neutru;
 SU_{pr} - conținutul total de zaharoză și substanțe uscate hidrosolubile ale fructelor în produsul finit (gem și confitură), %.

Relația (8.11) reflectă valoarea numerică a gradului de gust dulce al gemului și confiturii în dependență de caracteristicile fizico-chimice ale fructelor și ale produsului finit.

Metoda elaborată este destinată, în mod special, pentru prognozarea gustului produselor în funcție de conținutul de zaharoză și caracteristicile fizico-chimice ale

fructelor. Calculele efectuate în prealabil cu ajutorul relației (8.11) permit a determina rețetele pentru fabricarea gemului și confiturii cu grad de gust dulce programat.

În urma aprecierii gradului de gust dulce al gemului din prune și vișine prin analiză senzorială și prin calculul cu ajutorul relației (8.11), s-a constatat corelarea dintre gradul de gust dulce apreciat prin degustări și valorile numerice ale gradului de gust dulce calculat. Cele mai bune note ale gustului gemului (nota 4,5-5,0) corespund gradului calculat de gust dulce aflat în limitele 16,0-17,5 unități. Sensul indicelui G_d este gradul de gust dulce al produsului care este echivalent soluției de zaharoză cu concentrația 16,0-17,5%.

De asemenea, s-a constatat că valorile indicelui G_d calculat, mai mici de 16,0, corespund gustului dominant cu senzația de acru și acru-dulciu al produsului. Indicele G_d calculat cu valoarea mai mare de 17,5 denotă că gemul și confitura are senzații de gust dulce. În cazul când $G_d > 20,0$, produsul va fi foarte dulce. S-a constatat că $G_d > 20,0$ caracterizează produsul cu un conținut excesiv de zaharoză.

În tabelul 8.16 sunt prezentate datele despre gradul de gust dulce al mostrelor de gem obținute în condiții industriale (tehnologia tradițională) și obținute pe baza relației (8.6) în condiții de laborator. Conform aprecierii gradului de gust dulce prin degustări și prin calcul, în baza caracteristicilor fizico-chimice, gemul fabricat industrial a avut gust dulce excesiv ($G_d = 23,9-28,8$).

Pentru aprecierea în ansamblu a calității senzoriale a fost efectuată analiza comparativă a două loturi de gem fabricat conform tehnologiei tradiționale în condiții industriale și două loturi de mostre experimentale de gem obținute în condiții de laborator. Notele obținute în urma degustărilor și indicele de gust dulce, G_d calculat, au fost prelucrate statistic (tabelul 8.16).

Tabelul 8.16. Gradul de gust dulce al gemului fabricat conform rețetelor industriale și rețetelor determinate cu ajutorul relației (8.6)

<i>Nr. d/o</i>	<i>Denumirea produsului</i>	<i>Modul de obținere</i>	<i>Gradul de gust dulce calculat, unități</i>	<i>Conținutul total de SU, %</i>
1	Gem de vișine	Industrial	23,9	65,0
2	Gem de prune	Industrial	28,8	65,0
3	Gem de vișine	Experimental	16,3-17,2	44,0
4	Gem de prune	Experimental	17,2-17,7	35,0

Datele observate denotă că mostrele experimentale de gem obținute în condiții de laborator cu un conținut redus de zaharoză sunt caracterizate prin calitate senzorială superioară în comparație cu calitatea senzorială a mostrelor industriale. Indicele calculat al gradului de gust dulce corelează cu notele obținute prin degustări. Calitatea senzorială a mostrelor experimentale cu un conținut redus de zaharoză au obținut nota generală de $4,7 \pm 0,2$ puncte din cele cinci puncte ale notei maxime, cu

gradul de gust dulce optimizat $G_d=16,9-18,3$. Din cauza gustului dulce excesiv ($G_d=24,8-26,1$) și gustului inferior de fructe, mostrele industriale de gem au obținut note generale relativ mici.

În industria alimentară se produc sucuri, nectare, gemuri, înghețate, fructe conservate și alte produse cu gust dulce fără zaharoză. Aceste alimente se caracterizează prin valoarea energetică inferioară și sunt recomandate consumatorilor care suferă de diabet zaharat. Fabricarea alimentelor se realizează cu utilizarea edulcoranților, compușilor chimici cu gust dulce din clasa aditivilor alimentari [38, 54]. Pentru a obține astfel de alimente există problema formării compozițiilor de fructe și edulcoranți cu gust identic gustului dulce al zaharozei, de calitate senzorială bună, orientată spre cerințele consumatorilor.

Principiul metodei privind aprecierea gradului de gust dulce al gemului și confiturii cu un conținut de zaharoză, poate fi utilizat pentru aprecierea gradului de gust dulce al alimentelor cu un conținut de edulcoranți. Ca exemplu, s-a elaborat metoda de apreciere a gradului de gust dulce al gemului și confiturii obținute cu utilizarea edulcorantului ciclamat de sodiu [53, 54].

Ciclamatul de sodiu (E 952) este derivatul acidului ciclohexilsulfamic, fără miros, cu grad de gust dulce de 30 de ori mai puternic în comparație cu cel al zaharozei, ușor solubil în apă. Ciclamatele sunt stabile la pH-ul cuprins în limitele 2-10. În concentrații mai mari de 1,0%, gradul de gust dulce al ciclamatelor nu se mărește.

Ciclamatele sunt aprobate pentru utilizare în Republica Moldova la fabricarea produselor conservate din fructe, inclusiv gemurilor, confiturilor, copturilor, produselor de cofetărie, băuturilor ș.a. Doza zilnic acceptabilă (DZA) de ciclamat de sodiu din gemul și confitură de fructe consumată zilnic variază în limitele de 70-160 mg/kg masă corp. Conform normelor și regulilor sanitare, pentru produsele de tip gem și confitură este aprobată DZA maximală de 250 mg/kg [59].

Tabelul 8.17. Notele medii ale proprietăților senzoriale ale gemului fabricat conform tehnologiei tradiționale în condiții industriale și ale mostrelor experimentale obținute în condiții de laborator

Nr. d/o	Denumirea senzației	Mostre experimentale		Mostre industriale	
		gem de prune	gem de vișine	gem de prune	gem de vișine
1	Consistența	4,6±0,4	4,1±0,5	3,4±0,42	2,8±1,1
2	Aspectul	4,3±0,3	5,0±0,0	3,2±0,4	3,2±0,4
3	Mirosul	4,8±0,3	4,9±0,2	2,9±0,2	3,5±0,6
4	Gustul de fructe	4,96±0,1	5,0±0,0	3,0±0,7	3,1±0,7
5	Indicele de gust dulce, G_d	18,3	16,9	26,1	24,8
6	Nota generală	4,7±0,2	4,7±0,2	3,0±0,46	3,2±0,27

Prin urmare, se poate constata că utilizarea ciclamatului de sodiu pentru obținerea gemului și confiturii cu grad de gust dulce programat, nu depășește DZA aprobată pentru Republica Moldova.

Gemul de prune sau vișine obținut cu utilizarea ciclamatului de sodiu are senzații plăcute de gust dulce, identic gustului dulce de zaharoză. A fost examinat gradul de corelație dintre concentrația ciclamatului și proprietățile senzoriale ale gustului dulce în soluțiile apoase pe baza datelor publicate de K. Hoppe și B.Gasmann [42]. S-a constatat existența corelării funcționale simple dintre gradul de gust dulce al ciclamatului de sodiu și concentrația lui în soluțiile apoase (fig.8.3).

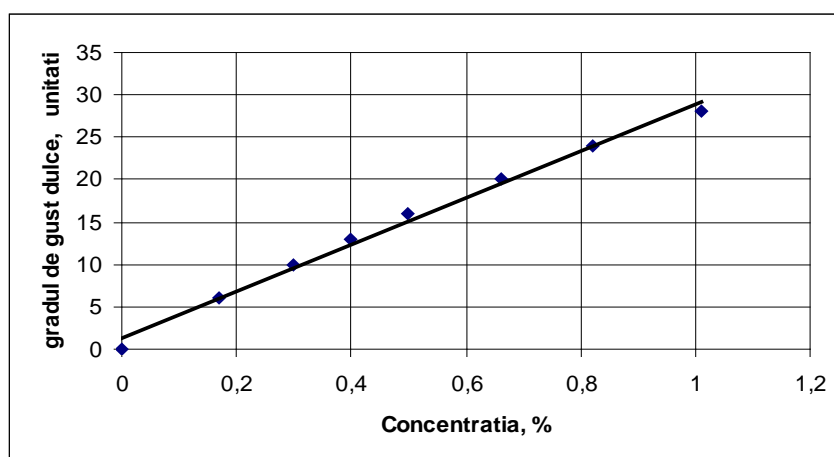


Figura 8.3. Corelarea dintre concentrația și gradul de gust dulce al soluției de ciclamat de sodiu cu pH 7,0 ($R^2=0,99$).

Corelarea dintre senzațiile de gust dulce și concentrația ciclamatului de sodiu corespunde relației funcționale liniare:

$$G_{cd} = 27,6 \cdot C + 1,3. \quad (8.12)$$

unde: G_{cd} - indicele numeric al gradului de gust dulce al ciclamatului de sodiu;
 C - concentrația ciclamatului de sodiu, %.

În baza relațiilor 8.6, 8.7 și 8.8, gradul de gust dulce al gemului de fructe cu conținut de ciclamat de sodiu, poate fi apreciat cu ajutorul relației:

$$G_d = \frac{pH \cdot Ac^{-0,1325}}{7,0} \cdot \{ \exp[0,9 \cdot \ln(SUpr - Ac) + 0,187] + (27,6 \cdot C + 1,3) \}. \quad (8.13)$$

unde: C – concentrația ciclamatului de sodiu în produsul finit, %.

Conform relației prezentate, senzațiile de gust dulce al produsul finit este în funcție de conținutul glucidelor și conținutul ciclamatului de sodiu. Relația (8.13) se recomandă pentru calculul gradului de gust dulce al gemului și confiturii obținute cu utilizarea ciclamatelor. De asemenea, relația elaborată este destinată pentru determinarea masei necesare a ciclamatului în rețetele pentru obținerea produselor finite cu grad de gust dulce programat.

8.2.3. Compoziții ale gemului și confiturii cu conținut redus de zahăr și cu grad de gust dulce programat

Conținutul redus de zaharoză și gradul de gust dulce al produselor sunt caracteristici senzoriale și fizico-chimice interdependente. Pentru aprecierea corelației dintre gradul de gust dulce și caracteristicile fizico-chimice ale fructelor au fost efectuate cercetări teoretice și experimentale. Verificarea corelării dintre gradul de gust dulce și caracteristicile fizico-chimice ale produselor finite a fost apreciată prin analiza senzorială.

Principiul metodei de formare a compozițiilor (rețetelor) pentru obținerea gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză și cu grad de gust dulce programat constă în determinarea raportului optimizat dintre masa de fructe în funcție de SU, Ac, pH și masa zaharozei.

Determinarea gradului de gust dulce programat al produsului finit se face prin calcul cu ajutorul relației (8.11). De regulă, este necesar de fabricat gem și confitură cu grad de gust dulce-acriu armonizat sau cu gust dulce pentru consumatorii care preferă produsele de cofetărie. Gemul și confitura cu grad de gust acru sau foarte dulce, practic, nu este solicitat de către consumatori.

În baza datelor prelucrate statistic s-a demonstrat că cele mai solicitate gemuri și confituri de consumatori sunt caracterizate prin grad de gust *dulce-acriu* ($G_d = 16,5-17,5$) și, probabil, o parte din consumatori solicită alimentele cu grad de gust *dulce* ($G_d = 17,5-19,0$).

Având în vedere că consumatorii apreciază calitatea produselor după proprietățile senzoriale (gust, aspect și miros), în lucrarea dată este expusă metodologia de obținere a gemului și confiturii cu grad de gust dulce programat. Conținutul de zaharoză, în acest caz, va fi o derivată a gustului produsului. Tehnologia tradițională de fabricare a gemului și confiturii se bazează pe utilizarea zaharozei pentru formarea texturii alimentelor, deoarece gradul de gust dulce al produsului devine o caracteristică secundară, ce conduce la pierderea calității.

Pentru ameliorarea calității produselor finite a fost necesară elaborarea compoziției noi cu raportul **fructe:zaharoză** mai mare de o unitate (**fructe:zaharoză >1**).

În baza determinării rețetelor ale gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză este prevăzută utilizarea indicelui gradului de gust dulce G_d al produsului finit. Gradul de gust dulce reprezintă o caracteristică inițială, care, în prealabil, este planificată în funcție de cerințele consumatorilor.

În afară de G_d a produsului finit, în prealabil se determină SU, Ac, și pH ale lotului de fructe prevăzut pentru prelucrarea tehnologică. Determinarea conținutului necesar de SU_{pr} totale în produsul finit se face prin utilizarea relației (8.11), care corespunde gradului de gust dulce programat sau planificat, G_d , în funcție de Ac și pH ale fructelor. Calculele se efectuează cu ajutorul programului special elaborat în excel numit „Gradul de gust dulce al gemului și confiturii”.

$$G_d = \frac{pH \cdot A_c^{-0,1325}}{7,0} \cdot \exp[0,9 \cdot \ln(SU_{pr} - A_c) + 0,187]$$

De exemplu, dacă se cunosc indicii fructelor **Ac**, și **pH**, iar gradul de gust dulce planificat a fost 17,0 unități, conținutul necesar de **SU_{pr}** al produsului finit se determină din relația (8.11).

$$17,0 = \frac{pH \cdot A_c^{-0,1325}}{7,0} \cdot \exp[0,9 \cdot \ln(SU_{pr} - A_c) + 0,187]$$

Rețeta (compoziția) gemului și confiturii se determină pentru obținerea unei unități de produs finit, de exemplu, pentru produsul finit de 100 kg obținut din 100 kg fructe. Cantitatea de zaharoză în rețetă se calculează cu ajutorul relației (8.14). Având în vedere că produsul finit trebuie să conțină **SU_{pr}** (substanțe uscate hidrosolubile totale), fructele utilizate trebuie să conțină **SU** (substanțe uscate hidrosolubile), cantitatea de zaharoză se calculează astfel:

$$Z_c = \frac{100 \cdot SU_{pr} - 100 \cdot SU}{99,85} \quad (8.14)$$

unde: Z_c - cantitatea de zaharoză în rețetă pentru obținerea 100 kg de produs finit, kg;
SU_{pr} - conținutul de substanțe solubile uscate totale ale produsului finit ($SU_{pr} = SU + Z_c$), %;

SU - conținutul de substanțe solubile uscate ale fructelor, %;

99,85 - conținutul în substanțe solubile uscate ale zaharozei, %;

100 - masa produsului finit și masa fructelor, kg.

Cu ajutorul relațiilor 8.11 și 8.14 se determină rețeta care indică cantitatea de zaharoză în kg care se adaugă la 100 kg fructe pentru obținerea 100 kg produs finit.

Rețeta gemului și confiturii poate fi determinată pentru obținerea 1000 kg de produs finit. În acest caz, în relația 8.14 în loc de 100 kg se introduc 1000 kg masa produsului finit și masa fructelor.

În tabelul 8.18 sunt date rețetele gemului de prune cu grad de gust dulce programat de 17,0 unități, gust dulce-acriu, în funcție de caracteristicile fizico-chimice ale prunelor și de valorile **SU**, **Ac**, **pH**.

Tabelul 8.18. Rețetele gemului de prune și de vișine cu gradul de gust dulce programat de 17,0 (pentru obținerea 100 kg gem)

Nr. d/o	Denumirea produsului	Gradul de gust dulce programat	Substanțele uscate din fructe, SU , %	Aciditatea totală, %	pH	Substanțele uscate din gem, SU_{pr} , %	REȚETA pentru obținerea 100kg gem	
							fructe, kg	zaharoză, kg
1	Gem de prune I	17,0	14,0	1,25	3,6	42,2	100,0	28,2
2	Gem de prune II	17,0	16,0	1,3	3,2	48,5	100,0	32,5
3	Gem de prune III	17,0	15,0	0,9	4,0	35,6	100,0	20,6
4	Gem de prune IV	17,0	13,2	1,0	3,8	38,3	100,0	25,1
5	Gem de vișine I	17,0	16,5	2,12	3,28	51,5	100,0	35,0
6	Gem de vișine II	17,0	16,2	2,09	3,35	50,0	100,0	33,85

7	Gem de vișine III	17,0	19,5	2,0	3,2	52,0	100,0	32,5
8	Gem de vișine IV	17,0	20,3	1,94	3,30	50,3	100,0	30,0

Notă: Rețeta include agent de gelificare, pectină puternic metoxilată, cu gradul de metoxilare 78%, în cantități: pentru gemul de prune – 2,5-3,5%; pentru gemul de vișine – 3,5-4,5%.

Datele obținute denotă că cantitatea necesară de zaharoză se reduce în comparație cu rețetele tehnologiei tradiționale. Raportul **fructe:zaharoză**, în rețetele prezentate, variază în limitele 3,0-4,85, ceea ce demonstrează că masa prunelor în gem predomină în comparație cu conținutul zaharozei. De asemenea, este important de accentuat faptul că conținutul necesar de **SU_{pr}** (substanțe uscate hidrosolubile totale) al gemului depinde de caracteristicile fizico-chimice ale prunelor. Prin urmare, se poate constata că pentru fabricarea gemului și confiturii cu grad de gust dulce programat, rețetele prezintă o varietate extrem de mare, care sunt determinate în funcție de caracteristicile fizico-chimice ale fructelor, **SU**, **Ac**, **pH** și **SU_{pr}** al produsului finit.

Gustul alimentelor, inclusiv al gemului de fructe, se determină prin analiza senzorială, adică prin degustări. Analiza senzorială a mostrelor experimentale ale gemului de fructe cu conținut redus de zaharoză a permis aprecierea cu note înalte (nota maximală 5,0 puncte) a următoarelor caracteristici senzoriale ale produselor:

Aspectul (culoarea) produselor practic s-a păstrat natural. Nota a variat în limitele 4,16-4,91. Gem de vișine – 4,58; gem de prune – 4,91.

Mirosul a fost apreciat cu 4,0-4,88. Gem de vișine – 4,0; gem de prune – 4,88.

Consistența produselor a fost apreciată cu notele 3,75-4,51, gemul de vișine a obținut note relativ mici - 3,75 și 3,8. Problema constă în optimizarea procesului de gelificare a produselor.

În general, mostrele experimentale, după proprietățile senzoriale au fost de calitate superioară în comparație cu produsele obținute după tehnologia tradițională.

8.2.4. Elaborarea compozițiilor gemului și confiturii cu gradul de gust dulce programat cu ciclamat de sodiu

Pentru diabetici fabricarea gemului și confiturii se face fără utilizarea zaharozei. Pentru astfel de alimente în loc de zaharoză se folosesc edulcoranți naturali și sintetici cu un anumit grad de gust dulce [32, 33]. Ciclamatul de sodiu are senzații plăcute de gust dulce, identic gustului dulce de zaharoză. În tehnologia fabricării gemului și confiturii apare problema determinării concentrației necesare de edulcoranți, inclusiv de ciclamați, pentru formarea gustului dulce al produselor finite, identice gustului gemului și confiturii cu zaharoză.

Metoda de determinare a rețetelor gemului și confiturii cu utilizarea ciclamatului de sodiu se bazează pe relația de apreciere a gradului de gust dulce (8.13):

$$G_d = \frac{pH \cdot Ac^{-0,1325}}{7,0} \cdot \left\{ \exp[0,9 \cdot \ln(SU_{pr} - Ac) + 0,187] + (27,6 \cdot C + 1,3) \right\}$$

Formarea gustului depinde de caracteristicile fizico-chimice ale fructelor: **SU**, **Ac**, **pH** și de concentrația ciclamatului de sodiu: **C**. Concentrația necesară de

ciclamat de sodiu se calculează cu ajutorul programului special elaborat în Excel „*Gradul de gust dulce al gemului și confiturii cu ciclamați*”. În tabelul 8.19 sunt date unele rețete ale confiturii de prune care permit a obține un produs cu grad de gust dulce identic gustului confiturii cu zaharoză. Având în vedere că gradul de gust dulce al ciclamatului de sodiu este de 30 de ori mai puternic în comparație cu cel al zaharozei, pentru obținerea 100 kg de confitură se utilizează 0,22-0,7 kg de ciclamat de sodiu. Efectul tehnologic de utilizare a ciclamaților constă în obținerea gradului de gust dulce necesar al produsului finit și se atinge prin conținutul ciclamaților în produsele finite de 2,2-7,0 g/kg de ciclamați.

Ciclamații sunt aprobați pentru utilizare în Republica Moldova la fabricarea diferitor produse alimentare, inclusiv fabricarea conservelor din fructe, gemurilor, confiturilor, copturilor, produselor de cofetărie, băuturilor ș.a. [54]. Criteriul de bază pentru utilizarea ciclamaților reprezintă indicele *Doza zilnic acceptabilă (DZA)*. Conform prevederilor internaționale, indicele **DZA** reprezintă masa admisibilă de ciclamați în mg raportată la 1,0 kg de masă a corpului uman (mg/kg), care se admite a fi consumat zilnic.

Doza zilnic acceptabilă de ciclamat de sodiu, aprobată pentru conservele din fructe, constituie 250 mg/kg. [38]. Din punct de vedere aplicativ, apare problema determinării cantității de ciclamați care poate fi introdusă în alimente pentru obținerea efectului tehnologic în conformitate cu $DZA = 250$ mg/kg.

În cazul nostru, pentru gemul de prune și vișine fără zaharoză, este necesară determinarea concentrației admisibile a ciclamatului în compoziția gemului și confiturii (*Permissible Level, PL*) care asigură efectul tehnologic - gradul de gust dulce necesar cu $DZA = 250$ mg/kg. Indicele *Permissible Level* a fost calculat cu ajutorul relației:

$$PL = \frac{DZA \cdot 60}{MA} \quad (8.15)$$

unde: **PL** - concentrația admisibilă a ciclamatului într-un kilogram de gem sau confitură, mg;

DZA - doza zilnică acceptabilă, mg/kg; ($DZA = 250$ mg/kg);

MA - masa gemului cu conținut de ciclamați care poate fi consumată zilnic timp de un an, kg;

Se propune ca masa gemului, care este consumată zilnic de consumator, să fie de 10 g. Timp de un an, se vor consuma aproximativ 2,0 kg de gem ($MA = 2,0$ kg). În acest caz, indicele *Permissible Level* va fi egal cu 7,5 g/kg. S-a determinat, că pentru respectarea $DZA = 250$ mg/kg, se admite a introduce în gem și confitură cantitatea de ciclamați până la 7,5 g/kg ($PL = 7,5$ g/kg).

Prin urmare, se poate constata că pentru obținerea gemului și confiturii cu grad de gust dulce programat conținutul ciclamatului de sodiu în produsele finite poate fi în cantități până la 7,5 g/kg, ceea ce nu depășește DZA aprobată pentru Republica Moldova.

Tabelul 8.19. Rețetele confiturii de prune cu grad de gust dulce programat și cu utilizarea ciclamatului de sodiu (pentru obținerea 100 kg de confitură)

Nr. d/o	Denumirea produsului	Gradul de gust dulce programat	Substanțele uscate din fructe, SU, %	Aciditatea totală, %	pH	Substanțele uscate din gem, SUp, %	REȚETA pentru obținerea 100kg de confitură	
							fructe, kg	ciclamat de sodiu, kg
1	Gem de prune I	17,0	14,5	1,2	3,7	14,5	100,0	0,22
2	Gem de prune II	17,0	16,5	0,9	4,0	16,5	100,0	0,51
3	Gem de prune III	18,0	18,0	1,0	3,8	18,0	100,0	0,54
4	Gem de prune IV	17,0	12,6	1,0	3,7	14,6	100,0	0,70

Notă: Rețeta include agent de gelificare, pectină puternic metoxilată, cu gradul de metoxilare 78%, în cantitate de 45-55 g/kg la un kilogram de fructe cu ciclamați.

Pentru formarea texturii gelificate a confiturii cu conținut inferior de SU, masa agentului de gelificare se majorează până la 4,0-5,5%.

8.3. Tehnologia de obținere a gemului și confiturii de fructe cu conținut redus de zahăr

În baza rezultatelor obținute a fost elaborată tehnologia de obținere a produselor gelificate noi de tipul gem și confitură cu conținut redus de zaharoză. Concepția de bază a tehnologiei noi elaborate constă în următoarele criterii: respectarea cerințelor fundamentale ale „Principiilor managementului calității” (standardele internaționale ISO 9000:2000), sistemului „Analiza riscurilor și punctele critice de control” (HACCP), standardelor și regulamentelor care prevăd fabricarea produselor alimentare sigure pentru consum de calitate destinate consumatorilor. În urma cercetărilor efectuate a fost elaborată tehnologia nouă de obținere a gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză (fig.8.4).

Conform schemei tehnologice prezentate, obținerea gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză începe cu programarea gradului de gust dulce al produsului finit. Așadar, se determină caracteristicile fizico-chimice ale fiecărui lot de fructe. În funcție de conținutul SU al fructelor s-au elaborat două variante ale procedurii tehnologice.

Conținutul de substanțe uscate hidrosolubile în fructe este variabil. De exemplu, în vișine conținutul SU variază în limitele **11-22%**, în prune - **12-28%**.

procesului de deshidratare parțială. Acest procedeu permite a majora conținutul de substanțe totale al fructelor în produsul finit.

Tabelul 8.20. Caracteristicile fizico-chimice și microbiologice ale produselor noi elaborate și a celor industriale

<i>Denumirea produsului</i>	<i>Gem și confitură de prune</i>	<i>Gem și confitură de vișine</i>	<i>Gem și confitură de prune</i>	<i>Gem și confitură de vișine</i>
<i>Modul de fabricare</i>	<i>experimental</i>		<i>industrial</i>	
Caracteristicile fizico-chimice ale produselor				
Conținutul de substanțe uscate hidrosolubile, %	35,0-37,0	44,0-46,0	60,0-68,5	57,0-62,0
Aciditatea totală titrabilă, %	0,45-0,5	1,3-1,6	0,2-1,1	0,7-2,5
Valoarea pH	3,8-4,0	3,2-3,5	3,1-3,5	3,4-3,8
Caracteristicile microbiologice ale produselor				
Fracția masică de dioxid de sulf, g/kg	max. 100			
Conținutul de impurități minerale, %	0,01-0,02			
Conținutul de impurități de origine vegetală, %	max. 0,02			
Corpuri străine	nu se admit			
Valoarea energetică a produselor, kcal/100 g	170,0-179,1	138,22-157,3	257,2-265,1	234,4-248,3

Pe de altă parte, deshidratarea parțială permite într-o măsură oarecare, a standardiza conținutul de **SU** al semifabricatelor de fructe pentru obținerea produselor finite cu caracteristici fizico-chimice și proprietăți senzoriale constante, indiferent de varietatea conținutului în **SU** a fructelor.

Este necesar de accentuat că deshidratarea parțială a fructelor va conduce la ameliorarea valorii nutritive și calității senzoriale ale produsului [8, 9]. Concomitent, se va reduce mobilitatea și activitatea apei a_w , cu sporirea gradului de stabilitate al texturii gemului și confiturii.

8.3.1. Valoarea efectului letal necesar al procesului de pasteurizare al gemului și confiturii

Pentru prevenirea alterării microbiologice a gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză se propune a utiliza metoda fizică de conservare cu ajutorul procesului de pasteurizare. Această metodă a fost selectată în baza următoarelor considerente:

- Gemul și confitura cu conținut redus de zaharoză are aciditatea activă care nu depășește pH 4,0-4,1. În astfel de medii, microorganismele patogene termorezistente (*Cl. Botulinum*, *Cl. Sporogenes*) nu au capacitatea de supraviețuire și nu sunt prezente în produsele examinate. Lipsa microorganismelor termorezistente în gem și confitură permite a obține aceste produse sterile prin tratament termic care nu depășește 100°C, adică, prin pasteurizare.

- Dintre microorganismele care pot provoca alterarea produselor din fructe cu pH < 4,4 și conținut de zaharoză 40-50% s-a aprobat tulpina *Byssochlamys Nivea* din clasa fungilor, care se folosește în funcție de test-microorganism pentru elaborarea parametrilor procesului de pasteurizare [11].

- Se prevede ca gemul și confitura să fie ambalate în borcane de sticlă, având în vedere că aspectul produselor este pronunțat și atrăgător pentru consumatori, având un conținut de pigmenți din grupa antocianilor. Pasteurizarea este una dintre cele mai reușite metode de conservare a produselor ambalate în borcane de sticlă.

Byssochlamys Nivea este cea mai termorezistentă tulpină. Distrugerea acestei specii în procesul de pasteurizare termică a produsului asigură gradul necesar de sterilitate al produsului în ansamblu. Parametrii procesului de pasteurizare sunt determinați în funcție de criteriul numit *efectul letal necesar*, care indică durata necesară a procesului de pasteurizare a produsului la temperatura constantă etalon de 80°C. Conform datelor normative, valoarea numerică a efectului letal necesar este:

$$A_{80}^{15} = 50 - 60 \text{ minute} \quad (8.16)$$

unde: A - efectul letal necesar, min.;

15 - valoarea constantei Z , °C;

80 - temperatura etalon, °C;

50-60 - valoarea numerică a efectului letal necesar, min.

Criteriul efectului letal necesar (A) denotă că pentru obținerea produsului steril, durata procesului de pasteurizare trebuie să fie de 50-60 minute la temperatura constantă de 80°C, care conduce la distrugerea totală a microorganismelor și, în primul rând, a tulpinei *Bys. Nivea*. Efectul letal necesar trebuie să se asigure gradul admisibil de sterilitate a produsului în funcție de poluarea inițială a produsului cu tulpina *Bys. Nivea*, masa produsului în recipiente, numărul de recipiente alterate admise într-un lot de produse conservate. Gradul de sterilitate a produsului se calculează cu ajutorul relației:

$$P_s = \lg \frac{N_0 \cdot M \cdot X}{n} \quad (8.17)$$

unde: P_s – gradul de sterilitate;

N_0 – numărul inițial de celule *Bys. Nivea* într-un gram de gem și confitură;

M – masa produsului într-un recipient, g;

X – numărul de recipiente în lotul supus pasteurizării;
 n – numărul de recipiente alterate în lotul de produse pasteurizate.

Pentru produsele care nu conțin microorganisme patogene și nu prezintă risc pentru sănătatea consumatorilor, însă pot provoca alterarea produselor, în cazul nostru tulpina *Bys. Nivea*, se admite probabilitatea prezenței unui recipient alterat în lotul de conserve din 10^4 recipiente pasteurizate. Adică, gradul de sterilitate indică probabilitatea de supraviețuire a unei celule care poate fi prezentă într-un recipient și poate provoca alterarea produsului din numărul total de 10^4 recipiente.

Efectul letal necesar de 50-60 minute care asigură acest grad de sterilitate depinde de constanta termorezistenței celulelor *Bys. Nivea* și se calculează cu ajutorul relației:

$$A_{80}^{15} = D_{80} \cdot \lg \frac{N_0 \cdot M \cdot X}{n} \quad (8.18)$$

unde: D_{80} - constanta termorezistenței celulelor *Bys. Nivea* la temperatura etalon de 80°C .

Pentru celulele *Bys. Nivea* $D_{80} = 7,0$ min.

Așadar, se prevede de ambalat gemul și confitura în recipiente III-68-350 și III-68-600. Concentrația inițială a celulelor *Bys. Nivea* (N_0) în produse, de regulă, este o celulă într-un gram de gem și confitură. Pentru calcule se consideră că poluarea inițială este mult mai mare de 10 celule într-un gram. Rezultatele calculelor sunt incluse în tabelul 8.21.

Tabelul 8.21. Efectul letal al procesului de pasteurizare la $t=100^\circ\text{C}$ pentru asigurarea gradului necesar de sterilitate a gemului și confiturii

Tipul de recipient	Masa produsului, g	Concentrația inițială a m/o, celule/g	Numărul de recipiente în lot, borcane	Probabilitatea numărului de recipiente alterate	Efectul letal la $t=80^\circ\text{C}$, minute	Efectul letal la $t=100^\circ\text{C}$, minute
III-68-350	350	10	10^4	1	52,8	2,47
III-68-600	600	10	10^4	1	54,4	2,54

Datele obținute denotă că pasteurizarea timp de 52,8 min. și 54,4 min. la temperatura etalon 80°C asigură efectul letal și gradul de sterilitate necesare. Pentru reducerea duratei de pasteurizare trebuie majorată temperatura procesului.

Se planifică a pasteuriza gemul și confitura la temperatura 100°C . Pentru aprecierea duratei procesului de pasteurizare la temperatura constantă de 100°C se calculează coeficientul echivalent al efectului letal la temperatura 100°C în comparație cu $t=80^\circ\text{C}$:

$$K_f = \frac{1}{10^{\frac{t_e - t_p}{Z}}} \quad (8.19)$$

unde: K_f - coeficientul echivalent al efectului letal la temperatura 100°C în comparație cu $t = 80^{\circ}\text{C}$;

t_e - temperatura etalon $t = 80^{\circ}\text{C}$;

t_p - temperatura produsului în procesul de pasteurizare, 100°C ;

Z - constanta de distrugere termică a celulelor *Bys. Nivea* ($Z = 15^{\circ}\text{C}$).

Durata procesului de pasteurizare la temperatura constantă de 100°C se determină cu ajutorul relației:

$$\tau = A_{80}^{15} \cdot \frac{1}{K_f} \quad (8.20)$$

unde: τ – durata procesului de pasteurizare, min.;

A - efectul letal necesar, min.;

K_f - coeficientul de determinare a echivalentei efectului letal a temperaturii reale de pasteurizare în comparație cu temperatura etalon $t_e = 80^{\circ}\text{C}$.

Din relațiile 8.19 și 8.20 rezultă că durata procesului de pasteurizare la 100°C va fi 2,52 minute care asigură efectul letal de 52,8-54,4 minute și probabilitatea gradului de sterilitate care prevede un recipient alterat din numărul total de 10^4 recipiente.

Datele obținute servesc ca bază a elaborării și valorificării parametrilor procesului de pasteurizare argumentate științific pentru diferite aparate cu funcționare continuă sau cu funcționare discontinuă.

Durata de păstrare a gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză ambalat în recipiente III-68-350 și III-68-600 și pasteurizat cu efectul letal necesar de 50-60 min., poate fi 12 luni (*un an*). Pe parcursul păstrării este asigurată blocarea alterării microbiologice a produselor.

8.3.2. Rândamentul gemului și confiturii și consumul de zahăr conform tehnologiei elaborate

În conformitate cu schema tehnologică elaborată (variante II), procesul de deshidratare parțială are scopul de egalizare sau standardizare a SU ale fructelor prin eliminarea parțială a apei din diferite loturi de fructe la fierberea sub vid cu $t=45-55^{\circ}\text{C}$. Determinarea valorilor SU_{st} standardizate se obține prin utilizarea relației:

$$SU_{st} = SU_0 \frac{M}{M - W} \quad (8.21)$$

unde: SU_{st} – conținutul de substanțe uscate solubile standardizate al semifabricatelor de fructe, ($SU_{st} = 18\%$), %;

SU_0 – conținutul inițial de substanțe uscate solubile în fructe, %;

M – masa inițială a fructelor, kg;

W – masa apei eliminate din fructe, kg;

M_f – masa semifabricatelor de fructelor parțial deshidratate, kg:

$$M_f = M - W \quad (8.22)$$

Relația (8.22) a permis a determina masa semifabricatelor de fructe parțial deshidratate utilizată pentru formarea compozițiilor și fabricarea produselor de tip gem și confitură.

Determinarea consumului de fructe și zaharoză în fluxul tehnologic de producere pentru fabricarea 1,0 t (1000 kg) de produs finit, cu pierderi și deșeuri, se

face pe baza caracteristicilor fizico-chimice ale fructelor și a rețetei (compoziției) produsului cu gradul de gust dulce respectiv.

Tabelul 8.22. Deșeuri și pierderi în tehnologia de fabricare a gemului [20]

<i>Denumirea produsului</i>	<i>Deșeuri și pierderi, %</i>	
	<i>zaharoză</i>	<i>fructe</i>
Gem de vișine	1,5	13,0
Gem de prune	1,5	15,0

Consumul fructelor pentru obținerea a 1,0 t (1000 kg) de gem sau confitură se calculează în felul următor:

- se calculează conținutul de substanțe uscate solubile în amestecul de fructe și zaharoză în conformitate cu relația (8.23):

$$SU_{com} = \frac{SU_{pr}}{F + Z} \cdot 100 \quad (8.23)$$

- conform rețetei, se calculează masa fructelor în produsul finit de 1000 kg (8.24):

$$S_f = 1000 - Z \quad (8.24)$$

- consumul de fructe pentru obținerea 1000 kg de produs finit se calculează cu ajutorul relației (8.25):

$$T_f = S_f \frac{100}{100 - x} \frac{SU_{pr}}{SU_{com}} \quad (8.25)$$

unde: T_f – consumul fructelor pentru obținerea 1 t produs, kg;

SU_{pr} – conținutul de substanțe uscate solubile în produsul finit, %;

SU_{com} – conținutul de substanțe uscate solubile în compoziția de fructe și zaharoză, %;

S_f – masa fructelor în produsul finit, kg;

F – masa fructelor în compoziția produsului în conformitate cu rețeta, kg;

X – deșeuri și pierderi în fluxul de producere, %;

Z – masa zaharozei în compoziția produsului, kg;

1000 – masa produsului finit, kg.

Determinarea consumului de zaharoză pentru obținerea 1,0 t de gem sau confitură se calculează cu ajutorul relației:

$$T_z = \frac{Z \cdot 100}{100 - x_1} \quad (8.26)$$

unde: T_z – consumul de zaharoză pentru obținerea 1 t produs, kg;

Z – masa zaharozei în compoziția produsului, kg;

X_1 – pierderi de zaharoză în fluxul de producere, %.

Randamentul produsului finit se determină cu ajutorul relației (8.27):

$$R = \frac{1000}{T_1 + T_z} \cdot 100 \quad (8.27)$$

unde: R – randamentul produsului finit, %.

Tabelul 8.23. Randamentul gemului de prune și de vișine cu gradul de gust dulce programat de 17,0 conform caracteristicilor din tabelul 8.20

Nr. d/o	Denumirea produsului	REȚETA pentru obținerea 100 kg gem		SU fructe, SU, %	SU ale compoziției, fructe și zahar. SU, %	SU ale gemului, SUpr, %	Randamentul, R, %	Consumul de fructe și zahar. pentru 1000 kg produs	
		fructe, kg	zaharoză, kg					fructe, T1, kg	zahar, T2, kg
1	Gem de prune I	100,0	28,2	14,0	32,9	42,2	73,3	1077	286
2	Gem de prune II	100,0	32,5	16,0	36,6	48,5	71,2	1047	357,5
3	Gem de prune III	100,0	20,6	15,0	29,5	35,6	74,2	1121	226,6
4	Gem de prune IV	100,0	25,1	13,2	30,6	38,3	72,8	1097	276
5	Gem de vișine I	100,0	35,0	16,5	38,1	51,5	70,7	1028	385
6	Gem de vișine II	100,0	33,85	16,2	37,3	50,0	70,9	1037	372
7	Gem de vișine III	100,0	32,5	19,5	39,2	52,0	71,2	1047	357,5
8	Gem de vișine IV	100,0	30,0	20,3	38,7	50,3	71,8	1062	330

Analiza comparativă a consumului de fructe și zaharoză conform tehnologiei elaborate (tabelul 8.23) și fabricarea gemului cu utilizarea tehnologiei tradiționale [19] a demonstrat că consumul de fructe se majorează și concomitent consumul de zaharoză se reduce. Raportul dintre valorile de masă ale fructelor și zaharozei în compozițiile elaborate este **1:0,4-0,5** (la un kilogram de fructe se utilizează **0,4-0,5 kg** de zaharoză).

Deșeurile și pierderile fructelor și zaharozei practic sunt identice în fluxul de fabricare conform tehnologiei tradiționale și tehnologiei elaborate. Randamentul produsului finit variază în limitele **70-74%** din consumul total de fructe și zaharoză (tabelul 8.23).

În urma analizei datelor obținute, la fabricarea 1,0 t gem de fructe s-au obținut următoarele rezultate:

Tabelul 8.24. Modificarea consumului de fructe și zaharoză la fabricarea 1 t gem de fructe

Denumirea produsului	Gem de prune		Gem de vișine	
Gradul de gust dulce, unități	17,0	19,0	17,0	19,0
Reducerea (în %) consumului de zaharoză cu:	41,0	35,0	34,0	25,0
Majorarea (în %) consumului de fructe cu:	36,0	36,0	27,0	19,6

Astfel, măbind conținutul de fructe în produs, se reduce consumul de zaharoză (tabelul 8.24). Gemul și confitura obținute se caracterizează prin valoarea nutritivă relevantă, un gust optimizat de dulce, aromă și aspect armonizat de fructe. Iar costul produsului se reduce.

Pentru elaborarea produselor cu conținut redus de zaharoză s-a utilizat *zaharoza*, *edulcorantul ciclamat de sodiu*, substanța de gelificare - *pectina slab metoxilată* (gradul de metoxilare 49,0%) și *pectina puternic metoxilată* (gradul de metoxilare 78,0%). Din materii prime s-au utilizat fructe proaspete și congelate la $t = -18^{\circ}\text{C}$, pulpele de vișine și prune conservate prin pasteurizare termică [4, 31, 47].

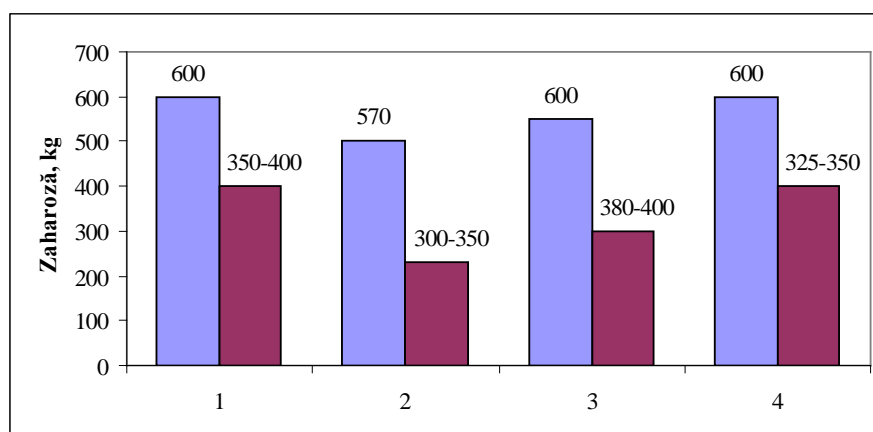


Figura 8.5. Consumul de zaharoză pentru obținerea 1,0 t de produs nou

Notă: Valoarea 600-750 kg – aparține consumului de zaharoză pentru fabricarea gemului tradițional; consumul de zaharoză în limitele 300-400 kg caracterizează gemul nou fabricat în condiții de laborator. 1 - gem de vișine; 2 - gem de caise; 3 - gem de căpșuni; 4 - gem de prune.

În prezent, întreprinderile din R. Moldova procură substanțe de gelificare din alte țări. Firmele care se ocupă cu vânzările de gelificanți propun, în special, pectina puternic metoxilată. În același timp, firmele de producție din alte țări folosesc substanțe de gelificare mult mai efective.

Tehnologia a fost aprobată prin obținerea mostrelor experimentale de gem și confitură din vișine și prune [30, 45]. S-a constatat că obținerea gemului sau confiturii de calitate superioară s-a efectuat cu respectarea corelării dintre caracteristicile fizico-chimice și proprietățile senzoriale ale produselor finite.

Tehnologia elaborată permite a obține gem și confitură de calitate superioară cu consum redus de zaharoză cu **25-45%** în comparație cu tehnologia tradițională. Tehnologia elaborată are unele particularități. Au fost modificate parametrii unor procese tehnologice: de exemplu, procesul de fierbere și gelificare continuă timp de 5,0-7,0 minute la temperaturi de $65-70^{\circ}\text{C}$. Au fost incluse aprecierile care nu sunt folosite în tehnologia tradițională. În primul rând, compoziția produselor se determină în funcție de caracteristicile fizico-chimice ale materiei prime și de gradul de gust dulce necesar al produsului finit. A fost introdus un procedeu nou – deshidratarea parțială a fructelor, care a permis obținerea produselor standardizate după proprietățile senzoriale.

CONCLUZII

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

1. S-au elaborat principiile noi în metodologia și tehnologia de obținere a produselor de tip gem, confitură din fructe echilibrate după valoarea nutritivă și proprietățile senzoriale, prin reducerea concentrației de zaharoză în produsele finite, în funcție de caracteristicile fizico-chimice ale fructelor și programarea gradului de gust dulce.

2. S-a constatat că gustul gemului, confiturii se formează în procesul tratamentului termic al compozițiilor de fructe și zaharoză în funcție de senzațiile de gust acru și senzațiile de gust dulce, care sunt determinate de caracteristicile fizico-chimice ale fructelor; conținutul de substanțe uscate hidrosolubile, aciditatea totală, valoarea pH, concentrația de zaharoză în produsul finit.

3. A fost determinată corelația dintre concentrația de zaharoză în soluțiile apoase și gradul de gust dulce al soluțiilor ($R=0,99$), exprimată prin relația funcțională liniară în coordonate logaritmice între gradul de gust dulce și concentrația zaharozei. În funcție de etalon al gustului acru a fost utilizat acidul citric. S-a apreciat corelația funcțională dintre concentrația și valoarea pH ale soluțiilor de acid citric ($R=0,95$), exprimată prin relația exponențială.

4. Pe baza relațiilor funcționale care reflectă dependența gustului de concentrația zaharozei și a acidului citric, în funcție de caracteristicile fizico-chimice ale fructelor, a fost elaborată relația matematică de apreciere numerică a gradului de gust dulce al gemului, confiturii de prune și vișine. Valorile numerice ale gradului de gust dulce au fost exprimate prin indicele Gd. Au fost determinate următoarele valori numerice ale Gd care caracterizează gradul de gust dulce al gemului și confiturii: $Gd=16,5...17,5$, ce corespunde gustului dulce-acriu; $Gd=17,5...19,0$, ce corespunde gustului dulce. Gemul și confitura cu indicele $Gd >19,0$ au grad de gust dulce excesiv.

5. A fost elaborată metoda de determinare a compozițiilor de fructe și zaharoză pentru fabricarea gemului, confiturii cu grad de gust dulce programat (Gd) și conținut redus de zaharoză în funcție de SU, Ac, pH ale fructelor și SU_{pr} a produsului finit.

6. Programarea gustului necesar al gemului, confiturii prin indicele Gd a servit ca bază a determinării compozițiilor de fructe și zaharoză. S-a constatat că gemul, confitura cu gradul de gust dulce $Gd = 16,5...19,0$ se obține din compoziții cu raportul fructe / zaharoză 1: 0,5...0,6, care se caracterizează prin concentrație redusă de zaharoză în produsele finite, comparativ cu produsele similare obținute prin utilizarea rețetelor tradiționale.

7. A fost elaborat procedeul nou în tehnologia de fabricare a gemului, confiturii cu reducerea consumului de zaharoză de 25,0...40,0% și majorarea conținutului de fructe în compozițiile produselor finite cu 20,0-36,0% în comparație cu tehnologia tradițională.

BIBLIOGRAFIE

1. Analyse sensorielle. Sensorimétrie. [On line]. www.perception-sensorielle.com
2. BECEANU, D., ANGHEL, R. Studies on the quality of some confiture assortments in the offer of different trade units from Iasi. Iași: Cercetări agronomice în Moldova, vol. XLI, No.1 (133), 2018, p.59-68.
3. БОГАТЫРЕВ, А.Н. Качество пищи и культура питания. Москва: Ж. Питание и Здоровье, № 8, Изд. Пищевая Промышленность, 2006, с.68-69.
4. Brevet de inventie. 3497 G2, MD. Procedeu de obținere a gemului și confiturii cu conținut redus de zaharoză/ SANDULACHI, E., PALADI, D., MACARI, A., TATAROV, P., TĂRĂȚĂ, V. (MD). 2008.
5. Cláudia Nunes, Jorge A. Saraiva and Manuel A. Coimbra. Effect of candying on cell wall polysaccharides of plums (*Prunus domestica* L.) and influence of cell wall enzymes. Portugal: Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Food Chemistry, Volume 111, Issue 3, 1 December 2018, p.538-548.
6. Cl. NUNES, ș.a. Effects of ripening on microstructure and texture of “Ameixa d’Elvas” candied plums. Portugal: Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, Food Chemistry, 2018, p.594-599.
7. CRISTOSO, C. H., GARNER, D. Increasing Blackamber plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Postharv. Biol. Technol.*, vol.34, 2014, p.237-244.
8. КАНТЕРЕ, В.М., МАТИСОН, В.А., СУЛИМИНА, О.Г. Организация центра органолептических испытаний на пищевых предприятиях. Москва: Ж. Качество и безопасность, № 5. Изд. Пищевая Промышленность, 2006, с.62-64.
9. КИСИЛЕВА, Т.Ф. Модификация ингредиентного состава пищевых продуктов для снижения гликемического индекса. Москва: Изд. Пищевая пром., nr.6, 2006, с.68-69.
10. KVIN, D.O., PADVILA-ZACVAR, O.I. Jam processing effect on phenolics and antioxidant capacity in antocyanin-rich fruits: cherry, plums and raspberry. *J. Food Sci.*, 69, nr. 9, 2004, p.395-400.
11. DEL CARO, A., PIGA, A., PINNA, I. Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity and ascorbic acid of prunes. *J. Agric. Food Chem.*, 52 (15), 2014 Jul 28, p. 480.
12. ДЕЙНЕКА, В., ХЛЕБНИКОВ, И. Хлорогеновая кислота плодов и листьев некоторых растений семейства Verberigaceae. *Журнал Химия раст. сырья*, № 1, 2008, с.57-61.
13. ДОРОНИН, А.Ф., ИПАТОВА, Л.Г. и др. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии. Москва, 2009. - 286 с.
14. Engineering statistics handbook. Estimation of the Weibull Parameters. www.weibull.com.
15. ENGRUNES, G., TARHAN, S. Greenhouse and open sun drying of european plums. Turkey. Asian Network for Scientific Information: *Journal of Applied Sciences*, nr.5, ISSN1812-5654, 2005, p.910-915.
16. Ethical and Professional Practices for the Sensory Analysis of Foods. The Institute of Food Science & Technology, on the advice of its Professional Food Sensory Group, has authorised the following Statement, issued in May 2015, p.1-4.
17. GHAZALA, S., MURRELL, K. D. Handbook of vegetable processing Improving quality. New-York: Marcel Dekker, 2014, p.153-161.

18. Jessica, TABART, Cl. KEVERS. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chemistry*, 113, 2009, p.1226-1233.
19. ЛАВРИНЕНКО, Н.И., ГАПЕЕВА, Л.А., САФРОНОВА, Д.А. Новые виды консервированных продуктов функционального назначения. Москва: Ж. Детское и Школьное Питание, № 2, Изд. Пищевая Промышленность, 2008, с.26-27.
20. ЛУГОВАЯ, Н.П., СЕЛЕЦКИЙ, С.А., СТАСИЛЕВИЧ, Н.М., САВИНА, О.В. Полуфабрикаты длительного хранения. Москва: Ж. Детское и Школьное Питание, № 2, Изд. Пищевая Промышленность, 2008, с.24-25.
21. ЛОМАЧИНСКИЙ, В.А. Новые функциональные плодоовощные продукты. Москва: Ж. Функциональные Продукты Питания, № 1, Изд. Пищевая Пром., 2007, с.18-19.
22. MANGANARIS, G.A., VICENTE, A.R., CRISOSTO, C.H. and LABAVITCH, J.M. Cell wall modifications in chilling-injured plum fruit (*Prunus salicina*). Kearney Agricultural Center, University of California Davis, 9240 South Riverbend Avenue, Parlier, CA 93648, USA, *Postharvest Biology and Technology* Volume 48, Issue 1, April 2018, p.77-83.
23. МАКАРОВ, В.Н., ВЛАЗНЕВА, Л.Н. Продукты питания функционального назначения на плодоовощной основе. Москва: Ж. Функциональные Продукты Питания, № 1, Изд. Пищевая Промышленность, 2007, с.20-21.
24. МАКИНТАЙР, М. Ингредиенты и анализ пищевых продуктов. *Пищевые ингредиенты: Сырье и добавки*, № 2, 2006, с.26-31.
25. NICOLAS, J. *Processus oxydatifs dans les aliments. France: Chaire de Chimie Industrielle et Agro-alimentaire, CNAM et Laboratoire Chimie des Substances Naturelles, ENSIA, 2016.*
26. ОСИПОВ, А. Применение загустителей и стабилизаторов при производстве джемов и других фруктово-ягодных продуктов. Москва: Ж. Сырье и добавки, №4, Изд. Пищевая промышленность, 2007. - 52 с.
27. ОРЛОВА, О. В поиске натуральных питательных веществ. Антиоксиданты на рынке функциональных продуктов. Москва: Ж. Сырье и Добавки, № 11, Изд. Пищевая Промышленность, 2007, с.10-11.
28. ОХОРЗИНА, Ю.О. Создание новых продуктов на предприятиях пищевой промышленности. Москва: Ж. Экономика и Управление, № 2, Изд. Пищевая Промышленность, 2007, с.34-35.
29. PALADI, D., TATAROV, P. Caracteristici fizico-chimice ale gustului produselor de tip gem, confitură // *Meridian Ingineresc*, nr. 1, 2008, p.69-72.
30. PALADI, D., TATAROV, P. Gradul de gust dulce al produselor de tip gem, confitură. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Universitatea Tehnică a Moldovei, 15-17 noiembrie, Chișinău, 2007, p.90-91.
31. PALADI, D., TATAROV, P. Physico-chemical characteristics of the taste of gem, confiture type products. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI, Food Technology, New Series Year II (XXXI)*, 2008, p.66-70.
32. PALADI, D. Analiza alterării gemului de prune nepasteurizat în funcție de activitatea microorganismelor // *Revista „Meridian Ingineresc”*, nr.4, Editura UTM, 2008, p.68-70.

33. PALADI, D. Tehnologia obținerii gemurilor și confiturilor din fructe și pomușoare cu conținut redus de zaharoză // Revista „Intellectus”, nr.4, 2009, p.108-114.
34. PALADI, D., TATAROV, P. Analiza valabilității gemului de prune nepasteurizat în funcție de activitatea microbiologică. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Universitatea Tehnică a Moldovei, 24 noiembrie, Chișinău, 2008.
35. ПАЦЮК, Л.К., ЛУКАШЕВИЧ, О.Н. Пюреобразные консервы для питания детей. Москва: Ж. Детское и Школьное Питание, № 2, Изд. Пищевая Пром., 2008, с.28-29.
36. ПРИЧКО, Т. ЧАЛАЯ, Л. Способ производства консервированных фруктов. Пат. 2357420 Россия, МПК А 23 В 7, 2006.
37. PRAPASRI, Puwastien, Anadi, NITITHAMYONG and PRAPASRI, P. S. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. Thailand: Institute of Nutrition, Mahidol University of Salaya, 2017. - 554 p.
38. ПРИХОДИКО, Д.Е. Заменители сахарозы в пищевой промышленности. Москва: Ж. Пищевая Индустрия и упаковка. [On-Line]. www.agroweb.unesco.kz
39. Raport final. Procesarea materiilor prime vegetale în vederea adoptării unor practici bune în fabricarea produselor conservate. Chișinău, 2017.
40. SARNI-MANCHADO, P., Cheynier V. Les polyphénols en agroalimentaire. France: Lavoisier, Editions Tec & Doc, (ISBN 2-7430-0805-9), 2006. - 398 p.
41. Sensory Analysis Hones Good Taste. [On-Line]. www.adriant.com/teston.htm.
42. СКУРИХИН, И.М., СМИРНОВ, Е.А., БЕРКЕТОВА, Л.В. Разработка критериев оценки сенсорной чувствительности. Москва: Ж. Качество и безопасность, № 1, Изд. Пищевая Промышленность, 2008, с.50-52.
43. STURZA, R. Principii moderne de analiză a alimentelor, UTM, 2006.
44. SPERDEA, N. Unele considerații referitoare la particularitățile refrigerării legumelor și fructelor. Universitatea “Gheorghe ANGHEL” Turnu Severin: Drobeta, 2005.
45. TATAROV, P., IVANOVA, R., MACARI, A. Effect of storage on antioxidants activity in plum foods. Proceeding of the International Conference Bioatlas 2008, Transilvania, România: University of Brașov, 2008, p.17-20.
46. TATAROV, P., IVANOVA, R., MACARI, A. Activitatea bioantioxidanților unor specii de materii prime vegetale // Meridian Ingineresc, Chișinău, nr.4, 2005, p.93-95.
47. TATAROV, P., IVANOVA, R., MACARI, A. Shelf-life prediction of plum foods using antioxidant activity indices. Chemistry Journal of Moldova, vol.4, nr.2, 2008, p.66-70.
48. Термостабильный конфитюр. [On-Line]. www.gummi.ru.
49. ТРОЯН, З.А. Научно-практические аспекты производства джемов. Пищ. Пром-сть, № 7, 2009, с.46-47.
50. USENIK, V., STAMPAR, F. and VEBERIC, R. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). Slovenia: Food Chem., University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Agronomy Department, Chair for Fruit Growing, 2018, p.830-836.

51. USENIK, V., STAMPAR, F. and VEBERIC, R. Anthocyanins and fruit colour in plums (*Prunus domestica* L.) during ripening. Slovenia: Food Chemistry, Vol 114, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Agronomy Dep, Chair for Fruit Growing, 2019, p.529-534.
52. Van't Hoff. [On-Line]. <http://nobelprizes.com/nobel/chemistry/1901a.html>.
53. ВАН МОУРИК, С.В. В фокусе сладости: сладкая альтернатива. Москва: Пищевая Промышленность, № 5, 2007, с.24-25.
54. ВАН МОУРИК, С.В. Современные тенденции применения интенсивных подсластителей в пищевых продуктах. Москва: Пищевая Пром., № 5, 2005, с.48-49.
55. Вещества влияющие на вкусовые ощущения. [On-Line]. www.chemister.da.ru.
56. Вишня - лекарство при сахарном диабете. [On-Line]. www.medafarm.ru
57. WALKOWIAK-TOMEZAK, D., REGULA, J., LYSIAK, G. Proprietățile fizico-chimice și antioxidante ale cultivărilor de prune. Polonia, 2018, p.22-24.
58. Weibull Distribution. Estimation of the Exponential Parameters. [On-Line]. www.weibull.com.
59. Reglementarea Tehnică. Gemuri, jeleuri, dulcețuri și anumite produse similare. Cerințele obligatorii de calitate, siguranță alimentară, prezentare, etichetare și identificare a gemurilor, confiturilor, magiunurilor, jeleurilor destinate pentru consumul uman. Chișinău: Guvernul Republicii Moldova, noiembrie, 2007.

9. RECOMANDĂRI PENTRU INIȚIERE ÎN CERCETARE

În descrierea internațională DIKW (date, information, knowledge, wisdom) acești patru termeni semantici formează o ierarhie informațională, unde fiecare nivel adaugă proprietăți noi celui din nivelul premergător. Astfel, datele stau la nivelul de bază, informația adaugă context la date, cunoștințele adaugă mecanismul utilizării (răspuns la întrebarea „cum”), înțelepciunea adaugă condițiile de utilizare (răspuns la întrebarea „când”), (fig.9.1).

9.1. Informație, surse de informație, valorificarea informației

Termenul *informație* este preluat din limba latină, *informatio*, care semnifică o sugestie, o știre, un mesaj. Sinonimele actuale ale acestui termen sunt date, idei, afirmații. *Informația* este un ansamblu de date ordonate, care se referă la un anumit obiect sau fenomen, proces.

Calitatea informației este definită prin câțiva indicatori – încărcătură semantică, vârstă, importanță, grad de noutate, utilitate, autenticitate etc. Încărcătura semantică reflectă proprietatea unui bloc de informație nouă: să confirme; să infirme; să completeze sau să modifice ceea ce a fost cunoscut despre un obiect sau fenomen până în prezent.

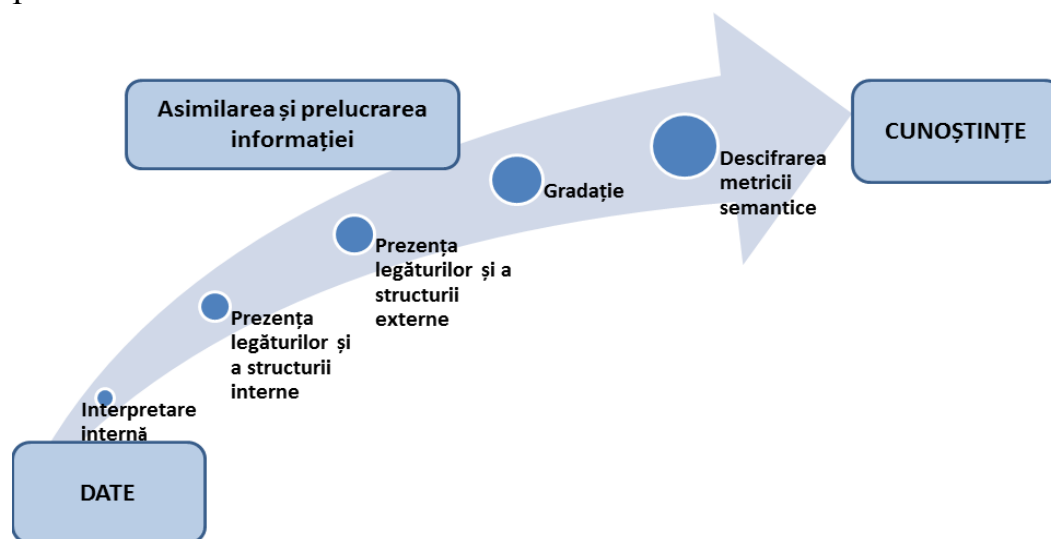


Figura 9.1. Etape de asimilare și prelucrare a informației

Vârsta informației indică intervalul de timp asociat unor perioade de referință. În urma cercetării și apariției unor tehnologii alternative viteza de îmbătrânire a unor blocuri de informație este în creștere. Dacă viteza de îmbătrânire a informației în anii precedenți constituia sute de secole, atunci în ultimii ani ea s-a redus până la câteva decenii, ani.

Cantitatea de informație este exprimată în pagini (pag.) pentru un document pe suport de hârtie sau în cifre binare, respectiv în B (băiți), KB, MB, GB, TB, PB, EB, ZB etc. pentru un document pe suport electronic.

Modalitățile de transmitere a informației sunt diverse și sunt definite ca verbale (convorbiri, conferințe, congrese, simpozioane, înregistrări radio, magnetofon),

vizuale (presă, publicații, cărți, desene, fotografii, diapozitive, afișare pe ecrane digitale LED, NEC, imagini holografice, exponate) sau audio-vizuale (filme video, televiziune, cursuri, expoziții).

9.1.1. Noțiune de document tehnico-științific

Pentru a putea fi utilizată, informația trebuie să fie fixată pe un suport material adecvat (hârtie, peliculă, disc, dischetă etc.). Astfel, se constituie documentul. *Documentul* conține un lot de informație fixat pe un mediu corespunzător.

Documente primare sunt revistele de specialitate; studii, cărți, broșuri, monografii, dicționare, enciclopedii, îndrumare; lucrări ale conferințelor, simpoziunilor, congreselor; brevete de invenție; standarde naționale și internaționale.

Reviste în domeniul alimentației publice și nutriției sunt: ro.aliment, Food Science, Food Science and Tehnology Today, Food control, International Journal of Gastronomy and Food Science, Nahrung etc. Reviste universitare editate la UTM – Journal of Engineering Sciences (jes.utm.md), Journal of Social Sciences (jss.utm.md).

Identificarea unui document (carte, articol, imagine, schemă) aflat în spațiul online se face prin intermediul sistemului de codificare DOI, oferit de proiectul global CrossRef.

9.1.2. Sisteme de clasificare a documentelor tehnico-științifice

Numărul documentelor, fiind impunător, au fost elaborate mai multe modalități de clasificare a lor.

International Standard Book Number (ISBN) – este un indicator numeric pentru identificarea bibliografică și comercială a cărților. Începând cu 01.01.2007, ISBN este format din 13 cifre, fiind compatibil cu formatul de coduri de bare EAN-13.

Sistemul de codificare *International Standard Serial Number (ISSN)* se referă la publicațiile în serie (reviste, ziare, ediții ale congreselor, conferințelor publicate cu o anumită regularitate). Un număr de serie a standardului internațional (ISSN) este un număr de serie de opt cifre folosit pentru a identifica în mod unic o publicație de serie cum ar fi o revistă. De exemplu: Revista Journal of Engineering Sciences, publicată de către UTM are codul ISSN 2587-5474 (versiunea pe hârtie) și eISSN 2587-5482 (versiunea electronică).

9.1.3. Resurse electronice. Baze de date. Platforme de selectare a informației științifice

Pentru a avea acces la tendințele actuale în diverse domenii ale cercetării și în conformitate cu criteriul de acces deschis la informație, în prezent este posibilă navigarea pe diverse platforme de prelucrare și furnizare a informației.

Platforma de cercetare *Elsevier* www.elsevier.com reprezintă o resursă informațională academică, cuprinzând reviste și cărți publicate de grupul editorial Elsevier cu o istorie de peste 200 ani. În prezent, este și o bază de date online cu o arie de acoperire globală, sediul căreia se află în Amsterdam.

Dispune de platformele *Science Direct* (cu funcții de căutare pe subiecte de interese) <https://www.sciencedirect.com>, (fig.6.2), *Mendeley* (cu funcții de înregistrare a citărilor bibliografice) <https://www.mendeley.com>, *Elsevier Scopus* <https://www.scopus.com> (cu funcții de promovare a profilului cercetătorului, generare a citărilor). Platforma *Science Direct* oferă acces la textul integral în revistele științifice de cercetare în format online, cărți academice, serii de cărți și enciclopedii online. Peste 20% din informația apărută la nivel global în domeniul științelor exacte și științelor umanistice este publicată pe platforma *Elsevier Science Direct*.

Elsevier Scopus oferă acces la rezumatele articolelor științifice publicate în peste 5000 de edituri internaționale, 21 500 reviste științifice, 113 000 cărți. Utilizează ca instrument de evaluare a cercetătorilor indicele Hirsch, calculat ca raportul dintre numărul de articole publicate și numărul de citări primare.

Springer Link www.springer.com este o bază de date online cu sediul în SUA fondată în 1950. Include o colecție vastă de reviste științifice, tehnologice și medicale, cărți și lucrări de referință (fig.9.3).

The screenshot displays the ScienceDirect website interface. At the top, there is a navigation bar with the ScienceDirect logo, 'Journals & Books', a help icon, and buttons for 'Create account' and 'Sign in'. Below this is a search bar containing the text 'Food industry' and a magnifying glass icon. Underneath the search bar, there is a link for 'Advanced search'. The main content area features a section titled 'Suggested publications:' with a 'View all' link. Five book covers are displayed: 'Food Industry Wastes', 'ADVANCES IN BIOTECHNOLOGY FOR BIOPROCESSING', 'Auditing in the food industry', 'Biscuits, cracker and cookie recipes for the food industry', and 'Environmental assessment and management in the food industry'. Below the suggested publications, there are statistics: '464,803 results', a 'Set search alert' button, and a 'Refine by:' section with a 'Years' dropdown. On the right, there are options to 'Download selected articles', 'Export', and 'Review article'. A snippet of a search result is visible, showing the title 'Recent trends and applications of cellulose nanocrystals in food industry' from the journal 'Food Science & Technology', Volume 93, November 2019, Pages 136-144, by authors Ruojun Mu, Xin Hong, Yongsheng Ni, Yuanzhao Li, and Yafeng Zheng. The snippet also includes 'Abstract' and 'Export' options.

Figura 9.2. Pagina de start a platformei Science Direct

Web of Science www.webofknowledge.com este o platformă de căutare a informației fondată în baza ISI (Institute for Science Information, SUA). *Web of Science* analizează și distribuie materiale despre natură, tehnică, științe sociale și umanistice, artă. Platforma generează date bibliografice și bibliometrice în format online, oferă acces la rezumatele articolelor din reviste științifice și din materialele conferințelor științifice din diverse domenii de cercetare.

The screenshot shows the Springer Link search results for the query 'meat'. The search results are sorted by Relevance. The first result is an article titled "The detection of chicken meat in meat products by means of the anserine/carnosine ratio" by B. J. Tinbergen, published in 1976. The second result is an article titled "A rapid method for determination of the origin of meat and meat products based on the extracted fat spectra by using of Raman spectroscopy and chemometric method" by İsmail Hakki Boyacı, Reyhan Selin Uysal, et al., published in 2014. The page also includes a "Refine Your Search" section with filters for Content Type, Discipline, and Subdiscipline.

Figura 9.3. Rezultatul afișat al căutării în sistemul Springer Link

Kopernio <https://kopernio.com> este o platformă științifică fondată în 2017 în Anglia, care în comun cu *Mendeley* și *Web of Science* permite utilizatorilor din bibliotecile universitare să acceseze și să citească articole din reviste abonate de bibliotecă, chiar și atunci când utilizatorul se găsește în afara campusului. *Kopernio* dispune de un instrument gratuit (plugin) care permite utilizatorului accesarea articolului științific în format PDF, citirea sau descărcarea acestuia.

Prin intermediul site-ului Bibliotecii UTM <http://www.library.utm.md> pot fi realizate conectări la aceste baze de date, precum și la cataloagele electronice ale unor biblioteci și centre universitare de top (ex.: Cambridge University Press, Oxford Reference). Biblioteca universitară oferă de asemenea servicii de acces la unele biblioteci electronice (IPR books, Rusia) și baze de date (elsevier.com etc.) [8, 10].

9.2. Managementul cercetării

9.2.1. Cercetare fundamentală și aplicată

Cercetarea fundamentală este varianta cea mai complexă de cunoaștere a esenței obiectelor sau fenomenelor. Acest tip de cercetare se realizează la bariera dintre cunoscut și necunoscut, macro- și microlume, contribuind la extinderea limitelor de cercetare și deseori este posibilă modificarea ipotezelor anunțate anterior. Cercetarea fundamentală este practică în instituții academice sau specializate de cercetare, uneori de persoane aparte și se caracterizează prin următoarele: delimitarea problemelor nu poate fi făcută cu precizie; nu pot fi planificate în raport temporal durată, la fel și rezultatele; realizările ei nu pot fi contabilizate, adică exprimate financiar-valoric. Exemplu de temă de cercetare științifică fundamentală îndeplinită la nivel academic este „Sinteza orientată a vitaminei A cu ajutorul microorganismelor” elaborată în cadrul Academiei de Științe [2, 3, 4].

Cercetarea derivată deseori are ca finalitate diverse forme de inovare managerială sau tehnologică, transfer tehnologic, contribuind la elaborarea unor sisteme de certificare și asigurarea calității produselor și serviciilor.

9.2.2. *Finanțarea investigațiilor științifice*

În prezent, Uniunea Europeană a dezvoltat și desfășoară câteva programe de cercetare la nivel european: *Horizon Europe (2014-2020)*, *Horizon Europe (2021-2027)*, *Digital Europe Programme* etc. (fig.9.4).

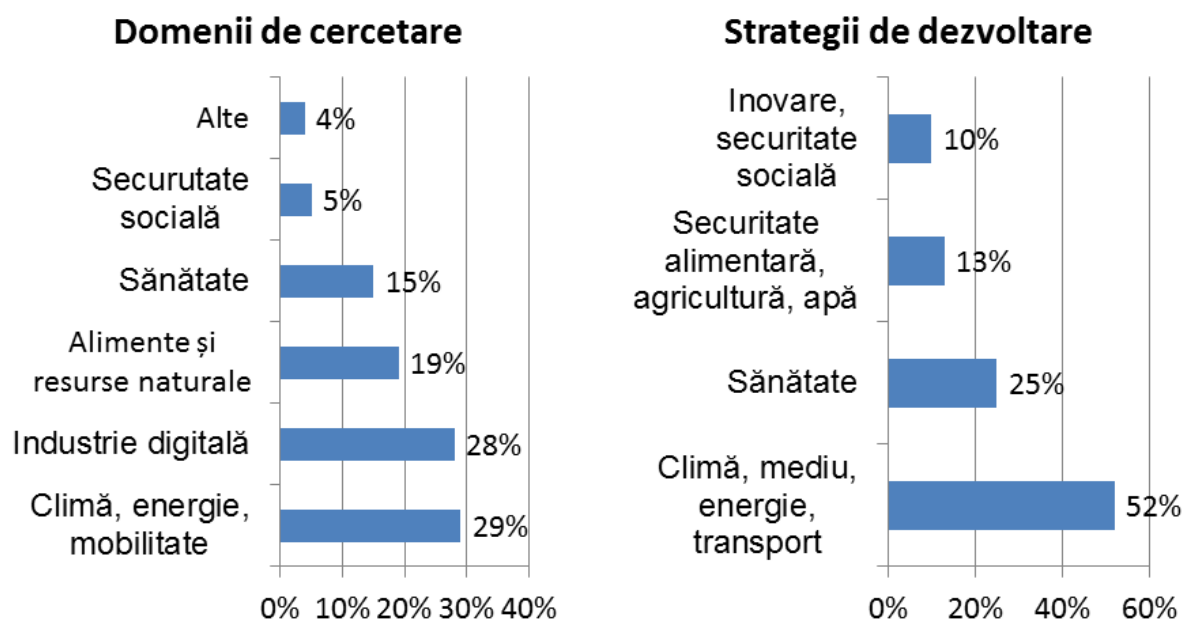


Figura 9.4. Bugetul Programului UE de cercetare Horizon Europe pentru perioada 2021-2027: a – strategii de dezvoltare, suma investițiilor – 29,7 bilioane €; b – domeniile de cercetare, suma investițiilor – 52,7 bilioane € [15].

9.3. Metodologia cercetării. Fazele unei cercetări științifice

În evoluția unei cercetări științifice pot fi evidențiate mai multe faze, cum ar fi: alegerea temei; formularea problemei (problemelor) și a scopului; studiul teoretic prealabil; cercetarea experimentală; tratarea (prelucrarea statistică și interpretarea datelor empirice); verificarea rezultatelor experimentale; formularea concluziilor.

La *alegerea temei de cercetare* se verifică respectarea următoarelor criterii: (a) actualitatea, (b) necesitatea, (c) importanța și (d) gradul de inovare a acesteia.

Actualitatea temei este argumentată prin nivelul și caracterul cercetărilor, care trebuie să corespundă timpului actual sau să fie orientată spre viitor.

Necesitatea este determinată de anumite cerințe materiale, energetice, sociale, teoretice etc.

Importanța este dictată de efectul teoretic, economic, social etc. obținut prin utilizarea rezultatelor cercetării.

Gradul de inovare. Noul se află la bariera dintre necunoscut și cunoscut. Gradul de inovare depinde de măsura în care cercetătorul s-a apropiat sau a depășit această barieră.

Cunoștințele noi obținute se verifică prin practică (stand experimental, instalație pilot, loturi industriale experimentale) după care urmează etapa de implementare a inovației în sectorul industrial (fig.9.5).

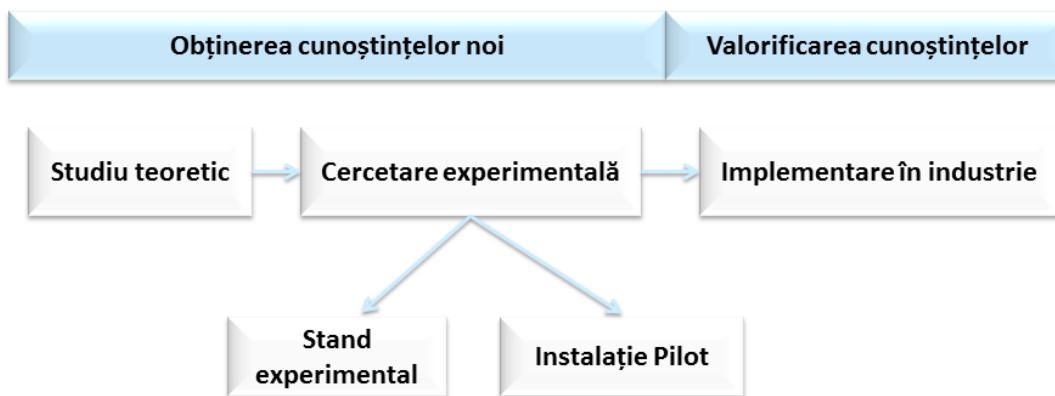


Figura 9.5. Fazele unei cercetări științifice

În unele cazuri, pentru a găsi soluții mai perfecte, sunt posibile *feed back*-uri între fazele de cercetare.

9.3.1. Planificarea matematică prealabilă a experimentului. Experiment factorial complet

În laboratoarele tehnologice de proiectare sau în laboratoarele academice de cercetare se folosesc metode de optimizare a rețetei de preparare a bucatelor, băuturilor sau a preparatelor de cofetărie. În acest caz, sunt utile modele matematice de planificare și estimare a rezultatului preconizat.

O altă sarcină, care poate fi rezolvată în laborator prin planificarea prealabilă a experimentului, constă în posibilitatea de a optimiza una sau câteva operații de prelucrare a produsului.

Rezultatul cercetării experimentale este exprimat, în funcție de caz, astfel: valoare organoleptică maximă a produsului procesat; valoare nutritivă maximă a acestuia; calități tehnologice optime ale semipreparatelor, produselor intermediare; condiții tehnologice optime de desfășurare a procesului tehnologic etc.

Există multiple exemple de variante de optimizare a indicilor cantitativi și calitativi ai produsului sau procesului tehnologic: acumularea de creatinină și de alte substanțe extractive la fierberea bulionului de oase sau carne; elasticitate maximă la aluatul pentru plăcinte; gust crocant la ardeul marinat; porozitate și volum de creștere maximal la coacerea checurilor; termen de valabilitate sigur al zefirului pe bază de albuș de ou; capacitate de reținere maximală a apei la tocătura de carne etc. [8].

9.4. Tehnici de laborator de testare a produselor alimentare

Cercetarea produselor alimentare este un domeniu vast investigat în prezent în scopul obținerii de date obiective referitoare la compoziția, structura, calitățile tehnologice și nutritive ale acestora [16, 17].

Produsele alimentare sunt materii de origine agroalimentară cu structură ierarhică multicompozițională, care include macrocompuși (apă, proteine, grăsimi, glucide, acizi organici etc.) și microcompuși (săruri minerale, vitamine, polifenoli, terpeni etc.), precum și structuri elementare biologice – enzime, hormoni, acizi nucleici etc.) [1].

Proprietățile ingredientelor alimentare sunt diferite. Ele pot fi de origine minerală sau de sinteză organică, pot avea calități hidrofile sau hidrofobe, se pot conține în formă solubilă, concentrată sau structurată (ex.: amidonul se conține în formă de granule în leucoplastele citoplasmei).

Prezența cantitativă a ingredientelor în compoziția produsului alimentar la fel poate varia în intervale mari (tab.9.1).

Tabelul 9.1. Clase de prezență cantitativă a ingredientului alimentar

<i>Ponderea ingredientului/poluantului</i>				
<i>g/100g</i>	<i>mg/100g sau 10⁻³ g/100g</i>	<i>μg/100g sau 10⁻⁶ g/100g</i>	<i>ng/100g sau 10⁻⁹ g/100g</i>	<i>pg/100g sau 10⁻¹² g/100g</i>
Apă Proteine Grăsimi Glucide Acizi organici	Ca, Mg, P, Cl, vitamine	Fe, I, Se, Antibiotice (sulfonamide)	Aflatoxine (compuși de poluare de origine microbiană)	Dioxine (compuși de poluare de origine chimică)

La testarea calității și proprietăților produselor alimentare sunt frecvent utilizate metodele instrumentale. Tehnicile instrumentale sunt utile și în controlul corectitudinii executării operațiilor tehnologice, determinările fiind uneori efectuate în regim real. În etapa de etichetare a produsului finit sunt determinați indicii de referință – valoarea nutrițională și mențiunile de sănătate ale produsului [6, 7, 12, 14].

9.4.1. Tehnici potențimetrice, conductimetrice

pH-metria (ionometria, potențimetria) este considerată o metodă expres de cercetare folosită în scopul determinării acidității sau a alcalinității produselor lichide și a extractelor de produse sau a formelor dissociate ale unor compuși.

Concentrația ionilor H⁺ formulată ca aciditate activă (pH) sau concentrația ionilor respectivi (pCa, pMg, pK, pCu, pNO₃) este măsurată, utilizând un potențiomtru cu scara de gradăție de la 0 la 14. Măsurarea este mecanică sau automatizată (Modelul pH-150).

Element-senzor sunt 2 electrozi de natură electrochimică: un electrod de calomel numit electrod standard, de referință, al doilea este electrod selectiv, de comparare, de cercetare.

Formula de calcul:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+],$$

unde: H^+ reprezintă concentrația ionilor de hidrogen, g-equiv./l.

În tehnicile de analiză a proteinelor, enzimelor deseori este necesară ajustarea mediului de extragere la o valoare anumită a pH-ului.

9.4.2. Tehnici spectrale

Metodele optice, spectrometrice de cercetare se bazează pe o proprietate comună a ingredientelor probelor și extractelor de produs alimentar – a absorbi, a transmite sau a reflecta lumina de o anumită lungime de undă (radiație electromagnetică), modelul fiind de tip molecular sau atomic [11].

Capacitatea de absorbție a ingredientului cercetat (conținut în extractul de produs) este proporțională cu concentrația acestuia. Ecuația de bază a absorbției luminii este expresia legii Bouguer-Lambert-Beer:

$$I = I_0 \cdot 10^{-\epsilon \cdot l} \quad \text{sau} \quad \lg \frac{I}{I_0} = -\epsilon \cdot l,$$

unde: I , I_0 – intensitatea, respectiv a fluxului de lumină incident și transmis prin celulă, lk ; ϵ – coeficientul de extincție al ingredientului alimentar, $dL/g\text{-cm}$ sau $l/\text{mol}\text{-cm}$; l – lățimea chiuvetei optice, cm .

Parametrii optici înregistrați cu ajutorul spectrofotometrului sunt absorbanta A și transmitența T (%):

$$A = \lg \frac{I_0}{I} \quad \text{și} \quad T = \frac{I}{I_0} \cdot 100.$$

Efectul de absorbție moleculară poate fi ușor constatat din spectrele înregistrate instrumental (fig.9.6).

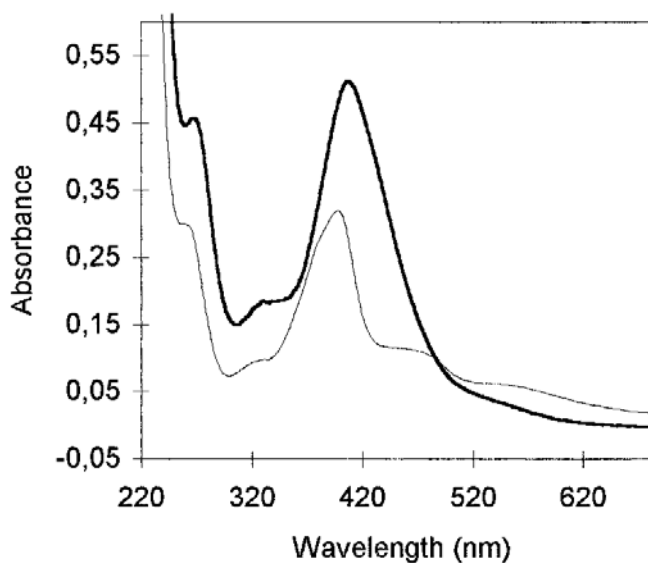



Figura 9.6. Spectrul de absorbție în UV a fosfaților


9.4.3. Analizoare ale compoziției, senzori de identificare, testere

Analizoarele sunt aparate utilizate în special în laboratoarele tehnologice pentru efectuarea unor determinări rapide și relativ exacte ale conținutului de macrocompuși.

În memoria analizorului sunt stocate mai multe fișiere cu spectre de referință în IR pentru diverse proteine, grăsimi, poliglucide de origine animală sau vegetală, uneori și acizi organici, vitamine care servesc ca etalon și care permit efectuarea operației de comparare instrumentală, analizarea și afișarea rezultatului (fig.9.7).

	<p>Aplicații:</p> <ul style="list-style-type: none"> • determinarea cantității de proteine, grăsimi, substanțe uscate, apă • înregistrarea spectrului IR • soft de stocare și prelucrare a datelor
<p>Figura 9.7. Analizor cu raze IR pentru probele de carne tocată, model DA 7250</p>	

În scopul determinării instrumentale a cantității de apă și substanței uscate pot fi utilizate analizoare pe bază de raze IR sau microunde (fig.2.8).

	<p>Aplicații:</p> <ul style="list-style-type: none"> • determinarea cantității de apă, substanței uscate • pot fi analizate produse cu consistență uscată și umedă • soft de stocare și prelucrare a datelor
<p>Figura 9.8. Analizor cu microunde Rapid Moisture Analyser, model SMART 6</p>	

Senzorul este un element al dispozitivului de măsurare sensibil la prezența unei substanțe de mediu sau modificările unui parametru al procesului, care fixează selectiv compusul/modificările parametrului și emite un semnal al cărui valoare este înregistrată de dispozitiv. Conceptual, senzorii sunt clasificați în grupe – chimici, biologici (pe bază de enzime sau anticorpi), optici [13].

9.4.4. Tehnici cromatografice

Metodele cromatografice de cercetare sunt deosebit de utile la separarea și identificarea unui amestec de substanțe omogene (aminoacizi, acizi grași, zaharuri, acizi organici, arome etc.). Pot fi depistate și substanțe de poluare sau de falsificare în cantități extrem de mici – ng, pg, cum ar fi pesticidele, dioxinele etc. Proba de produs alimentar necesită o pregătire specială înainte de cromatografiere (solubilizare, hidroliză, volatilizare etc.).

Spre deosebire de tehnicile spectrometrice, tehnicile cromatografice sunt tehnici de contact direct cu proba și necesită o acuratețe maximă în executare. Se deosebesc tehnici de cromatografiere cu gaze, cu lichide (fig.2.9).



Pentru identificare sunt utilizate substanțe-martor, iar parametrii înregistrați sunt timpul de retenție și suprafața picului (fig.9.10).

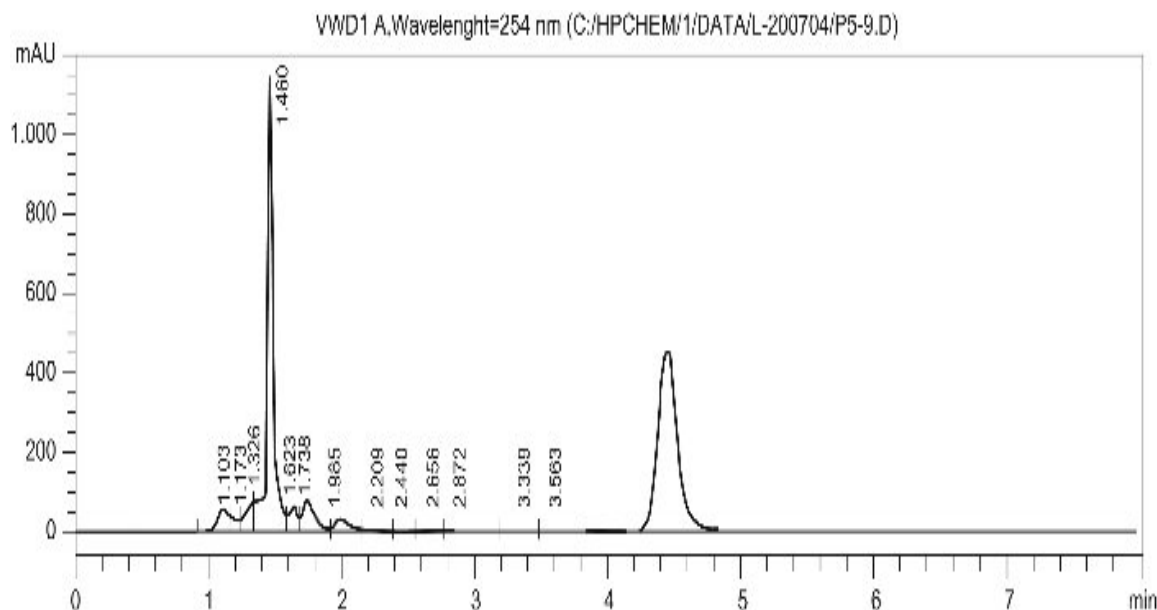


Figura 9.10. Cromatograma separării amestecului de acizi organici obținută prin tehnica de înregistrare a datelor HPLC-MS

9.5. Forme de aprobare și comunicare a rezultatelor cercetării

9.5.1. Categoriile de publicații științifice

Mesajul științific al unei activități de cercetare poate fi anunțat, verificat și aprobat sub formă de diferite publicații (monografie, articol, teză de doctorat etc.) sau materializat sub formă de diverse aplicații tehnico-tehnologice (brevete, modele de obiecte, standarde, tehnologii etc.), (fig.9.11).

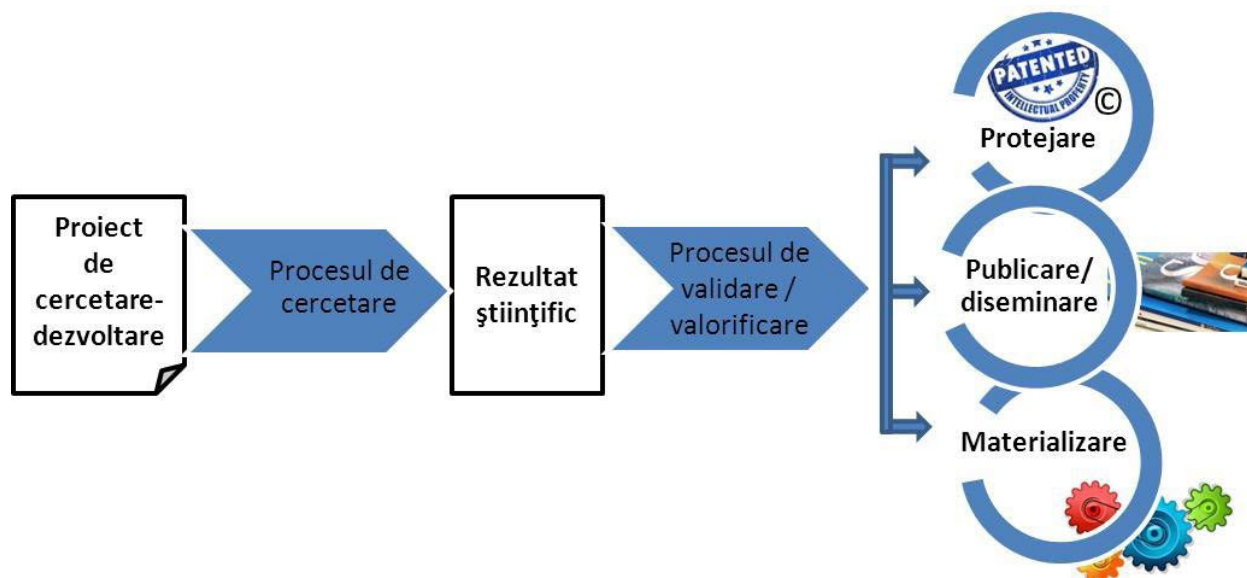


Figura 9.11. Crearea, aprobarea și valorificarea rezultatelor cercetării științifice [5]

Monografia este o lucrare științifică amplă, exhaustivă care conține concluzii importante și cuprinzătoare despre o anumită problemă cu un volum mare de informație care ajunge la câteva sute de pagini.

Manualul este un studiu didactic unde sunt expuse tezele, principiile, teoriile unei științe în mod sistematic în conformitate cu principiile didactice destinate formării profesionale a specialiștilor.

Articolul științific este o formă prescurtată a unui studiu în care se redau principalele probleme, soluții, concluzii și propuneri în vederea publicării în reviste de specialitate care are dimensiuni reduse, până la 20 pagini.

Părțile structurale ale unui articol sunt: titlul; autor(ii); instituția; rezumatul; introducerea; materialele și metodele; rezultatele; discuțiile; concluziile; bibliografia. Criteriile de selectare a revistei științifice în care este posibilă publicarea unui articol științific de către autor sunt: clasificarea revistei; publicul-țintă, adresatul; prestigiul și politica revistei de specialitate; șansele de acceptare; rapiditatea evaluării.

9.5.2. Studii bibliometrice și platforme de comunicare

Bibliometria are ca obiect studiul sau măsurarea textelor și informației și este deseori utilizată în știința informației și bibliotecă. Metodele bibliometriei sunt

utilizate pentru urmărirea citărilor într-un jurnal academic. Analiza citărilor, indicii de citare pot determina popularitatea articolelor, autorilor și publicațiilor [10].

Platforma de comunicare științifică *Research Gate* <https://www.researchgate.net/> reprezintă o platformă online prin intermediul căreia cercetătorii pot interacționa și își pot împărtăși experiența în studierea unui subiect. *Research Gate* oferă cercetătorilor diferite beneficii printre care facilitarea accesului la o comunitate de specialiști în domeniu, cât și vizibilitate în sfera academică. Platforma pune la dispoziția cercetătorilor o serie de metrice prin intermediul cărora se pot obține informații despre modul de receptare a propriilor publicații în comunitatea științifică. La data de 01.08.2019 *Research Gate* întrunea 315 cercetători din cadrul Universității Tehnice a Moldovei care puteau să facă schimb de informație cu alți 1,4 mln. de utilizatori din 192 țări.

Platforma de contorizare a rezultatelor cercetării *ORCID* (Open Research and Contributor ID) <https://orcid.org/> este un registru de identificatori unici alocați cercetătorilor. *ORCID* permite cercetătorilor să-și genereze un identificator unic pe care să-l poată folosi pentru a-și gestiona identitatea în mediul academic. Identificatorul digital funcționează ca o cheie de recunoaștere a identității unui cercetător în diferite contexte cum ar fi: trimiterea spre publicare a unui articol științific, participarea la competiții și granturi, raportarea activității științifice. *ORCID* permite unificarea și accesarea distribuită a publicațiilor afiliate unui cercetător la nivelul mai multor platforme de publicitate. În prezent, *ORCID* deserveste 1055 instituții de cercetare și cca 6,8 mln. utilizatori din 177 țări.

9.6. Proprietatea intelectuală și inovarea

9.6.1. Proprietatea intelectuală. Proprietatea industrială

Proprietatea intelectuală are 2 branșe principale – proprietatea industrială și dreptul de autor. În noțiunea *proprietate industrială* sunt incluse: invențiile (brevetele), mărcile (pentru produse, servicii), modelele industriale, indicațiile (hărțile) geografice etc. *Dreptul de autor* poate fi obținut pentru opere de artă, creații muzicale, lucrări audio-video, sculptură, opere de arhitectură (fig.9.12).

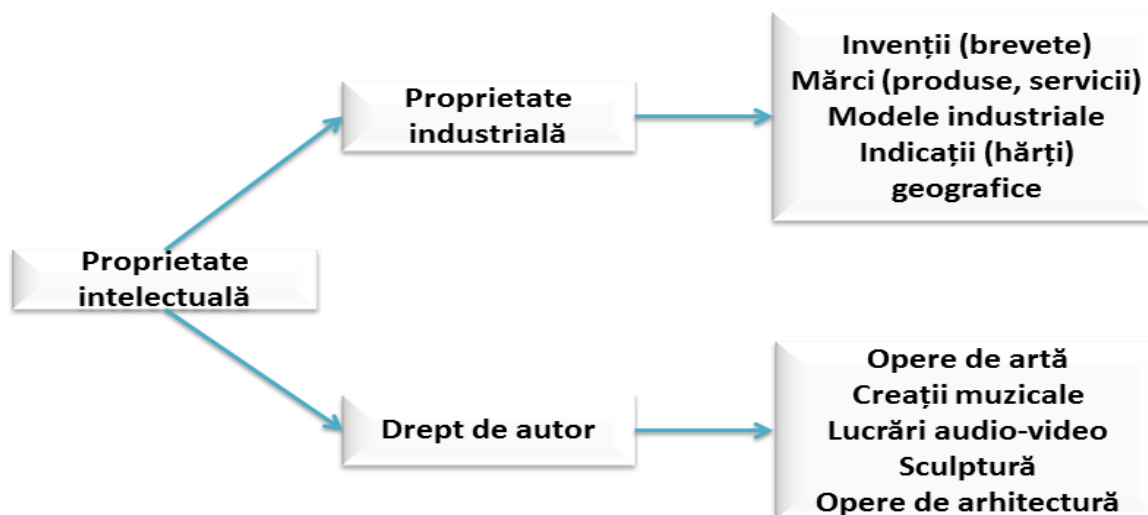


Figura 9.12. Formele proprietății intelectuale

La 20 martie 1883, la Paris a fost înființată *Convenția de la Paris pentru protecția proprietății industriale*. Republica Moldova a aderat la Convenția de la Paris în anul 1993 (prin Hotărârea Parlamentului R.Moldova din 11.03.93 cu numărul de înregistrare 1328-XII).

9.6.2. Brevet de invenție

În inginerie, tehnică, dreptul la subiecte de proprietate intelectuală este realizat frecvent prin înregistrarea și deținerea unui brevet de invenție de lungă sau scurtă durată.

Brevetul de invenție este titlul de protecție care conferă titularului dreptul exclusiv de exploatare a invenției pe o perioadă de 20 ani. Brevetul de invenție de scurtă durată se extinde pe o perioadă de 6 ani. AGEPI a elaborat un Ghid de completare a rubricilor formularului cererii de brevet de invenție (www.agepi.gov.md).

Pentru a obține un brevet de invenție se completează formularul cererii, care include mai multe rubrici: Descrierea invenției; Esența invenției; Conținutul invenției; Exemple de aplicare practică a invenției.

Pentru brevete este elaborat un sistem de clasificare internațional (CIB) unde sunt delimitate mai multe clase: A – Necesități curente ale vieții; B – Tehnici industriale diverse; C – Chimie și metalurgie etc. Majoritatea invențiilor din domeniul alimentar se înscriu în clasa A.

CONCLUZII

Cercetarea științifică se axează pe diverse activități de prognozare, inovare și dezvoltare creativă. Cercetarea științifică are drept componente esențiale investigația științifică, metodologia științifică, produsele științifice și multiple servicii de analiză criterială și difuzare rapidă a rezultatelor.

Comunicarea științifică reprezintă o oportunitate de promovare a cunoștințelor, datelor și rezultatelor inovative. Comunicarea științifică în prezent are ca suport intelectual și ca criterii de verificare a eficienței științifice diverse sisteme bibliometrice și platforme de comunicare.

BIBLIOGRAFIE

1. Regulamentul (CE) nr.178/2002 al Parlamentului European și al Consiliului din 28.01.2002 de stabilire a principiilor și a cerințelor generale ale legislației alimentare, de instituire a Autorității Europene pentru Siguranța Alimentară și de stabilire a procedurilor în domeniul Siguranței Produselor Alimentare.
2. Codul cu privire la știință și inovare al Republicii Moldova nr.259 din 15.07.2004. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2004, nr.125-129, art. 663.
3. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobarea Programului național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023: nr.381 din 01.08.2019. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2019, nr.256-259, art.506.
4. Strategia UTM în domeniul Cercetării-Inovării-Dezvoltării pentru perioada anilor 2019-2023
https://utm.md/acte_normative/interne/Strategia%20UTM%202016-2020.pdf
5. CUCIUREANU, Gh., ȚURCAN, N. Tipuri de rezultate științifice ale proiectelor de cercetare. In: Academos, 2015, nr.1, p. 42-50.
6. HURA, C. Metode de analiză pentru produsele alimentare. Ghid de laborator. București: Ed. CERMI, 2006. - 600 p.
7. LASLO, C. Controlul calității produselor de origine animală. Cluj-Napoca: Ed. Risoprint, 2009. - 240 p.
8. MIJA, N. Instruire științifică. Note de curs. Chișinău: Tehnica-UTM, 2019. - 104 p.
9. SM SR EN 12014-1:2012. Produse alimentare. Determinarea conținutului de nitrați și/sau nitriți.
10. STRATAN, V. Selectarea revistelor pentru publicarea articolelor științifice [Resursă electronică]: <http://repository.utm.md/handle/5014/6165>
11. STURZA, R., SUBOTIN, I., AMARII, V. Metode optice de analiză. Îndrumar de laborator. Chișinău: UTM, 2002, p.70.

12. ȘINDILAR, E., STRATAN, N. Experiza sanitar-veterinară a alimentelor de origine animală. Vol.1. Chișinău: Tipografia Centrală, 1996, p.324.
13. АНТИПОВА, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колосс, 2001. - 452 с.
14. <http://www.efsa.europa.eu/> (European Food Safety Authority)
15. <https://cen.acs.org/policy/research-funding/Europes-science-budget-set-grow/96/i30>
16. <http://www.ansa.gov.md/> (Agenția Națională pentru Siguranța Alimentelor)
17. <http://estandard.md/Standard> (căutare standarde R. Moldova)

Produse alimentare inovative

Monografie

Autori: Aurica CHIRSANOVA
Vladislav REȘITCA
Rodica SIMINIUC
Natalia SUHODOL
Cristina POPOVICI
Olga DESEATNICOVA
Tatiana CAPCANARI
Olga GUTIUM
Eugenia COVALIOV
Carolina GROSU
Daniela PALADI
Nina MIJA
Lidia COȘCIUG
Jojr CIUMAC

Redactor Eugenia Balan

Bun de tipar 28.06.21	Formatul hârtiei 60x84 1/8
Hârtie ofset. Tipar RISO	Tirajul 50 ex.
Coli de tipar 57,0	Comanda nr. 58

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