

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris

C. Z. U: 634.51.65

BOAGHI EUGENIA

**MODIFICĂRILE BIOCHIMICE ȘI TEHNOLOGICE ALE
NUCILOR PE PARCURSUL PRELUCRĂRII ȘI PĂSTRĂRII**

**253. 01. - TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE DE ORIGINE
VEGETALĂ**

(Tehnologia produselor alimentației publice)

Teză de doctor în tehnică

Conducător științific:

dr. în tehnică

Conferențiar universitar

Reșitca Vladislav

Autorul:

Boaghi Eugenia

CHIȘINĂU, 2018

© Eugenia Boaghi, 2018

CUPRINS

ADNOTĂRI	6
LISTA ABREVIERILOR	9
INTRODUCERE	10
1. STRUCTURA, COMPOZIȚIA CHIMICĂ, VALOAREA NUTRITIVĂ ȘI PROCESAREA NUCILOR JUGLANS REGIA L.	15
1.1. Starea actuală și perspectiva sectorului nucifer în Republica Moldova	15
1.2. Caracteristica agrobiologică a nucilor	19
1.3. Valoarea nutrițională a nucilor	22
1.3.1. Lipidele miezului de nuci	23
1.3.2. Proteinele miezului de nuci	25
1.3.3. Glucidele miezului de nuci	26
1.3.4. Vitaminele miezului de nuci	27
1.3.5. Mineralele miezului de nuci	27
1.3.6. Antioxidanții miezului de nuci	27
1.4. Potențialul nutraceutic al nucilor	29
1.5. Recoltarea, păstrarea și procesarea nucilor	32
1.5.1. Recoltarea nucilor	32
1.5.2. Procesarea nucilor	33
1.5.3. Albirea și dezinfectarea nucilor	35
1.5.4. Păstrarea nucilor	37
1.6. Alimente obținute prin procesarea nucilor	40
1.7. Concluzii	43
2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE	44
2.1. Materiale de cercetare	44
2.1.1. Materii prime	44
2.1.2. Reactivi chimici și materiale de laborator	44
2.1.3. Medii de cultură	45
2.2. Metode de cercetare	45
2.2.1. Cuantificarea culorii în valori numerice	49
2.2.2. Analiza microstructurii emulsiilor	51
2.3. Concluzii	51

3.	MODIFICĂRI ALE CALITĂȚII NUCILOR <i>JUGLANS REGIA L. PE</i>	52
	PARCURSUL PĂSTRĂRII	
3.1.	Caracteristicile tehnice ale nucilor	52
3.2.	Compoziția chimică a nucilor	53
3.3.	Respirația fructelor de nuci la păstrare	54
3.4.	Proprietățile higroscopice ale nucilor	58
3.4.1.	Izotermele de sorbție	58
3.4.2.	Influența temperaturii asupra proprietăților higroscopice ale nucilor	62
3.4.3.	Modelarea izotermelor de sorbție	64
3.4.4.	Capacitatea de adsorbție monostrat și suprafața specifică	66
3.4.5.	Căldura de adsorbție și desorbție	68
3.5.	Modificarea calității nucilor la păstrare	70
3.5.1.	Caracteristicile senzoriale ale nucilor la păstrare	70
3.5.2.	Influența umidității relative a aerului asupra calității nucilor	73
3.5.2.1.	Influența umidității relative a aerului asupra valorilor peroxizilor (IP)	73
3.5.2.2.	Influența umidității relative a aerului asupra stabilității microbiologice a nucilor	76
3.5.3.	Modificarea culorii miezului de nuci la păstrare	79
3.6.	Concluzii	80
4.	ALBIREA NUCILOR	82
4.1.	Albirea nucilor cu diferiți agenți	84
4.1.1.	Albirea cu Peroxid de hidrogen	84
4.1.2.	Albirea cu Hipoclorit de calciu	89
4.1.3.	Albirea cu Okoron 12	93
4.1.4.	Albirea cu Perborat de sodiu	95
4.1.5.	Albirea cu Ditionit de sodiu	97
4.1.6.	Albirea cu Dioxidul de sulf	99
4.2.	Concluzii	101
5.	RECOMANDĂRI TEHNOLOGICE DE MANIPULARE POST-RECOLTA	102
	ȘI VALORIFICARE A NUCILOR	
5.1.	Manipulările postrecoltă a nucilor	102
5.2.	Valorificarea fructelor de nuci	107
5.2.1.	Tehnologia de obținere a laptelui de nuci	107
5.2.2.	Tehnologia produselor fermentate pe baza laptelui de nuci	116
5.3.	Concluzii	122

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	123
BIBLIOGRAFIE	125
ANEXE	
ANEXA 1. Rezultatele ajustării modelelor matematice GAB, Henderson, Oswin, Peleg, Smith și Caurie pentru izotermele de sorbție a componentelor morfologice ale nucilor	141
1.1 Rezultatele ajustării modelelor matematice GAB, Henderson, Oswin, Peleg, Smith și Caurie pentru izotermele de sorbție a miezului nucilor	141
1.2 Rezultatele ajustării modelelor matematice GAB, Henderson, Oswin, Peleg, Smith și Caurie pentru izotermele de sorbție a cojii nucilor .	143
1.3 Rezultatele ajustării modelelor matematice GAB, Henderson, Oswin, Peleg, Smith și Caurie pentru izotermele de sorbție a membranei nucilor .	145
ANEXA 2. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a componentelor morfologice nucilor	147
ANEXA 3. Impactul concentrației, pH-ului și temperaturii agenților de albire asupra parametrilor de culoare a cojii nucilor	150
DECLARAȚIE PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII	154
CURRICULUM VITAE	155

ADNOTARE

Eugenia Boaghi: Modificările biochimice și tehnologice ale nucilor *Juglans Regia L.* pe parcursul prelucrării și păstrării, teza de doctor în tehnică, Chișinău, 2018.

Structura tezei: teza constă din introducere, cinci capitole, concluzii și recomandări, lista lucrărilor citate alcătuită din 231 referințe, trei anexe. Textul de bază conține 124 de pagini, 79 figuri și 36 tabele.

Cuvinte-cheie: nuci, procesare, sorbție, oxidare, respirație, albire, lapte de nuci.

Domeniul de studiu: 253.01 – Tehnologia produselor alimentare de origine vegetală (Tehnologia produselor alimentației publice).

Scopul tezei: cuantificarea unor parametri de calitate a nucilor și evoluția lor la păstrare, ameliorarea calității, optimizarea tehnologiilor existente și identificarea unor noi proceduri de tratare post-recoltă a nucilor.

Obiectivele tezei: Studiul *intensității* procesului de oxido-reducere biologică (procesul de *respirație*) al nucilor pe parcursul depozitării; Cercetarea teoretică și experimentală privind impactul umidității și activității apei asupra proceselor de sorbție-desorbție a miezului de nucă; Aprecierea căilor și metodelor efective pentru ameliorare calității nucilor la procesarea primară; Cercetarea posibilităților privind valorificarea miezului de nuci ca materie primă pentru obținerea unor produse alimentare noi.

Noutatea tezei constă în analiza multiaspectuală a modificărilor biochimice ale nucilor pe parcursul păstrării și a celor ce intervin în urma tratamentelor tehnologice. S-au demonstrat experimental particularitățile procesului de respirație a nucilor prin implicarea în ciclul Krebs a acizilor grași ca surse principale de energie. S-a dovedit că procesele sorbție a umidității în cantități relativ mici influențează dominant asupra reacțiilor de oxidare a acizilor grași polinesaturați în textura miezului de nucă.

Originalitatea lucrării constă în faptul că aceasta este o cercetare interdisciplinară (limitrofă între tehnologia și biochimia produselor alimentare), în care este folosită o abordare metodologică diferită pentru aplicarea unor tehnici existente de albire a materialelor celulozice la tratarea endocarpului nucilor și a spațiului CIELAB pentru caracterizarea culorilor de suprafața a nucilor în coajă.

Problema științifică soluționată constă în identificarea și argumentarea științifică a unor procedee tehnologice noi a nucilor (decojire de pericarp cu etefon și albire a cojii cu agenți oxidanți), care au avut ca efect ameliorarea calității lor (gradul de dehiscență a pericarpului și culoarea cojii) și care a permis modernizarea schemei de manipulare post-recoltă a nucilor în coajă.

Semnificația teoretică. S-au obținut rezultate științifice ce demonstrează posibilitatea de monitorizare și dirijare a modificărilor biochimice la păstrarea nucilor și a parametrilor cromatici ce influențează aspectul comercial a nucilor în coajă.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în elaborarea și optimizarea procedeelelor de decojire de pericarp și de albire a cojii nucilor și elaborărilor tehnologice destinate procesării miezului de nucă cu obținerea unor produse noi de tipul emulsii ulei-apă.

Implementarea rezultatelor științifice. Rezultatele obținute sunt reflectate în rapoartele proiectului instituțional nr. 15.817.02.30A “Elaborări metodologice și tehnice pentru modernizarea tehnologiei de procesare a nucilor (*Juglans regia L.*) cu utilizarea componentelor biologic active în produse alimentare funcționale” “NUCALIM-PROBIO”, direcția strategică **50.07** și s-a depus o cerere de brevet *Procedeu de albire a nucilor*.

ABSTRACT

Eugenia Boaghi: *Biochemical and technological changes of walnuts during processing and storage*, PhD thesis in technology, Chisinau, 2018.

Thesis structure: The thesis consists of introduction, five chapters, conclusions and recommendations, list of cited works that consists from 231 references. The basic text contains 124 pages, 79 figures and 36 tables.

Keywords: walnuts, processing, sorption, oxidation, respiration, bleaching, walnut milk.

Field of study: 253.01 – Technology of plant origin products (Technology of catering products).

The purpose of the work: Quantification of quality parameters and their evolution in storage period, improving quality, optimizing the existing technologies and identifying new post-harvest treatment procedures for walnuts.

Objectives: Studying the intensity of the biological oxido-reduction process (respiration process) of walnuts during storage; Theoretical and experimental research on the impact of moisture and water activity on the hygroscopic properties of walnuts; Appreciation of effective ways and methods for improving the quality of walnuts at primary processing; Researching the possibilities for the walnut kernel use as a raw material for obtaining new foods.

Scientific novelty consists in the multi-spectral analysis of the biochemical changes of the walnuts during storage and those that follow the technological treatments. It was experimentally proved the particularities of the walnut respiration process by involving the fatty acids in Krebs cycle as main sources of energy. It has been shown that humidity sorption processes in relatively small amounts predominantly influence the oxidation reactions of polyunsaturated fatty acids in the walnut kernel texture.

The originality of the work is that it is an interdisciplinary research (a borderline between food technology and biochemistry) in which a different methodological approach is used to apply existing cellulosic whitening techniques to walnut endocarp and CIELAB space for walnut surface color characterization.

Important scientific problem solved consists in the scientific identification and argumentation of some new technological processes of walnuts treatment (pericarp etching with ethephon and hellwhitening with oxidizing agents), which had the effect of improving their quality (the degree of the pericarp dehiscence and the shell color) and which allowed the upgrading of the post-harvest handling scheme of the nuts into the shell.

Theoretical significance. There have been obtained scientific results demonstrating the possibility of monitoring and conducting biochemical changes during walnut storage and chromatic parameters that influence the commercial aspect of walnuts in the shell.

The applicative value consists in the elaboration and optimization of the decay process of pericarp and whitening of walnut shells and technological developments for walnut kernel processing with the production of new O/W emulsion products.

Implementation of scientific results. The obtained results are reflected in the institutional project reports no. 15.817.02.30A "Methodological and technical elaboration for the modernization of the walnut processing technology (*Juglans regia* L.) with the use of biologically active components in functional food" "NUCALIM-PROBIO", strategic direction 50.07 and a patent application Whitening the walnuts.

АННОТАЦИЯ

Евгения Боаги: *Биохимические и технологические изменения грецких орехов *Juglans Regia L* в процессе их обработки и хранения*, диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Кишинев, 2018.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, библиографии из 231 наименований, трех приложений, 124 страниц основного текста, включая 79 фигур и 36 таблиц.

Ключевые слова: орехи, обработка, сорбция, окисление, дыхание, отбеливание, ореховое молоко.

Область исследования: 253.01 - Технология пищевых продуктов растительного происхождения (Технология продуктов общественного питания).

Цель исследования: количественное определение некоторых показателей качества грецкого ореха и их эволюция при хранении, улучшение качества, оптимизация существующих технологий и определение новых процедур послеуборочной обработки грецких орехов.

Задачи работы: исследование интенсивности процесса дыхания грецких орехов при хранении; исследование воздействию влаги и активности воды на гигроскопические свойства грецких орехов; оценка путей и эффективных методов для улучшения качества при первичной обработки орехов; изучение возможностей использования орехов в качестве сырья для новых продуктов питания.

Новизна диссертации состоит из детального анализа биохимических изменений происходящих при хранении орехов и те, которые возникают после их технологической обработки. Экспериментально доказаны особенности процесса дыхания грецкого ореха с привлечением жирных кислот в цикле Кребса в качестве основного источника энергии. Доказано, что сорбционные процессы влаги в относительно небольшом количестве влияют доминирующе на реакции окисления полиненасыщенных жирных кислот в текстуре ядер грецкого ореха.

Оригинальность диссертации заключается в том, что это междисциплинарное исследование (граница между пищевой технологией и биохимией), где используется другой методологический подход для применения существующих методов отбеливания целлюлозы при обработке эндокарпа грецкого ореха и пространства CIELAB для характеристики цвета поверхности грецких орехов.

Научное решение проблемы состоит в выявлении и научной аргументации некоторых технологических процессов обработки грецкого ореха (удаление околоплодника обработкой с этефоном и отбеливание скорлупы окислителями), которые позволили улучшить их качество (степень очистки от околоплодника и цвет скорлупы) и модернизировать схему послеуборочной обработки орехов в скорлупе

Теоретическая значимость Получены научные результаты, демонстрирующие возможность мониторинга и дирижирования биохимических изменений в орехах при хранении и хроматических параметров, влияющие на коммерческий аспект грецких орехов в скорлупе.

Практическая значимость работы заключаются в развитии и улучшении процессов отделения околоплодника, отбеливания скорлупы орехов и разработка технологии обработки ядер ореха для обеспечения новых продуктов типа эмульсий М/В.

Внедрение научных результатов. Полученные результаты отражены в докладах институционального проекта. 15.817.02.30А «Методологические и технические разработки для модернизации технологии переработки грецкого ореха с помощью биологически активных компонентов в функциональных продуктах» «NUCALIM-PROBIO» стратегического направления 50.07. и подана заявка на патент *Процесс отбеливания грецких орехов*.

LISTA ABREVIERILOR

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations/ Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură
WHO/OMS	World Health Organization/Organizația Mondială a Sănătății
USDA	Departamentul SUA pentru Agricultură
USFDA	Agenția Federală pentru Hrană și Medicamente a Statelor Unite
AGPNS	Acizi grași polinesaturați în %
AGMNS (%)	Acizi grași mononesaturați în %
GT (%)	Grăsimi totale în %
AGS(%)	Acizi grași saturați
AG	Acizi Grași
AA	Aminoacizi
SU	Substanța uscată
%SU	Conținutul în %, raportat la substanța uscată
CTP	Conținutul total de polifenoli
FDA	Food and Drug Administration
FRAP	Ferric reducing antioxidant power -potențialului antioxidant de reducere a ionului ferric
AAS	Atomic absorption spectrometry

-

INTRODUCERE

Sectorul nucifer este o ramură tradițională pentru Moldova, fiind favorizat de clima moderată, solurile fertile, posibilitățile de cultivare a celor mai valoroase soiuri din selecția mondială.

Importanța culturii nucului este determinată de utilitatea multifuncțională care include produse alimentare, medicamente, coloranți, adezivi, produse cosmetice, uleiuri, mobilier și obiecte de sculptură. Ea are un rol aparte în asigurarea securității alimentare și economia națională a țării.

Valoarea alimentară și, în special, energetică a nucilor, prezintă un interes deosebit pentru consumul lor în stare proaspătă, dar și ca materie primă pentru dezvoltarea în continuare a industriei alimentare a țării noastre.

Interesul pentru nuci este determinat și de valoarea nutrițională, ce derivă din compoziția lor unică, cu anumite nutrimente și fitochemicale responsabile de multiple efecte benefice ale consumului de nuci și a produselor derivate din ele [171].

Miezul de nucă conține o cantitate mare de lipide (> 50% din masă), 11% proteine, 5% glucide și este foarte caloric (cca. 525 kcal/100 g). Lipidele nucilor sunt bogate în acizi grași omega-3 și omega-6, ce joacă un rol esențial pentru buna funcționare a organismului uman. Ele mai conțin cantități apreciabile de fibre alimentare, vitamine (E, B₃, B₅, B₆) și elemente minerale (K, P, Mg) [187].

În prezent, una din 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 căreia, 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 [49].

Nucile pentru comercializare trebuie să fie cu 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 mucegai. 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 post-recoltă pentru a îmbunătăți calitatea și termenul de valabilitate al lor. Un alt aspect important este cunoașterea compoziției chimice, valorii nutriționale și a proprietăților higroscopice a 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.

În baza celor menționate, este evidentă actualitatea elaborării și aplicării de noi proceduri de tratare a nucilor și a studiului modificărilor fizico-chimice și nutriționale ce intervin pe parcursul tratamentelor post-recoltă.

Scopul și obiectivele tezei

Pornind de la premisele descrise, scopul principal al demersului științific constă în evaluarea modificării calității nutriționale și senzoriale ale nucilor *Juglans Regia L.* pe parcursul depozitării și procesării primare a acestora, în dependență de modificările proprietăților biochimice, fizico-chimice și tehnologice ale componentelor morfologice ale fructului de nucă, optimizarea tehnologiilor existente și identificarea unor noi proceduri de tratare post-recoltă pentru ameliorarea calității nucilor.

Pentru îndeplinirea scopului propus au fost stabilite următoarele **obiective principale și specifice**:

Obiectivul 1: Cercetarea intensității procesului de respirație al nucilor la păstrare.

Obiective specifice în cadrul obiectivului 1:

- Determinarea intensității respirației nucilor în coajă și a miezului de nuci;
- Monitorizarea activității respiratorii a nucilor în timpul păstrării;
- Evaluarea impactului respirației asupra indicilor fizico-chimici ai lipidelor nucilor.

Obiectivul 2: Cercetarea proprietăților higroscopice ale nucilor.

Obiective specifice în cadrul obiectivului 2:

- Determinarea izotermelor de adsorbție/desorbție a umidității a miezului, cojii și membranelor intermediare ale nucilor;
- Determinarea capacității de adsorbție monostrat și a suprafeței specifice;
- Determinarea căldurii izosterice a miezului, cojii și membranelor intermediare ale nucilor.

Obiectivul 3. Evaluarea modificărilor calității nucilor la păstrare.

Obiective specifice în cadrul obiectivului 3:

- Studiul evoluției parametrilor fizico-chimici și microbiologici ai nucilor în timpul păstrării lor;
- Identificarea modificării parametrilor cromatici ai nucilor în timpul păstrării.

Obiectivul 4. Albirea nucilor cu agenți de albire oxidativi și reductivi.

Obiective specifice în cadrul obiectivului 4:

- Identificarea condițiilor optimale de tratare cu agenți de albire a nucilor;
- Caracterizarea parametrilor cromatici și identificarea unor căi de ameliorare a culorii cojii lignificate a nucilor.

Obiectivul 5. Optimizarea tehnologiilor existente, identificarea unor noi proceduri de tratare post-recoltă a nucilor și valorificarea miezului de nuci ca materie primă pentru unele produse alimentare.

Obiective specifice în cadrul obiectivului 5:

- identificarea unor noi proceduri de tratare și elaborarea schemei tehnologice de manipulare postrecoltă a nucilor;
- elaborarea tehnologiei laptelui vegetal de nuci și a produselor fermentate pe baza de lapte de nuci;
- evaluarea indicilor fizico-chimici, calității senzoriale și valorii nutritive a laptelui de nuci proaspăt și fermentat cu bacterii lactice;
- studiul evoluției indicilor de calitate la păstrarea laptelui proaspăt de nuci și fermentat cu bacterii lactice.

Noutatea și originalitatea științifică. Tema abordată nu a fost suficient studiată până în prezent. Pornind de aici, originalitatea temei investigate constă în analiza minuțioasă și multiaspectuală a modificărilor fizice, chimice și biochimice ce intervin pe parcursul lanțului recoltare-depozitare, elaborarea unor noi procedee de tratare post-recoltă și de valorificare a nucilor.

S-a demonstrat experimental particularitățile procesului de respirație a miezului de nucă prin implicarea în ciclul Krebs a acizilor grași ca surse principale de energie. De asemenea, s-a dovedit că procesele de sorbție-desorbție a umidității în cantități relativ mici influențează dominant asupra reacțiilor de oxidare a acizilor grași polinesaturați din textura miezului de nucă.

Problema științifică soluționată constă în identificarea și argumentarea științifică a unor procedee tehnologice noi a nucilor (decojire de pericarp cu etefon și albire a cojii cu agenți oxidanți), care au avut ca efect ameliorarea calității lor (gradul de dehiscență a pericarpului și culoarea cojii) și care a permis modernizarea schemei de manipulare post-recoltă a nucilor în coajă.

Semnificația teoretică. S-au obținut rezultate științifice ce demonstrează posibilitatea de monitorizare și dirijare a modificărilor biochimice la păstrarea nucilor și a parametrilor cromatici ce influențează aspectul comercial a nucilor în coajă.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în elaborarea și optimizarea procedeelelor de decojire de pericarp și de albire a cojii nucilor și elaborărilor tehnologice destinate procesării miezului de nucă cu obținerea unor produse noi de tipul emulsii ulei/apă.

Implementarea rezultatelor științifice. Rezultatele obținute sunt reflectate în rapoartele proiectului instituțional nr. 15.817.02.30A “Elaborări metodologice și tehnice pentru modernizarea tehnologiei de procesare a nucilor (*Juglans regia* L.) cu utilizarea componentelor biologice active în produse alimentare funcționale” “NUCALIM-PROBIO”, direcția strategică **50.07** și s-a depus o cerere de brevet *Procedeu de albire a nucilor*.

Aprobarea rezultatelor:

Rezultatele principale prezentate în teză au fost comunicate și discutate la conferințe și simpozioane științifice naționale și internaționale: conferințele tehnico-științifice ale colaboratorilor,

doctoranzilor și studenților, UTM, din anii 2013, 2014, 2015 și 2016; Simpozionul Internațional „Euro-Aliment”, 2013 și 2015, Galați; Conferința tinerilor cercetători, doctoranzilor și studenților “Scientific achievements of young scientists for solving problems of nutrition humanity in the XXI century”, National University for Food Technologies, Kiev, Ucraina, 2012; Conferința Internațională „Tehnologii moderne în industria alimentară”, 2012, 2014 și 2016 Chișinău.

Sumarul compartimentelor tezei

Lucrarea este structurată în cinci capitole, din care primul reprezintă revista literaturii cu analiza stadiului actual al problematicii tratate la tema tezei, al doilea capitol include descrierea succintă a materialelor și metodelor de analiză, iar în capitolele 3, 4 și 5 sunt expuse rezultatele științifice obținute și discuțiile asupra lor. Teza se finalizează cu concluzii și recomandări.

În **Introducere**, sunt abordate actualitatea și importanța temei, noutatea științifică a lucrării, valoarea teoretică și aplicativă a rezultatelor obținute, sunt formulate obiectivele principale și specifice ale lucrării.

În **Capitolul 1 – Structura, compoziția chimică, valoarea nutritivă și procesarea nucilor Juglans Regia L.** - sunt prezentate date generale privind situația sectorului nucifer în Republica Moldova, caracteristica agrobiologică și compoziția chimică a nucilor, valoarea lor nutritivă, cât și unele aspecte care vizează efectul consumului de nuci asupra stării de sănătate a organismului uman și modificările chimice, fizice și biochimice, care intervin la procesarea și păstrarea nucilor și miezului de nuci.

În **Capitolul 2 – Materiale și metode de cercetare** – sunt descrise materialele și metodele de determinare a indicilor fizico-chimici, biochimici, microbiologici, organoleptici și metodologia prelucrării statistice a datelor experimentale.

În **Capitolul 3 – Modificări ale calității nucilor Juglans Regia L. pe parcursul păstrării** – sunt prezentate caracteristicile tehnice, calitatea și rezultatele analizei compoziției chimice generale a nucilor. Sunt descrise rezultatele studiului procesului de respirație și a evoluției activității respiratorii pe parcursul păstrării nucilor. În continuare sunt reflectate rezultatele analizei izotermelor de sorbție/desorbție a umidității miezului, cojilor și membranelor nucilor pentru diferite regimuri de temperaturi. Aceste curbe sunt descrise de trei modele: GAB, Peleg și BET. Izotermele de adsorbție-desorbție prezise de aceste modele practic coincid cu izotermele experimentale în domeniul de activități a apei cuprinse între 0,00-0,90. Folosind ecuația BET au fost determinate capacitatea de adsorbție monostrat și suprafața specifică, iar în baza ecuației Clausius-Clapeyron căldura izosterică a miezului, cojii și membranelor intermediare ale nucilor.

În **Capitolul 4 - Albirea nucilor** - au fost cuantificate caracteristicile cromatice ale cojilor de nuci în sistemul CIELAB și realizate studii experimentale privind albirea lor cu agenți oxidanți și

reductivi. Prin analiza suprafețelor de răspuns a valorilor variabilelor de culoare L, a și b au fost studiate efectele parametrilor independenți de albire (pH-ul mediului, concentrația agenților de albire și temperatura mediului de albire) și a efectelor interactive a lor asupra profilului cromatic și procesului de albire a cojii de nuci.

În **Capitolul 5 – Recomandări tehnologice de procesare și valorificare a nucilor** – este prezentată schema tehnologică de procesare a nucilor și impactul tratamentului cu etefon asupra dehiscentei pericarpului. S-a demonstrat posibilitatea și oportunitatea producerii laptelui de nuci și băuturilor fermentate pe bază de lapte de nuci. Produsele obținute au un conținut caloric scăzut, prezintă proprietăți organoleptice și caracteristici fizico-chimice (pH, aciditate titrabilă, indicele de sinereză) specifice materiei prime și adaosurilor folosite, diferite de cele ale produselor fermentate din lapte de vaci, dar acceptabile pentru consum.

Cuvinte-cheie: nuci, procesare, sorbție, oxidare, respirație, albire, lapte de nuci.

1. STRUCTURA, COMPOZIȚIA CHIMICĂ, VALOAREA NUTRITIVĂ ȘI PROCESAREA NUCILOR JUGLANS REGIA L.

1.1 Starea actuală și perspectiva sectorului nucifer în Republica Moldova

Considerat Regele pomilor, nucul a fost prețuit și venerat ca arbore magic din cele mai vechi timpuri de greci, romani, daci, fiind folosit atât ca aliment, medicament cât și pentru lemnul său. În „Descrierea Moldovei” domnitorul cărturar Dimitrie Cantemir amintește despre procesiunea cununiei, când părinții și rudele mirilor îi presărau pe însurăței cu monede și nuci, demonstrând prin aceasta că le doresc prosperitate, belșug și dăinuirea neamului.

Nucile (*Juglans Regia L*), bogate în substanțe nutritive și diverse microelemente, sunt una dintre speciile economice importante din familia *Juglandaceae* [141].

Fiind în același timp o plantă pomicolă, tehnică, forestieră, medicinală, dendrologică și amelioratoare, nucul este considerat pe bună dreptate una dintre culturile agricole și ecologice strategice ale economiei naționale [164]. Producția de nuci pe plan mondial are un înalt indice de creștere [41].

Tabelul 1.1. Evoluția producției mondiale de nuci *Juglans Regia L.* în anii 2010-2015 (tone)

Origine	2010	2011	2012	2013	2015	Suprafața, ha, 2013	Roda kg/ha, 2013
China	1284351	1655508	1700000	1700000	1782590	425000	4000
SUA	457221	418212	425820	37500	425960	113120	3712
Iran	433630	389985	450000	453988	450398	-	--
India	38000	36000	40000	36000	46923	31000	1161
Chile	32500	37500	37500	37500	38205	18995	2246
Mexic	76627	96476	110605	106945	110794	72563	1473
Turcia	178142	183240	203212	212140	198572	108767	1950
Ucraina	87400	112600	96900	115800	96397	--	-
Franța	31737	38314	33716	33716	36625	19563	1723
România	34359	35073	30546	31764	31928	14780	2149
Moldova	11583	13859	9062	12688	-	6073	2089
Producția mondială	2943573	3307729	3425834	3458046		999081	

Sursa: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>

Astfel, conform datelor statistice FAO (tabelul 1.1), printre primele 10 țări producătoare de nuc se numără: China, Iran, SUA, Turcia, Mexic, Ucraina, India, Chile, Franța, România, producția mondială alcătuind peste 3 mln tone.

Primele plantații de nuci au fost înființate în Moldova în anii 1990, până atunci creșterea nucilor era practică doar în gospodării țărănești și de-a lungul fâșiilor de protecție. În prezent pe teritoriul Moldovei sunt plantate cca. 14 mii ha de culturi nucifere, inclusiv cu material săditor de import (Franța) – 3 mii ha. În ultimii ani producția anuală de nuci pe țară a constituit 25 - 35 mii tone din care se exportă aproximativ 80%: în UE (Franța - 40.6%, Grecia - 17.9%, Germania - 9%, Austria - 7%), precum și în Turcia, Elveția, Siria, Irak ș.a. Din cauza neomogenității, producția este comercializată numai prelucrată în miez [50].

Pe de altă parte, anual, Republica Moldova importă în medie 4,3 mii tone de nuci în coajă. Cele mai multe nuci în coajă au fost importate în 2010 din Franța - 3,4 mii tone [50].

Un imbold deosebit în dezvoltarea filierei nucifere moldovenești l-a avut adoptarea Legii Nucului, precum și Hotărârea Guvernului nr.189 din 5 martie 2001 „Cu privire la măsurile pentru susținerea dezvoltării culturii nucului” (*Monitorul Oficial, 2001, nr. 27-28, art. 219*), datorită căreia a fost creat Fondul pentru încurajarea dezvoltării culturii nucului (se stipula ca 1,5% din valoarea exportului de nuci, produselor derivate din nuci și lemnului de nuc să fie utilizate în dezvoltarea nuciculturii țării) [126].

În prezent, Fondul de subvenționare a producătorilor agricoli contribuie la înființarea de noi plantații moderne de nuc pe bază de soi. Actualmente în republică sunt înregistrate pentru înmulțire 14 soiuri de nuc (toate autohtone, tabelul 1.2), care pot cuprinde diferite microarealuri [164].

Tabelul 1.2. Sortimentul de nuc înregistrat în Republica Moldova, anul 2014 [164]

Soiuri înregistrate pentru răspândire largă în cultură	Soiuri introduse pentru testare temporară	Soiuri introduse pentru utilizare numai în calitate de polenizatori
Cazacu (S-65)	Alsoszentivani 117	Chandler
Codrene	Fernor	Corne de Perigord
Cogălniceanu (D-17)	Franquette	Fergean
De Briceni	Lara	Fernette
De Fălești	Milotai 10	Hartley
Iargara		Marbot
Kalaraski (K-36)		Meylannaise
Kisinevski (I-33)		Parisienne
Korjeutski (K-21)		Ronde de Montignac
Kostiujenski (I-24)		MJ 209-soi forestier
Lunguetse, Pescianski		
Recea, Skinoski (I-28)		

Tabelul 1.3 Caracteristica tehnică a unor soiuri de nuci cultivate pe teritoriul Republicii Moldova

Denumirea soiului	Calibrul fructului, g	Miez, %	Productivitatea, t/ha
Cazacu	13 – 14	>45 – 49	3,0 – 3,5
Codrene	13,4 – 14,5	>50	3,3 – 4,0
Cogîlniceanu	>15	>55	3,0 – 3,8
De Briceni	12,1 – 14,8	56%	3,2 – 3,5
De Fălești	9,2 – 11,6	60–62%	3,5 – 4,0
Iargara	10,1 – 11,8	51 – 53	3,0 – 3,5
Kalaraski	15 – 19	50	3,0 – 3,5
Kisinevski	10 – 13	45 – 51	2,0 – 2,5
Korjeutski	10 – 12	50	2,0 – 3,0
Kostiujenski	>14,5	>55%	2,5
Lunguiețe	11,1 – 12,2	>50	3,2 – 4,0
Pescianski	10,9 – 13,3	69,4	3,5 – 4,0
Recea	9,7 – 11,4	56.1	3,0 – 3,5
Skinoski	12 – 14	>55	2,5 – 3,0

Sursa: *Catalogul soiurilor de plante pentru anul 2013* ; <http://asociatianuciferilor.com>

Soiurile omologate în Republica Moldova au fost create în ultimii 50 de ani de către Țurcanu I., Pîntea M., Melnicenco L. și al. de la Institutul de Cercetări pentru Pomicultură (în prezent: Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare). Ele sunt bine adaptate la condițiile de mediu, au un grad sporit de rezistență la principalele maladii, anual asigură recolte mari, iar caracteristicile de bază a nucilor nu cedează soiurilor recunoscute din selecția mondială [97].

Cererea sporită la producția de nuci 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 extinderii suprafețelor ocupate cu livezi de nuc, sporirea productivității plantațiilor, îmbunătățirea calității producției de nuci [49].

Realizarea prevederilor de sporire a potențialului productiv al plantațiilor existente și înființarea de noi plantații intensive de nuc pe bază de soi va asigura o creștere considerabilă a volumului producției de nuci în țară, care, în anul 2020, se preconizează a fi de 57,7 mii tone, iar în anul 2025 - peste 70 mii tone, ceea ce va asigura o creștere considerabilă a exportului miezului de nucă pînă la 15,0 mii tone, iar a nucilor în coajă - pînă la 15,0-20,0 mii tone. Cantități însemnate de nuci ar putea fi folosite pentru industria alimentară (*Programul Național pentru dezvoltarea culturilor nucifere pînă în anul 2020; HG nr. 8 din 03.01.06, Monitorul Oficial nr.005 din 13.01.06*).

În același timp e de menționat ca producătorii și procesatorii de nuci se confruntă cu o serie de probleme, care frânează extinderea eficientă a livezilor și altor plantații nucifere, modernizarea și

mecanizarea unor procese manuale, aplicarea tehnologiilor avansate, sporirea producției nucifere, prelucrarea mai profundă a producției și asigurarea exportului unor produse competitive și cu valoare adăugată înaltă. Printre aceste constrângeri ar putea fi menționate disponibilitatea și buna calitate a materialului săditor, intrarea îndelungată a plantațiilor în rod (perioada juvenilă lungă), insuficiența suprafețelor și utilajelor de depozitare și de uscarea, lipsa facilităților de gestionare a livezilor, de păstrare și prelucrare a nucilor [164].

Productivitatea plantațiilor de nuci este relativ mică și din cauza polenizării slabe, densității scăzute a copacilor per unitate de suprafață, predominării speciilor cu fructificare pe crengi terminale. Un impact negativ au și fluctuațiile termice, în special cele de primăvară. Perioada fructificației intervine doar la vârsta de cca 10 ani, iar producția economică la 15-20 ani.

Este strict necesară caracterizarea și evaluarea diversității genetice a resurselor locale pentru diversificarea variabilității genetice, selectarea genotipurilor superioare, dar și pentru protecția, utilizarea și reproducția celor existente. Selecția adecvată a genotipurilor pentru exploatare urmează să fie bazată pe caracteristici practice cum ar fi adaptarea la condițiile climatice locale, precocitate, productivitate ridicată, calitatea cojii și miezului, rezistența la boli majore. Boala antracnoza afectează frunzele, pețiolii de frunze, mugurii, nucile și pedunculii [144].

Alte măsuri care ar accelera dezvoltarea sectorului nucifer și mări randamentul livezilor și calitatea nucilor ar fi:

- extinderea suprafețelor de livezi comerciale, plantate numai cu nuci pe bază de soi și sporirea potențialului lor productiv prin elaborarea și implementarea unor recomandări speciale privind modernizarea continuă a cultivării și exploatării nucului;
- cultivarea de soiuri precoce și productive;
- introducerea soiurilor cu fructificare laterală, care dau un randament mai mare și nuci de înaltă calitate;
- amplificarea cercetărilor științifice aplicative și diseminarea rezultatelor obținute și a celor mai recente tehnologii de producție și de procesare a nucilor;
- evidențierea și evaluarea științifico-aplicativă a genofondului de perspectivă;
- asigurarea periodică informativă și practică a producătorilor, procesatorilor și distribuitorilor cu inovațiile de rigoare;
- folosirea mai largă a nucilor și a produselor derivate în alimentația publică și industria alimentară.

1.2 Caracteristica agrobiologică a nucilor

În funcție de criteriile științifice de clasificare, genul *Juglans L.* al acestei familii include de la 7 până la 45 de specii [17].

Toate speciile genului *Juglans* sunt grupate taxonomic (în funcție de structura fructului) în patru secțiuni botanice: *Rhysocaryon*, *Cardiocaryon*, *Trachycaryon* și *Dioscaryon* [70].

Secțiunea *Rhysocaryon* (nuci negre) este compusă din 16 specii nord și sud-americane. Cele mai importante sunt *Juglans nigra L.*, *Juglans hindsii* Jeps și *Juglans majore* Heller și sunt adesea folosite în calitate de portaltoi pentru nucul comun (persan).

Secțiunea *Cardiocaryon* include specii care provin din Japonia (*Juglans sieboldiana* Maxim), China (*Juglans catchayensis* Dode) și Peninsula Coreeană (*Juglans mandshurica* Maxim), folosite în calitate de producători de lemn și, uneori, ca portaltoi.

Nucul cenușiu *Juglans cinerea L.* (engl.- butternut, fr. -noyer à beurre - miezul are o textură grasă) este singura specie a secțiunii ***Trachycarion***. Este prezent în pădurile din Sud-Estul Canadei și Statele Unite ale Americii.

Secțiunea *Dioscaryon* include doar nucul *Juglans regia L.* cu varietățile de Nuc Persian, Nuc Carpatin și Nuc comun. Alte denumiri a nucului comun sunt nuc grecesc (gretzkii oreh), nuc englezesc (English Walnut) sau nuc persan.

Juglans regia L. este o specie cultivată, subsontană sau chiar spontană și are mai multe denumiri populare: nuc comun, nuc persan, nuc carpatin, nuc grecesc (gretzkii oreh), nuc englezesc (English Walnut).

Nucul comun este originar din Europa de Sud-Est și Asia: Peninsula Balcanică, Asia Mică, Caucaz, China, Himalaia; prin cultură s-a extins mult în afara arealului. În Moldova, nucul este cultivat în toate zonele țării, deseori subsontan ori spontan, diseminat în păduri de foioase.

Optimul său ecologic sunt climatele blânde, cu amplitudini termice mici, în zone ferite de geruri și înghețuri timpurii sau târzii. Pretențios față de sol, dă rezultate pe soluri bogate și constant reavene; vegetează slab pe soluri compacte, dar nu suportă bine starea de masiv [45].

Nucul (*Juglans Regia L.*) este un arbore viguros, care poate ajunge la 30 de metri înălțime și se cultivă în peste 60 țări. Planta are cerințe diferențiate față de factorii de mediu, în funcție de caracteristicile soiurilor și sistemelor de cultură.

După modul de fructificare există două tipuri principale:

- Soiuri cu fructificare terminală, la care mugurii de fructe sunt situați la extremitățile ramurilor de un an, în principal, pe periferia arborelui;
- Soiuri cu fructificare laterală, la care mugurii de fructe se găsesc pe ramurile unui ram, dar care sunt situate de-a lungul ramurilor de 2 și 3 ani.

Soiurile de nuc cu fructificare terminală (soiurile moldovenești) de proveniență din zonele climatice mai reci sunt afectate de temperaturile minime absolute de $-25 \dots -27 \text{ }^\circ\text{C}$ (degeră mugurii micști și amenții), la $-28 \dots -29 \text{ }^\circ\text{C}$ sunt distruse ramurile anuale, iar la $-30 \dots -33 \text{ }^\circ\text{C}$ cele multianuale, iar pomii tineri sunt distruși în totalitate.

Soiurile de nuc cu fructificare laterală, de proveniență din zonele mai calde (Iran, Spania, California, China de Sud) sunt mult mai sensibile la temperaturile scăzute din iarnă. Plantele suferă pagube începând de la $-20 \dots -22 \text{ }^\circ\text{C}$, iar de la $-26 \dots -28 \text{ }^\circ\text{C}$, pot fi distruse în totalitate. Din această cauză, ele nu se cultivă decât în zonele, în care temperaturile nu scad sub $-10 -18 \text{ }^\circ\text{C}$. Acestea sunt mai productive decât soiurile cu fructificare terminală, totuși fără o tehnologie de cultură superioară, care să permită realizarea unor creșteri anuale de $0,6 - 1,2 \text{ m}$, producția lor se apropie de cea a soiurilor cu fructificare terminală.

Soiurile moldovenești cu fructificare terminală sunt mult mai bine adaptate condițiilor ecologice din țară și prezintă fructe de calitate, competitive pe piețele internaționale.

Ciclul individual de viață a nucului include următoarele etape de dezvoltare:

Perioada embrionară durează până la germinația seminței. Este caracteristică plantelor înmulțite prin semințe și se întâlnește și la înmulțirea portaltoilor de nuc.

Perioada juvenilă este perioada de creștere sau de tinerețe a plantelor. La nucul înmulțit prin semințe, perioada juvenilă poate dura $10 - 12$ ani, timp în care are loc formarea scheletului și a rădăcinilor principale. Creșterea este foarte puternică în această perioadă iar formațiunile fructifere lipsesc. La nucul altoit, perioada juvenilă este mult mai scurtă, după $1-2$ ani de la altoire nucii produc primele fructe, iar fructificarea economică se produce la $4 - 5$ ani de la plantare.

Inceputul rodirii este definit prin apariția primelor fructe și durează până la obținerea unor producții maxime și constante. La nucul obținut prin sămânță, începutul fructificării se produce odată cu anul 8 de la plantare și poate fi prelungit până la anul 15 . Plantele altoite au perioade de început a fructificării mai timpurii (anul 4) și cu durata mai scurtă (până în anul $6-7$).

Perioada de mare producție începe la vârste diferite și poate dura $50 - 100$ de ani. Productivitatea este mai redusă și uniformă la plantele pe rădăcini proprii și mai mare și constantă la cele altoite.

Perioada de diminuare a rodirii se instalează odată cu reducerea producției de nuci și se datorează fenomenului de uscăre centripetă a scheletului și de diminuare a creșterilor anuale. La nuc această perioadă se produce la vârsta de $70 - 80$ ani și poate fi atenuată prin aplicarea unor lucrări tehnologice adecvate (tăieri puternice, fertilizări, combaterea corectă a bolilor și dăunătorilor).

Perioada de declin (sau perioada de bătrânețe) apare odată cu accentuarea uscării ramurilor de schelet și lipsa rodului).

Fructele la nuc sunt de tipul pseudo – drupă. Ca structura, ele sunt formate din epicarp, mezocarp și endocarp, care împreună formează pericarpul (figura 1.1.).

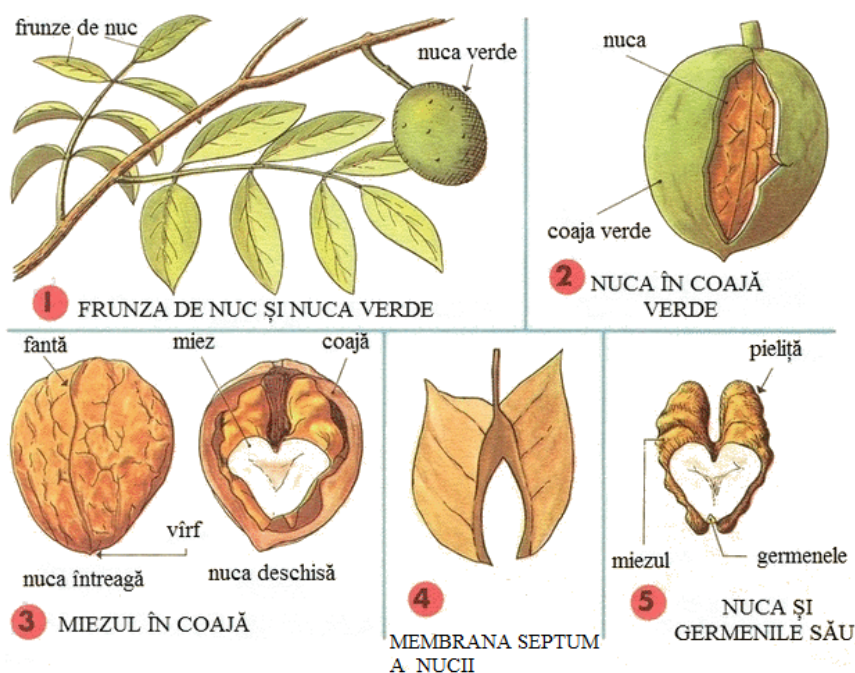


Figura 1.1. Structura anatomică a fructului de nuc

Epicarpul (pieleța) reprezintă stratul exterior, format din multe celule plate în care se găsesc materii colorate și aromate. Endocarpul este un înveliș tare, lemnos, care formează coaja.

Fructele nucifere comerciale sunt formate numai din endocarp și semințe, deoarece epicarpul și mezocarpul de regulă sunt dehiscente și se desprind înainte de recoltare. Cavitățile fructului este împărțită de două dissepimente coriacee (septum, pereți despărțitori, așezați în planuri perpendiculare unul față de altul) în patru loje, în care sunt înserați lobi (patru) celor două cotiledoane ale seminței și care au suprafața adesea pronunțat contorsionată.

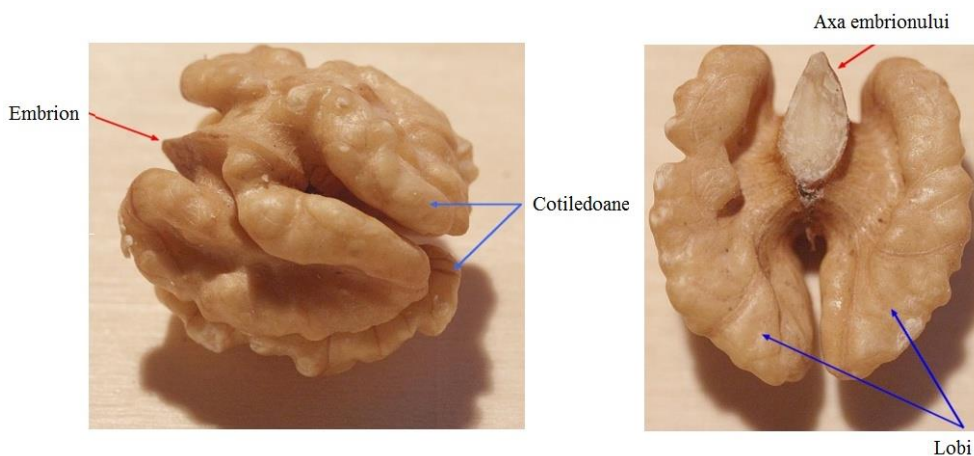


Figura 1.2. Elemente constitutive ale miezului de nucă

Sursa : <http://www.desfleursanotreporte.com/pages/Une-noix-qu-y-a-t-il-a-l-interieur-d-une-noix-7995121.html>

Cotiledoanele sunt masive, accidentale, cerebiforme, învelite în tegumentul seminal. Masa pereților despărțitori variază între 1,5-3,5%, iar masa miezului constituie 35-62% din masa nucii.

1.3 Valoarea nutrițională a nucilor

Fructul nucului *Juglans Regia L.* este considerat unul din 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 [67, 167].

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 acestea au un profil de acizi grași polinesaturați sănătos, sunt bogate în proteine, vitamine și minerale. Compoziția chimică a nucilor a fost investigată de *Cosmlescu (2009)*, *Amaral (2003)*, ș.a. [10, 47, 116, 162, 170].

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 [7, 74, 181, 202].

Având în vedere datele privind compoziția chimică a nucilor în Republica Moldova nu includ toate nutrimentele, ca exemplu se prezintă compoziția chimică medie a nucilor din SUA (tabelul 1.4).

Tabelul 1.4. Compoziția nutrițională medie a miezului de nucă (în 100 g miez) (după USDA, 2012)

Nutrienți	Conținut	Nutrienți	Conținut
1	2	3	4
Compenenți de bază		Lipide și acizi grași	
Apă	4,1g	Total grăsimi	65,2 g
Cenușă	1,8 g	Acizi grași saturați	6,1 g
Fitosteroli	72,0 mg	C16:0	4 404 mg
Campesterol	7 mg	C18:0	1659 mg
Stigmasterol	1 mg	C20:0	63 mg
Beta-sitosterol	64 mg	Acizi grași mononesaturați	8,9 g
Calorii		C18:1ω9	8798 mg
Total calorii	654 (2738 KJ)	C20:01	134 mg
Carbohidrați (glucide)		Acizi grași polinesaturați	47,2g
Total carbohidrați	13,7 g	Total omega-3 acizi grași (C18:03 ω3)	9079 mg
Fibre alimentare	6,7g	Total omega-6 acizi grași (C18:2ω6)	38092 mg
Amidon	0,1 g	Vitamine	
Zahăr	2,6 g	Vitamina A	20,0 IU
Proteine și amino acizi		Vitamina C	1,3 mg
Proteina	15,2 g	Vitamina E	0,7 mg
Tryptophan	170 mg	Vitamina K	2,7 mcg

Continuare tabelul 1.4			
1	2	3	4
Threonina	596 mg	Thiamina	0,3 mg
Izoleucina	625 mg	Riboflavina	0,2 mg
Leucina	1170 mg	Niacina	1,1 mg
Lizine	424 mg	Vitamina B	0,5 mg
Metionina	236 mg	Folați	98,0 mcg
Cistina	208 mg	Acid pantotenic	0,6 mcg
Fenylalanina	711 mg	Cholina	39,2 mg
Tirozina	409 mg	Minerale	
Valina	753 mg	Calciu	98 mg
Arginina	2278 mg	Fier	2,9 mg
Histidina	391 mg	Magneziu	158 mg
Alanina	696 mg	Fosfor	346 mg
Acid aspartic	1829 mg	Potasiu	441 mg
Acid glutamic	2816 mg	Sodiu	2,0 mg
Glicina	816 mg	Zinc	3,1 mg
Prolina	706 mg	Cupru	1,6 mg
Serina	934 mg	Mangan	3,4 mg
		Selenium	4,9 mcg

<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3690>

1.3.1. Lipidele miezului de nuci

Conținutul de grăsimi din miezul de nucă variază între 52-75% în funcție de soi, vârsta copacilor, de condițiile pedologice și climaterice de cultivare [213].

Conținutul de lipide (GT) și raportul acizilor grași în unele fructe nucifere este prezentat în tabelul de mai jos (USDA, 2012).

Tabelul 1.5. Conținutul de grăsimi și raportul acizilor grași în unele fructe nucifere (USDA, 2012)

Tipul nucilor	GT (%)	AGS(%)	AGMNS (%)	Total AGPNS *	n-3 AGPNS (%)	n-6 AGPNS (%)
Nuci	65,2	9,4	13,6	72,4	14,0	58,4
Migdale	76,0	19	63	24,5	1,2	23,3
Fistic	44,4	12,1	52,5	30,4	0,7	29,7
Arahide	49,2	13,8	49,5	31,7	0,09	31,6
Castan	2,3	17,0	34,0	39,1	4,4	34,7

Sursa: U.S. Department of Agriculture Nutrient Data Base at <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>, 2012

Acizii grași ai fructelor nucifere din familia *Juglandaceae* includ acizi grași saturați (AGS), mononesaturați (AGMNS) și polinesaturați (AGPNS) (tabelul 1.5). Analiza comparativă a uleiurilor din fructele nucifere menționate arată că uleiul de nucă are cea mai mică pondere a conținutului de AGS și cea mai mare pondere a AGPNS. Acizii grași saturați ai fructelor de nuci (aproximativ 9% din totalul de acizi grași) sunt acizii palmitic (16:0) și stearic (18:0) [127, 150].

Maguire și colab. (2004), afirmă ca ponderea AGMNS în uleiul extras din nuci (*Juglans regia* L.) în raport cu conținutul total de acizi este de 21,2% în timp ce *Li și colab.* (2007) au stabilit că acest indice pentru două specii de nuc (*J. L regia* și *J. ailanthifolia* var. *Cordiformis*) este de 16,0 ($\pm 1,6$)% [127, 134].

Aceiași autori menționează concentrația foarte redusă a izomerilor *trans* a AGMNS (<0,2%), majoritatea din ei având conformația izomerică *cis*.

Grăsimile nucilor au cea mai mare pondere a acizilor grași nesaturați (până la 90%), inclusiv a AGPNS (până la 78% din conținutul total al acizilor grași) [202]. Acizii grași majoritari din uleiul de nuc sunt acizii oleic (18: 1-n 9), linoleic (18: 2 n-6) și linolenic (18: 3 n-3). Prin urmare, nucile sunt surse importante de acizi grași polinesaturați omega-6 și omega-3 (inclusiv acidul alfa-linoleic), care sunt considerați acizi grași esențiali [150]. De menționat că conținutul acizilor grași omega-3 în miezul de nucă este de aproape 10 ori mai mare decât în nucile pecan și de 40-50 de ori mai mare decât în alte fructe nucifere. Arahidele conțin cantități neglijabile, iar în migdale lipsesc totalmente (*USDA, 2012*).

Constituenții minoritari ai lipidelor sunt acizii grași liberi, -mono și digliceridele, sterolii, esterii sterolici și fosfatidele și al. Trigliceridele (lipidele nepolare) au o pondere de circa 96.9% din totalul de lipide, în timp ce lipidele polare reprezintă doar 3,1% și sunt constituite din sfingolipide (73,4%) și fosfolipide (26,6%) [207].

Nucile conțin o gamă largă de fitosteroli. Aceștia acționează ca o componentă structurală a membranei celulare, un rol pe care, în celulele mamiferelor, este jucat de colesterol. Ca ingredient alimentar sau aditiv, fitosterolii au proprietăți pentru scăderea colesterolului (reducerea absorbției colesterolului în intestine). Predominant în clasa sterolilor este β -sitosterolul (84,6% din steroli), în timp ce $\Delta 5$ -avenasterolul, campesterolul și colesterolul sunt prezenți în cantități foarte mici (7,3%, 4,6% și 1,1% respectiv) [189. 207]. Prin urmare, nucile, la fel ca multe alte produse de origine vegetală, nu conțin colesterol.

Fitosterolii sunt componente non-nutritive ale tuturor plantelor care joacă un rol structural important la stabilizarea fosfolipidelor bistratificate în membranele celulare la fel ca și colesterolul în membranele celulare animale [89]. Conținutul lor în nuci variază considerabil și depinde de condițiile de creștere a nucilor, dar în special de genotipul lor [188]. Fitosterolii, prezenți în cantități suficiente în lumenul intestinal, interferează cu absorbția colesterolului și provoacă reducerea conținutului lui din sânge [68]. Astfel sterolii din miezul de nuc exercită un efect pozitiv asupra metabolismului uman, dar acest lucru depinde de cantitatea de nuc consumate în mod regulat.

Un alt element important în alimente este γ -tocoferolul. După cum a fost menționat mai sus o mare parte din acizii grași ai nucilor sunt nesaturați și se oxidează ușor, provocând apariția unor arome neplăcute. Vitamina E prezintă un ansamblu din patru tocoferoli și patru tocotrienoli. Cea mai activă

forma biologică este α -tocopherolul [194]. Prezența izomerilor vitaminei E în grăsimile nucilor este importantă pentru proprietățile antioxidante și efectele nutritive pozitive a lor în metabolismul uman.

Amaral J.S. și al. (2005) au stabilit că tocoferolii nucilor sunt constituiți din α - tocoferol, β - tocoferol, γ -tocopherol, δ -tocopherol și γ -tocotrienol. γ -tocopherolul este componentul major (172,6-262,0 mg/kg), fiind urmat de α - și δ -tocopheroli, conținutul cărora variază între 8,7-16,6 mg/kg și 8,2-16,9 mg/kg, respectiv [9]. *Savage și al. (2009)* au semnalat că conținutul de α - și β -tocopherol scade esențial la păstrarea nucilor [124, 186].

1.3.2 Proteinele miezului de nuci

Conținutul de proteine în miezul de nuci variază între 13,6 și 18,1 g proteină brută/100 g SU [194]. Acestea sunt reprezentate de albumine, globuline, prolamine și gluteline, proporția cărora constituie respectiv 6,81; 17,57; 5,33 și 70,11% din proteinele totale [201].

Date privind compoziția în aminoacizi a nucilor din Republica Moldova s-au obținut în cadrul cercetărilor efectuate în cadrul Proiectelor instituționale din cadrul UTM, Facultatea de Tehnologie a Alimentelor și a cercetărilor realizate de *Grosu și al.*[76, 79]. Compoziția în aminoacizi (g AA/100g proteină) a proteinei integrale și a fracțiilor proteice este prezentată în tabelul 1.6 [137].

Tabelul 1.6. Compoziția în aminoacizi (g AA/100 g proteină) a proteinei integrale și a fracțiilor proteice [137]

Amino-acizi	Proteina integrala	Albumine	Globuline	Prolamine	Gluteline	FAO/WHO
<i>Asp</i>	10,04 ± 0,43	8,02 ± 0,57	7,13 ± 0,51	18,08 ± 0,42	10,51 ± 0,44	-
<i>Glu</i>	22,16 ± 0,4	28,7 ± 3,36	28,8 ± 1,26	33,03 ± 1,06	22,7 ± 2,05	-
<i>Ser</i>	5,84 ± 0,12	4,8 ± 0,36	5,75 ± 0,23	3,22 ± 0,12	5,81 ± 0,20	-
<i>His</i>	2,38 ± 0,26	2,23 ± 0,14	2,01 ± 0,05	1,4 ± 0,35	2,19 ± 0,16	1,9
<i>Gly</i>	5,43 ± 0,07	5,89 ± 0,17	8,73 ± 0,17	7,68 ± 0,27	5,28 ± 0,25	-
<i>Thr</i>	3,58 ± 0,20	2,64 ± 0,07	2,02 ± 0,07	1,59 ± 0,13	3,49 ± 0,04	3,4
<i>Arg</i>	14,73 ± 0,42	15,67 ± 0,34	16,01 ± 0,33	17,52 ± 0,43	13,47 ± 0,33	-
<i>Ala</i>	4,74 ± 0,19	3,29 ± 0,24	2,62 ± 0,34	2,57 ± 0,18	4,73 ± 0,27	-
<i>Tyr</i>	2,76 ± 0,11	2,53 ± 0,06	0,76 ± 0,07	3,72 ± 0,09	2,83 ± 0,09	-
<i>Cys</i>	0,84 ± 0,08	2,21 ± 0,10	1,97 ± 0,09	2 ± 0,04	0,56 ± 0,09	-
<i>Val</i>	4,18 ± 0,14	3,24 ± 0,11	3,05 ± 0,16	1,49 ± 0,16	4,15 ± 0,16	3,5
<i>Met</i>	1,16 ± 0,12	1,7 ± 0,10	2,32 ± 0,08	0,84 ± 0,14	1,55 ± 0,11	2,5
<i>Phe</i>	4,94 ± 0,23	3,89 ± 0,15	3,78 ± 0,08	1,92 ± 0,10	5,11 ± 0,10	6,3
<i>Ile</i>	3,28 ± 0,15	2,66 ± 0,16	2,79 ± 0,13	0,94 ± 0,07	3,32 ± 0,17	2,8
<i>Leu</i>	7,13 ± 0,12	5,21 ± 0,11	5,48 ± 0,16	1,51 ± 0,13	7,31 ± 0,26	6,6
<i>Lys</i>	2,58 ± 0,12	3,31 ± 0,16	2,52 ± 0,16	0,83 ± 0,10	1,7 ± 0,17	5,8
<i>Pro</i>	4,22 ± 0,29	4,03 ± 0,10	4,27 ± 0,13	1,64 ± 0,11	5,3 ± 0,24	-

Rezultatele prezentate în tabel arată că proteinele nucilor au un conținut relativ scăzut de lizină și un nivel ridicat de arginină, funcția crucială a căreia este producția de oxid nitric (un

vasodilatator cu multe funcții fiziologice și patologice), compus pe care corpul nu-l poate produce singur. Raportul redus de lizină/arginină este de asemenea o caracteristică pozitivă în reducerea dezvoltării aterosclerozei [117, 180].

1.3.3. Glucidele miezului de nuci

Nucile verzi conțin cantități importante de carbohidrați, care includ în primul rând amidonul și glucoza. Pe măsura maturării nucilor conținutul de amidon scade brusc, glucoza dispare și se formează o cantitate mică de zaharoză. În nucile comerciale zaharul predominant este glucoza (3,77-6,26%), fiind urmată de zaharoză (1,76-4,17%), fructoză (0,35-2,67%) și maltoză (0,23-0,67%) [111].

Pentru nucile din Republica Moldova literatura de specialitate nu oferă date privind conținutul și tipul carbohidraților. Studiile efectuate asupra mai multe genotipuri de nuci din Turcia au arătat că nucile provenite din estul țării au un conținut sumar de fructoză, zaharoză, glucoză și maltoză mai mare decât cele cultivate în vestul Turciei (respectiv 8-10 și 1,9-2,0 g/100 g). Această constatare indică faptul că conținutul de zaharuri este mai mare în nucile provenite din zonele cu climă rece [18, 147].

Nucile sunt și o sursă importantă de fibre alimentare, care sunt componente bioactive responsabile pentru mai multe efecte protective. Convențional acestea se împart în fibre solubile și insolubile [173]. În termeni chimici acestea prezintă o combinație de mai multe componente cum ar fi celuloza, hemiceluloza, lignina, arabinoxilani, β -glucan, pectina, etc [205].

Există dovezi emergente care arată că fracțiunile de fibre au diferite proprietăți fizico-chimice și fiziologice, și, prin urmare, exprimă diferite efecte protectoare. Celuloza este cunoscută în special pentru rolul său protector în dezvoltarea cancerului de colon, în timp ce altele, cum ar fi arabinoxilanul și β -glucanul sunt eficiente ca agenți pentru reducerea glucozei postprandiale. Pectinele au activitate hipolipidemică și hipoglicemică [122, 165]. Conținutul de fibre alimentare în unele fructe nucifere este prezentat în tabelul 1.7.

Tabelul 1.7. Conținutul de fibre alimentare în unele fructe nucifere (g/100 g) [54]

Tip	Arabinoxilan	Celuloza	β -glucan	Amidon rezistent	Fibre solubile	Fibre insolubile	Fibre total	Umiditate
Migdale	0,53±0,18	3,64±0,23	0,05±0,02	0,16±0,05	1,01±0,10	13,87±0,45	14,88±0,28	4,78±0,63
Alune	0,44±0,13	2,67±0,43	0,04±0,02	0,17±0,06	1,37±0,32	8,09±0,51	9,46 ±0,42	3,39±0,76
Acaju	0,21±0,10	1,02±0,20	0,02±0,01	0,93±0,23	0,95±0,26	4,21±0,29	5,16 ±0,27	3,97±0,48
Nuci	0,45±0,11	1,29±0,36	0,03±0,01	0,07±0,03	1,04±0,23	6,42±0,53	7,46 ±0,39	3,43±0,64

Datele prezentate arată că nucile sunt deosebit de bogate în fibre insolubile, dar în raport cu alte alimente vegetale au și un conținut relativ înalt de fibre solubile. Date similare au fost raportate și de *Marlett J. (1992)* [139].

1.3.4. Vitaminele miezului de nuci

Studiile recent efectuate arată că nucile sunt o bună sursă de vitamine, în special de vitamine B și vitamine liposolubile [155, 202].

În nucile proaspete sunt 50-70 mg/100 g de vitamina C, iar după recoltare și la păstrare această cantitate scade drastic apropiindu-se de zero (după câteva luni de păstrare). Vitaminele din grupa B, care se conțin în miezul de nuci sunt: tiamina, riboflavina, niacina, acidul pantotenic, piridoxina și acidul folic.

În lipidele nucilor sunt prezenți în cantități mici carotenoizii care au funcții importante fiziologice, de dezvoltare și de stimulare a diviziunii celulare.

Vitamina E există în opt forme diferite - patru tocoferoli și patru tocotrienoli (ambii în α , β , γ și δ - forme, determinate de numărul și poziția grupelor *methyl* în inelul cromanol). *Joana S. Amaral și colegii* (2005) au stabilit că miezul nucilor comportă cinci compuși: α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol, δ -tocoferol, și γ -tocotrienol. γ -Tocoferolul este majoritar și constituie 172,6-262,0 mg/kg, urmat de α - și δ -tocoferoli, conținutul cărora variază între 8,7-16,6 mg/kg și 8,2-16,9 mg/kg, respectiv. Proporția compușilor menționați depinde în mare măsură de factorii genetici și de mediu [8].

1.3.5. Mineralele miezului de nuci

Nucile sunt considerate surse bune de minerale [48, 123, 192]. Conținutul de elemente minerale variază de la un soi la altul. Conținutul de potasiu variază între 357,1- 499,6 mg/100g, iar cel de magneziu între 189,2 și 278,1 mg/100 g etc. În funcție de conținutul lor în miezul de nucă elementele minerale formează următoarea serie: K> Mg> Ca>Mn> Fe> Zn> Na> Cr> al> Rb> Sr [186].

Grație conținutului înalt de minerale, miezul de nucă poate fi considerat un aliment reușit pentru a acoperi cantitatea necesară de elemente minerale într-un regim alimentar bine echilibrat. În programele de reproducere a speciilor de nuc, sunt recomandate soiuri care au un conținut ridicat de elemente minerale și care urmează să fie utilizate în calitate de genitori.

1.3.6 Antioxidanții miezului de nuci

Antioxidanții sunt un grup de compuși prezenți în alimentele vegetale care au diferite structuri chimice. Ei sunt capabili de a neutraliza radicalii liberi care se formează în procesul de îmbătrânire și au un rol potențial în prevenirea apariției unor boli cronice, cum ar fi bolile cardiovasculare, unele tulburări neurologice sau anumite procese inflamatorii. Datorită acestui fapt există un interes aparte pentru identificarea lor în alimente și evoluția antioxidantilor pe parcursul păstrării și transformării alimentelor [87, 200].

Cercetările recente au demonstrat capacitatea antioxidantă importantă a fructelor nucifere, cum ar fi migdalele, nucile de Brazilia, alunele, nucile de macadamia, nucile pecan, nucile de pin, fisticul și nucile comune. S-a constatat că nucile (*Juglans Regia L.*) prezintă o capacitate antioxidantă mai mare decât oricare alte fructe nucifere [128, 161, 197].

Antioxidanții din nuci și, implicit, din uleiul de nucă sunt fenolii (în special taninuri hidrolizabile), care includ monomerii acidului elagic, taninele polimerizate și alți compuși fenolici, rezveratrolul, acidul galic, vitaminele din grupa B, vitamina E, fosfatidele, cuprul din minerale și carotenoidale. Potrivit unor lucrări recente activitate antioxidantă are și melatonina-un unindolamin care previne lezarea moleculelor de ADN de către anumiți carcinogeni, stopând mecanismul prin care aceștia provoacă cancer [12, 21, 65, 115, 176].

Miezul de nucă conține o cantitate semnificativă de polifenoli, în special pelicula miezului (figura 1.3) care dă un gust ușor astringent, chiar amar [63].

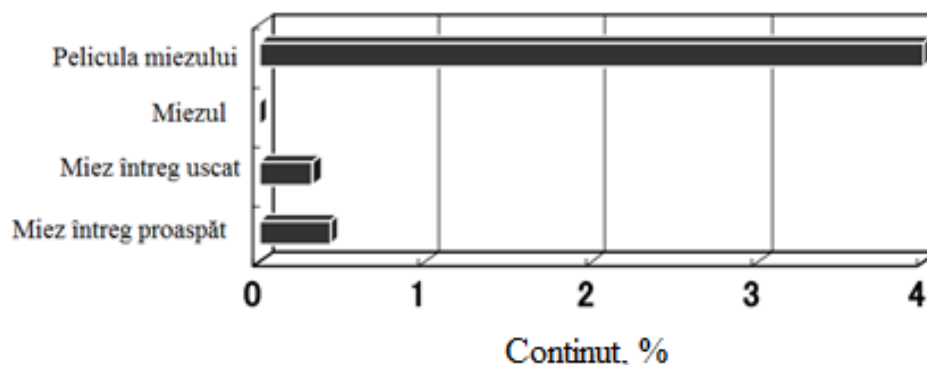


Figura 1.3 Conținutul de polifenoli în nuci, % [63]

Principalii constituenți fenolici hidrolizabili din miezul de nucă sunt prezentați în tabelul 1.8.

Tabelul 1.8 Principalii compuși fenolici din nuci și ponderea lor din total, % [79]

Polifenoli	Ponderea în CTP, %
Pedunculagina	16,0
Acidul elagic	15,8
Telimagrandina I	6,6
Casuarictina	4,1
Telimagranina II	1,2
Rugosina C	1,8
Casuarinina	1,0

Polifenolii protejează miezul împotriva insectelor și a paraziților. Un component important a miezului de nuci este și acidul galic. Acesta se găsește în pelicula care acoperă miezul [101]. Acidul

galic mai are capacități anti-fungice, astfel încât o cantitate mai mare previne dezvoltarea *Aspergillus*, care produce aflatoxina.

Acumularea de polifenoli începe o dată cu maturarea fructului, dar în timpul depozitării suma acestora scade [72]. Polifenolii nucilor sunt foarte stabili la tratamentul termic, conținutul lor rămâne practic stabil chiar și la încălzire la 120 °C pe parcursul unei ore. Rezultatele mai arată că aceștia sunt destul de stabili în mediu acid și neutru, dar degradează în medii alcaline [158].

S-a constatat că în unele cazuri antioxidanții nucilor manifestă un efect sinergic. Astfel *Reiter și colegii* (2005) au semnalat efectul sinergic între melatonină și vitamina E (ambele prezente în nuci) care a rezultat în creșterea capacității antioxidante și a abilității de reducere ferică a serului [176]. Astfel se poate menționa că din punct de vedere al repartizării antioxidanților în părțile morfologice a nucilor, miezul propriu-zis este sărac în antioxidanți, majoritatea fiind concentrați în pelicula miezului care are și rol de protecție a lipidelor nucilor. Din acest punct de vedere este necesar de desfășurat cercetări științifice mai profunde privind conținutul de substanțe antioxidante și funcțiile acestora în nuci.

1.4 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 numite substanțele nutraceutice. Potențialul nutraceutic al alimentelor este determinat în exclusivitate de cantitatea și calitatea componentelor alimentare funcționale. 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 [153].

Potențialul antioxidant. După cum a fost menționat anterior, nucile *Juglans Regia L.* prezintă o capacitate antioxidantă mai mare decât orice alte fructe nucifere cum ar fi alunele, arahidele, fisticul, etc. [161, 221].

Antioxidanții împiedică procesul de îmbătrânire al 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 [61].

După indicele FRAP (ferric reducing antioxidant power -potențialului antioxidant de reducere a ionului ferric, exprimat în mmol/100 g) nucile (21,9) cedează doar fructelor de măceș (24,3) și 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) [39].

Activitatea antioxidantă a nucilor este atribuită în primul rând constituenților polifenolici, inclusiv elagitaninelor, prezente în principal în peliculă [29]. Polifenolii nucilor, inclusiv monomerii acidului elagic, taninurile polimerice, și alți compuși fenolici, sunt inhibitori puternici ai oxidării lipidelor sanguine LDL [12]. Capacitate antioxidantă puternică are și melatonina- un alt component antioxidant din nuci, conținutul căreia corelează pozitiv cu creșterea capacității antioxidante plasmatice [176].

Efectele anti-inflamatorii. Cercetările efectuate la Penn State University au demonstrat că consumul de nuci produce efecte cardioprotective antiinflamatorii [225, 226].

La persoanele hipercolesterolemice consumul de nuci (bogate în acid alfa-linolenic acid, ALA și grăsimi polinesaturate) a redus nivelurile de proteină C reactivă (CRP), citochinelor proinflamatorii și a substanțelor cheie de adeziune, implicate în procesul aterosclerotic. Toate acestea indică că nucile au efecte anti-inflamatorii pronunțate.

Riscul de boli cardiace. Rezultatele obținute în ultimii ani arată că consumul de nuci poate reduce riscul de boli cardiace coronariene [182]. 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 magneziu 189-278mg/100 g miez), care intervin efectiv în reglarea tensiunii arteriale. Acestea mai ajută la menținerea unei compoziții adecvate a sângelui, echilibrului corect a substanțelor reglatoare a proceselor de inflamare cât și a structurii și flexibilității pereților vaselor sanguine. Acizii grași omega-3, inclusiv acidul α -linoleic (ALA) afectează o gamă largă de funcții cardio-vasculare, inclusiv a tensiunii arteriale și, 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 [60].

Efecte anti-canceroase. 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 [82]. 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 [5, 9].

Efecte anti-diabetice. Cu toate că 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 din sânge și metabolismul insulinei [64]. Acest rezultat este în mare parte datorit conținutului înalt a fibrelor alimentare și magneziului și indicelui glicemic redus al nucilor [115]. În plus, consumul deliberat de nuci poate reduce semnificativ și răspunsul glicemic la alimentele bogate în carbohidrați [112]. Reducerea răspunsului glicemic este probabil determinată de biodisponibilitatea înaltă a componentelor nonlipidice (în special a fenolilor) care pot reduce activitatea amilazei și inhibă astfel absorbția glucozei în intestin [26].

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 [203].

Un rol specific au și flavonoizii nucilor, care sunt inhibitori a glucozo-6-fosfat translocazei și reduc astfel producția de glucoză hepatică și prin urmare diminuează nivelul de glucoză din sânge și de hemoglobină glicozilată - HbA1c [6, 7].

Protejarea sănătății oaselor. Proprietățile anti-inflamatorii 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 un efect protector asupra metabolismului osos printr-o scădere a resorbției osoase, care este stimulată de prostaglandină E₂ (PGE₂) [75].

Funcția cognitivă. *Willis L. și al. (2009)* au investigat beneficiile potențiale ale nucilor pentru prevenirea declinul mental legat de vârsta înaintată. În urma cercetărilor s-a stabilit că adăugarea nucilor în rațiunea alimentară ar putea întârzia debutul bolilor neurodegenerative debilitante [220].

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) [86]. Prin urmare, nucile posedă o 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-o componentă a ARN-ului, care are efecte pozitive asupra funcției cerebrale, la tratarea tulburărilor mintale, reduce durerea și protejează inima.

În concluzie: Nucile au un 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 prezentate 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 să fie elucidate prin analize fizico- chimice, studii clinice pentru a identifica efectele lor pentru sănătate și mecanismele implicate în aceste procese.

1.5 Recoltarea, păstrarea și procesarea nucilor

1.5.1 Recoltarea nucilor

Recoltarea corectă și procedurile de manipulare post-recoltare este cheia pentru a obține randamentul și calitatea scontată a nucilor [110].

Recoltarea nucilor. Recoltarea se face la maturitatea deplină, atunci 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. Calendaristic acest lucru se întâmplă de la 20-25 august până la mijlocul lunii octombrie. Întrucât maturitatea decurge lent scuturarea are loc în 2-3 reprize.

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. Recoltarea propriu-zisă a nucilor se realizează manual ori cu ajutorul mașinilor (vibratoare pentru scuturarea nucilor; colectoare pentru a aduna nucile de pe sol; ventilatoare pentru separarea nucilor de impurități vegetale și minerale etc.) [51].

În funcție de perioada recoltării (starea de maturitate) nucile se prezintă sub două denumiri:

- nuci proaspete, cu umiditate egală ori superioară de 30%, care au miezul alb, iar membrana care acoperă cotiledoanele (imprimă un gust ușor astringent și amar) se separă ușor.
- nuci uscate, care se recoltează mai târziu și au o umiditate egală ori inferioară la 12%.

Calitatea nucilor-marfă este afectată de mai mulți factori: genotip, factorii climaterici, umiditate, conținutul de nutrimente, boli și dăunatori [149], caracterul operațiilor de recoltare și post-recoltare [166], metodele de uscare [118].

Factorii climaterici afectează în primul rând maturitatea pericarpului și miezului. În zonele mai reci miezul ajunge la maturitate cu 2-3 săptămâni mai devreme decât endocarpul, iar climatul umed și timpul ploios accelerează maturarea și dehiscenta (fisurarea) pericarpului. În perioadele calde cu umiditate redusă maturitatea miezului și a pericarpului sunt concomitente.

Factorii varietali (genotipul) determină condițiile pedoclimaterice de creștere și caracteristicile tehnice (marime, culoarea cojii și miezului, randamentul și compoziția miezului și al.) ale nucilor.

Un rol deosebit îi revine și perioadei de recoltare a nucilor. Miezul este matur și culoarea membranelor care acoperă halvele este deschisă atunci când culoarea membranelor separatoare ale cotiledoanelor se modifică din alb în maro (specifică fructelor mature). Recoltarea nucilor la momentul

dat asigură culoarea deschisă și calitatea înaltă a lor. Întârzierea recoltării poate provoca atacul fructelor cu vierme portocaliu (*Amyelois transitella*) și infectarea miezului cu mucegaiuri (*Aspergillus*, *Alternaria* și *Rhizopus*). Cu cât este mai lungă perioada de rămânere a nucilor pe copac după dehiscenta pericarpului cu atât este mai mare incidența atacului lor cu insecte și mucegaiuri [46].

Pentru a accelera maturarea nucilor înainte de recoltare se practică tratarea livezilor cu unii agenți – regulatori de creștere, cum ar fi etefonul ($C_2H_6ClO_3P$ - acid 2-cloroetilfosfonic), care la un pH fiziologic se descompune formând etilena (hormon vegetal, care catalizează maturarea fructelor). Acesta se aplică prin pulverizare foliară. S-a constatat că tratamentul cu etefon ameliorează respirația nucilor, reduce indicele (forța necesară) de spargere, inhibă activitatea polifenoxidazei și peroxidazei, brunificarea pericarpului verde, ameliorează activitatea fenilalaninei, amonialazei și conținutul total de substanțe fenolice. Aceste date indică faptul că tratamentul cu etefon la o concentrație adecvată poate prelungi durata de conservare și menține calitatea miezului nucilor proaspete prin manipularea metabolismului fenolic [177, 217].

1.5.2 Procesarea nucilor

Actualmente, după recoltare, pentru procesarea nucilor se recurge la procedeele de condiționare, decojire, spălarea și uscarea nucilor.

Umiditatea nucilor la recoltare variază în limite relativ largi și depinde de perioada de recoltare, tratamentele aplicate cu agenți fitosanitari înainte de recoltare (în special cu etefon - regulator de creștere), vârsta copacilor, condițiile pedoclimaterice și al. Este considerabilă și variația umidității între părțile componente ale nucilor (tabelul 1.9) [114].

Tabelul 1.9. Variațiile umidității părților componente a nucilor (la recoltare), %

Nuci cu pericarp			Nuci fără pericarp	
Pericarp	Endocarp	Miez	Endocarp	Miez
85,3-87,9	33,9-46,7	25,4-35,6	14,6-23,3	7,2-20,0

Datele prezentate de *Khair Ragab și al. (2013)* arată că umiditatea medie a nucilor cu pericarp (32,99 %) este mult mai mare decât cea a nucilor fără pericarp (13,85 %), iar umiditatea endocarpului este mai mare decât cea a miezului, diferențele medii de umiditate între endocarp și miez constituind 11,56 % pentru nucile cu pericarp și 7,4 % pentru fructele curățite. S-a observat de asemenea că există diferență mare între umiditatea pericarpului și miezului.

Lavialle și al. (1993) menționează de asemenea că partea interioară a endocarpului (membrana internă aderentă la endocarp) și pereții despărțitori ai cotiledoanelor și lobilor au o

umiditate net superioară (până la 80-90%) față de umiditatea medie a nucilor și cea a părții exterioare a endocarpului și miezului [125].

Uscarea propriu zisă a nucilor se realizează pe cale naturală sau artificială. În primul caz procesul se efectuează în căzi speciale cu fund fals ori pe arii protejate (rareori la soare), în care nucile se așează în straturi de maxim 25 cm grosime în locuri foarte bine ventilate. Uscarea se realizează cu curent de aer (tiraj) natural sau forțat. Pe parcursul uscării nucile se răvășesc de 3-4 ori pe zi. În asemenea condiții uscarea durează până la 10-12 zile și depinde mult de temperatura și umiditatea relativă a aerului din spațiu. Uscarea artificială se face în instalații de uscare cu jet de aer cald (generatoare de aer cald), iar durata procesului este de 8-10 ori mai mică decât în cazul uscării naturale. Pentru aceasta sunt folosite instalații de uscare de diferite tipuri constructive (cameră de uscare; dulap de uscare; tunel; turn de uscare; tambure; cu strat fluidizat) și moduri de circulație a agentului de uscare (circulație naturală sau artificială; echicurent; curent încrucișat; curent mixt; reversibile; cu recirculație; fără recirculație) și cu regim de lucru periodic sau continuu [125].

În general, temperatura recomandată a aerului cald pentru procesul de uscare a nucilor trebuie să fie în intervalul de 32-43°C, iar procesul de uscare să asigure umiditatea finală a nucilor uscate - 8%. Uscarea la temperaturi mai înalte afectează negativ culoarea și durata de păstrare a nucilor [56, 146]. În ultimii ani au fost realizate cercetări în condiții de laborator și de producere pentru a dezvolta unele modele matematice care simulează procesul de uscare [56] și care permit economisirea energiei termice și optimizarea procesului de uscare (durata uscării, calitatea nucilor, etc.). Mai mulți cercetători au investigat cinetica de uscare a diferitelor fructe nucifere și au stabilit valorile caracteristicilor de uscare pentru fistic [110], alune [40, 159], ș.a. Unele aspecte ale cineticii uscării nucilor *Juglans Regia* prin combinarea metodei convective și cu microunde au fost raportate de *Lupașco și al. (2001)* [126].

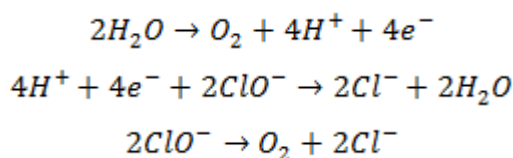
Lavialle și al (1993) au stabilit că uscarea nucilor comune se efectuează în trei faze. În prima fază viteza de uscare este relativ rapidă, iar umiditatea nucilor scade până la 40% (SU). În cea de a doua fază viteza este mai mică, iar umiditatea scade de la 40 % (SU) până la cca 18 % (SU), iar în a treia fază viteza este și mai mică (umiditatea finală – 13,6% SU) [125].

Un studiu amplu a caracteristicilor de uscare a nucilor prin convecție a fost realizat de *Hassan-Beygi și al. (2009)* [90]. Aceștia au stabilit că viteza de uscare scade constant și că principalii factori care determină durata procesului și constantele modelului Page sunt dependente de varietatea nucilor, temperatura și viteza aerului. Modelul matematic Page descrie suficient de bine cinetica uscării, iar constantele k și m pot fi prezise în baza valorilor temperaturii și vitezei agentului de uscare și a proprietăților nucilor soiului dat. În baza coeficienților de difuzie a fost calculată difuzivitatea efectivă a apei (valorile au variat între 3.54×10^{-7} și $9.92 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) și s-a stabilit că efectul

parametrilor agentului de uscare și a proprietăților fizice varietale a nucilor asupra difuzivității efective a apei poate fi descris utilizând ecuația Arrhenius [3].

1.5.3 Albirea și dezinfectarea nucilor

Albirea nucilor este necesară când fructele se valorifică „în coajă” pentru a le conferi o culoare galbenă atrăgătoare. De asemenea, acest lucru determină practic și dezinfectarea nucilor de sporii de mucegai, ce pot rezulta în urma proceselor de putrefacție. Se pretează la înălbire nucile cu sudura calpelară bună și punctul de inserție bine astupat. Endocarpul nu trebuie să fie pătat, iar conținutul în apă de 8-12%. În practică, de cele mai multe ori albirea nucilor se efectuează cu soluții de hipoclorit de calciu și de carbonat de sodiu. Nucile uscate se mențin în soluția susnumită 3-5 minute. Dacă în urma acestei operațiuni nucile nu sunt înălbite corespunzător se adaugă oțet. Nucile nu se spală după ce sunt scoase din soluție și se usucă în mod obișnuit. Ionul de hipoclorit din soluția apoasă are proprietăți oxidante pronunțate, fiind susceptibil de a oxida apa după următoarea reacție:



Această reacție este lentă, fapt care impune o limită a duratei de utilizare a soluției de lucru. Reacția poate fi accelerată cu diferiți catalizatori, cum ar fi: ioni metalici, lumina și în special radiațiile UV (de aceea este recomandat ca soluțiile să fie păstrate în recipiente opace nemetalice).

Proprietățile oxidante sunt pronunțate în medii acide, dar chiar și la pH = 14 puterea de oxidare rămâne ridicată ($E^\circ = 0,88$ V). În afară de substanțele cromofore ionii de hipoclorit oxidează și mai mulți compuși toxici în compuși inofensivi, cum ar fi, de exemplu, SO₂, H₂S, NH₃, CN și al [55].

De menționat că utilizarea hipocloritului în calitate de agent de înălbire este în declin din motive ecologice.

Sortarea și calibrarea. Sortarea nucilor se face trecându-se pe o masă de control, de unde se aleg fructele neînălbite, diforme, mucegăite, pătate sau cele cu alte defecte. Recent au fost elaborate instalații automatizate de sortare, echipate cu emițătoare de radiații X și camere video, care permit detectarea și identificarea în același timp a defectelor externe și interne (calitatea miezului, prezența vătămătorilor și a mucegaiurilor etc) [85, 142, 200].

Calibrarea constă în obținerea unor produse cu dimensiuni omogene și se face de regulă prin trecerea nucilor într-un cilindru cu pereții perforați, orificiile fiind mai mici la capătul de alimentare și din ce în ce mai mari la capătul de ieșire. Fructele se colectează pe 3 categorii: calitatea Extra - minim 32 mm; calitatea I - minim 28 mm și calitatea a II-a: minim 24 mm [69].

Ambalarea. Nucile proaspete sunt ambalate de regulă în sacoșe din plasă, barchete acoperite cu plasă și al. (9,5-5,0 kg), plasa fiind confecționată din material plastic tip “**raschel**”, fapt ce asigură o rezistență sporită și o aerisire perfectă a produsului. Pentru nucile uscate destinate realizării cu amănuntul se folosesc pungi de celofană (0,5-1,0 kg) adesea preimprimite, iar pentru vânzarea en-gros – saci din materiale sintetice ori naturale (până la 25 kg), containere (până la 150-200 kg, nuci în vrac). În cazul ambalării unitare se aplică etichete pe care se indică denumirea și adresa expeditorului, eventual mențiunile „nuci proaspete” și „păstrare limitată”, masa netă, anul recoltării, calibrul, specia. În urma analizei cercetărilor efectuate anterior, se poate prezenta o posibilă schemă tehnologică de prelucrare a nucilor în coajă (figura 1.4).

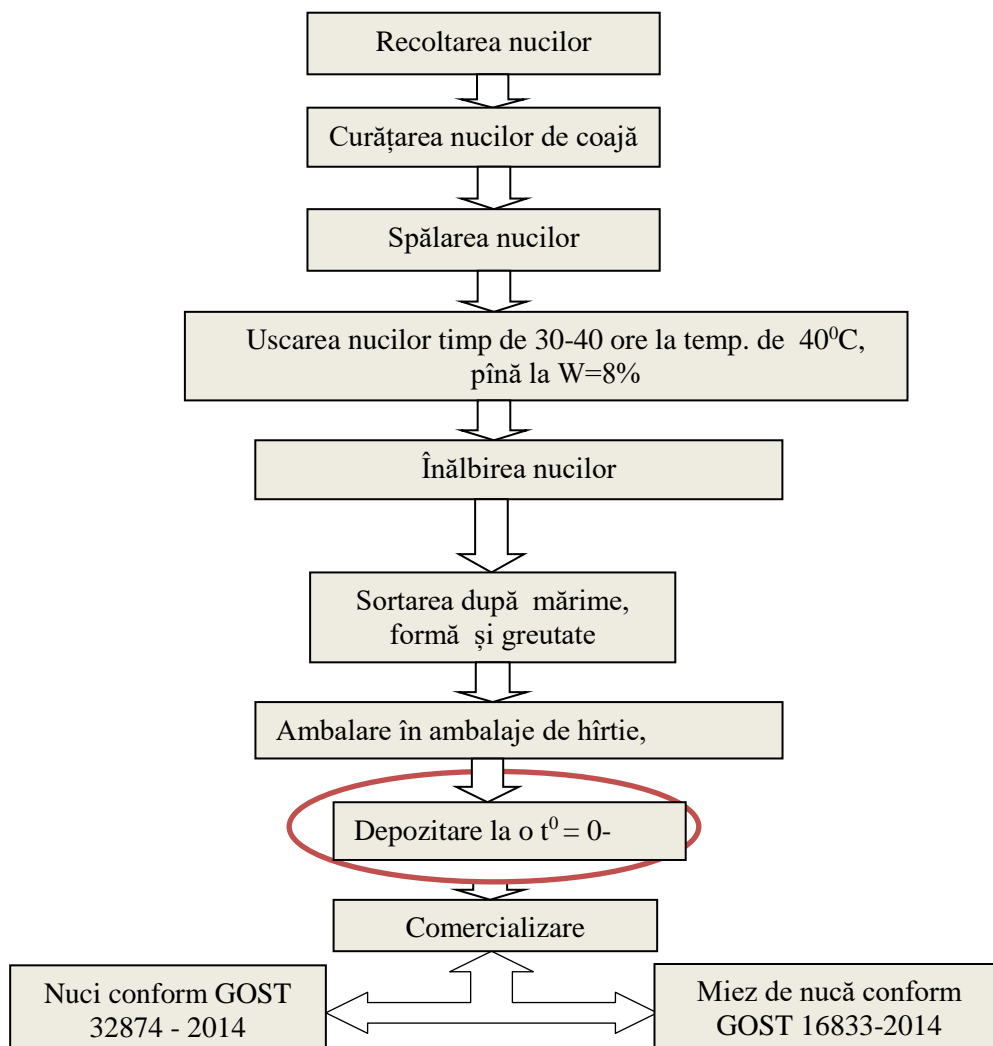


Fig. 1.4 Schema procesului tehnologic de procesare a nucilor în coajă

1.5.4 Păstrarea nucilor

Păstrarea. *Nucile proaspete* cu sau fără epicarp sunt produse fragile și sunt păstrate la temperaturi joase (cca. 0 °C) până la 30 zile. Pentru evitarea dezvoltării mucegaiurilor se practică tratamentele cu agenți fungistatici, de cele mai multe ori cu anhidridă sulfuroasă. Emisia gazului în ambalaj și în spațiile de depozitare este asigurată de difuzori care conțin metabisulfid de potasiu (5,4-7,5 g/kg nuci) [84]. Păstrarea *nucilor uscate* este mult mai îndelungată și depinde de temperatura și umiditatea relativă a aerului din camerele de păstrare a lor (tabelul 1.10).

Tabelul 1.10 Termeni de păstrare a nucilor la diferite temperaturi ale mediului

	Temperatura mediului în camera de păstrare, °C		Umiditate relativă
	0-7 °C	-18°C	
Nuci în coajă	1 an	până la 2 ani	70-75 %
Miez de nucă	1 an	până la 2 ani	70-75 %

Sursa: *Comodity Storage Manual. The Refrigeration Research Foundation, Bethesda, 1995*

Respectarea întocmai a acestor condiții conduce la păstrarea corespunzătoare a calității miezului de nucă. Astfel acesta rămâne cu o culoare alb-gălbuie pentru o perioadă de timp de până la 2 ani de zile. În caz contrar, calitatea miezului de nucă se va deprecia prin schimbarea calităților gustative și culorii miezului de nucă din alb-gălbui într-o culoare brun-roșcată spre negru. Acest lucru este determinat de apariția sporilor de mucegai. De asemenea, dacă nu sunt respectate aceste condiții există posibilitatea foarte mare de oxidare a grăsimilor și de apariție a viermilor care compromit total calitatea miezului de nucă.

Pe parcursul păstrării se modifică esențial și valoarea nutritivă a nucilor datorită impactului asupra acizilor grași esențiali, proteinelor și vitaminelor [44, 91, 210].

Un impact deosebit asupra calității nucilor îl au procesele oxidative ale fracției lipidice. Unele dintre produsele oxidării, cum ar fi radicalii liberi sau oxisterolii au un efect negativ sau chiar toxic asupra sănătății [83]. Degradarea produselor instabile de oxidare primară (hidroperoxizi) conduce la formarea unei serii de compuși volatili, cum ar fi aldehide, cetone, hidrocarburi, alcooli, acizi și furani. Produsele secundare formate sunt responsabile pentru dezvoltarea de arome neplăcute [145, 157].

Stabilitatea oxidativă a lipidelor la depozitarea nucilor este influențată de o serie de factori interni și externi. Cercetările referitoare la influența condițiilor de păstrare asupra stabilității oxidative și a altor procese deteriorative a fructelor nucifere au arătat că cei mai importanți factori sunt temperatura și durata de depozitare [143, 214, 216, 219]. Cel mai important mecanism de oxidare al lipidelor este un proces chimic de autooxidare și este influențat în mare măsură de temperatură [113].

Vidrih Rajko (2012) a constatat că la păstrarea nucilor la 20 °C timp de 10 luni cel mai instabil la oxidare este acidul linolenic, în timp ce ceilalți acizi grași au rămas în mare parte neafecțați. Modificări oxidative importante suferă și polifenolii. Acelaș autor menționează că potențialul antioxidant al nucilor este semnificativ mai mare la nucile păstrate în *atmosfera controlată* cu azot [167, 215].

Deteriorări majore a calității la păstrarea nucilor pot fi provocate și de diferiți dăunatori, cum ar fi viermii *Cydiapomonella* și *Amyelois transitella*, molia *Plodia interpunctella* și gândacul *Tribolium castaneum*. Acestea afectează coaja și mănâncă miezul, lăsând în urma lor galerii, pe care le umplu cu un amestec fărâmișos de excremente și resturi alimentare. În excrementele lor se găsesc microorganisme (bacterii, ciuperci), ce se fac responsabile de deteriorarea relativ rapidă a fructelor infestate.

La păstrare nucile sunt supuse și contaminării printr-o varietate de microorganisme care pot induce deteriorarea aspectului miezului și cojii și care produc metaboliți toxici. Cu toate că, în multe cazuri, nu sunt cunoscute sursele de infecții, acestea sunt agravate de leziunile produse de insecte și de condițiile de păstrare inadecvată. De cele mai multe ori nucile sunt afectate de mucegauri din speciile *Aspergillus*, *Rhizopus* și *Penicillium* [41, 23]. Printre mucegaiurile micotoxigenice o deosebită îngrijorare prezintă cele din specia *Aspergillus* care produc aflatoxine hepatotoxice și ocratoxine nefrotoxice (figura 1.5).

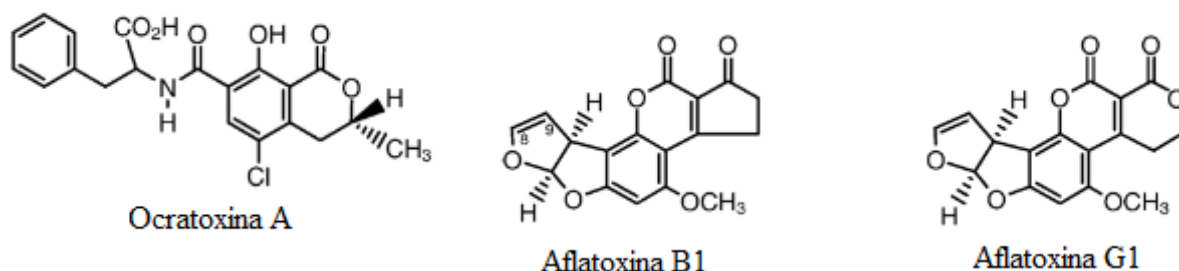


Figura 1.5. Structurile ocratoxinei A și aflatoxinelor B1 și G1 (aflatoxinele B2 și G2 sunt saturate la legăturile duble 8,9).

Detectarea prin inspecție externă a nucilor infestate de dăunatori sau mucegaiuri este imposibilă sau complicată, fapt pentru care la păstrare se aplică adesea diferite tratamente cu agenți fitosanitari sau tratamente fizice (radiații ultraviolete, câmp magnetic de înaltă frecvență și al.).

Pentru deparazitarea fitosanitară a nucilor se folosesc în mod normal fumiganți chimici cum ar fi bromura de metil- CH_3Br și fosfina- PH_3 [206]. Dozele aplicate și durata de expunere a nucilor constituie pentru bromura de metil 20-40 g/m^3 și 12-24 ore, iar pentru fosfina respectiv 0,07-0,15 g/m^3 și 3-6 zile.

Tratamentele fitosanitare cu fumiganți susnumiți sunt în prezent relativ rar aplicate și în mai multe țări interzise din motive ecologice (bromura de metan distruge stratul de ozon) ori toxice (fosfina denaturează mioglobina și interferează cu sinteza proteinelor și a enzimelor respirației celulare).

În ultimii ani au fost dezvoltate metode alternative (non-chimice) de tratare a nucilor. Astfel Wang și al. (2007) au investigat fezabilitatea tehnică a utilizării câmpurilor magnetice de înaltă frecvență (CMIF). Acestea au stabilit că în rezultatul tratării cu CMIF (27 MHz, 5 min) temperatura medie a nucilor (cu umiditatea de 3-7.5 %) a crescut până la 52-60 °C, umiditatea a scăzut ușor (în special a cojilor), iar mortalitatea larvelor de insecte a fost totală. În același timp valorile indicilor de calitate a nucilor (culoarea miezului, indicii de aciditate și de peroxid a lipidelor și al.) au fost practic identice cu cele ale nucilor de referință (netratate), păstrate timp de 20 zile la 35 °C (aceste condiții simulează păstrarea în decurs de doi ani la 4 °C).

Acțiuni antimicrobiene au și tratamentele cu raze ultra violete (UV) care se practică pentru a reduce infecția microbiană în spitale, industria farmaceutică, clădiri comunitare, la tratarea apei. Iradierea cu raze ultraviolete este utilizată pe scară largă și în industria alimentară pentru dezinfectarea aerului, ambalajelor dar și a fructelor și legumelor în timpul depozitării lor [133].

Efectul pozitiv al tratamentului cu raze UV asupra infestării microbiene a fructelor nucifere a fost raportat de Farhat Jubeen și al (2012) [57]. Aceștia au mai stabilit că odată cu creșterea timpului de expunere UV, scade proporțional și nivelul aflatoxinelor, eliminarea completă fiind atinsă după 15 min de expunere UV. Constanta vitezei de degradare a aflatoxinelor nucilor *Juglans Regia* constituie 0,046-0,051 min⁻¹ și este semnificativ mai mare decât pentru alte fructe nucifere.

În concluzie vom menționa că evoluția calității nucilor pe parcursul tratamentelor post-recoltă este dependentă de mai mulți factori și că pentru a evita scăderea calității lor la procesare și păstrare urmează să fie respectate următoarele:

- după înlăturarea pericarpului, fructele cu coaja (endocarpul) deteriorată și corpurile străine vor fi separate;
- în timpul recoltării, manipulării și păstrării se vor minimiza vătămările fizice ale fructelor;
- se vor respecta cu strictețe condițiile sanitare și umiditatea nucilor depuse la păstrare;
- se vor controla condițiile de păstrare (temperatura și umiditatea aerului) și se va asigura aerisirea regulată a spațiilor de depozitare;
- vor fi efectuate periodic măsuri speciale de precauție (tratamente cu insecticide și fungicide autorizate, sau metode alternative adecvate) pentru prevenirea atacului cu dăunători și a infestării microbiologice.

1.6 Alimente obținute prin procesarea nucilor

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 al. În același timp până în prezent au fost depuse puține eforturi pentru valorificarea industrială a miezului și realizarea de noi produse mai puțin tradiționale [103].

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 [4]. Uleiul se livrează de două tipuri: obținut prin presare la rece (ulei extra-virgin) 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 extra-virgin 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 [108, 170, 191].

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.

Uleiurile obținute prin presare conțin diferite grupe de substanțe (apă, rășini, substanțe colorante, rămășițe de proteine și fibre), care au impact negativ asupra transparenței și evoluției calității uleiului la păstrare. Prin urmare acestea sunt supuse unor proceduri de purificare, care includ sedimentarea impurităților mecanice în vase intermediare (câteva zile), încălzirea ușoară pentru înlăturarea apei, inactivarea enzimelor și a microorganismelor și chiar încălzire de scurtă durată până la 100 °C pentru eliminarea umidității restante. Produsul purificat după procedurile menționate este supus filtrării finale și ulterior ambalat.

Făinuri compozite și produse de panificație. Nucile și șrotul de nuci pot fi folosite pentru ameliorarea calităților nutritive ale făinurilor de cereale (grâu, sorg, porumb, mălai și al.) și a produselor de panificație fabricate din aceste făinuri. [59, 80].

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 ne semnificativ densitatea volumetrică și capacitatea de hidratare a făinii compozite, dar crește capacitatea de asimilare [26].

Prezența făinii de nuci ori a șrotului de nuci ameliorează semnificativ și calitățile organoleptice ale produselor de panificație și de cofetărie [109]. *Bansal (2013)* relatează 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 cel al produselor de referință [22, 109].

Produse fermentate. Pentru fabricarea produselor fermentate de regulă se utilizează șrotul de nuci. Acesta este supus în prealabil înmuierii în apă cca 24 ore, mai 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 [199].

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 [196, 199].

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 final se consumă după răcire prealabilă [13].

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 final sunt durata și temperatura fermentării, concentrația zahărului și doza aplicată a culturii de chefir, condițiile optime de fermentare fiind: temperatura -30⁰ C, durata fermentării-12 h, doza boabelor de chefir- 3 g/100 ml și concentrația zaharozei - 8% [222]. 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 x10⁷, 1,1x10⁸și 1,0 x10⁶ UFC/ml. Laptele de nuci poate fi fermentat și cu *Lactobacillus acidophilus* pentru obținerea băuturilor probiotice [73].

Produse alimentare nutraceutice. Fructele nucifere, după cum a fost menționat mai sus au un conținut înalt de substanțe antioxidante, în special substanțe fenolice și pot fi folosite în calitate de

suplimente dietetice. Suplementarea alimentelor tradiționale cu nuci mărește considerabil activitatea antioxidantă totală și de blocare a radicalilor liberi [223].

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 a 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 și al.), proprietăți fizico-chimice și organoleptice acceptabile și stabilitate suficientă la păstrare [105, 106].

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-vectoare. Cu titlu de exemplu vom menționa studiile impactului adaosului de nuci asupra profilului nutrițional al steak-urilor restructurate [190] și safaladelor de Franfurt -frankfurters [19]. 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 îi revine 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 prezentate demonstrează că procesarea nucilor permite obținerea unei game de produse noi cu valoare nutritivă ridicată, inclusiv și produse alimentare funcționale cu proprietăți deosebite.

Ținând cont de cele expuse mai sus a fost frumulat scopul principal al tezei care constă în evaluarea modificării calității nutriționale și senzoriale ale nucilor *Juglans Regia L.* pe parcursul depozitării și procesării primare a acestora, în dependență de modificările proprietăților biochimice, fizico-chimice și tehnologice ale componentelor morfologice ale fructului de nucă, optimizarea

tehnologiilor existente și identificarea unor noi proceduri de tratare post-recoltă pentru ameliorarea calității nucilor.

În vederea atingerii scopului propus au fost stabilite următoarele **obiective**: Studiul *intensității* procesului de oxido-reducere biologică (procesul de *respirație*) al nucilor pe parcursul depozitării; Cercetarea teoretică și experimentală privind impactul umidității și activității apei asupra proceselor de sorbție-desorbție a miezului de nucă; Aprecierea căilor și metodelor efective pentru ameliorarea calității nucilor la procesarea primară; Cercetarea posibilităților privind valorificarea miezului de nuci ca materie primă pentru obținerea unor produse alimentare noi.

Problema științifică soluționată constă în identificarea și argumentarea științifică a unor procedee tehnologice noi a nucilor, care au avut ca efect ameliorarea calității lor și care a permis modernizarea schemei de manipulare post-recoltă a nucilor în coajă.

Direcția de cercetare, care rezultă din analiza situației în domeniu, constă în necesitatea studiului nucilor recoltate în Republica Moldova, necesitatea cercetărilor legate de tehnologia de păstrare a nucilor și de tratare a lor prin albire. Analiza calității nucilor prin monitorizarea și studiul modificărilor biochimice și tehnologice ce intervin pe parcursul păstrării acestora.

1.7 Concluzii

Din cercetarea și analiza bibliografică a materialelor existente în literatura de specialitate cu referire la tema tezei s-a constatat că:

- Nucile sunt alimente consistente cu un profil de acizi grași sănătos și sunt bogate în proteine, vitamine și minerale etc, conțin cantități importante de grăsimi nesaturate, proteine, săruri minerale, vitamine.
- Sunt puține și cercetările la nivel național care vizează calitatea nucilor *Juglans Regia L.* și modificarea calității acestora la păstrare și procesare.
- Pentru Republica Moldova nu există date despre raportul vânzarea/procesarea nucilor. Se consideră că procesarea este la un nivel foarte scăzut, nucile recoltate în Republica Moldova fiind practic 100% destinate exportului.
- În prezent nu există o instrucțiune tehnologică care ar include toate procedeele necesare pentru tratarea prealabilă a nucilor și păstrarea lor ulterioară;
- Standardele privind calitatea nucilor în coajă și a miezului de nuci sunt învechite, astfel apare necesitatea elaborării standardelor noi cu caracter științific argumentat.
- Cea mai mare parte a cercetărilor vizează compoziția chimică și modificările ce țin de oxidarea uleiului de nuci și în mai mică măsură vizează alte modificări ce intervin pe parcursul procesării și păstrării fructelor de nuci.

2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

2.1. Materiale de cercetare

2.1.1. Materii prime

Materia primă de bază au constituit-o:

- Nucile în coajă (*Juglans regia L.*), soiul Cogălniceanu, GOST 32874–2014 roada 2012-2016;
- Miez de nuci (*Juglans regia L.*) – GOST 16833–2014, recolta anilor 2012-2016;
- Zahăr rafinat – RT 774 (HG 774 din 03.07.2007);
- Probiotice;
- Chefir RT 611 (HG 611 din 05.07.2010);
- Iaurt RT 611 (HG 611 din 05.07.2010);
- Apă potabilă (GOST 2874-82, HG 934/2007).

2.1.2. Reactivi chimici și materiale de laborator

Pentru cercetările efectuate în cadrul tezei au fost utilizate o serie de reactivi chimice și materiale de laborator (tabelul 2.1.).

Tabelul 2.1. Reactivi chimici și materiale de laborator

Nr crt	Reactivi și materiale	Standard	Importator în MD
1	Hidroxid de natriu NaOH	GOST -4328-77	ECOCHIMIE SRL
2	Acid clorhidric HCl	GOST -14261-77	ECOCHIMIE SRL
3	Acid sulfuric H ₂ SO ₄	GOST -4166-76	ECOCHIMIE SRL
4	Tiosulfat de natriu Na ₂ S ₂ O ₃	GOST -224-76	ECOCHIMIE SRL
5	Etanol 960 C ₂ H ₅ OH	GOST -17299-78	ECOCHIMIE SRL
6	Eter de petrol	GOST 11992-66	ECOCHIMIE SRL
7	Cloroform (CHCl ₃)	GOST 20015-74	ECOCHIMIE SRL
8	Amidon (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	GOST 10163-76	ECOCHIMIE SRL
9	Fenolftaleină de 1%	GOST 11254-81	ECOCHIMIE SRL
10	Iodură de potasiu (KI)	GOST 4232-74	ECOCHIMIE SRL
11	Acid acetic glacial	GOST 5815-77	ECOCHIMIE SRL
12	Peroxid de hidrogen	GOST R 50632-93	ECOCHIMIE SRL
13	Okoron 12	-	ESPERANZA SRL
14	Perborat de sodiu Na ₂ B ₂ O ₄ (OH) ₄	-	ESPERANZA SRL
15	Hipoclorit de Calciu Ca(OCl) ₂	GOST - 25263-82	ECOCHIMIE SRL
16	Acid sulfuros H ₂ SO ₃	GOST - 4204—77	ECOCHIMIE SRL
17	Ditionit de sodiu Na ₂ S ₂ O ₄	GOST 246-76	ESPERANZA SRL
18	Etefon C ₂ H ₆ ClO ₃ P	-	-

2.1.3. Medii de cultură

Pentru cercetările cu caracter microbiologic au fost utilizate mediile de cultură prezentate în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2. Medii nutritive pentru cultivarea și diagnosticarea microorganismelor

Nr. crt	Denumirea mediului	Compoziție	pH	Scop
1	Mediu Sabouraud, GOST 10444.1-84	Mediu de cultură selectiv pentru fungi și drojdii.	5,5-5,9	Cultivarea levurilor
2	Mediu Agar Endo, BΦC - 42-3110-98	Mediu de cultură selectiv, în care se inhiba dezvoltarea bacteriilor gram-pozitive.	7,2-7,6	Identificarea bacteriilor coliforme (E. coli)

2.2. Metode de cercetare

Tabelul 2.3. Metode de analiză aplicate în cadrul tezei

Nr crt	Denumirea metodei	Principiul metodei	Calculul rezultatelor	Sursa
Metode fizico-chimice				
1	Determinarea indicilor de calitate a nucilor în coajă	Aprecierea caracteristicilor nucilor și miezului de nuci conform documentelor normative.		GOST 16833-2014 GOST 32874-2014
2	Determinarea substanței uscate totale	Uscarea probelor într-o capsulă pînă la obținerea unei mase constante a rezidului uscat.	$\% W = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100, (2.1)$ unde: M_0 - masa fiolei, g; M_1 - masa fiolei cu produs înainte de uscare, g; M_2 - masa fiolei cu produs după uscare, g. $\% \text{ s. u.} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100, (2.2)$	Sturza R. 2006 [198]; ISO 6540:2010 [99]
3	Determinarea conținutului de cenușă	Calcinarea probei la +550-600 °C pînă la masă constantă	$Cen_{\%SU} = \frac{m \cdot 100}{m_1(100 - W_p)} \cdot 100, (2.3)$ unde: m_1 – masa probei de făină luată la analiza, g; m - masa cenușii, g; W_p – umiditatea probei, %	Sturza R. 2006 [198];
4	Determinarea conținutului de grăsime (Metoda Soxhlet)	Extracția repetată cu eter etilic sau cu eter de petrol a substanțelor grase.	$\%G = \frac{m_1}{m} * 100, (2.4)$ unde: m_1 - masa substanțelor grase din balon (g); m – masa probei analizate (g)	Sturza R. 2006 [198];
5	Determinarea acizilor grași ai lipidelor	Cromatografia gazoasă		AOCS 2005
6	Determinarea indicelui de aciditate	Indicele acid reprezintă cantitatea de KOH necesară pentru	$IA = \frac{V_{KOH} \cdot C_{KOH} \cdot 56,11}{m_{pr}}, (2.5)$ unde:	AOCS 1999

		neutralizarea unui gram de grăsime (mg KOH/l g produs sau mg NaOH 1N/ 100 g materie grasă)	IA – indicele de aciditate, mg KOH/g ulei; V _{KOH} – volumul KOH folosit la titrare, ml; C _{KOH} -concentrația KOH folosit la titrare, moli/dm ³ ; m _{pr} – masa probei; 56,11 – masa molară a KOH, g/mol	
7	Determinarea indicelui de peroxid	Sub denumirea de indice de peroxid se înțelege de obicei conținutul de peroxid existent în structura unui aliment și ce este capabil să pună în libertate, printr-un proces de oxidare, iod dintr-o soluție de iodură de potasiu	$IP = \frac{(V_2 - V_1) \cdot C \cdot 1000}{m_{pr}} \quad (2.6)$ unde: IP – indicele de peroxid, mmol/kg ulei; V ₂ – volumul soluției tiosulfat de sodiu, consumat la titrarea probei cu grăsime, ml; V ₁ – volumul soluției tiosulfat de sodiu, consumat la titrarea probei martor, ml; m _{pr} – masa probei, g; C – concentrația tiosulfatului de sodiu; 1000 –coeficientul de corecție	AOCS 2001
8	Determinarea conținutului de proteină brută	Determinarea substanțelor proteice se face după metoda KJELDAHL și constă în dozarea azotului total care, înmulțit cu coeficientul de 6,25, rezultă cantitatea de substanțe proteice.	$\%P = \frac{(V_0 - V_1) \cdot C \cdot 0,014 \cdot 100 \cdot 6,25}{m_{pr}} \quad (2.7)$ unde: V ₀ – volumul de NaOH folosit în testul martor, ml; V ₁ – volumul de NaOH folosit în titrarea eșantionului, ml; C – concentrația hidroxidului de sodiu, mol/l; m– greutatea eșantionului, g.	Sturza R. 2006 [198];
9	Determinarea aminoacizilor constituenți ai proteinelor	Hidroliza proteinelor – descompunerea în aminoacizii constituenți, sub acțiunea acizilor (HCl – 6N, 1100C, 12-48 ore) urmată de identificarea acestora la analizatorul AAA 339 „Mikrotechna” (Cehia)		Hughes AB, 2013. [95]
10	Determinarea elementelor minerale	Atomic absorption spectrometry (AAS)		Sturza R. 2006 [198];
11	Determinarea glucidelor după metoda Bertrand	Extractul de zaharuri se tratează cu un exces de soluție alcalina cuprotartrica la fierbere. și precipita oxidul cupros. Precipitatul de oxid cupros (Cu ₂ O), format în urma reducerii care a avut loc, se filtrează, se spală, se dizolva într-o	$\%zah\bar{a}r = \frac{a \times d}{G}; \quad (2.8)$ unde: a - cantitatea de zahăr invertit citită din tabel, corespunzătoare cantității de cupru determinat, mg; G – cantitatea produsului luat în analiză, g; d - diluția probei pentru obținerea extracției.	Sturza R. 2006, [198]

		soluție de sulfat feric în acid sulfuric. Sulfatul feros format se titrează cu o soluție de permanganat de potasiu.		
12	Determinarea izotermelor de adsorbție	Măsurarea masei probei (plasate în condiții prestabilite de mediu-temperatura și umiditate relativă a aerului) în funcție de timp.		Moreira și al. (2016) [148].
13	Determinarea acidității titrabile	Aciditatea titrabilă este exprimată în% acid lactic și se determină prin titrarea unei cantități cunoscute de lapte cu NaOH 0,1 N utilizând fenolftaleină ca indicator.		ADMI [2],
Metode de analiză tehnologică				
14	Determinarea intensității respirației fructelor de nuci în coajă și miezului de nuci.	Captarea CO ₂ , eliminat din produs (plasat în condiții prestabilite de compoziție atmosferică și temperatură), cu ajutorul soluției alcaline.		Hunt, S. (2003), [96].
15	Determinarea parametrilor cromatici ai nucilor albite	Proprietățile de culoare ale nucilor (inițiale și după albire) au fost studiate utilizând metoda "Tristimulus Colorimetry".	Diferența de culoare: $\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$ (2.9) unde: ΔL^* - diferența de luminozitate dintre cele două probe, Δa^* -diferența dintre coordonatele roșu-verde, Δb^* - diferența dintre coordonatele galben-albastru.	Saldana,E. (2014), [183].
16	Determinarea Indicelui de sinereză	Indicele de sinereză (%) s-a determinat prin centrifugare, prin plasarea a 10 g de produs în eprubeta cu volumul de 20 ml. Centrifugarea produsului s-a efectuat la un regim de 5000 rpm timp de 10 min.	$\% IS = \frac{m_{lichid\ separat}}{m_{inițială}} \quad (2.12)$	Amatayakul, 2006, [11];
17	Aprecierea organoleptică	Evaluarea fiecărei caracteristici organoleptice prin compararea cu scări de punctaj de la 0 ... 5 puncte și obținerea punctajului mediu		ISO 6658:2005

18	Determinarea pH-ului	pH-ul s-a determinat prin utilizarea pH-metrului.		ISO 5546:2010
Metode de analiză microbiologică				
19	Colorarea Gram	Colorantul bazic (violet de gențiană) pătrunde în celula bacteriană fixată care, după tratarea cu soluția Lugol formează un complex stabil, specific bacteriilor Gram pozitive ce nu se decolorează cu alcool acetonă. Bacteriile Gram negative în care nu se formează acest complex stabil se decolorează și sunt recolorate cu alt colorant de contrast (fuxina).		Buiuc, D.(2009), [37].
20	Determinarea numărului total de microorganisme	Numărul de bacterii se apreciază indirect, pe baza numărului de colonii generate de celulele microorganismelor după termostatare la 37°C, timp de 48 de ore.	$X = \frac{a \times 10^n}{q}, \quad (2.10)$ unde: a – media aritmetică rotunjită a numărului de colonii; q – volumul materialului însămânțat, introdus pe placă, cm ³ ; n – gr. diluției zecimale a produsului.	Buiuc, D. (2009), [37].
21	Determinarea drojdiilor și mucegaiurilor	Numărul de drojdii și mucegaiuri se apreciază indirect, pe baza coloniilor generate de celulele acestor microorganisme prezente în proba după termostatarea la 25°C / 72 de ore.	$Nuf = \frac{\sum C}{(n_1 + 0,1n_2) \times d}, \quad (2.11)$ unde: Nuf-numărul de unități formatoare de colonii, c/g(ml); ΣC – suma coloniilor numărate în toate cutiile reținute; n ₁ – numărul de cutii reținute dintr-o diluție; n ₂ – numărul de cutii reținute din diluția succesivă; d – factorul de diluție corespunzător primei diluții din care s-a realizat reținerea plăcilor.	Buiuc, D. (2009), [37].
Prelucrarea statistică a datelor experimentale				
22	Media aritmetică	-	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n}, \quad (2.13)$	Myers, 2013 [151];
23	Eroarea probabilă a valorii medii măsurate	-	$\Delta \bar{x} = t_{n-1, \alpha=0,05} \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (2.14)$ (t _{n-1, α=0,05} – coeficientul Student) $x = \bar{x} \pm \Delta \bar{x}. \quad (2.15)$	Myers, 2013, [151];

2.2.1 Cuantificarea culorii în valori numerice

Culoarea este o proprietate fizică importantă a produselor alimentare, fiind în corelație și cu caracteristicile estetice și psihosenzoriale ale acestora. Aceasta este cea mai importantă proprietate optică a numeroase grupe de produse alimentare. Cuantificarea culorii urmărește identificarea produselor alimentare, stabilirea gradului de conformitate cu prevederile standardelor, stabilirea gradului de impurificare, a respectării procedurilor tehnologice, a gradului de prospețime, degradarea calitativă a produselor alimentare etc. Pentru cuantificarea culorii sunt folosite metoda comparativă (compararea culorii alimentelor cu atlase de culori: Munsell, O.S.A., N.C.S., etc.) și mai multe metode cantitative, bazate pe diferite tehnici instrumentale. Acestea din urmă sunt împărțite în două grupe: *sisteme monocromatice*, care folosesc trei noțiuni de bază - lungimea de undă dominantă; puritatea de excitație și luminozitatea și *sisteme tricromatice*, care au la bază trei culori fundamentale (culori spectrale): roșu, verde și indigo.

Cea mai des utilizată și răspândită metodă pentru compararea și evaluarea parametrilor de culoare ai materialelor este reprezentarea culorilor în spațiul CIELab (CIE 1976 $L^*a^*b^*$).

În spațiul CIELAB culoarea poate fi perfect determinată de parametrii cartezieni (L^* , a^* , b^*) sau cilindrici (L^* , C^* , H^0) (figura 2.1).

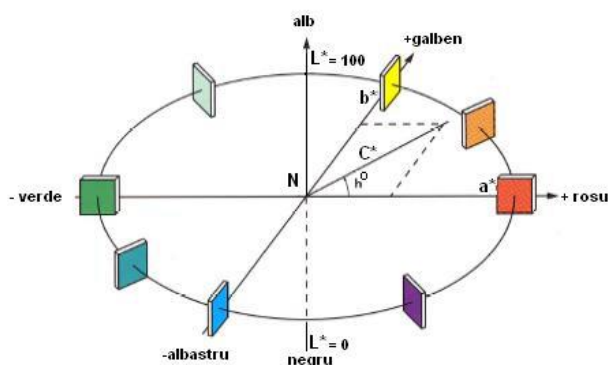


Figura 2.1. Coordonatele rectangulare și cilindrice ale spațiului CIELAB

Axa luminozității L^* , este perpendiculară pe axele a^* (verde/roșu) și b^* (albastru/galben) (planul a^*b^*) și se întinde de la domeniul negru ideal ($L^* = 0$) trecând prin punctul neutru (gri) (N), (acromatic), până la albul ideal ($L^* = 100$). C^* este croma și este o măsură pentru distanța de la L^* pe axa centrală. Valoarea lui C^* este zero la centru și crește cu distanța de la centru. Punctele situate pe o linie care se intersectează cu un punct de pe axa acromatică au aceeași nuanță. Distanța din punctul considerat prin raportare la punctul acromatic indică gradul de saturație a culorii.

Unghiul H^0 format în sens invers acelor de ceasornic de către această linie cu axa a^* este o măsură a tipului de nuanță.

Pe lângă necesitatea caracterizării culorilor prin indici, în practica coloristică, apare și aceea a exprimării diferențelor de culoare, în unități de măsură adecvate. Este foarte important ca o metodă de determinare a diferențelor de culoare să permită obținerea de indici corelabili cu impresiile senzoriale. Pe de altă parte este necesar ca aplicarea unor asemenea metode să nu fie greoaie, să nu implice cheltuieli neraționale de timp și muncă. Trebuie precizat că găsirea de metode pentru calcularea diferențelor de culoare sunt de mult în atenția cercetătorilor din domeniul măsurării culorii, înregistrându-se în literatura de specialitate un număr mare de formule.

După cum a fost menționat anterior, coaja de nuci se prezintă sub forma unei fracții lemnoase de culoare galben -cenușiu până la cafeniu. Pentru a ameliora potențialul de utilizare a nucilor pare rezonabilă albirea lor. Ținând cont de faptul că culoarea specifică a cojii este determinată de cromoforii ligninelor din coaja fructului, pentru albire ar putea fi folosiți unii agenți utilizați la albirea hârtiei.

Cercetările efectuate au inclus albirea nucilor cu diverși agenți de albire cu acțiune oxidantă și reducătoare la diferite concentrații (3, 6, 8, 10 % sau 1 și 5% în cazul Perboratului de sodiu și Okoron 12); pH (3, 7, 10) și temperaturi de (20, 40, 60 °C). Ca agenți de albire oxidanți s-au utilizat soluțiile de peroxid de hidrogen, hipocloritul de calciu, perboratul de sodiu și Okorn 12, iar cu acțiune reducătoare au fost selectați ditionitul de sodiu și anhidrida sulfuroasă.

Ca indici pentru evaluarea eficacității și formularea concluziilor necesare, au servit parametrii cromatici L^*, a^*, b^* .

Modificarea culorii nucilor în valori numerice - Modificările culorii pot fi măsurate ca modulul vectorului distanță între valorile de culoare inițiale și coordonatele reale de culoare. Acest concept este numit diferență totală de culoare. Diferența totală de culoare indică amploarea diferenței de culoare dintre probele de control și cele cercetate (*în cazul dat – nucile albite*).

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (2.16)$$

unde:

$$\Delta L^* = L^* \text{ probă} - L^* \text{ etalon};$$

$$\Delta a^* = a^* \text{ probă} - a^* \text{ etalon};$$

$$\Delta b^* = b^* \text{ probă} - b^* \text{ etalon}.$$

Croma (C^*), considerată atributul cantitativ al coloritului, este utilizată pentru a determina gradul de diferențiere a unei nuanțe în comparație cu o culoare gri cu aceeași luminozitate.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (2.17)$$

Unghiul nuanței (h), este exprimat în scara $0^0 - 360^0$, considerat atributul calitativ al culorii, este atributul conform căruia culorile au fost definite în mod tradițional ca roșcat, verzui, etc., și este

utilizat pentru a defini diferența a unei anumite culori cu referire la gri cu aceeași luminozitate. Un unghi mai mare al nuanței reprezintă un grad de galben mai mic în probele cercetate.

$$h = \arctg(b^*/a^*) \quad (2.18)$$

2.2.2 Analiza microstructurii emulsiilor

Microstructura și mărimile globulelor de grăsime din laptele vegetal au fost stabilite cu ajutorul microscopului optic digital al modelului “Motic Digital Microscope B1 Advanced Series“. Pentru aceasta, o picătură de mostră de lapte cercetat a fost plasată pe o lamelă de sticlă, acoperită cu o lamelă de acoperire, apoi a fost plasată sub microscop. Studiul a fost efectuat în dependență de timpul păstrării laptelui de nuci 3 zile. Fotografiile mostrelor de lapte vegetal au fost obținute datorită calculatorului conectat la microscop. Parametrii fundamentali, cum sunt raza, perimetrul globulelor de grăsime, precum și cantitatea lor într-o unitate de suprafață au fost determinați prin intermediul programei software „Motic” corespunzătoare modelului camerei digitale.

2.3. Concluzii

În capitolul doi al tezei sunt prezentate materiile prime și metodele aplicate pe parcursul efectuării cercetărilor. A fost elaborată metodologia de cercetare experimentală, au fost identificate respectiv procedee și tehnici analitice clasice (indicatori fizico-chimici, biochimici și microbiologici) sau moderne. De asemenea au fost identificate metodele de prelucrare și interpretare matematico-statistică a datelor cercetării.

3. MODIFICĂRI ALE CALITĂȚII NUCILOR *JUGLANS REGIA L.* PE PARCURSUL PĂSTRĂRII

Criteriile de calitate ale nucilor comune și a miezului de nuci sunt stipulate în reglementările tehnice europene (CEE N175/2001 și CEE-ONU DF-02) și ale Republicii Moldova („Fructe de culturi nucifere. Producerea și comercializarea”) și includ masa nucilor, masa și proporția miezului, dimensiunile nucilor și miezului, culoarea lor și al [151]. Calitatea nutrițională a nucilor este determinată de conținutul înalt de lipide și proteine, vitaminele E și cele din grupa B, potasiu, fosfor, magneziu, calciu, fier. Păstrarea calității prescrise este asigurată prin măsuri speciale în ceea ce privește ambalarea, manipularea, transportul și în special depozitarea. Oscilațiile umidității relative și temperaturii aerului pot provoca modificări calitative importante pe perioada păstrării, mai ales oxidarea lipidelor și mucegăire- procese care sunt influențate în mare măsură de proprietățile adsorbante ale nucilor.

În continuare vor fi prezentate unele date referitoare la caracteristicile tehnice ale nucilor și compoziția chimică a miezului, respirația nucilor la păstrare și proprietățile higroscopice ale cojii, membranei (peretele) despărțitoare interne și a miezului de nuci.

3.1. Caracteristicile tehnice ale nucilor

În calitate de obiectede cercetare au servit nucile în coajă și miezul de nuci din soiul „Cogălniceanu”, recoltele anilor 2012-2016. Calitatea nucilor a fost apreciată prin analiza multivariată.

Dimensiunile nucilor (lungimea (L), lățimea (l), grosimea (G)) au fost determinate prin măsurări directe. Pentru analiza miezului, nucile în coajă au fost sparse manual. După spargere miezul a fost cântărit, iar randamentul miezului s-a calculat după formula:

$$M(\%) = \frac{M_m}{M_n} \cdot 100 \quad (3.1)$$

M_m – masa miezului, g; M_n – masa nucilor, g.

Valorile dimensiunilor lineare măsurate și a parametrilor geometrici calculați sunt prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Caracteristicile tehnice ale fructelor de nuci

Parametri	Soi	Cogălniceanu
L, mm		22,30±1,70
l, mm		16,68±1,71
G, mm		18,45±1,72
M, g		8,95±0,59
M (%)		46,42±1,78

3.2 Compoziția chimică a nucilor

Au fost determinate compoziția chimică brută (substanța uscată, apa, lipide totale, proteine totale, glucide și substanțe minerale totale), compoziția în aminoacizi (g AA/100g *proteină*) a proteinelor totale și compoziția în acizi grași (g AG/100g *ulei*). Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 3.2-3.4.

Tabelul 3.2. Compoziția chimică brută a miezului de nuci

Nr. crt	Indici	Conținut, %
1.	Umiditatea nucilor în coajă	5,71 ±0,02
2.	Umiditatea miezului	3,70±0,05
3.	Proteine	15,37 ±0,78
4.	Grăsime	63,17 ±0,05
5.	Glucide	10.06±0.49
6.	Cenușă	2,01 ±0,01

Tabelul 3.3 Compoziția în aminoacizi a proteinelor din miezul de nuci, g/100 g proteină

Denumirea AA	Conținut AA, g/100 g proteină	Indicele Chemic, %
α – Lizină	2,46±0,08	44,90±0,24
α - Treonină	3,33±0,12	83,50±0,42
α – Fenilalanină	3,14±0,06	104,70±0,24
α – Izoleucină	3,56±0,09	89,30±0,16
α – Leucină	6,97±0,13	99,70±0,19
α - Metionină+ α – cisteină	0,82±0,05	61,90±0,17
α – Valină	2,78±0,04	77,22±0,14
α – Triptofan	0,27±0,03	270,00±0,21

Tabelul 3.4. Compoziția în acizi grași a lipidelor din miezul de nuci

Acid gras	Conținut, %	Acid gras	Conținut, %
1	2	3	4
C6:0 a. Capronic	0,17±0,01	C18:2 n 6 n Linoleic (ω6)	12,98±0,12
C8:0 a. Caprilic	0,05±0,01	C18:2 gama linoleic(ω6)	56,93±0,09
C10:0 a. Caprinic	0,11±0,01	C18:3 n 3 linolenic (ω3)	10,51±0,11
C11:0 a. Undecanoic	0,47±0,06	C20:1 a. Gadoleic	0,04±0,01
C12:0 a. Lauric	0,79±0,02	C20:2 Eicosadienoic	0,20±0,03
C13:0 a. Tridecanoic	0,08±0,01	C20:3 n 3 Eicosatrienoic	0,07±0,01
C14:0 a. Miristic	0,03±0,01	C22:0	0,02±0,003
C14:1 a. Miristioleic	0,03±0,01	C22:1	0,05±0,002
C15:0 a. Pentadecanoic	0,10±0,02	C22:2 a. <i>Cis</i> -13, 16- docosadienoic	0,24±0,01
C15:1 a. <i>cis</i> 10 <i>Pentadecanoic</i>	0,24±0,06	C23:0 a. Tricosanoic	0,08±0,004
C16:0 a. Palmitic	5,52±0,10	C22:6 <i>cis</i> – 4, 7, 10, 13, 16,19	0,16±0,02
C16:1 a. Palmitoleic	0,28±0,05	docosahexanoic	
C17:0 a. <i>Heptadecanoic</i>	0,03±0,01	Σ AG	96,57±0,06

Continuare tabelul 3.4			
1	2	3	4
C17:1 a. <i>cis</i> 10 <i>Heptadecanoic</i>	0,02±0,001	∑ AGS	7,53±0,04
C18:0 a. Stearic	0,03±0,008	∑ AGM	7,93±0,33
C18:1 a. π Oleic	7,25±0,07	∑ AGP	81,10±0,51
		AGP/AGM	10,22±0,33

S-a constatat că conținutul de nutrimente din nucile de soi Cogălniceanu este comparabil cu datele prezentate în literatura de specialitate pentru alte genotipuri de nuci. [6, 80, 132, 179, 180]. Astfel, cantitatea de acid linolenic în nucile Moldave de soi Cogălniceanu este de 10,51%, iar pentru acidul linoleic s-a înregistrat valoarea de 69,91%. În lucrările sale *Gulcan* prezintă conținutul acizilor grași ai nucilor din Turcia, iar ponderea acidului linolenic este de 17,83% din lipide, iar acidul linoleic constituie 51,6%. Pentru nucile din Franța, *Lavedrine* prezintă conținutul acestor doi acizi grași astfel: acidul linolenic – 9,40%, iar acidul linoleic – 65,8%.

Proteinele nucilor conțin toți aminoacizii, cea mai mare parte revenind leucinei (6,97 g/100 g proteină) - aminoacid important pentru sinteza proteinelor și în multe funcții metabolice. Leucina contribuie la reglarea nivelului de zahăr din sange, creșterea și repararea mușchilor și a țesutului osos, producția de hormoni de creștere și vindecarea rănilor. Este relativ mare și conținutul de izoleucină, iar triptofanul este prezent în cantități mai mici. Analiza echilibrului relativ al aminoacizilor esențiali al proteinelor nucilor, raportat la proteina de referință arată că nucile au un conținut relativ limitant de meteonină+cisteină, treonină, izoleucinăși pronunțat limitant de lizină (indice chimic-44,9%).

Lipidele miezului de nuci au un conținut redus de acizi grași saturați (7,5%), iar acizii grași polinesaturați (a. linoleic ω 6 și a. linolenic ω 3) constituie peste 81 % din totalul acizilor grași.

3.3 Respirația fructelor de nuci la păstrare

Respirația este un proces de descompunere oxidativă a moleculelor substraturilor complexe prezente în celulele vegetale (amidon, zaharuri, acizi organici) în molecule simple, cum ar fi CO₂ și H₂O. Prin această reacție catabolică se eliberează mari cantități de energie și se produc numeroase substanțe intermediare, care sunt necesare pentru a susține multitudinea de reacții metabolice esențiale și a menține organizarea celulară și integritatea membranei celulelor vii. Intensitatea respirației este dependentă de factori interni (care sunt funcție în sine a produsului) și externi (temperatura și compoziția mediului de păstrare). Deoarece viteza de respirație este strâns legată de rata metabolismului, măsurarea respirației este un mijloc efectiv, nondistructiv de monitorizare a stării metabolice și fiziologice a țesuturilor.

Ca urmare a procesului de respirație calitatea nutritivă a produselor scade. De aceea unul din obiectivele tehnologiei post-recoltare este reducerea intensității respirației și altor reacții metabolice asociate cu scăderea calității, prin manipularea mediului extern.

În general, durata de conservare a produselor alimentare vegetale variază invers proporțional cu rata respirației. Acest lucru se datorează faptului că respirația furnizează compuși care determină rata proceselor metabolice direct legate de parametri de calitate, cum ar fi fermitatea, conținutul de zahăr, aromă și gust. Legumele și fructele cu rate mai mari de respirație au o viață de depozitare mai scurtă decât cele cu rate mai mici de respirație [62]. Rata respirației depinde de mediul din spațiile de păstrare, în special de compoziția gazoasă, umiditatea relativă și temperatură. Scăderi ale concentrației de O_2 precum și creșteri ale concentrației de CO_2 conduc la o scădere, până la anumite limite a intensității respirației [178]. Date privind relația dintre intensitatea respirației și parametri menționați au fost publicate pentru diferite produse (mai puțin pentru nuci).

Procesul de respirație a fructelor reprezintă un subiect relativ larg abordat în literatura științifică și de specialitate, însă studiile referitoare la nucile *Juglans Regia* sunt foarte limitate, iar pentru nucile cultivate în Modova lipsesc totalmente. Evoluția intensității respirației nucilor proaspete (direct după recoltare) păstrate la temperatura de 20 °C a fost monitorizată timp de 60 zile din momentul depozitării (figura 3.1).

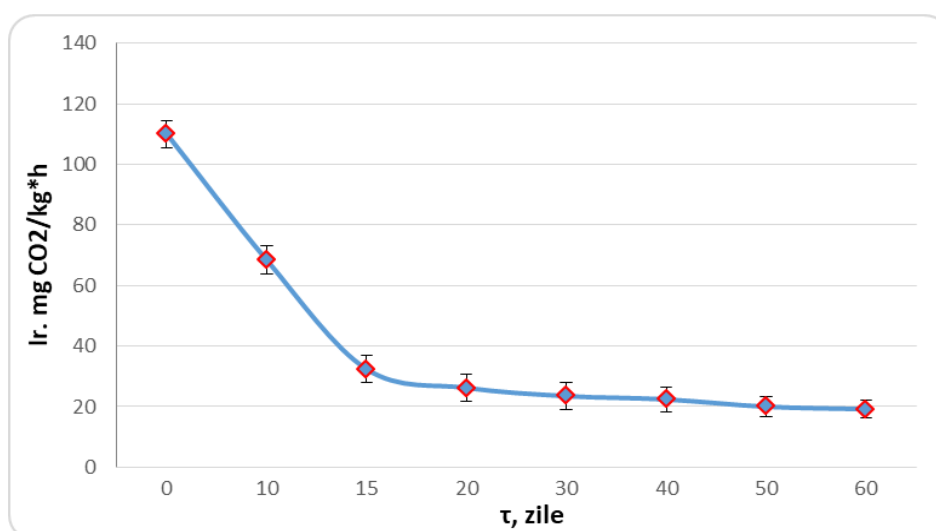


Figura 3.1 Evoluția intensității respirației nucilor proaspete la păstrare

Intensitatea respiratorie inițială a nucilor este destul de înaltă atingând valori de 110 mg CO_2 /kg·h, însă scade brusc în primele 15 zile de păstrare până la valori de 32,4 mg CO_2 /kg·h. În perioada următoare rata de respirație continuă să scadă însă cu o viteză mult mai mică. Această scădere este probabil (cel puțin parțial) legată de reducerea umidității nucilor, care conform surselor bibliografice scade de la 20% pentru nucile proaspete imediat după recoltare până la 12% după a 15-a zi și 7% - spre sfârșitul păstrării (figura 3.2).

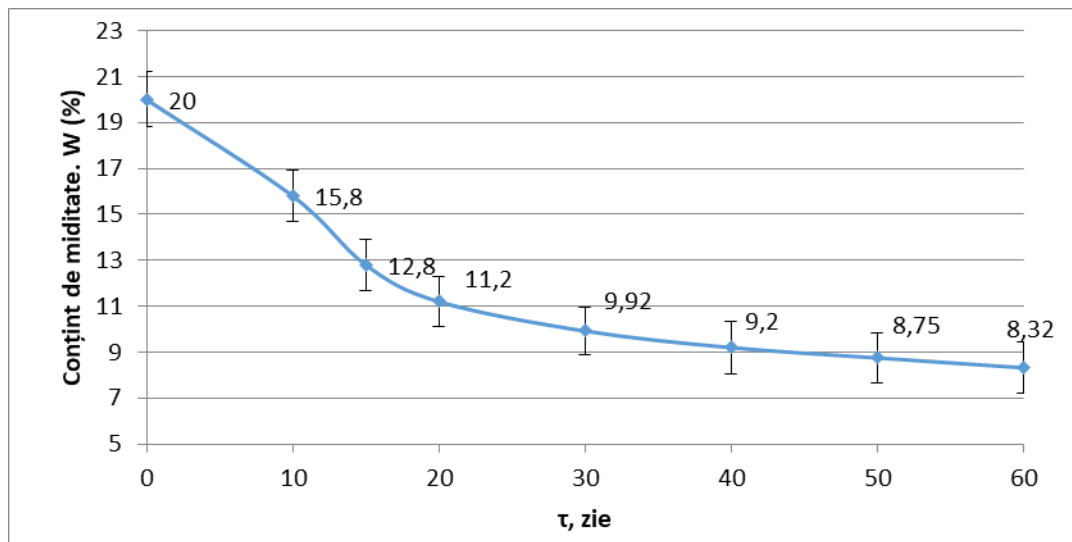


Figura 3.2 Evoluția conținutului de umiditate al nucilor proaspete la păstrare

Pentru a identifica impactul temperaturii mediului și a stării morfologice asupra procesului de respirație a fost studiată intensitatea respirației nucilor în coajă (uscate până la $W=7\%$) și respectiv a miezului de nucă la diverse temperaturi [30]. Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 3.3.

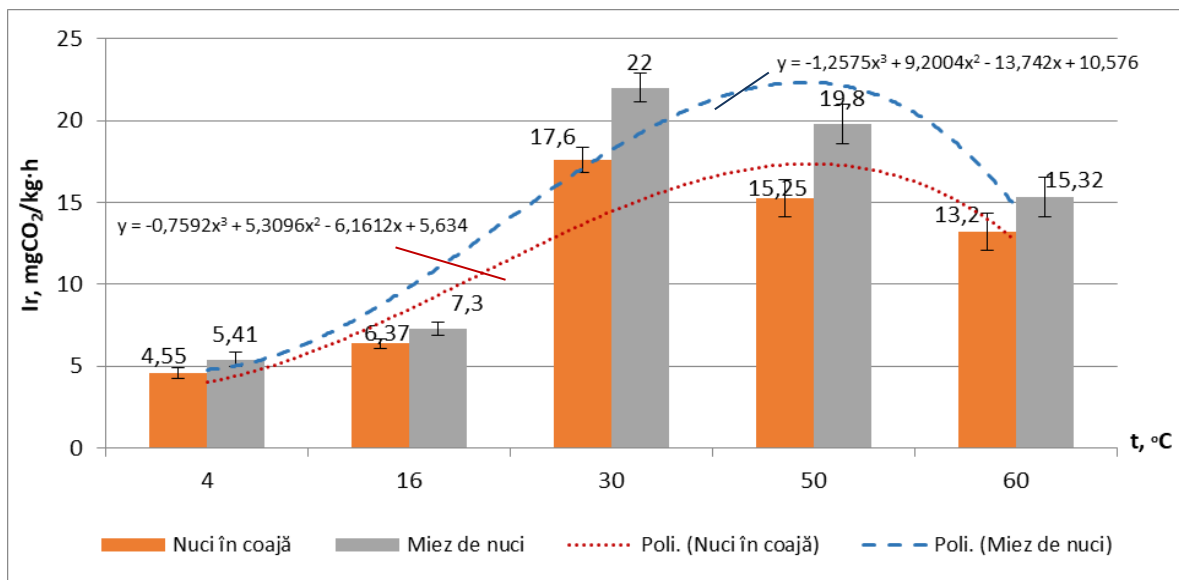


Figura 3.3. Dependența intensității respirației nucilor în coajă și miezului de nucii de temperatura mediului

Figura 3.3 reflectă intensitatea respirației nucilor în coajă. Valori maxime ale acestui indicator s-au obținut la păstrarea nucilor la temperatura de 30 °C ($IR = 17,6 \text{ mg CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ pentru nucile în coajă și $19,8 \text{ mg CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ pentru miezul de nucii), după valori de $t > 30^\circ\text{C}$ intensitatea respirației fructelor de nucii tinde să scadă până la valori de $13,20 \text{ mg CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ pentru nucile în coajă și $15,32 \text{ mg CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ pentru miezul de nucii.

S-a constatat că intensitatea respirației miezului de nucă este mai mare decât a nucii în coajă. Din figura și ecuațiile prezentate deducem că rata respirației nucilor și miezului de nuci depinde în mare parte de temperatura de păstrare a acestora. Intensitatea respirației în ambele cazuri crește lent odată cu creșterea temperaturii de la 4 până la 16 °C, mai apoi urmează o creștere bruscă până la valoarea maximală la temperaturi de cca 30-50 °C, urmată de scăderea intensității respirației la temperaturi mai mari. Este de menționat că respirația miezului de nuci este mai mare decât a nucilor în coajă, coaja servind ca barieră pentru contactul direct dintre miez și oxigen. Valoarea mărită a intensității respirației în diapazonul dat de temperaturi poate fi explicată prin sporirea activității lipazelor care induc procesele de hidroliză a lipidelor și sporesc cantitatea de substrat (acizii grași) pentru procesele respiratorii. Lipazele endogene din miezul de nuci hidrolizează lipidele până la glicerină și acizi grași liberi, care mai apoi sunt oxidați pentru a produce energia necesară pentru încolțire și dezvoltarea plantelor. La temperaturi mai mari are loc denaturarea și inactivarea enzimelor.

Dependența indicelui de aciditate (care exprimă conținutul de acizi grași liberi) a grăsimilor nucilor în coajă și a miezului de nuci păstrate la diferite temperaturi este prezentată în figura 3.4.

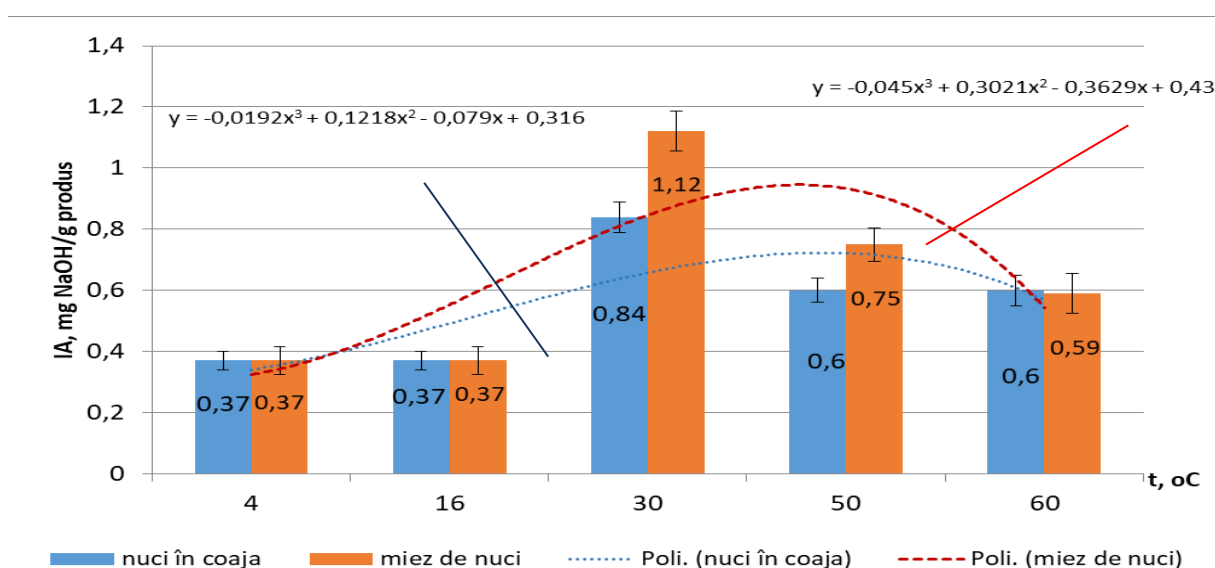


Figura 3.4. Dependența indicelui de aciditate a grăsimilor nucilor în coajă și a miezului de nuci de temperatura mediului de păstrare

Se observă că indicele de aciditate corelează cu temperatura de păstrare, dar mai pronunțat în cazul miezului și mai lent în cazul nucilor în coajă. *Canakci (2001)* menționează că acizii grași nesaturați sunt mai ușor oxidați în stare liberă decât atunci când sunt în structura gliceridelor [38].

3.4. Proprietățile higroscopice ale nucilor

Majoritatea produselor alimentare, inclusiv nucile, au proprietatea de a adsorbi și de a ceda apă cu ușurință pentru a ajunge în echilibru cu mediul exterior, proprietate definită prin higroscopicitatea produsului, a cărei valoare este foarte importantă pentru determinarea stabilității produsului respectiv. Comportamentul produselor alimentare față de fenomenele de sorbție și desorbție se reprezintă prin izoterme de sorbție și desorbție care, exprimă cantitatea de apă înșușită sau cedată de un produs în contact cu vaporii de apă din mediul exterior, în condiții de temperatură și umiditate relativă prestabilite, până la realizarea echilibrului hidric cu mediul.

Calitatea finală a nucilor este definită de oxidarea lipidelor, aspectul, textura, aroma, compoziția chimică, valoarea nutritivă și siguranța alimentară [206]. Toate acestea sunt în strânsă legătura cu proprietățile higroscopice ale nucilor întregi și a componentelor lor (coajă, miez și membrane intermediare - pereți care despart miezul nucii). Cunoașterea proprietăților higroscopice (umiditatea de echilibru, capacitatea de adsorbție monostrat, căldura de sorbție) sunt necesare pentru definirea limitelor de deshidratare ale alimentelor, estimarea modificării umidității în condiții prestabilite de temperatură și umiditate a aerului, prevenirea alterărilor microbiologice, optimizarea proceselor tehnologice (uscarea, ambalarea și păstrarea alimentelor) [148].

În acest compartiment au fost stabilite izotermele de adsorbție-desorbție a cojii, miezului și membranelor intermediare ale nucilor și testate unele modele matematice a izotermelor de sorbție și identificate cele care ajustează bine datele experimentale; a fost de asemenea determinată căldura isosterică de adsorbție și desorbție [36, 37].

3.4.1. Izotermele de sorbție

Au fost determinate curbele de adsorbție - desorbție pentru nucile întregi și a părților lor – miez, cochilie și membrană la 4 ± 1 °C, 20 ± 1 °C, 30 ± 1 °C și 40 ± 1 °C. Experimentele au fost realizate cu nuci (*Juglans Regia L.*), varietatea Cogălniceanu, recoltate pe plantațiile din s. Iargara, raionul Leova. Izotermele de sorbție au fost determinate experimental prin metoda statică (gravimetrică). Eșantioanele pentru adsorbție și desorbție au fost plasate în exicatori cu acid sulfuric H₂SO₄ cu concentrații prestabilite și menținute la temperatură și umiditate relativă constante până la stabilirea echilibrului termodinamic.

Experiențele au fost realizate la temperaturi : 4 ± 1 °C, 20 ± 1 °C, 30 ± 1 °C și 40 ± 1 °C. Timpul de stabilire a echilibrului de adsorbție a fost de 7 zile. Umiditatea probelor după stabilirea echilibrului termodinamic a fost determinată prin uscare la 105°C.

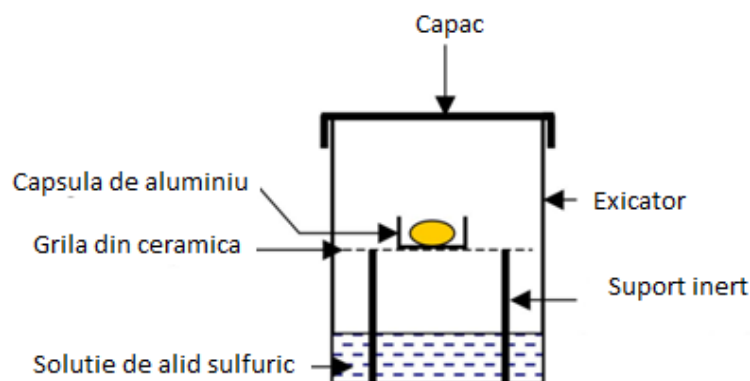


Figura 3.5 Schema dispozitivului experimental

S-a stabilit că valorile umidității de echilibru în condiții staționare de mediu (temperatură și umiditate) formează seria miez < cochilie < membrană. Higroscopicitatea mărită a cochiliei și membranei rezultă din structura poroasă dezvoltată a lor și din conținutul ridicat de celuloză și hemiceluloză, grupele -OH ale cărora leagă o cantitate semnificativă de apă prin punți de hidrogen. Valoarea mică a umidității de echilibru a miezului se datorează afinității reduse pentru apă și higrofobicității acestuia (conținut de grăsime mare).

Datele experimentale care caracterizează dependența umidității de echilibru a cojii, miezului și membranelor intermediare ale nucilor la temperaturile studiate sunt prezentate în figurile 3.6-3.17.

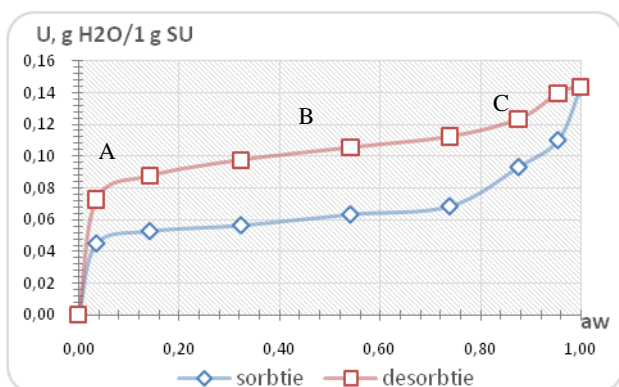


Figura 3.6. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru miezul de nuci la $4\pm 1^\circ\text{C}$

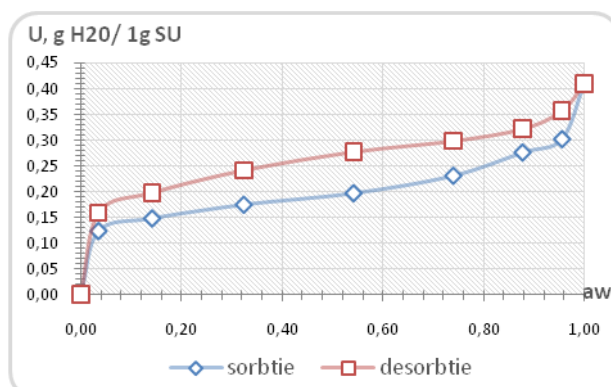


Figura 3.7. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru coaja de nuci la $4\pm 1^\circ\text{C}$

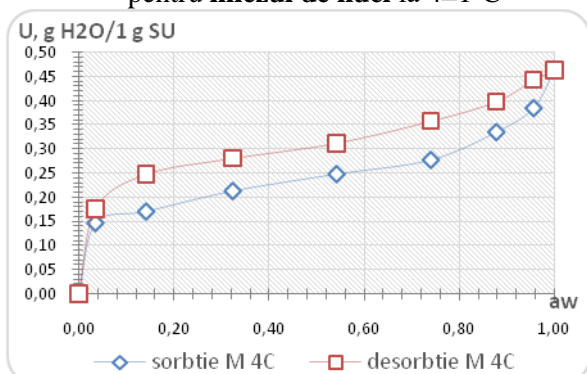


Figura 3.8. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru membrana nucilor la $4\pm 1^\circ\text{C}$

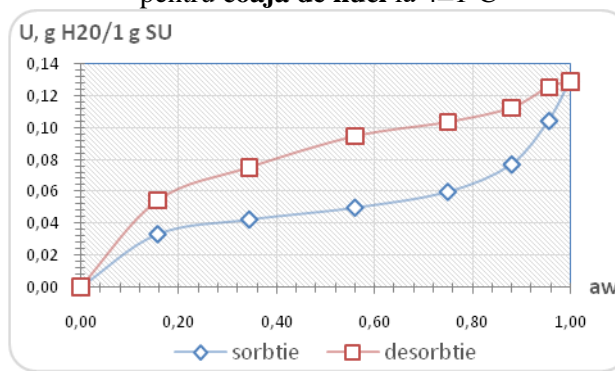


Figura 3.9. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru miezul de nuci la $20\pm 1^\circ\text{C}$

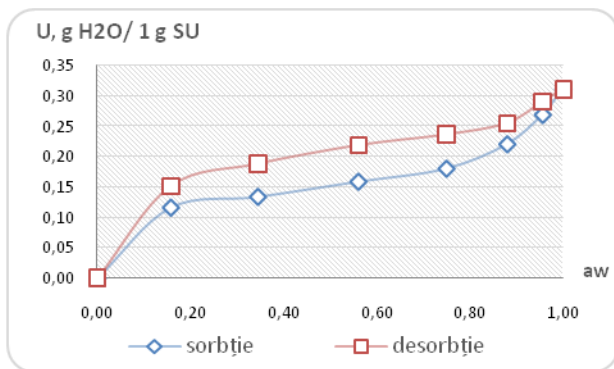


Figura 3.10. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru coaja de nuci la $20\pm 1^\circ\text{C}$

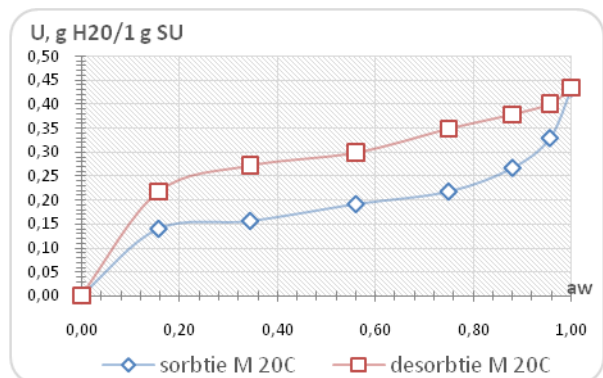


Figura 3.11. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru membrana nucilor la $20\pm 1^\circ\text{C}$

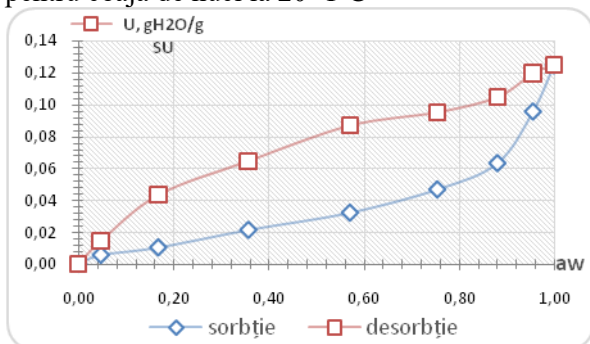


Figura 3.12. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru miezul de nuci la $30\pm 1^\circ\text{C}$

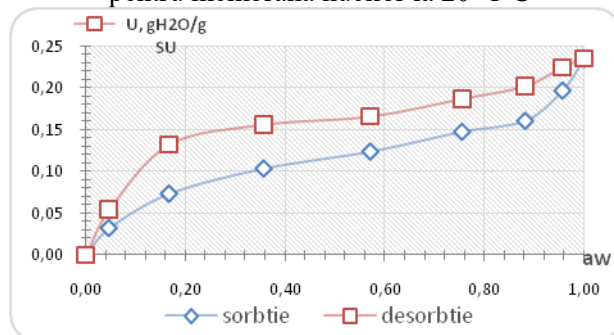


Figura 3.13. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru coaja de nuci la $30\pm 1^\circ\text{C}$

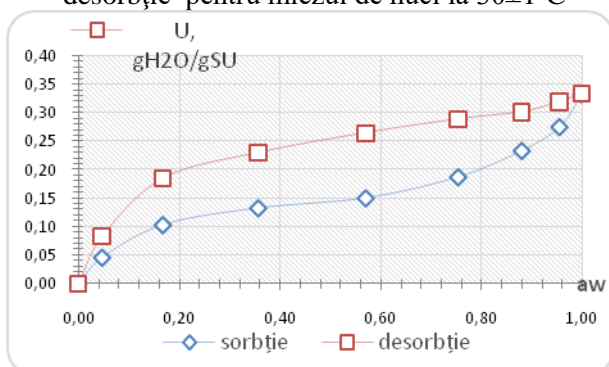


Fig. 3.14. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru membrana nucilor la $30\pm 1^\circ\text{C}$

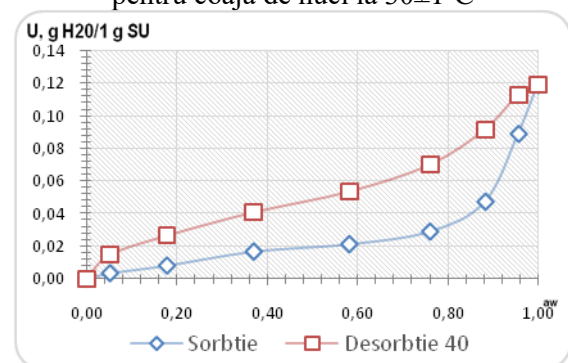


Fig. 3.15. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru miezul de nuci la $40\pm 1^\circ\text{C}$

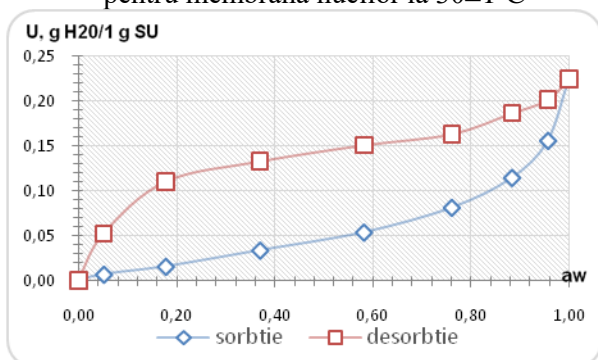


Fig. 3.16. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru coaja de nuci la $40\pm 1^\circ\text{C}$

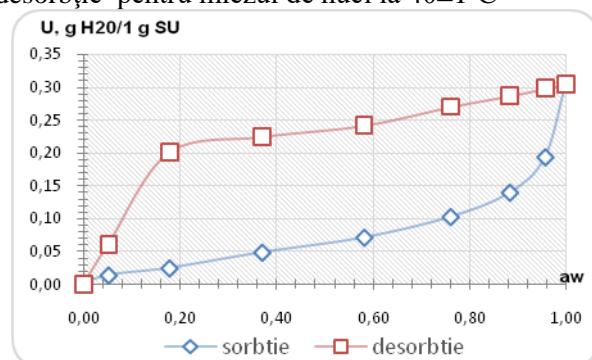


Fig. 3.17. Izotermele de adsorbție și desorbție pentru membrana nucilor la $40\pm 1^\circ\text{C}$

Curbele de adsorbție-desorbție obținute arată că pentru o activitate a apei constantă, umiditatea produselor la desorbție este mai mare decât la adsorbție. Izotermele de sorbtie au o alură

sigmoidă de tipul II, similare cu cele caracteristice majorității produselor alimentare. Pentru aceeași activitate a apei a mediului, umiditatea de echilibru a eșantioanelor crește odată cu scăderea temperaturii, care este în concordanță cu alte rezultate raportate în literatura de specialitate [206].

Curbele izotermelor de sorbție a vaporilor de apă pot fi împărțite în trei regiuni A, B și C, care indică diferitele mecanisme de legare a apei în puncte individuale din matricea solidă.

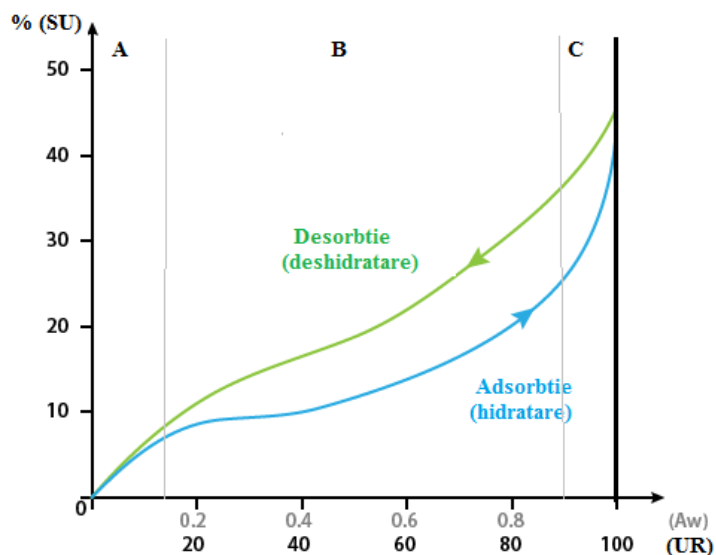


Figura 3.18. Izotermele de adsorbție și desorbție a vaporilor de apă

În *zona A*, apa este legată puternic și nu este disponibilă pentru reacție. Moleculele de apă sunt legate numai în strat monomolecular prin legături chimice puternice adsorbant-adsorbit, deseori prin intermediul unor centre specifice de legare. Efectul termic (ΔH_{ads}) este de ordinul 100-400 kJ/mol, comparabil cu cel al reacțiilor chimice. Fazele în contact suferă modificări ale structurii electronice, de aceea trebuie să învingă o barieră de potențial caracteristică acestor modificări, fiind deci un proces activat. Procesul are loc cu o viteză mai mică decât adsorbția fizică, datorită energiilor de activare mari. Moleculele de apă adsorbită sunt practic imobile și de obicei nu difuzează pe suprafață.

Regiunea A este numită zona de constituire a monostratului la suprafața produsului. Această zonă este caracterizată de interacțiunile Van der Waals între moleculele de apă și grupările funcționale (hidrofile) ale proteinelor ($-NH_3$, $-COOH$), glucidelor ($-OH$) dar și de forțele care mențin apa în cristalele zaharurilor simple și sărurilor minerale. Adsorbția moleculelor apei se realizează progresiv până la constituirea unui monostrat care acoperă toată suprafața externă a porilor produsului. În aceste condiții apa adsorbită este legată puternic, imobilă, foarte rigidă (stare solidă), nu este congelabilă și nici disponibilă pentru reacții chimice și procese fizico-chimice, iar izotermele de adsorbție și desorbție practic se suprapun. Trecerea în zona următoare are loc doar atunci când suprafața porilor este saturată.

În zona B, numită *adsorbție* ulterioară în *multistrat*, are loc adsorbția apei în straturi consecutive, apa este în stare intermediară (între solid și lichid) și apa este legată mai slab. Moleculele de apă se dispun în straturi polimoleculare pe suprafața plană a adsorbantului, între care se realizează legături fizice (legături de hidrogen sau Van der Waals) cu grupările polare ori ionice ale adsorbantului cât și prin procesul de *adsorbție* prin *capilaritate*. Moleculele adsorbite nu se pot deplasa de la un strat la altul. Pentru primul strat căldura de adsorbție are o valoare specifică, Q_1 , în timp ce pentru toate straturile ulterioare este egală cu Q_i , care reprezintă căldura de condensare a vaporilor de apă adsorbiți. Evaporarea și condensarea apei pot avea loc numai de la sau pe suprafețe neacoperite. La echilibru, cantitatea adsorbită pentru fiecare tip de suprafață atinge o valoare de echilibru. În această zonă relația dintre umiditatea adsorbantului și activitatea apei a_w este liniară.

În regiunea C – zona de condensare capilară - apa este practic liberă sau slab legată în capilare mai mari și este disponibilă pentru reacții și ca solvent. În majoritatea alimentelor umede apa din această zonă constituie până la 90% din conținutul total.

3.4.2 Influența temperaturii asupra proprietăților higroscopice ale nucilor

Studiul efectului temperaturii asupra izotermelor de sorbție are o importanță majoră, deoarece pe perioada de păstrare și depozitare alimentele sunt expuse unei game variate de temperaturi și schimbări datorită activității apei și a temperaturii.

În figurile 3.19-3.24 sunt prezentate izotermele de sorbție a miezului, membranei și cojii de nuci la 4 ± 1 , 20 ± 1 , 30 ± 1 și $40\pm 1^\circ\text{C}$.

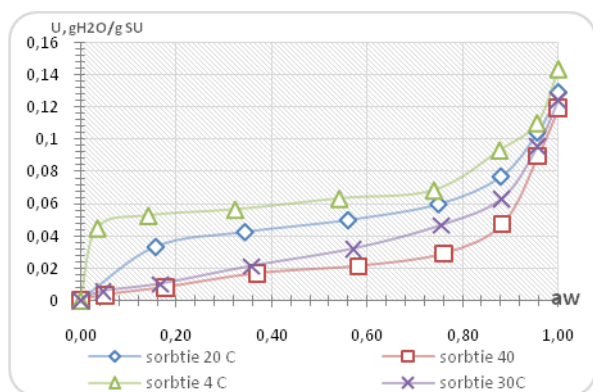


Figura 3.19. Influența temperaturii asupra capacității de adsorbție a miezului de nuci

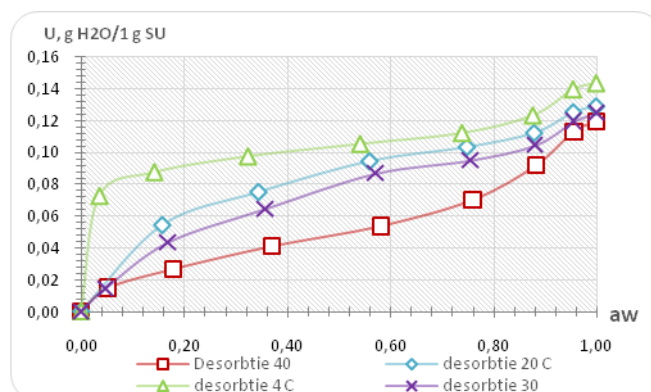


Figura 3.20. Influența temperaturii asupra capacității de desorbție a miezului de nuci

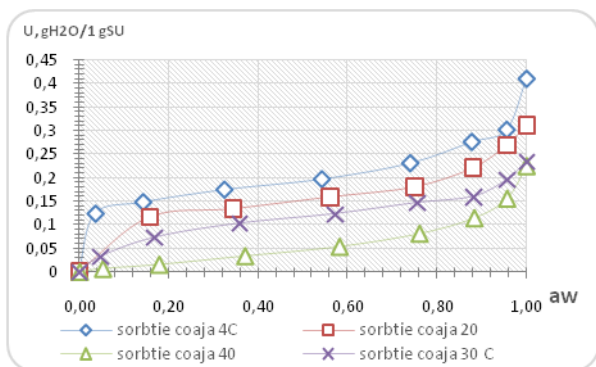


Figura 3.21. Influența temperaturii asupra capacității de adsorbție a cojii de nuci

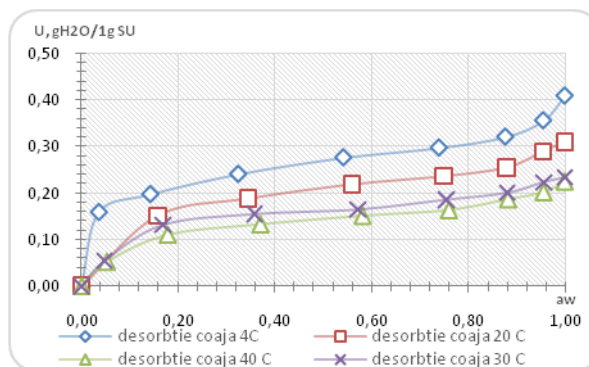


Figura 3.22. Influența temperaturii asupra capacității de desorbție a cojii de nuci

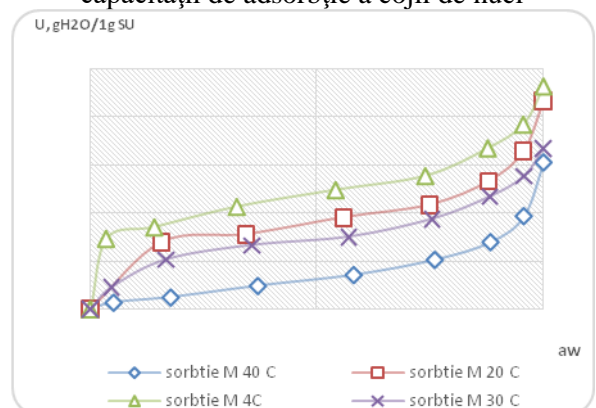


Figura 3.23. Influența temperaturii asupra capacității de adsorbție a membranei de nuci

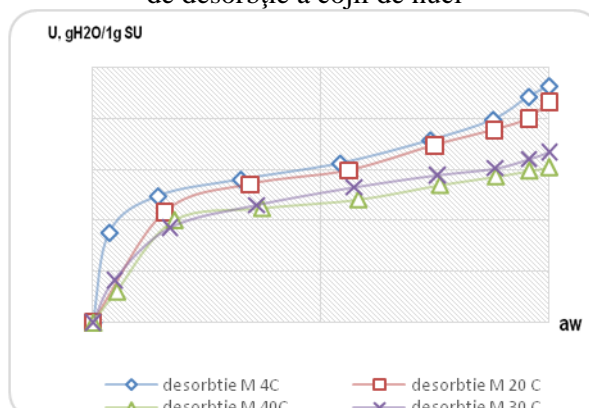


Figura 3.24. Influența temperaturii asupra capacității de desorbție a membranei de nuci

Din figurile prezentate mai sus este evident că diminuarea temperaturii are ca efect creșterea higroscopicității miezului, cojii și membranei de nuci. Toate izotermele indică o creștere mai pronunțată a umidității la 4°C și mai mică la 40°C. Astfel, avem maximele pentru miez la sorbtie și desorbție următoarele: 4°C -14,36% SU, 20°C -12,9% SU, 30°C-12,46 %SU, 40°C- 11,94% SU, pentru coajă: 4°C-40,91% SU, 20°C-31,10% SU, 30°C-23,45% SU, 40°C-22,46% SU, pentru membrană: 4°C-46,37% SU, 20°C- 43,42% SU, 30°C- 33,45% SU, 40°C- 30,44% SU.

Acest comportament poate fi explicat luând în considerare starea de excitație a moleculelor. Temperatura influențează mobilitatea moleculelor și echilibrul dinamic între vapori și fazele adsorbite. La temperaturi înalte moleculele se află într-o stare mare de excitație, care reduce forțele de atracție, care mărește distanța dintre molecule și scade capacitatea de sorbtie.

Tendințe similare au fost raportate în literatură pentru multe produse alimentare (ceai, nuci pecan, ș.a.) care susțin că această tendință se poate datora unei reduceri a numărului total de poziții active de legare a apei, ca urmare a modificărilor fizice și/sau chimice ale produsului induse de temperatură [8].

3.4.3 Modelarea izotermelor de sorbție

Pentru a interpreta curbele de adsorbție și desorbție a cojii, miezului și membranelor intermediare ale nucilor au fost utilizate modele matematice descrise în literatura de specialitate (tabelul 3.5) [195].

Tabelul 3.5 Modele matematice utilizate

Denumirea modelului matematic	Expresia modelului
1. GAB (Van den Berg and Bruin, 1981)	$X = X_m C K a_w / [(1-K a_w) (1-K a_w + C K a_w)]$
2. Henderson (Henderson, 1952)	$X = [- \ln (1- a_w) / A]^{1/B}$
3. Oswin (Oswin, 1946)	$X = A [a_w / (1-a_w)]^B$
4. Peleg (Peleg, 1993)	$X = m_1 a_w^{n_1} + m_2 a_w^{n_2}$
5. Smith (Smith, 1947)	$X = c_1 - c_2 \ln (1- a_w)$
6. Caurie (Caurie, 1970)	$X = \exp (a + b a_w)$

unde :

- | | | | |
|------------|---|------------|--|
| a, b | – parametrii modelelor Caurie | m_1, m_2 | – parametrii modelului Peleg |
| a_w | – activitatea apei | n_1, n_2 | – parametrii modelului Peleg |
| A, B | – parametrii modelului Henderson și Oswin | X | –umiditatea de echilibru (% SU) |
| c_1, c_2 | –parametrii modelului Smith | $X_{0.5}$ | –umiditatea de echilibru la $a_w=0,5$ (% SU) |
| C | – parametru a modelelor GAB | X_m | – umiditatea în monostrat (% SU) |
| K | – parametru a modelului GAB | | |

Ajustarea modelelor matematice GAB, Henderson, Oswin, Peleg, Smith și Caurie pentru izotermele de sorbție a fost efectuată cu utilizarea unui program de regresie neliniară, folosind software-ul Sci DAVis. Această metodă este folosită pentru a calcula coeficienții modelelor care descriu curbele de sorbție și parametrii lor statistici - coeficientul de corelare (R^2) și eroarea relativă medie (E %). Pentru a analiza *gradul de caracterizare* a proceselor de sorbție ale nucilor de către modelele matematice, au fost calculați 3 indici: eroarea relativă medie (E, %), e_{ave} – eroarea medie pătratică.

$$E = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|X_{ei} - X_{ci}|}{X_{ei}}, \quad (3.2)$$

$$e_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_{ei} - X_{ci})}{N} \quad (3.3)$$

$$RPEMP = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_{ei} - X_{ci})^2 \right]^{1/2}, \quad (3.4)$$

unde: X_{ci} - valoarea experimentală; X_{ci} -valoarea prezisă; e_{ave} - eroarea medie pătratică și N numărul de observații. Valorile E (%) sub 10 % sunt un indicator a unei bune descrieri a procesului de către modelul în cauză.

Astfel având doar cei doi parametri ai procesului de sorbție – a_w și U , g H₂O/g SU s-au construit curbele caracteristice sorbției și desorbției nucilor pentru diferite temperaturi. Rezultatele modelării izotermelor de adsorbție-desorbție (la 4, 20, 30 și 40°C) ale constituenților nucilor sunt prezentate în anexa 1. Valorile umidității de echilibru la adsorbția și desorbția probelor, obținute experimental și calculate conform ecuațiilor modelelor enumerate mai sus la patru temperaturi sunt prezentate respectiv în figurile 3.25 – 3.27 și în anexa 2.

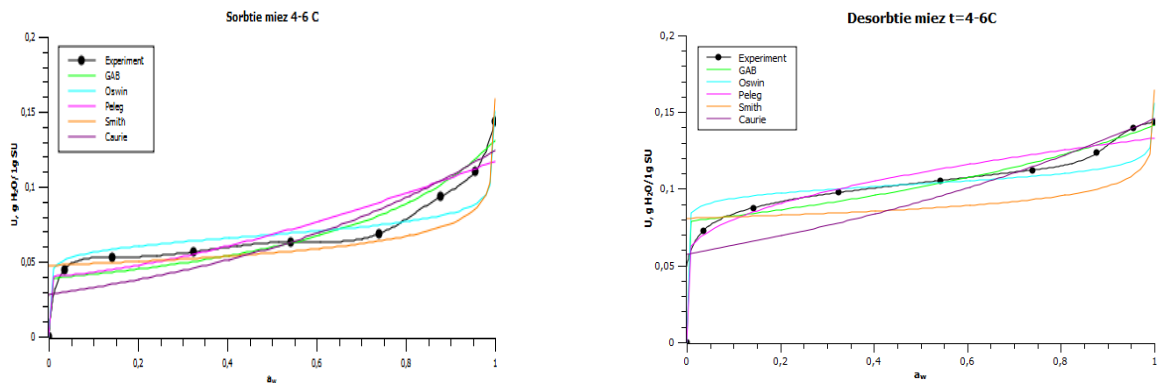


Figura 3.25. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a miezului de nucă (4 ± 1 °C)

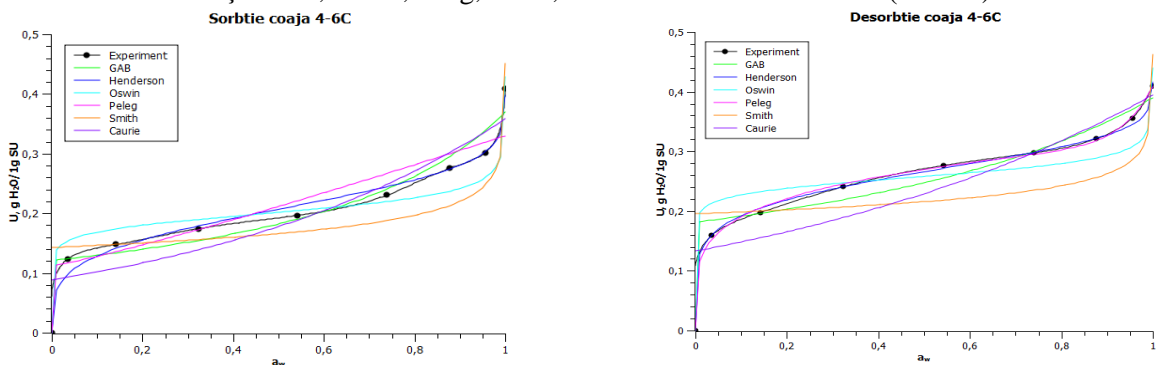


Figura 3.26. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația BET, GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a cojii de nucă (4 ± 1 °C)

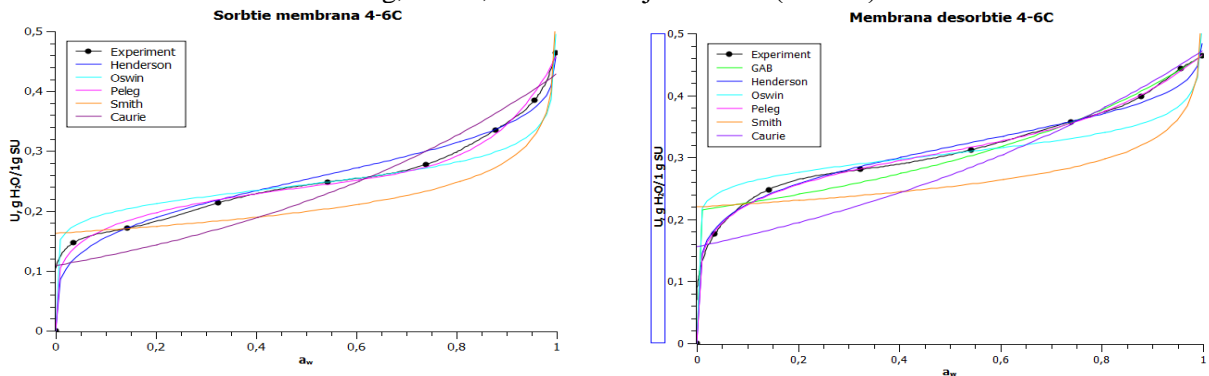


Figura 3.27. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a membranei de nucă (4 ± 1 °C)

Analizând rezultatele ajustării modelelor matematice pentru izotermele de sorbție și desorbție a miezului, cojii și membranei nucilor, observăm că dacă pentru miezul de nucă pot fi folosite toate modelele de calcul al conținutului de apă la diferite a_w deoarece valorile erorii relative $E\%$ sunt mai mici de 10%, atunci pentru coajă modelele matematice Oswin, Smith și Caurie au valorile erorii relative medii mai mari, între 11,81-25,20 %, deci nu pot fi recomandate pentru a calcula conținutul de apă la diferite a_w . Însă modelul Henderson poate fi folosit pentru coajă deoarece are valoarea medie $E = 0,13\%$. Pentru membrană la fel poate fi recomandat modelul Henderson, la care $E = 0,002-0,435\%$, iar modelele matematice Oswin, Smith și Caurie au valorile erorii relative medii mai mari de 10% (între 16,11 și 30,94%).

Modelele matematice GAB și Peleg, în cazul miezului de nuci, au valorile erorii relative medii mai mici de 10%, fiind valabile pentru izotermele de sorbție. Pentru modelul matematic GAB, valorile E variază între 3,56 % și 9,71 %, iar în cazul modelului Peleg, E oscilează între 3,69 % și 8,64 %. Astfel modelul Peleg este mai ajustabil decât modelul GAB și poate fi aplicat pentru a calcula conținutul de apă la diferite umidități relative a mediului.

3.4.4 Capacitatea de adsorbție monostrat și suprafața specifică

Stabilitatea produselor alimentare în timpul depozitării este satisfăcătoare sub anumite valori a umidității lor. Umiditatea optimală corespunde umidității în monostrat (X_m). Aceasta este definită ca fiind cantitatea de apă adsorbită pe site-urile hidrofile disponibile la suprafața adsorbantului. Apa din monostrat, fiind strâns legată, nu este disponibilă pentru creșterea microorganismelor și pentru diferite reacții, inclusiv enzimatice. În aceste condiții este foarte redusă și oxidarea lipidelor.

Având în vedere faptul că nucile (miezul) sunt bogate în lipide și pot fi atacate de diferite varietăți *de mucegai*, condiționarea lor la umiditatea care corespunde umidității în monostrat permite o depozitare satisfăcătoare pe termen lung.

În practică, pentru obținerea valorii umidității în monostrat este utilizată metoda Brunauer, Emmett și Teller (BET), care ia în considerare domeniile de a_w cuprinse între 0,05 și 0,35 și care corespund formării primului strat de adsorbție și formării parțiale a următoarelor straturi [179].

Ecuția BET este:

$$q_{ads} = \frac{q_m c p / p_0}{\left(1 - \frac{p}{p_0}\right) \left[1 + \frac{(c-1)p}{p_0}\right]} \quad (3.5)$$

unde: c -constanta BET;

q_{ads} - cantitatea de apă adsorbită, %;

q_m - cantitatea de apă adsorbită în monostrat ce corespunde presiunii parțiale monomoleculare $(p/p_0)_m$, % [88];

În forma liniarizată ecuația BET (cu două necunoscute - c și q_m) are forma următoare (ecuația BET liniarizată):

$$\frac{p/p_0}{(1-p/p_0)} \cdot \frac{1}{q_{ads}} = \frac{(c-1)}{q_m c} p + \frac{1}{q_m c} \quad (3.6)$$

Reprezentarea grafică a $\frac{p/p_0}{(1-p/p_0)} \cdot \frac{1}{q_{ads}}$ în funcție de p/p_0 pentru domeniul $0,05 < p/p_0 < 0,35$ este de regulă o dreaptă având ordonata la origine $Y = (q_m \cdot c)^{-1}$ și panta $\text{tg}\beta = (c-1) \cdot (q_m c)^{-1}$ (figura 3.28). Din panta drepte și ordonata la origine se calculează cantitatea de apă necesară realizării stratului monomolecular, q_m , precum și constanta BET, C ($C=1+ \text{tg}\beta/Y$).

$$\frac{(c-1)}{q_m c} + \frac{1}{q_m c} = \frac{1}{q_m} \quad (3.7)$$

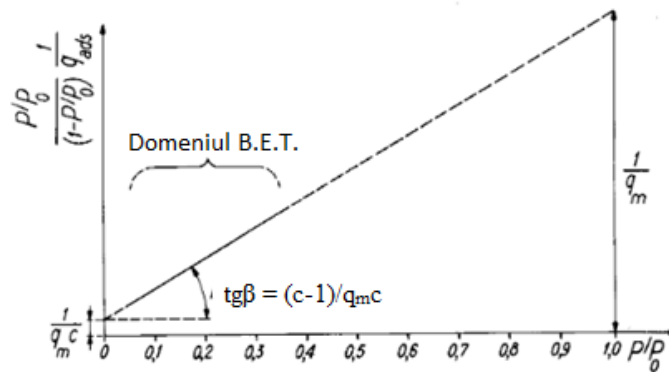


Figura 3.28. Transformata BET

Suprafața specifică BET, a_{BET} , se calculează cu relația:

$$a = \left(\frac{n_m^s}{m^s} \right) N_A \sigma_m \quad (3.8)$$

unde:

n_m^s - cantitatea de apă corespunzătoare realizării stratului monomolecular (ncm^3);

N_A - numărul lui Avodagro ($6,023 \cdot 10^{23}$ molecule/mol);

σ_m - suprafața pe care o ocupă o singură moleculă de apă adsorbită (în cazul apei $\sigma_{m(H_2O)} = 0,22 \text{ nm}^2$);

m^s - masa de probă luată în lucru (măsurată în g).

Cantitatea de apă, adsorbită în monostrat (sau capacitatea de adsorbție monostrat) - q_m , și suprafețele specifice ale miezului, cojii și membranelor de nucleu - a , sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Tabelul 3.6 Valorile capacității de adsorbție monostrat și a suprafețelor specifice ale miezului, cojii și membranelor de nucă la 5 și 10°C

Parametru	Miez		Coaja		Membrana	
	4°C	10°C	4°C	10°C	4°C	10°C
Capacitatea de adsorbție monostrat, q_m , % s.u..	2,44±0,05	2,29±0,06	3,50±0,05	4,79±0,08	7,05±0,05	6,41±0,11
Suprafața specifică, a , m^2g^{-1}	80,8±1,33	86,3±1,23	123,7±1,20	169,3±0,89	310,6±1,11	226,4±1,28

Capacitatea de *adsorbție monostrat*, precum și suprafața specifică a cojii și membranelor nucilor scade cu creșterea temperaturii, indicând faptul că numărul de site-uri active scade. Rezultatele obținute sunt foarte importante pentru stabilirea unor parametri la uscarea și mai ales la păstrarea nucilor.

3.4.5 Căldura de adsorbție și desorbție

Valorile căldurii de sorbție la o anumită umiditate furnizează informații despre starea apei absorbite (gradul interacțiunilor apă-apă și solid-apă) și, prin urmare, despre proprietățile fizice, chimice și stabilitatea microbiologică a materialului alimentar în anumite condiții de depozitare. În plus, variația termică a sorbției în funcție de umiditatea produsului furnizează date valoroase pentru calculele consumului de energie și proiectarea ulterioară a echipamentelor de deshidratare [8].

Căldura izosterică de sorbție, Q_{st} este cantitatea de energie necesară pentru a transforma apa de la o unitate de masă de produs din stare lichidă în stare gazoasă (la temperatura și activitatea apei date). Căldurile de sorbție au fost calculate folosind ecuația Clausius-Clapeyron:

$$\ln \frac{a_{w1}}{a_{w2}} = \frac{Q_{st}}{R} * \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (3.9)$$

unde:

a_{w1} , a_{w2} - valorile activității apei, la temperaturile T_1 și T_2 (K)

Q_{st} - căldura izosterică de sorbție, $kJ \cdot mol^{-1}$

R- constanta universală a gazelor ideale ($R=8,3 J mol^{-1}K^{-1}$)

Relația dintre căldura izosterică de sorbție și umiditatea de echilibru pentru miezul de nucă este prezentat în figura 3.29.

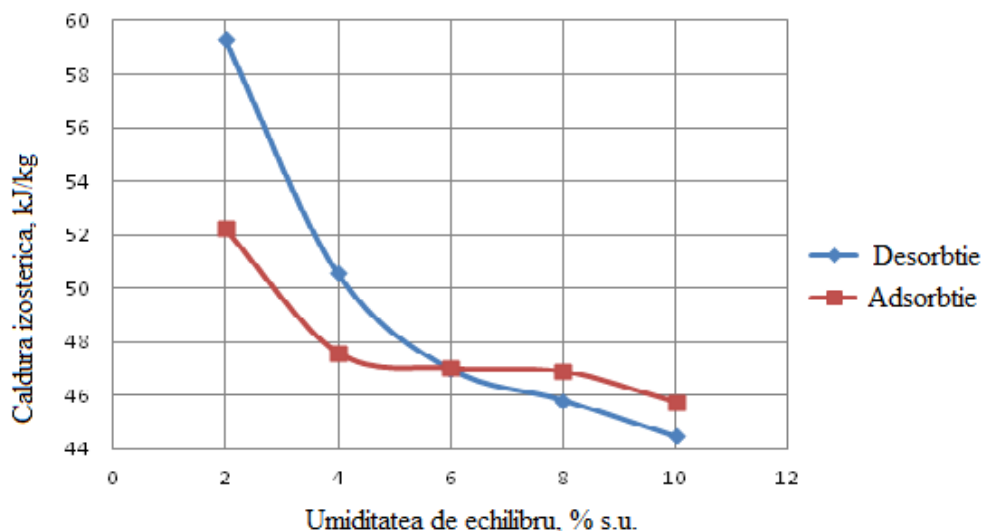


Figura 3.29. Relația dintre căldura izosterică de sorbție și umiditatea de echilibru pentru miezul de nucă

Valorile Q_{st} sunt în relație inversă cu umiditatea de echilibru a miezului: căldura izosterică crește odată cu scăderea umidității de echilibru. La valori mari ale umidității de echilibru, valoarea Q_{st} se apropie de căldura latentă de vaporizare a apei (44.15 kJ/kg la $t = 20^{\circ}\text{C}$) ceea ce înseamnă că valoarea energiei de legătură a apei cu substratul tinde la zero [24].

Creșterea valorii căldurii izosterice Q_{st} odată cu reducerea umidității de echilibru se explică prin faptul că inițial adsorbția are loc pe site-urile polare active (grupe hidrofille) de la suprafața adsorbantului, și, prin urmare au energia de legătură între solid și apă mai mare. Din momentul când site-urile active devin ocupate, sorbția se produce pe site-uri mai puțin active, iar energia de legătura apă - solid scade.

Pentru toate probele căldura izosterică de sorbție este mai mică la adsorbție și mai mare pentru desorbție, aceasta însemnând că energia consumată în timpul desorbției este mai mare decât cea la adsorbție. *Mghazli (2016)* consideră că acest lucru se datorează modificărilor structurale care au loc în timpul desorbției. O alta cauză a acestui fenomen ar fi rezistența sporită la mișcarea apei din interior spre suprafața eșantioanelor. Ca rezultat al acestor modificări, energia totală de legare a adsorbantului se modifică pe tot parcursul legării cooperative a apei, în care apar efecte de blocare. Fenomenul indicat explică nu numai diferența dintre căldurile de adsorbție și desorbție, ci și diferența dintre conținutul de umiditate în cazurile de adsorbție și desorbție la o activitate a apei definite [145]. Conform *Mghazli (2016)* căldura de sorbție mare la valori reduse ale umidității de echilibru se explică prin faptul că apa este strâns legată de material și prin urmare, prezintă o energie de interacțiune ridicată. La valori mari a umidității de echilibru, site-urile mai active devin ocupate și sorbția are loc la site-uri mai puțin active cu o cantitate mai mică de căldură.

3.5 Modificarea calității nucilor la păstrare

3.5.1 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 dintr-o clasificare generală a defectelor și din adoptarea unui sistem de ponderi corespunzătoare fiecărui tip de defect.

În urma analizei conformității loturilor de nuci Reglementării tehnice „Fructe de cultură 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 3.7).

Tabelul 3.7. Clasificarea defectelor nucilor pe categorii

Tipul defectelor	Caracteristica defectului	Defecte identificate în loturile de nuci
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 rânțed 6. Prezența mirosului străin 7. Prezența miezului cu umiditate excesivă 8. Prezența miezului negru/pătat 9. Aspect uleios al miezului
Secundar	În principiu nu afectează prea mult posibilitatea de utilizare; este sesizabil de consumatori dar nu generează reclamații.	10. Culoarea 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 prezentată în tabelul 3.8.

Tabelul 3.8. Frecvența apariției defectelor identificate într-un lot de nuci recoltate în anul 2016, și păstrate 12 luni

Nr.	Defectul constat	Frecvența apariției, %	Frecvența relativă,%
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
	Culoarea 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 realizată analiza Pareto. Principiul Pareto se mai numește *regula 80/20*, conform căreia se consideră ca 80% din efecte (defecte de calitate) apar ca urmare a doar 20% din cauzele existente. În baza frecvențelor relative a defectelor a fost construită diagrama Pareto (figura 3.30), care se prezintă sub formă de o histogramă 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.

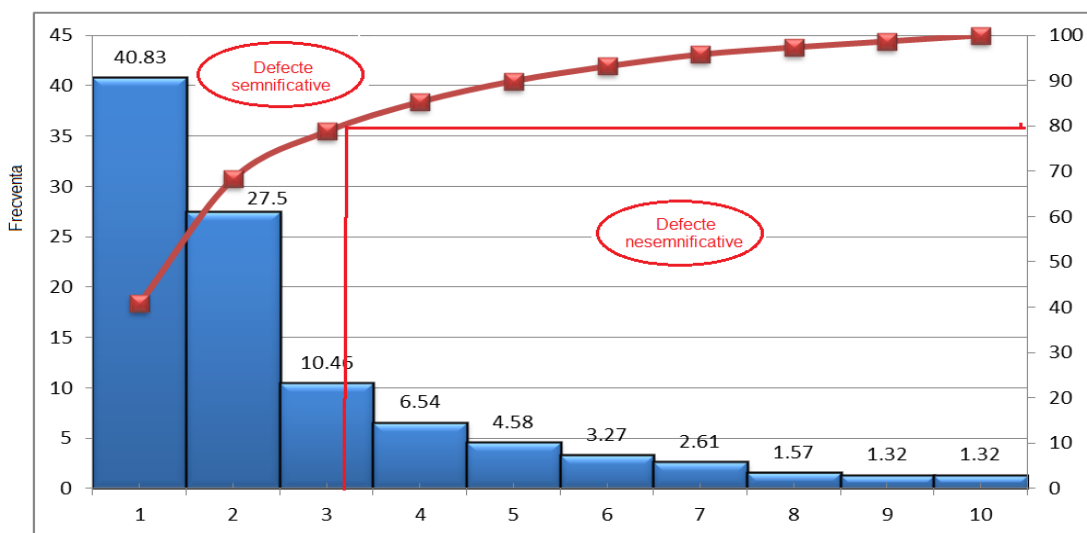


Figura 3.30. Diagrama Pareto. Pondere defectelor identificate într-un lot de nuci roadele 2016, păstrate 12 luni .

1 – prezența miezului negru/pătat; 2 – prezența miezului mucegăit; 3 – miez cu gust ranced; 4 – coaja 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 diagrama prezentată 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) prezintă cca 15%, iar celelate 6 defecte doar 5% din defecte.

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 care corespunde principiului funcționalității diagramei Pareto. Din datele prezentate 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) și rancedirea 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 [10, 184].

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 sub 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 în păstrarea calității lor pe parcursul depozitării. Atât timp cât umiditatea nucilor este joasă mucegaiurile nu se dezvoltă, iar lipidele, proteinele și carbohidrații sunt mai stabile. 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 pro-oxidantă, accelerând procesul de rănecire. De asemenea și temperatura s-a manifestat 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.

3.5.2 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 [142]. 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 a 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.

3.5.2.1 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 prezentată schematic în figura de mai jos [53].

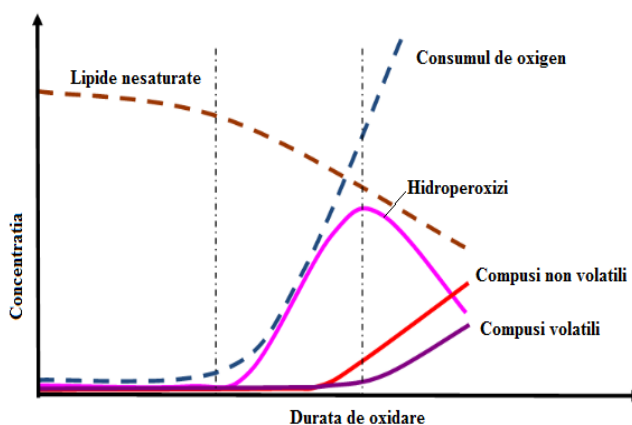


Figura 3.31 Evoluția autooxidării acizilor grași nesaturați în timp [53]

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 substratelor și a produselor de oxidare a lipidelor și impune necesitatea de a opera cu unele teste adaptate la tipul de materii grase considerate [107].

După cum a fost menționat anterior 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 a grăsimilor în funcție de activitatea apei la păstrarea nucilor în decurs de 16 săptămâni sunt prezentate mai jos.

Tabelul 3.9. 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

φ , % 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 un caracter parabolic (figura 3.32), valoarea minimală fiind stabilită la umidități relative a 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* [121]. 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 $\varphi=48,2\%$.

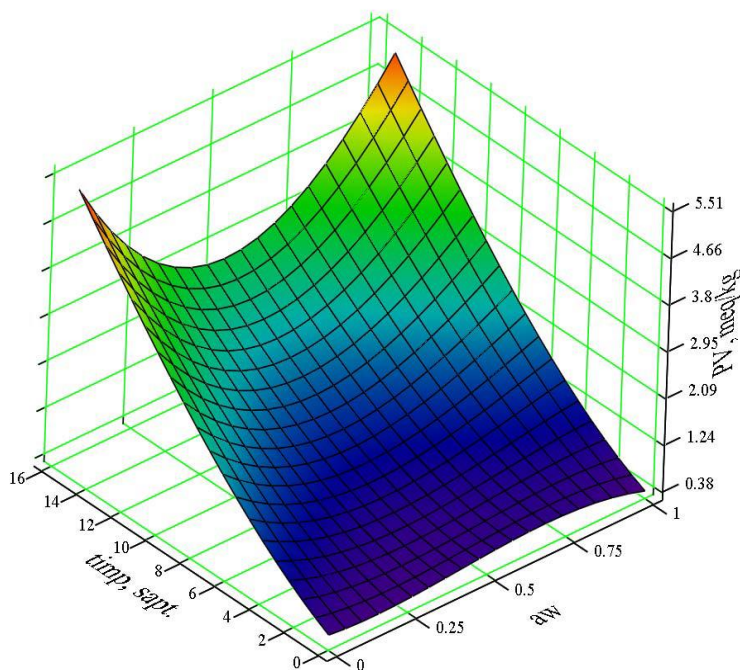


Figura 3.32. Dependența indicelui de peroxid a grăsimilor nucilor în funcție de umiditatea relativă a aerului în mediul de păstrare

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 prezentate în tabelul 3.14 și figura 3.32, 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 pro-oxidantă este atribuită compușilor susceptibili de a reacționa, iar metalele difuzează mai ușor spre situsurile catalitice. În nucile păstrate la valori intermediare a 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%. Două efecte antagoniste se manifestă: diluția urmelor de metale ce catalizează reacția conduce la scăderea vitezei de reacție, iar diminuarea vâscozității conduce la creșterea vitezei de reacție. Excesul de umiditate a nucilor (păstrate în spații cu umiditate relativă a aerului $\phi \geq 50\%$) 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 pro-oxidantă și sunt prezente în miezul nucilor. Astfel are loc rancedizarea hidrolitică a nucilor în care apa are un efect pro-oxidant.

La umiditate mai mică a aerului din mediul de păstrare, monostratul de apă dispare parțial ori total și grăsimile sunt expuse oxidării (cu oxigenul din aer) și formării peroxidizilor. În aceste condiții are loc râncezirea oxidativă a nucilor.

Astfel la umidități relative a aerului de 8 – 28 % și 48 – 100 % procesele de oxidare cunosc o intensitate maximă (moleculele de apă formează în jurul produsului mai multe straturi, sau lipsesc în general, fiind deschis astfel accesul O₂ spre substratul de oxidare (figura 3.33 a, b), 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 (astfel aceasta nu își poate manifesta proprietățile de solvent/mediu pentru desfășurarea reacțiilor chimice, totodată prezentând și o barieră pentru accesul oxigenului (figura 3.33 c.).

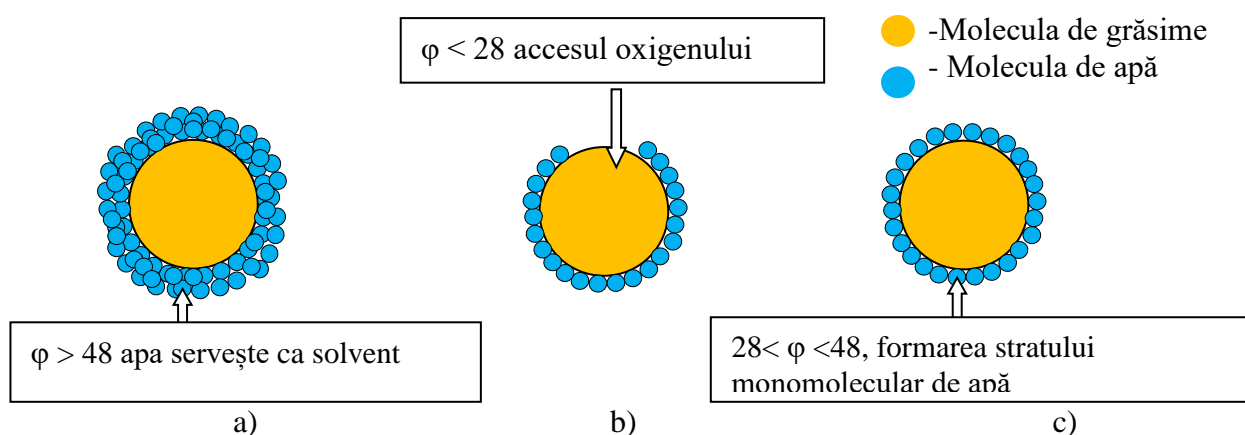


Fig. 3.33 Relația “molecula de apă - molecula de grăsime” în dependență de ϕ

3.5.2.2 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 este datorată caracteristicilor anumitor specii de fungi de a elabora și elibera în aliment metaboliți secundari numiți micotoxine, care au o 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 rânzezirii atunci 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 condițiile 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. În unele cazuri ciupercile secretă micotoxine cu efect toxic asupra organismului.

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 prelungeste faza de lag, se diminuează viteza de creștere în faza exponențială, iar numărul de celule din perioada staționară este mai redus [122].

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 a aerului în spațiile de depozitare. Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 3.34 a și b.

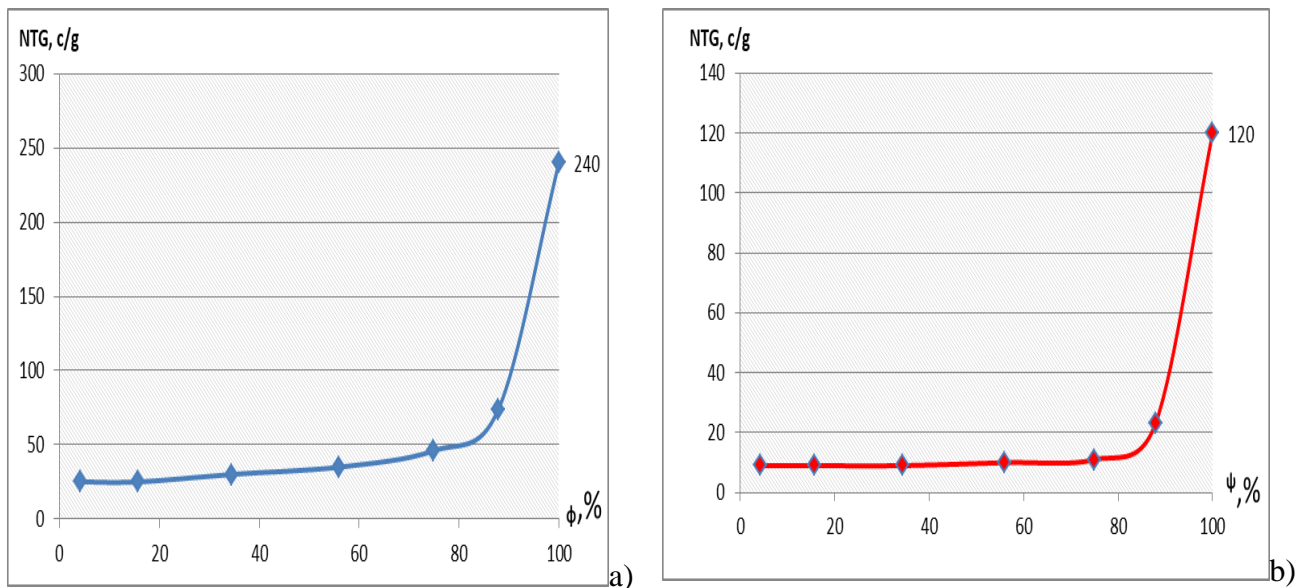


Figura 3.34. Dependența numărului de colonii de (a) drojdii și mucegaiuri și (b) bacterii în nuci în funcție de umiditatea relativă a aerului în spațiile de depozitare

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 a ϕ (%), adică acestea sunt mai xerofile decât bacteriile. Printre mucegaiurile prezente 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 care corespund genurilor *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* și *Staphylococcus*.

Identificarea microorganismelor s-a realizat în baza analizei caracteristicilor fenotipice care corespund caracterelor culturale și caracterelor morfologice.

Caracterele culturale sunt criterii taxonomice care 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.), culoare, consistență, marime etc. Caracterul cultural al microflorei nucilor este prezentat mai jos.

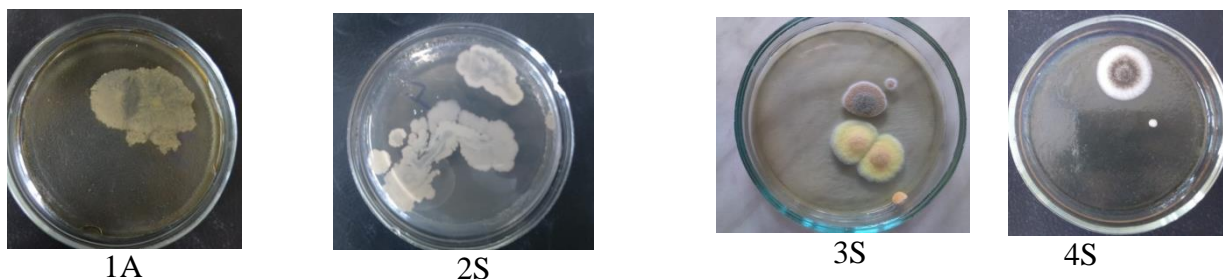


Figura 3. 35. Caracterul cultural al microflorei nucilor

- 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*). Proporția coloniilor *Pseudomonades* în miez a variat între 4% to 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 (mușegaiuri g. *Fusarium*, g. *Mucor*).
- 4S - cu un miceliu catifelat, de culoarea albă sau alb-gălbuie. Odată cu formarea conidiosporilor, colonia capătă un 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*).

Caracterele morfologice s-au apreciat după izolarea microorganismelor prin observarea vizuală ulterioară a lor cu ajutorul microscopului. Proprietățile morfologice au inclus: *forma; dimensiunea; caracteristicile de suprafață și pigmentare; caracteristicile peretelui celular (colorare Gram); caracteristicile sporului; alte incluziuni celulare și caracteristici ultrastructurale.*



1A

Forma sferică și bacilară denotă prezența *Bacillus Gram⁻* și *Micrococcus Gram⁺*



4S

Forma rotundă, elipsoidală sau ovală a celulelor care formează lanțuri lungi interconectate prin intermediul unor punți citoplasmatică indică prezența mucegaiurilor g. *Aspergillus*.

Figura 3.36. Caracterul morfologic al microflorei nucilor

Celulele *Pseudomonas* (1A) sunt bacili gram negativi de 2-3 μm lungime și peste 0,6 μm lățime, în general polimorfe și foarte mobile, datorită unui flagel polar: ciliată, fără de spori și capsule. Bacteriile din genul *Micrococcus* (1A) sunt gram-pozitive cu diametrul de la 0,5 până la 2,0 μm , uneori grupate în grupuri tetradice, neregulate sau eventual în perechi. Gruparea în lanțuri nu este vizibilă.

Ciupercile *Aspergillus* (4S) sunt compuse din filamente sau hife, care constituie o rețea numită miceliu. Hifele sunt tubulare cu un diametru cuprins între 2 și 15 μm , mai mult sau mai puțin ramificate. Caracteristicile morfologice ale acestor microorganisme variază în funcție de substratul nutritiv al lor.

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 [28].

3.5.3 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, respective reducând valoarea miezului.

Măsurările de culoare pot fi realizate în mai multe moduri. Aceste măsurători sunt bazate de obicei prin 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 la 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 prezentată în tabelul 3.10.

Tabelul 3.10 Evoluția parametrului *L-luminozitate* la păstrarea nucilor (recolta 2015) în condiții diferite.

Proba	Octombrie	Februarie	Mai	Iulie	August
$t=20\pm 2^{\circ}C, \varphi\approx 75-80\%$	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) [101].

Astfel pentru păstrarea calității nucilor o perioadă mai îndelungată, este importantă respectarea pașilor corespunzători de recoltare, procesare și tratamentele post-recoltă.

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 pot accelera îmbrunarea naturală a peliculei miezului în fructele cu sudura cojilor slabă.

3.6 Concluzii la capitolul 3

1. Au fost determinate caracteristicile tehnice ale nucilor. Masa fructelor de nuci este în relație directă cu diametrul, lungimea și lățimea nucilor. Masa medie și proporția miezului sunt în relație directă cu masa nucilor.

2. S-a constatat că conținutul de nutrimente 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 revenid leucinei și izoleucinei (6,97 și 3,56 g/100 g proteină), iar triptofanul fiind prezent în cantități mai mici. 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. Intensitatea respiratorie inițială a nucilor este destul de înaltă $110 \text{ mg CO}_2 \cdot (\text{kg} \cdot \text{h})^{-1}$, însă scade brusc în primele 15 zile de păstrare ($32,4 \text{ mg CO}_2 \cdot (\text{kg} \cdot \text{h})^{-1}$). În diapazonul de temperaturi $+ 4 \dots + 20$ °C rata de respirație a nucilor crește lent odată cu creșterea temperaturii de păstrare, în intervalul $+30 \dots +50$ °C urmează o creștere bruscă până la valoarea maximală a intensității respirației de $22 \text{ mg CO}_2/\text{kg} \cdot \text{h}$, iar la creșterea continuă a temperaturii intensitatea respirației scade

4. Izotermele de adsorbție-desorbție pentru miez, coajă și membrana de nuci sunt sigmoide de tipul II, caracterizate printr-o adsorbție multimoleculară și sunt satisfăcător descrise de trei modele matematice: GAB , Peleg și Henderson, în care valorile coeficientului de corelație (R^2) variază în limitele $0,83 \dots 0,99$ în domeniul de activități a apei cuprinse între de $0,00-0,90$. Folosind ecuația BET au fost determinate capacitatea de *adsorbție monostrat* și suprafața specifică, iar în baza ecuației Clausius-Clapeyron căldura izosterică a miezului, cojii și membranelor intermediare ale nucilor.

5. Dependența proceselor de oxidare a grăsimilor nucilor, exprimată prin evoluția indicelui de peroxid, de umiditatea relativă a aerului are un caracter parabolic, valoarea minimă fiind stabilită la umidități relative a aerului $28 \dots 48\%$.

6. Microflora nucilor este reprezentată de mucegaiurile *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium* și de bacteriile *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* și *Staphylococcus* și numărul acestora crește ușor cu creșterea umidității relative a aerului în spațiile de depozitare până la 90% și mult mai repede la umidității relative a aerului mai mari.

4. ALBIREA NUCILOR

Culoarea este o proprietate fizică importantă a produselor alimentare, fiind însă în același timp, în corelație și cu caracteristicile estetice și psihosenzoriale ale acestora.

Pentru nuci, ca și pentru celelalte produse alimentare, culoarea reprezintă o condiție importantă de apreciere a calității și acceptabilității acestora atât pe piața internă cât și cea externă.

În prezent, crearea, reprezentarea și vizualizarea culorilor în două sau trei dimensiuni spațiale, este posibilă digital, prin intermediul spațiilor de culoare (CIEXYZ, CIELab etc.). Cea mai des utilizată și răspândită metodă pentru compararea și evaluarea parametrilor de culoare este reprezentarea culorilor în spațiul CIELab (CIE 1976 L*a*b) [183].

Coaja de nuci este alcătuită din constituenți responsabili de scheletul cojii: celuloza, hemiceluloza, lignina și compușii chimici responsabili de culoare: fenolii, chinonele, cumarinele, taninele și flavonoidele, studiile și cercetările au demonstrat însă că și lignina se implică în fenomenul de schimbare a culorii [212].

Tabelul 4.1.Compoziția chimică a cojilor de nuci [212]

N	Componente	Continut, %
1.	Umiditate	8,06
2	Cenușă	0,33
3	Holoceluloza, inclusiv: Hemiceluloza Celuloza	46,13 22,18 23,95
4	Lignina	41,7
5	Substanțe extractive	3,78

Componentele principale ale cojii de nuci sunt celuloza și lignina (tabelul 4.1). Celuloza este incoloră și reflectă lumina extrem de bine. Prin urmare, se consideră că celuloza este albă. Aceasta este sensibilă la oxidare, deși nu la fel de mult ca lignina, însă nu reprezintă motivul pentru care se modifică culoarea nucilor la păstrare.

Lignina are o culoare mai închisă și este extrem de sensibilă la oxidare. Lignina este un copolimer poliaromatic rezultat din condensarea a trei alcooli de bază: sinaptic, coniferic și p-cumaric. Moleculele de lignină se leagă printr-o serie de legături chimice, legăturile predominante fiind legături eterice și carbon-carbon. Legăturile eterice sunt foarte instabile și susceptibile la degradare sub acțiunea temperaturii și produselor chimice decât legăturile carbon-carbon. Expunerea la oxigen (mai ales în combinație cu lumina soarelui) modifică structura moleculară a ligninei, ceea ce determină schimbarea culorii de la galben deschis la maroniu. Prin urmare albirea nucilor ar putea fi realizată prin solubilizarea și îndepărtarea ligninei ori prin anumite reacții de oxido-reducere a grupărilor cromofore ale ei (figura 4.1).

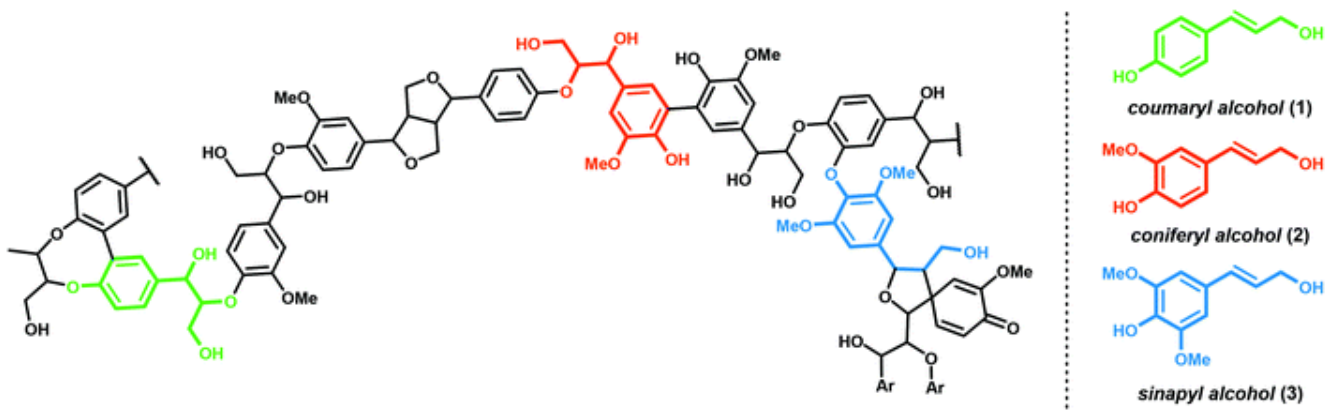


Fig.4.1 Lignina și componenții săi [212]

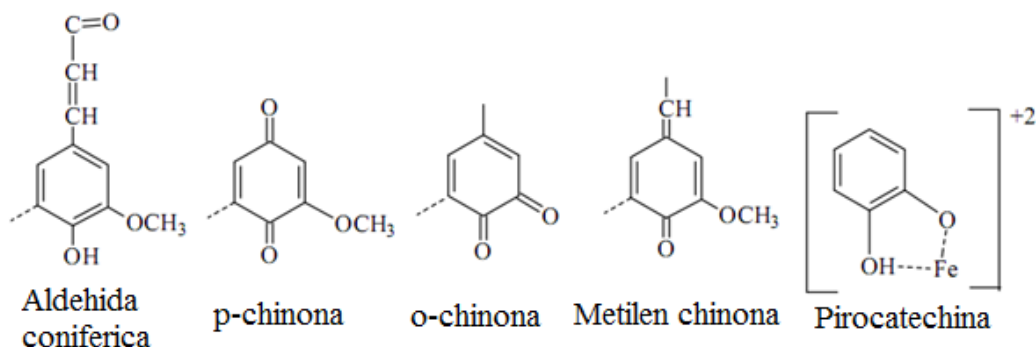


Figura 4.2. Grupele cromofore a ligninei native [212]

Un criteriu determinant în alegerea agenților chimici de albire trebuie să fie "selectivitatea" acestuia, care se referă la capacitatea de a ataca chimic lignina fără a influența negativ asupra celulozei. Condițiile de acțiune ale albitorului și efectul de albire sunt dependente de temperatură, timp, concentrațiile chimice și de pH. Acești factori trebuie să fie echilibrați pentru ca produsul să atingă gradul dorit de albire, în același timp minimizând deteriorarea celulozei și păstrând calitatea miezului de nuci.

În calitate de reagenți pentru albirea materialelor celulozice, în special la albirea hârtiei, de obicei, se folosesc oxidanții: clorul și compușii lui (hipocloriții, cloriții, dioxidul de clor), peroxizii de hidrogen și sodiu. Dintre reducători mai frecvent se utilizează hidrosulfitul de sodiu sau zinc, borohidrua de sodiu. Totuși în practica de albire, cel mai frecvent se folosesc clorul și compușii lui, din cauza prețului lor scăzut comparativ cu ceilalți reagenți. Dintre compușii clorului, dioxidul de clor modifică puțin celuloza, dar distruge profund lignina. Acesta este însă toxic și are utilizare limitată. Peroxidul de hidrogen și de sodiu se utilizează mai frecvent pentru albirea pastelor lemnoase și a celulozei. Pentru albirea acestora se întrebuițează și agenți reducători: hidrosulfii sau hiposulfii.

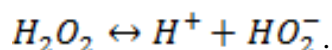
În ultimul timp se acordă o atenție deosebită metodelor de albire prin tratare cu oxigen în mediu alcalin. În aceste condiții are loc oxidarea ușoară a ligninei, iar produsele oxidării se solubilizează ușor în bază alcalină.

4.1 Albirea nucilor cu diferiți agenți

4.1.1 Albirea cu Peroxid de hidrogen

Acțiunea de albire a peroxidului de hidrogen se datorează ionului perhidroxil. Deși disocierea peroxidului de hidrogen în soluție apoasă crește odată cu temperatura, concentrația de ion perhidroxil depinde în principal de pH-ul soluției, prin urmare, efectuată în condiții alcaline.

Un rol important la albirea nucilor cu peroxid de hidrogen joacă concentrația agentului și durata procesului. Cu cât concentrația este mai mare (8%-10%), cu atât se sporește concentrația H_2O_2 în soluție, ceea ce duce la micșorarea timpului necesar pentru atingerea gradului necesar de albire. Reacția de oxidare este orientată spre grupele cromofore ale ligninei, distrugerea cărora duce la un grad înalt de albire a celulozei. La albirea cu peroxid de hidrogen, acțiunea directă asupra albirii are loc datorită ionului de peroxid HO_2^- provenit în rezultatul disocierii hidrolitice a peroxidului :



Gradul de disociere a peroxidului de hidrogen este foarte mic ($2,24 \cdot 10^{-12}$ la 25 °C), dar disocierea se mărește la ridicarea temperaturii și pe măsura consumării ionului de HO_2^- la reacția cu grupele cromofore a ligninei.

Rezultatele albirii nucilor cu peroxid de hidrogen în funcție de concentrația peroxidului, pH-ul și temperatura mediului de albire sunt prezentate în figurile 4.3 – 4.5 (a,b,c) și tabelul 4.2. Din analiza figurilor prezentate se concludă că valorile luminozității probelor inițiale au fost 35,37 – 48,77, iar pentru probele albite au constituit 42,94 – 66,5. Din analiza graficelor și diagramelor prezentate mai jos se observă tendința parametrului Luminozitate de a crește.

Componenta roșu-verde (a^*) manifestă o tendință de descreștere mai mare la probele albite cu H_2O_2 cu concentrația de 8 și 10%, iar timpul de atingere a valorilor maxime este de 90- 120 min. Valoarea minimă de 2,8 a fost atinsă la probele albite la concentrația de 3% și timpul de 10 min, iar valoarea maximă de -0,2 – la probele albite la concentrația de 10% timp de 120 minute. Pentru valorile componenteii b, valoarea minimă de 28,23 a fost atinsă la probele albite la concentrația de 3% și timpul de 10 min, iar valoarea maximă de 38,17 – la probele albite la concentrația de 10% timp de 120 minute.

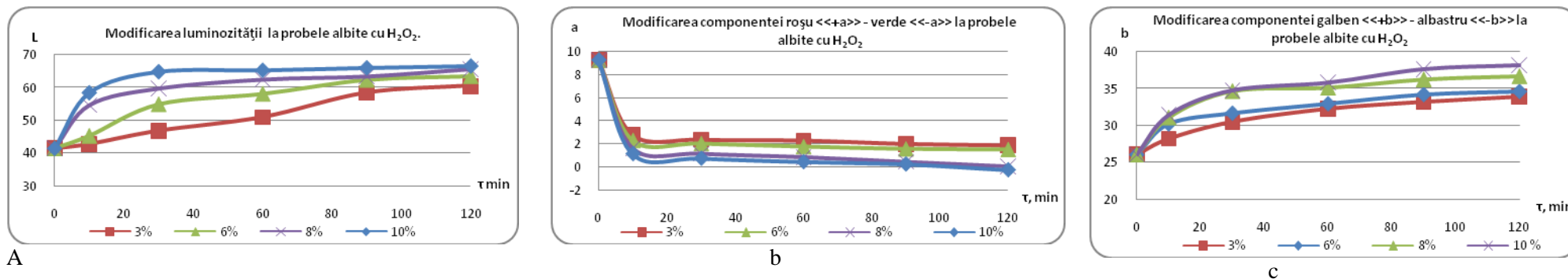


Figura 4.3 Impactul concentrației H₂O₂ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

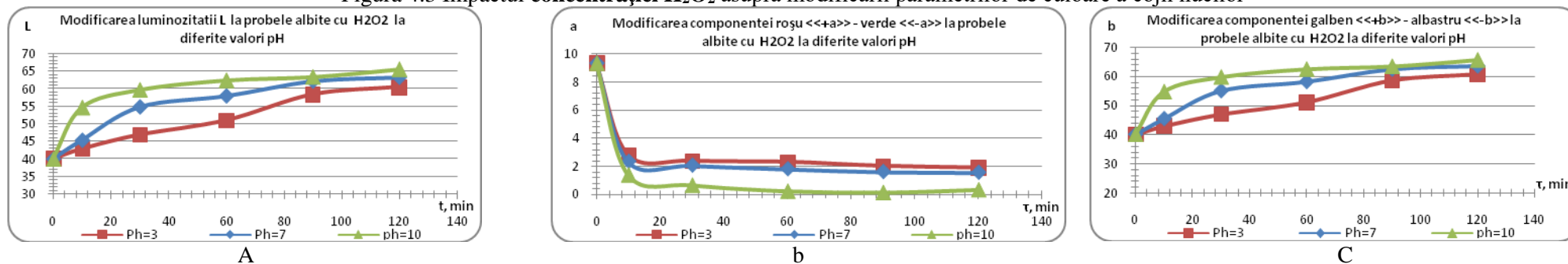


Figura 4.4 Impactul pH-ului mediului de albire asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

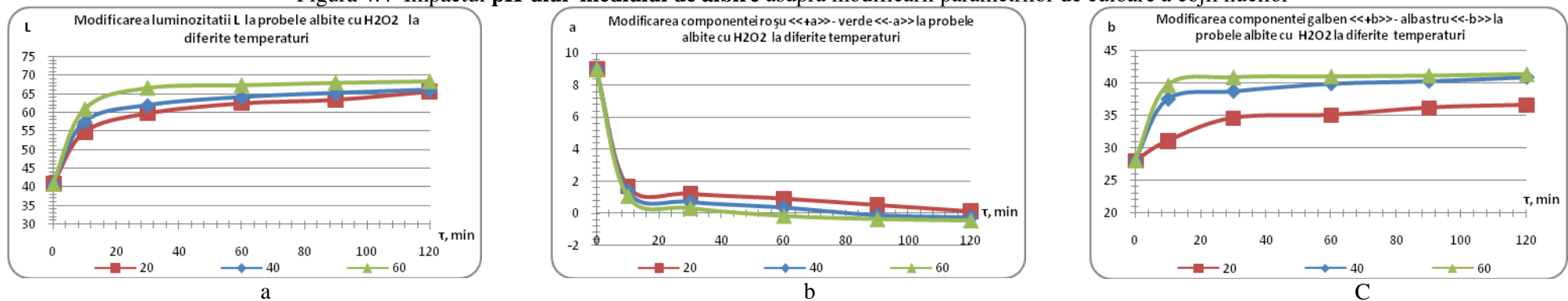


Figura 4.5 Impactul temperaturii mediului de albire asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

Au fost determinați și indicii de cuantificare a culorii, așa ca Diferența de culoare (ΔE), unghiul nuanței (h) și croma (C). Astfel se observă modificarea parametrilor dați odată cu modificarea parmetrilor procesului tehnologic (temperatură, pH, concentrație). Valorile Cromei sunt în creștere (de la valori de 28,37 până la maxime de 41,38) ceea ce indică diferențierea masivă față de culorile cu nuanțe întunecate. Valorile mici ale unghiului nuanței (h , °) indică prezența nuanței galbene.

Tabelul 4.2 Indici de cuantificare a culorii cojii nucilor după albirea cu Peroxid de hidrogen

C, %	t, min	ΔE	h	C,
1	2	3	4	5
t=20 °C, pH =5,3				
3%	10	11,46	1,47	28,37
	30	15,29	1,49	30,61
	60	18,46	1,50	32,35
	90	22,98	1,51	33,26
	120	23,81	1,52	33,95
6%	10	12,93	1,49	30,33
	30	17,42	1,51	31,75
	60	21,17	1,52	33,01
	90	23,25	1,52	34,24
	120	24,96	1,53	34,64
8%	10	15,56	1,52	31,15
	30	20,66	1,54	34,67
	60	22,57	1,55	35,12
	90	24,10	1,56	36,23
	120	25,09	1,57	36,65
10%	10	16,21	1,53	31,47
	30	22,02	1,55	34,79
	60	23,31	1,56	35,82
	90	24,10	1,56	37,64
	120	25,75	-1,57	38,17
pH	t, min	ΔE	h	C
C=8%, t=20 °C				
3	10	11,46	1,47	28,37
	30	15,29	1,49	30,61
	60	18,46	1,50	32,35
	90	22,98	1,51	33,26
	120	23,81	1,52	33,95
7	10	12,93	1,49	30,33
	30	17,42	1,51	31,75
	60	21,17	1,52	33,01
	90	23,25	1,52	34,24
	120	24,96	1,53	34,64

Continuare tabelul 4.2				
1	2	3	4	5
10	10	15,71	1,53	31,13
	30	20,88	1,55	34,66
	60	22,83	1,56	35,11
	90	24,23	1,57	36,23
	120	25,02	1,56	36,65
t, ^o C	t,min	ΔE	h	C
C=8%, pH=5,3 °C				
20	10	17,36	1,52	31,15
	30	24,12	1,54	34,67
	60	24,69	1,55	35,12
	90	26,66	1,56	36,23
	120	26,51	1,57	36,65
40	10	22,78	1,53	37,61
	30	25,38	1,55	38,80
	60	29,10	1,56	39,96
	90	29,64	-1,57	40,35
	120	31,64	-1,56	40,96
60	10	22,67	1,54	39,67
	30	29,45	1,56	40,89
	60	30,88	-1,57	41,02
	90	29,18	-1,56	41,13
	120	32,16	-1,56	41,38

Efectul concentrației peroxidului de hidrogen asupra procesului de albire fost studiat la patru concentrații a peroxidului de hidrogen: 3, 6, 8 și 10% .Rezultatele arată că creșterea concentrației de peroxid de hidrogen mărește luminozitatea produsului.

Valoarea minimală a pH-ului trebuie să fie 10,5 -11,0. La valori prea ridicate (exces) a concentrației hidroxidului de sodiu are loc descompunerea peroxidului, care provoacă fenomene de reversie a luminozității. Oxigenul rezultat în timpul descompunerii participă la formarea de noi substanțe cromofore și brunificare a ligninei. Cantitatea de NaOH introdusă în soluția de albire este proporțională cu concentrația peroxidului de hidrogen.

Efectul albirii depinde în mare măsură și de alcalinitatea mediului și are un caracter extremal, de aceea s-a cercetat și influența concentrației de NaOH asupra parametrului L. În cazul albirii în soluție de peroxid de 5%, valoarea maximală a luminozității a fost la concentrația NaOH egală cu 2.2% (figura 4.6).

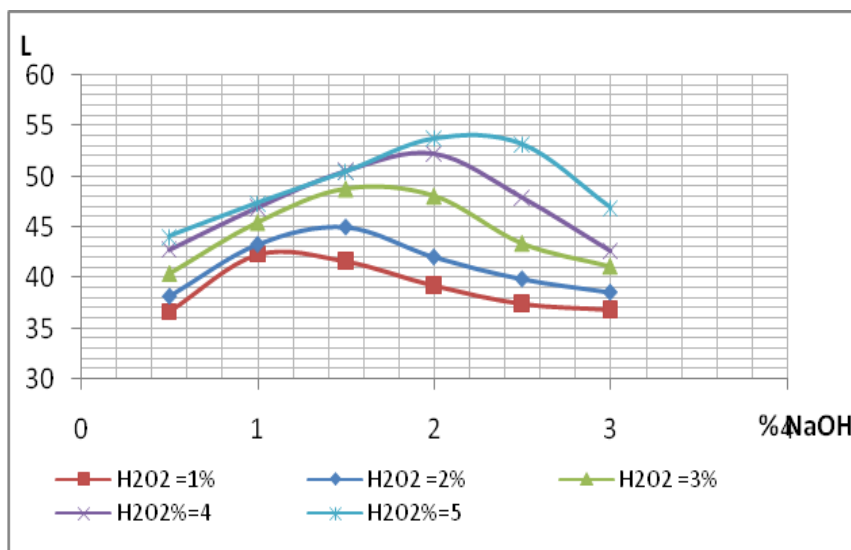


Figura 4.6. Influența concentrației de NaOH asupra parametrului *Luminozitate*

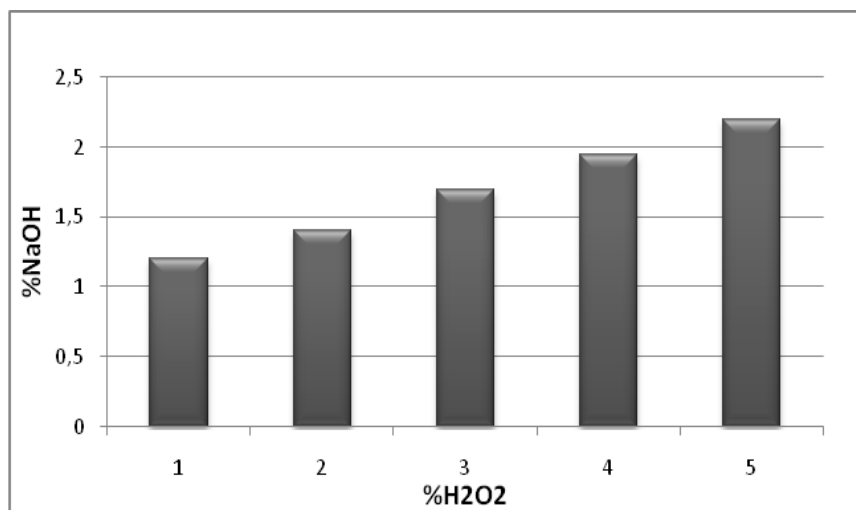


Figura 4.7. Corelarea concentrației NaOH cu rata peroxidului de hidrogen

Acțiunea de albire a peroxidului de hidrogen se datorează ionului perhidroxil. În cazul studiului impactului temperaturii și pH-ului, disocierea peroxidului de hidrogen în soluție apoasă crește odată cu temperatura, cu toate acestea concentrația de ion perhidroxil depinde în principal de pH-ul soluției.

Reacțiile implicate în înălbirea cu peroxid de hidrogen nu sunt cunoscute cu certitudine. Motivul este complexitatea structurii de lignină și existența unui număr mare de specii de oxidare în soluție. Din acest motiv, majoritatea studiilor se referă la compuși model de lignină și lignine izolate. Parcursul reacțiilor de albire depinde de condițiile mediului de albire, care afectează stabilitatea peroxidului de hidrogen.

Se consideră că unitățile fenolice neeterificate ale ligninei sunt inițial transformate în mediu alcalin în *orto* și *para*-benzochinone care apoi sunt supuse oxidării pentru a produce fragmente acide. În aceste condiții unitățile fenolice eterificate sunt stabile. Acest lucru duce la o creștere substanțială a numărului de grupări carboxil a ligninei (figura 4.8).

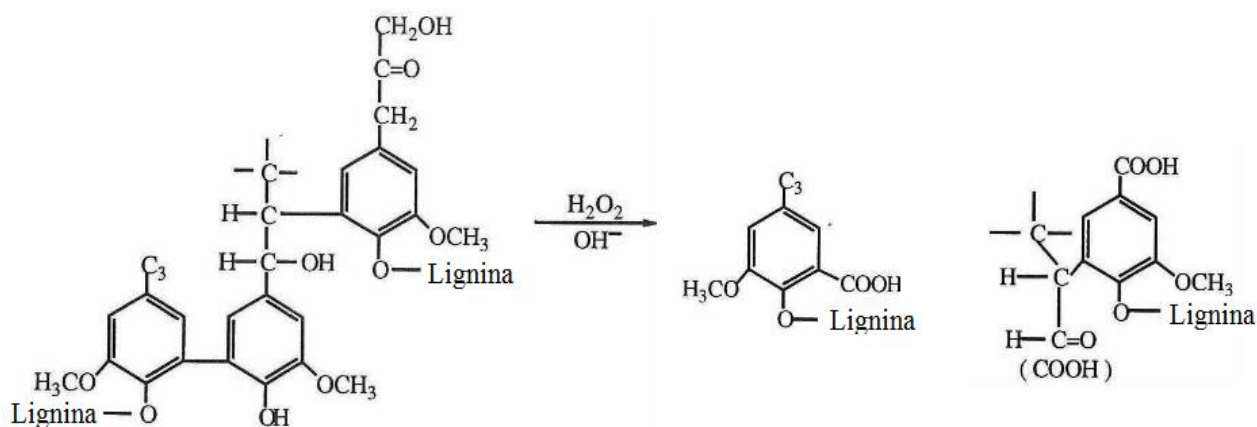


Figura 4.8 Reacția de interacțiune a ligninei cu peroxidul de hidrogen în procesul de albire [163]

Înălbirea ligninei în condiții de stabilizare a peroxidului de hidrogen este totuși însoțită de descompunerea peroxidului de hidrogen, rezultând într-o ușoară degradare a ligninei. Astfel albirea cu peroxid de hidrogen provoacă distrugerea unei părți importante a cromoforilor ligninei. În același timp pot avea loc și unele reacții secundare în rezultatul cărora se formează substanțe cromofore noi sub formă de chinone, stilbene, hidroxichinone, enone și al.

4.1.2 Albirea cu hipoclorit de calciu

Soluția apoasă a hipocloritului care este frecvent utilizată în albire, conține clor molecular, acid hipocloros și ioni de hipoclorit. Clorul molecular predomină la pH scăzut, la un pH 4 - 6 practic este prezent numai acidul hipocloros, iar la un pH peste 9,5 singura formă de clor activ prezent în soluție este un ionul de hipoclorit. Reacția hipocloritului cu lignina decurge inițial destul de rapid și mai lent spre final. În rezultatul reacției are loc o degradare oxidativă a ligninei, iar reacțiile de clorurare și de metilare practic lipsesc.

Se consideră că oxidarea ligninei cu hipocloritul de calciu în mediu alcalin este o reacție de tip „peeling”, în rezultatul căreia are loc decuparea treptată a fragmentelor structurale de lignină, care conțin hidroxili fenolici liberi (figura 4.9), urmată de formarea acizilor organici și a moleculelor scurtate cu grupe hidroxil fenolice noi.

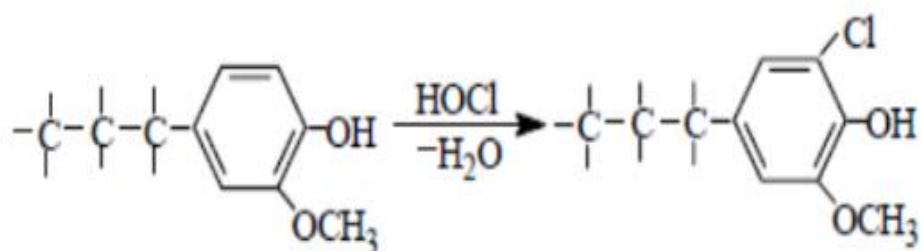
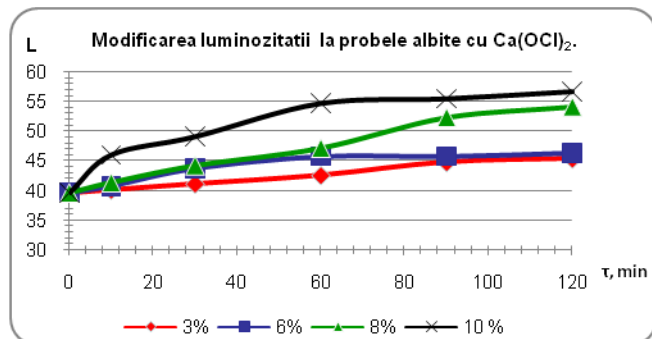


Figura 4.9. Schema reacției de oxidare a ligninei cu hipoclorit

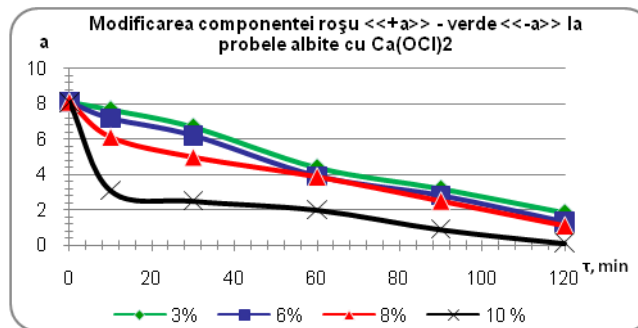
Procesul de albire (delignificare) este dependent și de pH-ul mediului. Marirea pH-ului crește luminozitatea cojilor și accelerează procesul de distrugere a ligninei. Valoarea optimală a pH-ului este de cca 10,0. În timpul procesării, pH-ul mediului scade puțin în raport cu valoarea inițială datorită formării produselor acide rezultate din distrugerea celulozei, în special în intervalul pH = 6 - 7, când crește concentrația în soluție a acidului hipocloros. Durata optimală de albire cu hipoclorit constituie 1,5 - 2 ore.

Rezultatele albirii nucilor cu hipoclorit de calciu sunt prezentate în figurile 4.10 – 4.12 (a, b și c) și tabelul 4.7. S-a constatat că albirea cu hipoclorit de calciu este mai puțin eficientă. După cum rezultă din datele prezentate, creșterea temperaturii accelerează procesul de albire, iar temperatura optimă este considerată a fi de 40 -45°C.

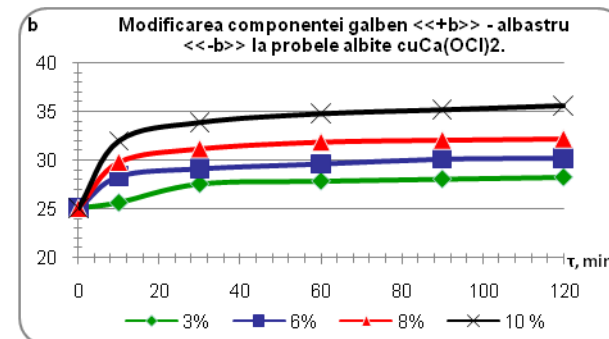
Figurile 4.10 – 4.12 indică variația parametrilor cromatici în dependență de concentrația, pH-ul și temperatura agentului de albire. Astfel în cazul luminozității (figurile 4.10 – 4.12 **a**) în cazul creșterii factorilor de variație, aceasta manifestă o tendință de creștere de la valori mai mici de 40 unități până la nivelul luminozității de 67 pentru probele albite cu o concentrație mai mare (10 %) cu o temperatură de 60 °C și un pH alcalin. Componenta roșu verde (figurile 4.10 – 4.12 **b**) scade la fel odată cu creșterea valorilor factorilor de influență, valorile parametrului scad de la 8,5 unități până la valori cuprinse în diapazonul 0-1. Ca și în cazul luminozității (figurile 4.10 – 4.12 figurile **a**), la fel se manifestă și componenta galben - albastru (figurile 4.10 – 4.12 figurile **c**), aceasta cunoscând o creștere, astfel formându-se grupări cromofore ce imprimă nucilor o nuanță gălbuie.



a

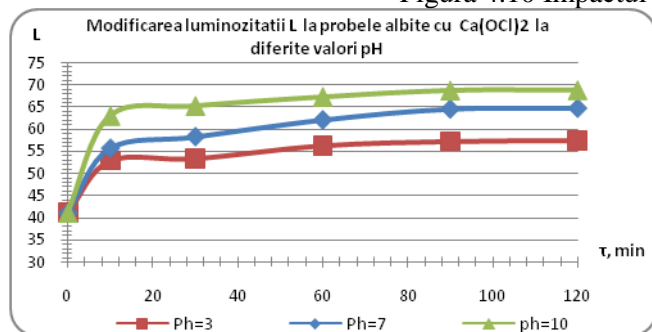


b

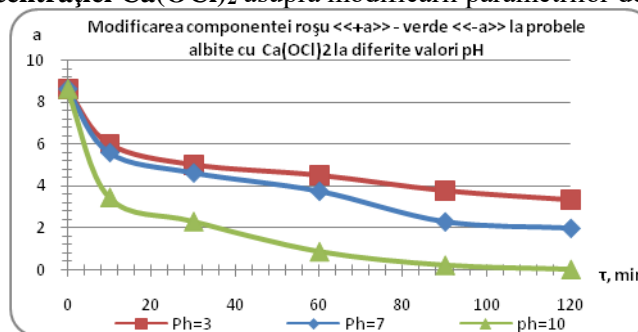


c

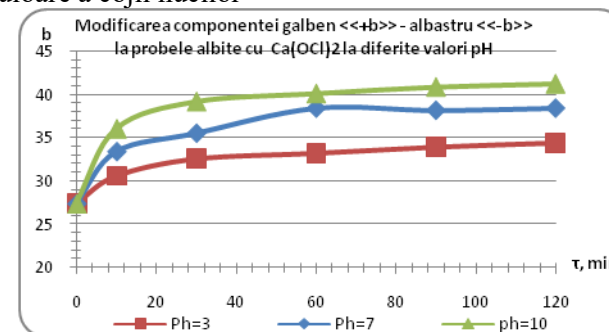
Figura 4.10 Impactul concentrației $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor



a

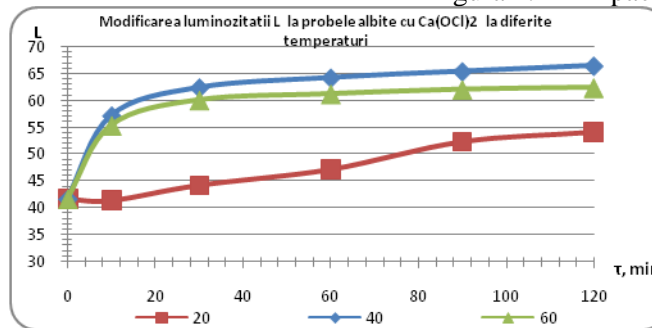


b

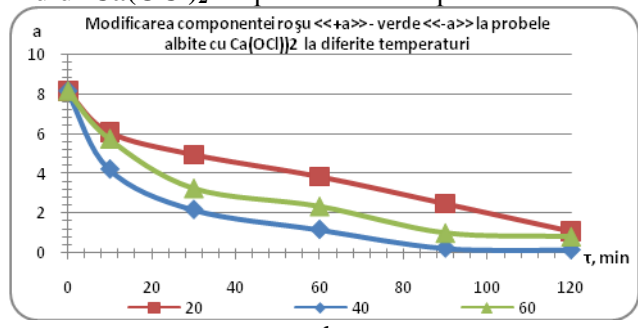


c

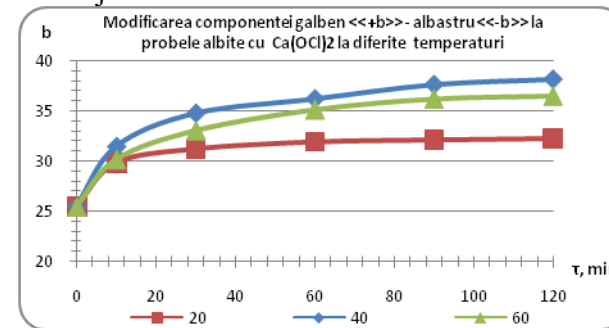
Figura 4.11 Impactul pH-ului $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor



a



b



c

Figura 4.12 Impactul temperaturii $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

Tabelul 4.3 Indici de cuantificare a culorii cojii nucilor după albirea cu Ca(OCl)₂

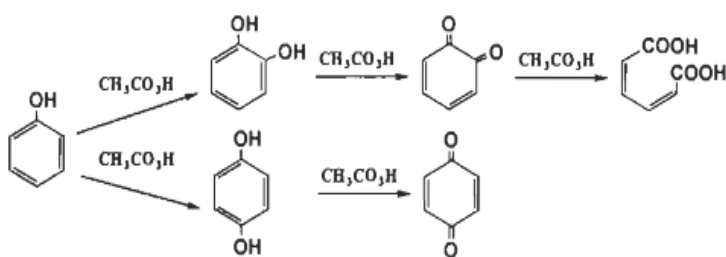
C,%	t,min	ΔE	H	C
1	2	3	4	5
t=20 °C, pH =5,0				
3%	10	2,34	1,28	26,77
	30	3,04	1,33	28,40
	60	2,40	1,41	28,24
	90	3,75	1,43	28,39
	120	5,55	1,51	28,36
6%	10	3,83	1,32	29,21
	30	5,61	1,36	29,75
	60	7,99	1,44	29,86
	90	8,29	1,48	30,23
	120	8,76	1,53	30,23
8%	10	7,16	1,37	30,43
	30	9,51	1,41	31,59
	60	11,80	1,45	32,13
	90	16,13	1,49	32,20
	120	18,01	1,54	32,25
10%	10	17,25	1,47	32,15
	30	19,26	1,50	33,99
	60	21,54	1,51	34,86
	90	22,38	1,55	35,21
	120	23,08	1,57	35,63
pH	t,min	ΔE	h	C
C=8%, t=20 °C				
3	10	15,23	1,38	31,18
	30	14,53	1,42	33,00
	60	18,47	1,44	33,58
	90	19,55	1,46	34,22
	120	15,39	1,47	34,65
7	10	16,60	1,41	33,87
	30	20,64	1,44	35,84
	60	28,17	1,47	38,62
	90	26,40	1,51	38,26
	120	27,80	1,52	38,49
10	10	18,55	1,47	36,28
	30	31,10	1,51	39,34
	60	30,65	1,55	40,22
	90	32,55	1,56	40,97
	120	30,55	1,57	41,34

Continuare tabelul 4.3				
1	2	3	4	5
t, °C	t, min	ΔE	h	C
C=8%, pH=5,0				
20	10	6,57	1,37	30,43
	30	9,80	1,41	31,59
	60	11,10	1,45	32,13
	90	16,74	1,49	32,20
	120	21,10	1,54	32,25
40	10	19,94	1,44	31,73
	30	26,21	1,51	34,85
	60	25,67	1,54	36,24
	90	29,59	1,56	37,64
	120	28,94	1,57	38,17
60	10	10,79	1,38	30,69
	30	16,38	1,47	33,19
	60	17,22	1,50	35,19
	90	21,19	1,54	36,19
	120	24,62	1,55	36,48

Ca și în cazul peroxidului de hidrogen, la albirea nucilor cu hipoclorit de calciu, indicii de cuantificare a culorii cojii nucilor tind să crească. Astfel un pH alcalin și o temperatură de cca 40 °C par să asigure cea mai bună eficiență în cazul albirii cu hipoclorit decalcium.

4.1.3 Albirea cu Okoron 12

Preparatul Okoron 12 este o compoziție stabilizată, care conține acid peracetic $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$ (15%), peroxid de hidrogen și acizi organici, produs de FINK TEC GmbH (Germania) și folosit larg în calitate de agent dezinfectant. Efectul de albire se datorează componentului activ al Okoron 12- acidului peracetic. Principalele reacții dintre acidul peracetic cu fenolii și eterfenolii sunt prezentate în figura 4.8 . Reacțiile sunt tipice pentru hidroxilarea inelelor aromatice și oxidarea lor în *orto*- și în *para*-chinone. Inelul oxidat se fragmentează în acid muconic și în structuri esterice.



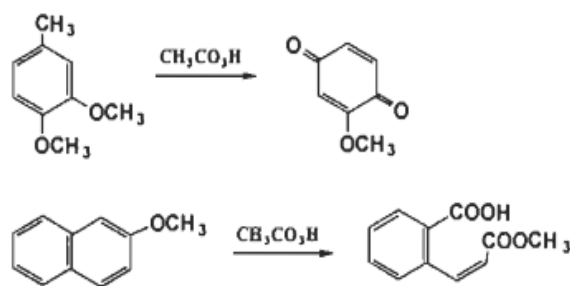


Fig.4.13 Oxidarea dintre acidul peracetic și compușii ligninei [163]

Rezultatele obținute pentru albirea nucilor cu Okoron 12 sunt prezentate în tabelul 4.4 și în figurile din Anexa 3.

Tabelul 4.4 Indicii de cuantificare a culorii cojii nucilor după albirea cu Okoron 12

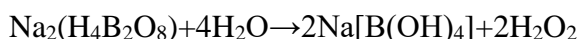
C,%	t,min	ΔE	h	C
1	2	3	4	5
pH=6.1, t=20 °C				
1%	10	5,64	1,40	29,27
	30	6,32	1,43	30,16
	60	11,81	1,46	31,1
	90	5,99	1,48	33,6
	120	12,85	1,49	35,16
5%	10	3,76	1,44	30,88
	30	11,47	1,46	31,95
	60	12,79	1,50	33,89
	90	15,40	1,52	35,49
	120	24,31	1,53	36,13
pH	t,min	ΔE	h	C
C=5%, t=20 °C				
3	10	7,27	30,85	1,39
	30	9,38	32,92	1,42
	60	11,90	34,25	1,44
	90	7,70	34,65	1,45
	120	17,06	35,20	1,46
7	10	9,44	32,94	1,48
	30	10,91	34,35	1,50
	60	17,13	35,76	1,51
	90	12,71	36,47	1,52
	120	17,95	36,96	1,52
10	10	15,52	34,41	1,51
	30	19,54	36,02	1,53
	60	17,07	36,29	1,54
	90	24,18	37,03	1,54
	120	22,75	37,45	1,54

Continuare tabelul 4.4				
1	2	3	4	5
t, °C	t, min	ΔE	h	C
C=5%, pH=6.1				
20	10	22,71	30,31	1,48
	30	25,61	31,57	1,50
	60	30,73	32,25	1,51
	90	29,95	33,11	1,53
	120	29,04	33,22	1,53
40	10	25,03	33,32	1,51
	30	34,19	35,77	1,53
	60	33,55	37,29	1,55
	90	34,67	39,19	1,56
	120	35,82	38,56	1,57
60	10	31,39	35,21	1,54
	30	34,63	38,55	1,55
	60	36,89	39,26	1,57
	90	37,37	39,98	-1,56
	120	37,58	40,19	-1,55

S-a constatat că preparatul Okoron 12 este un agent efectiv de albire la pH alcalin și că efectul de albire crește odată cu creșterea concentrației agentului și pH-ului mediului de albire. Creșterea coordonatei b este determinată de formarea chinonelor, care rezultă în îngălbenirea cojii. Această tentă se intensifică odată cu creșterea concentrației agentului și a valorii pH în mediul de albire.

4.1.4 Albirea cu perborat de sodiu

Perboratul de sodiu $[\text{NaBO}_2(\text{OH})_2]$ dimierizat $[\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_4(\text{OH})_4]$ se descompune rapid în soluție apoasă generând hidroxid de hidrogen conform reacției:



Avantajul folosirii perboratului de sodiu constă în faptul că nu este necesară adăugarea hidroxidului de sodiu pentru alcalinizarea mediului deoarece boratul de sodiu rezultat din reacție posedă o reacție alcalină cu o valoare a pH-ului de cca 10.5. În plus, la temperaturi înalte perboratul de sodiu este mai activ decât peroxidul de hidrogen. Aceste două particularități fac ca perboratul să fie considerat un agent de albire fiabil și efectiv. La temperaturi joase eficiența perboratului de sodiu poate fi marită prin utilizarea activatorilor de tip TEAD (tetraacetylethylenediamine).

Rezultatele prezentate în tabelul 4.5 și Anexa 3 arată că luminozitatea cojii nucilor crește odată cu creșterea concentrației de perborat, nuanța galbenă scade (valoarea componente b crește). Valoarea maximală a luminozității este atinsă după 60-80 minute de albire.

Tabelul 4.5 Indici de cuantificare a culorii cojii nucilor după albirea cu Perborat de sodiu

C,%	t,min	ΔE	h	C
pH=9.0, t=20 °C				
1%	10	21,26	1,42	30,15
	30	21,96	1,44	30,85
	60	22,62	1,48	31,25
	90	23,44	1,49	31,50
	120	25,15	1,51	31,96
5%	10	22,49	1,48	30,31
	30	23,19	1,50	31,57
	60	28,78	1,51	32,25
	90	29,22	1,53	33,11
	120	31,10	1,53	33,22
pH	t,min	ΔE	h	C
C=5%, t=20 °C				
3	10	42,03	1,01	51,98
	30	33,92	0,99	54,48
	60	34,03	0,98	56,15
	90	53,82	0,97	57,34
	120	79,57	0,96	58,58
7	10	41,55	1,02	53,66
	30	35,05	0,99	56,02
	60	35,48	0,97	58,37
	90	54,58	0,94	60,28
	120	80,02	0,93	61,40
10	10	45,19	0,96	58,83
	30	42,97	0,96	63,60
	60	38,85	0,96	65,97
	90	52,85	0,95	67,51
	120	77,06	0,93	68,66
t,°C	t,min	ΔE	h	C
C=5%, pH=9,0				
20	10	41,04	31,14	1,44
	30	42,67	32,13	1,46
	60	49,27	33,99	1,50
	90	68,97	35,54	1,52
	120	95,30	36,17	1,53
40	10	44,45	32,84	1,46
	30	55,17	35,10	1,48
	60	49,97	36,20	1,50
	90	69,75	37,17	1,52
	120	94,55	37,58	1,54
60	10	48,73	34,37	1,49
	30	73,90	36,66	1,51
	60	52,71	37,09	1,52
	90	71,66	37,83	1,54
	120	95,27	38,16	1,55

Viteza de albire crește semnificativ odată cu mărirea temperaturii mediului de la 20 până la 60°C. Mecanismul de albire cu perborat de sodiu este similar cu mecanismul de albire a peroxidului de hidrogen. După cum a fost menționat anterior, responsabil pentru acțiunea de albire a peroxidului de hidrogen în condiții alcaline este anionul de hidroperoxid (HOO⁻). Acestea atacă practic toate tipurile de structuri organice, inclusiv cele care conțin legături hidroxil și eterice [156]. Reacții similare au loc și la tratarea cu perborat de sodiu, dar alcalinitatea acestuia este mai mare decât cea a peroxidului de hidrogen; în acest sens, perboratul de sodiu are efecte mai semnificative asupra procesului de delignificare la aceeași concentrație de oxigen activ [163].

4.1.5 Albirea cu ditionit de sodiu

Ditionitul de sodiu (hidrosulfitul de sodiu) Na₂S₂O₄ este un agent de albire reducător. Spre deosebire de agenții de albire oxidativi, hidrosulfitul de sodiu nu distruge cyclele aromatice ale ligninei, dar reduce în principal grupele chinone metilate și carbonilate, din care rezultă fenoli și hidroxili, culoarea cărora se atenuiază în comparație cu cea a ligninei originale (figura 4.14)

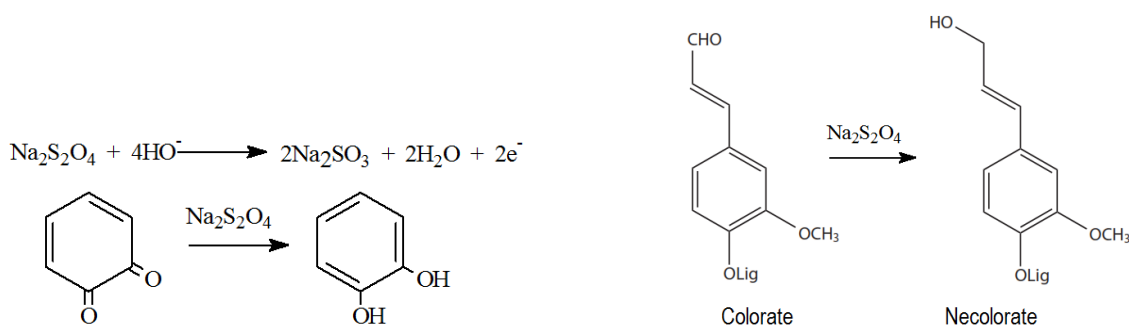
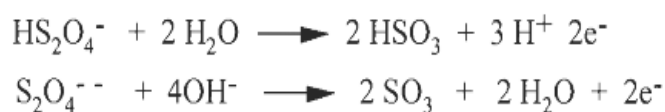


Figura 4.14 Schema reacției de reducere a grupărilor chinone și carbonile ale ligninei cu Na₂S₂O₄

Aceste reacții sunt reversibile, fapt pentru care poate avea loc reoxidarea cu oxigenul din aer a grupărilor cromofore. Viteza reacțiilor de reducere a ligninei cu hidrosulfitul de sodiu este destul de mare, iar durata procesului de albire este mai mică în raport cu albirea cu peroxid de hidrogen.

Grupările active care participă la albirea cu hidrosulfit de sodiu sunt ionii S₂O₄²⁻ și HS₂O₄⁻. Reacțiile de oxidare a acestora în mediu acid și în mediu alcalin sunt respectiv următoarele:



Eficacitatea albirii, după cum se vede din rezultatele prezentate în tabelul 4.6 și figurile din anexa 3 depind în mare măsură de valoarea pH-ului mediului, care determină descompunerea hidrosulfidului, dar și brunificarea provocată de mediul bazic prea puternic. Albirea nucilor este relativ scăzută la $\text{pH} \leq 5,0$ și este provocată de accelerarea descompunerii hidrosulfidului. La valori a pH-ului mai mari de 6,0 hidrosulfidul este stabil și procesul de albire este mai pronunțat. În același timp, odată cu creșterea în continuare a pH-ului se amplifică formarea de cromofori, care sunt puțin atacați de hidrosulfid.

Tabelul 4.6 Indici de cuantificare a culorii cojii nucilor după albirea cu Tiosulfat de sodiu

C,%	t,min	ΔE	h	C
1	2	3	4	5
t=20 °C, pH =5,4				
3%	10	12,95	1,36	30,73
	30	13,76	1,39	33,43
	60	10,79	1,42	35,22
	90	18,72	1,43	36,87
	120	19,48	1,44	38,08
6%	10	4,64	1,38	31,56
	30	11,33	1,42	34,98
	60	7,86	1,44	35,29
	90	27,32	1,45	36,99
	120	22,86	1,46	38,19
8%	10	5,84	1,39	31,79
	30	6,67	1,44	34,99
	60	4,78	1,46	35,94
	90	15,49	1,47	37,25
	120	17,11	1,48	39,41
10%	10	9,91	1,41	32,18
	30	22,79	1,48	34,99
	60	9,53	1,49	36,74
	90	16,77	1,49	37,55
	120	31,79	1,50	40,14
pH	t,min	ΔE	h	C
C=8%, t=20 °C				
3	10	40,69	0,93	49,99
	30	35,88	0,92	51,82
	60	39,13	0,92	54,65
	90	58,01	0,91	56,31
	120	82,40	0,92	57,80

Continuare tabelul 4.6				
1	2	3	4	5
7	10	44,81	0,96	54,42
	30	37,37	0,96	56,94
	60	39,82	0,94	59,28
	90	56,04	0,93	60,67
	120	80,05	0,93	62,16
10	10	40,60	0,95	52,24
	30	37,19	0,95	53,87
	60	38,53	0,93	56,61
	90	57,10	0,93	58,30
	120	81,96	0,93	59,37
t, °C	t,min	ΔE	h	C
C=8%, pH=5,4				
20	10	41,07	1,39	32,32
	30	37,87	1,44	35,30
	60	44,02	1,46	36,14
	90	65,80	1,47	37,43
	120	90,43	1,48	39,57
40	10	55,50	1,42	34,63
	30	39,21	1,46	37,99
	60	44,89	1,48	39,46
	90	65,08	1,48	40,34
	120	89,97	1,49	40,68
60	10	72,29	1,46	36,43
	30	41,00	1,48	40,06
	60	46,75	1,50	40,71
	90	64,75	1,50	41,08
	120	90,02	1,51	41,26

4.1.6 Albirea cu dioxidul de sulf

Din cauza efectului de albire redus, anhidrida sulfuroasă gazoasă este rar folosită. De cele mai multe ori se practică albirea cu acid sulfuros H_2SO_3 ori cu bisulfid de sodiu, $NaHSO_3$. Efectul tratamentului materialelor celulozice cu SO_2 este dublu: distruge reziduu de peroxid de hidrogen ($NaHSO_3 + H_2O_2 \rightarrow NaHSO_4 + H_2O$) și solubilizează lignina prin sulfonarea ei cu formarea lignosulfonatului (figura 4.15).

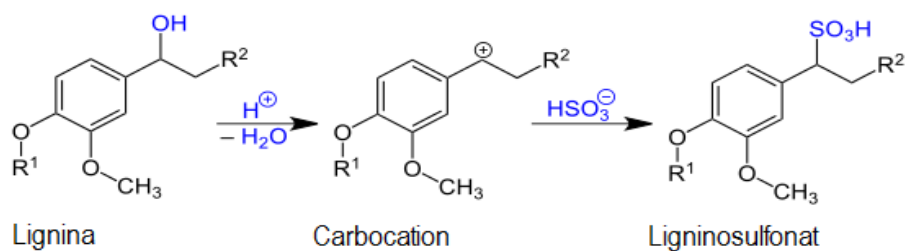


Fig.4.15 Formarea lignosulfonaților

Delignificarea produsă de tratamentul cu SO₂ implică sciziunea acidă a legăturilor eterice cu formarea carbocationilor electrofili, care apoi interacționează cu ionii de bisulfite (HSO₃)⁻ și formează lignosulfonați. Aceștia din urmă sunt polielectroliți anionici, solubili în apă într-o gamă largă a pH-ului (<http://en.wikipedia.org/wiki/Lignosulfonates>).

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 4.7 și figurile prezentate în Anexa 3, și indică că în condiții acide și la cald are loc o hidroliză relativ intensă a ligninelor din coaja nucilor, care rezultă în creșterea luminozității lor.

Tabelul 4.7 Indicii de cuantificare a culorii cojii nucilor după albirea cu SO₂

C,%	t,min	ΔE	h	C
1	2	3	4	5
t=20 °C, pH =5,4				
3%	10	12,96	1,39	31,51
	30	14,22	1,43	34,19
	60	21,02	1,44	35,53
	90	21,72	1,46	38,53
	120	20,37	1,47	39,66
6%	10	12,14	1,42	34,53
	30	19,51	1,45	35,29
	60	18,63	1,47	36,11
	90	20,13	1,48	38,63
	120	22,11	1,48	40,24
8%	10	16,16	1,43	34,62
	30	18,14	1,47	35,79
	60	13,84	1,49	36,45
	90	21,10	1,50	39,15
	120	23,94	1,50	40,54
10%	10	14,90	1,44	34,84
	30	18,53	1,49	36,28
	60	24,70	1,50	37,07
	90	23,33	1,51	39,32
	120	24,67	1,51	42,07

1	2	3	4	5
pH	t,min	ΔE	h	C
C=8%, t=20 °C				
3	10	54,47	0,94	62,85
	30	47,45	0,93	67,13
	60	44,51	0,92	69,32
	90	57,06	0,91	70,74
	120	77,73	0,90	71,90
7	10	46,72	0,93	58,38
	30	44,17	0,88	61,24
	60	43,42	0,89	62,18
	90	58,37	0,90	64,26
	120	80,48	0,91	64,90
10	10	44,41	0,95	56,38
	30	37,78	0,95	57,45
	60	36,89	0,95	58,43
	90	57,30	0,93	60,06
	120	80,81	0,92	61,00
t, °C	t,min	ΔE	h	C
C=8%, pH=5,4				
20	10	53,09	34,98	1,43
	30	47,12	35,97	1,47
	60	53,21	36,57	1,49
	90	69,57	39,25	1,50
	120	93,91	40,63	1,50
40	10	52,63	36,32	1,44
	30	60,77	37,73	1,48
	60	52,50	38,89	1,49
	90	69,94	40,04	1,51
	120	94,26	40,42	1,51
60	10	54,30	38,42	1,45
	30	76,22	40,78	1,49
	60	53,97	40,96	1,50
	90	70,02	41,08	1,52
	120	93,12	41,23	1,52

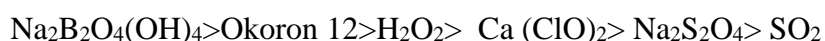
4.2 Concluzii:

1. Au fost cuantificate caracteristicile cromatice ale cojilor de nuci în sistemul CIELAB și realizate studii experimentale privind albirea cu agenți *oxidanți* (peroxid de hidrogen, Okoron 12, hipoclorit de calciu și perborat de sodiu) și *reductivi* (ditiionit de sodiu, dioxidul de sulf)

2. Prin analiza evoluției valorilor variabilelor de culoare L, a și b au fost studiate efectele parametrilor independenți de albire (pH-ul mediului, concentrația agenților de albire și temperatura mediului de albire).

3. S-a constatat că agenții de albire oxidativi sunt mai efectivi și că procesul de albire depinde de concentrația agenților, temperatura și pH-ul mediului și de durata de retenție a nucilor în mediul de albire.

4. După activitatea de albire a cojii nucilor, agenții de albire studiați formează următoarea serie:



5. Ținând cont de activitatea de albire a agenților și de emisile *toxice* produse de ei, albirea nucilor poate fi efectuată cu perborat de sodiu (% $\text{Na}_2(\text{H}_4\text{B}_2\text{O}_8)$)=5%, 60 min, $t=60^\circ\text{C}$, pH=10), Okoron 12 (%Okoron 12 =5%, 90 min, $t=60^\circ\text{C}$, pH=10) și cu peroxid de hidrogen (% H_2O_2 =10%, % NaOH =2,2 %, $t=60^\circ\text{C}$, 90 min).

5. RECOMANDĂRI TEHNOLOGICE DE MANIPULARE POST-RECOLTĂ ȘI VALORIFICARE A NUCILOR

Calitatea nucilor este influențată de condițiile climaterice, practicile de irigare, de varietate, de controlul dăunătorilor și a 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 post-recoltare [218]. În această perioadă, principalele surse de deteriorare a nucilor sunt tulburările fiziologice, cum ar fi senescența, pierderea apei prin evaporare și bolile patogene [53].

În acest capitol cercetările realizate anterior sunt completate cu unele recomandări tehnologice de manipulare post-recoltă și valorificare a nucilor.

5.1 Manipulările postrecoltă a nucilor

Recoltarea. Se va face la maturitatea deplină, atunci 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 și 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 [120, 141].

S-a stabilit că recoltarea nucilor la etapa anterioară maturității are ca rezultat retenția culorii mai albe a miezului, comparativ cu cele recoltate în etapele ulterioare [193, 194]. Mai mult, recoltarea nucilor, la temperaturi mai mari a relatat ca rezultat întunecarea miezului [194].

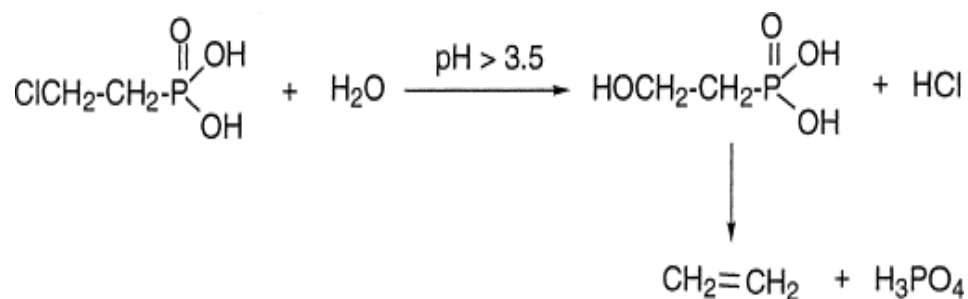
Condiționarea cuprinde: sortarea calitativă și după mărime a nucilor în coajă și aplicarea unor tratamente speciale acestora, de asemenea operațiile de recuperare și pregătire pentru consum a miezului de nucă provenit din nucile care nu îndeplinesc condiția de a fi valorificate ca atare, dar care au 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, afectându-se puternic calitatea nucilor [169]. 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 (dehiscența) de endocarpul lemnos al fructului [102].

O direcție care ar putea fi abordată la această etapă este utilizarea pericarpului verde a nucilor. Cercetări asupra compoziției cojii verzi a nucilor au demonstrat că acestea conțin o cantitate mare de substanțe fenolice și carotenoizi [167], 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 [25, 173].

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 nucii, 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 ($20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) pentru o perioadă de 4, 6, 8 și 10 ore. Raportul volumic dintre fructele de nucii 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 prezentate în tabelul 5.1.

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 (figurile 5.1 și 5.2).

Tabelul 5.1 Efectul etefonului și a duratei imersării nucilor asupra gradului de dehiscență (%) a cojii verzi a nucilor

Nr.	Durata menținerii nucilor în soluție (D)	C _{etefon} , ppm	Perioada de evaluare a gradului de dehiscență, ore	Gradul de dehiscență al pericarpului, %
1	4 ore (D ₁)	0	48	20
			96	25
			144	31
		2500	48	75
			96	81
			144	86
2	6 ore (D ₂)	0	48	23
			96	29
			144	33
		2500	48	78
			96	85
			144	91
3	8 ore (D ₃)	0	48	26
			96	34
			144	42
		2500	48	80
			96	88
			144	92
4	10 ore (D ₄)	0	48	30
			96	37
			144	44
		2500	48	84
			96	95
			144	98



Figura 5.1 Proba de control (nuci imersate în apă timp de 6 ore,

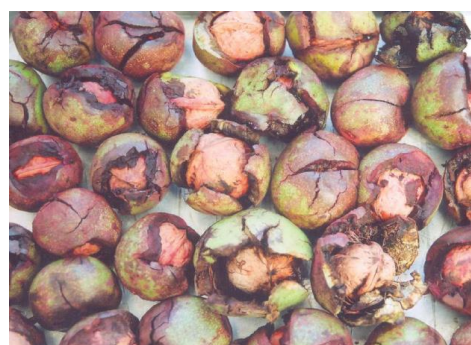


Figura 5.2 Proba tratată cu soluție de etefon, timp de 6 ore, păstrate 5 zile

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 pătarea 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.

În capitolul 4 al tezei sunt prezentate rezultatele experiențelor privind efectul diferitor agenți de albire asupra parametrilor cromatici ai nucilor. S-a constatat că agenții de albire oxidativi sunt mai eficienți și că albirea depinde de concentrația agenților, de temperatura și pH-ul 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.

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 a nucilor prin diverse metode întru-cât uscarea la soare implică o perioadă de durată și necontrolată (5 până la 8 zile) 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, neânălbite, diforme, mucegăite, pătate sau cele cu alte defecte.

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 secolectează 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 %.

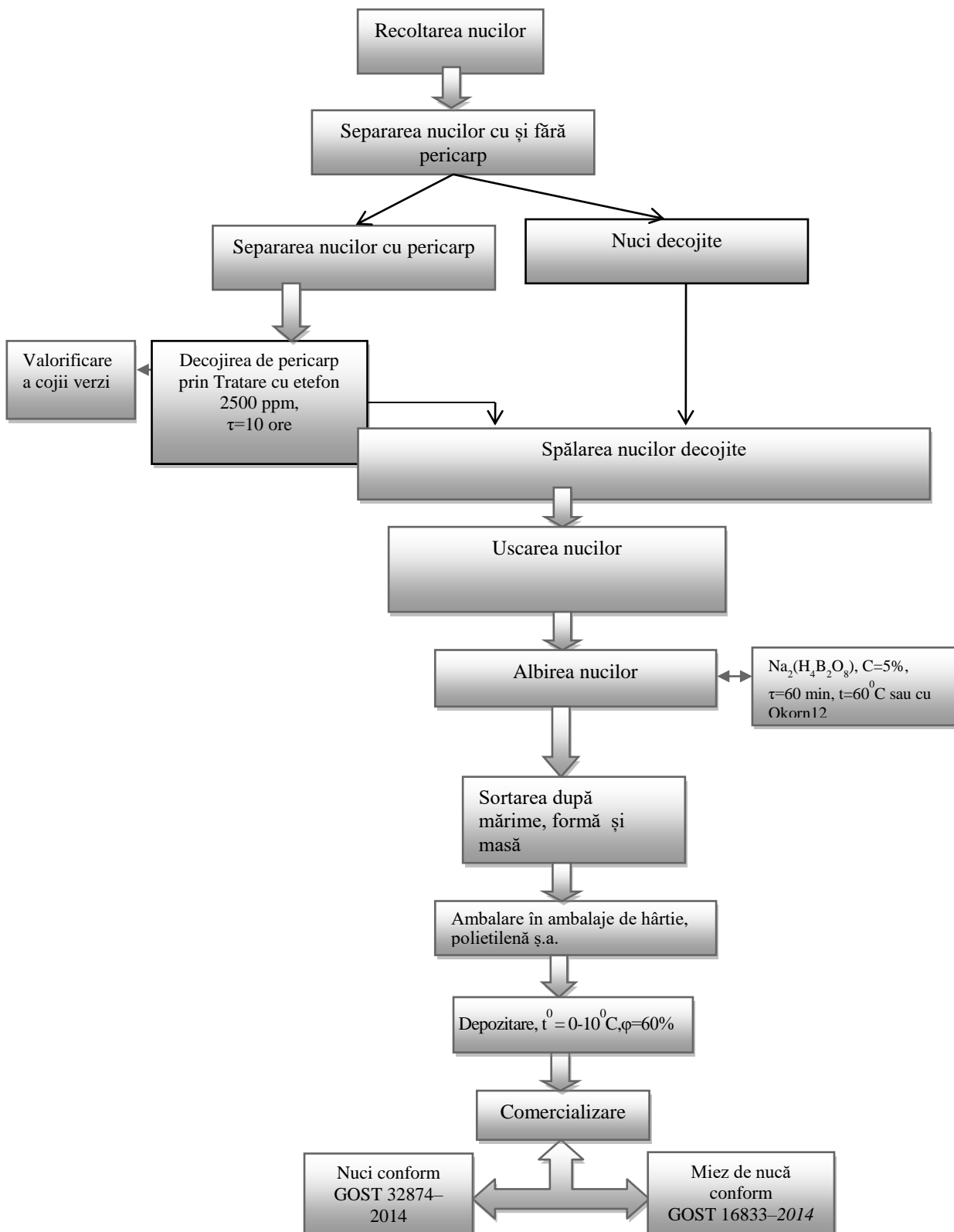


Figura 5.3 Schema tehnologică de procesare a nucilor după recoltare

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 endocarplui denotă o bună păstrare, iar endocarplul 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.

Valorificarea nucilor. Comercializarea nucilor se poate face direct în coajă sau sub formă de miez de nucă.

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 (figura 5.3).

5.2 Valorificarea fructelor de nuci

Datorită efectelor benefice a 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 făcute din nuci prăjite. Unii cercetători au încercat să producă produse din carne care conțin miez de nucă [20, 46]. Au fost realizate și unele studii referitoare la producția de bauturi și emulsii din miez de nuci [35, 71, 133, 166, 224].

Autorii menționați au relatat că unul din factorii limitanți la producerea laptelui de nuci este stabilitatea slabă a emulsiei și că aceasta ar putea fi ameliorată prin adaosul a diverși stabilizatori (xantan, carboximetil celuloză de sodiu, monogliceridă, cazeinat de sodiu, gumă arabică și al.).

Deoarece produsele alimentare obținute pe bază de nuci practic lipsesc de pe piața Republicii Moldova unul din 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.

5.2.1 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 și al. 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 ($t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$) 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 $73\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ timp de 15 min și distribuit în recipiente. Regimele de înmuiere a miezului de nuci sunt prezentate în tabelul 5.2, iar diagrama de flux a laptelui de nuci în figura 5.4

Tabelul 5.2. Regimul de înmuiere a miezului de nuci.

Nr. probei	Durata de hidratare, h	Temperatura de hidratare, °C	Nr. probei	Durata de hidratare, h	Temperatura de hidratare, °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

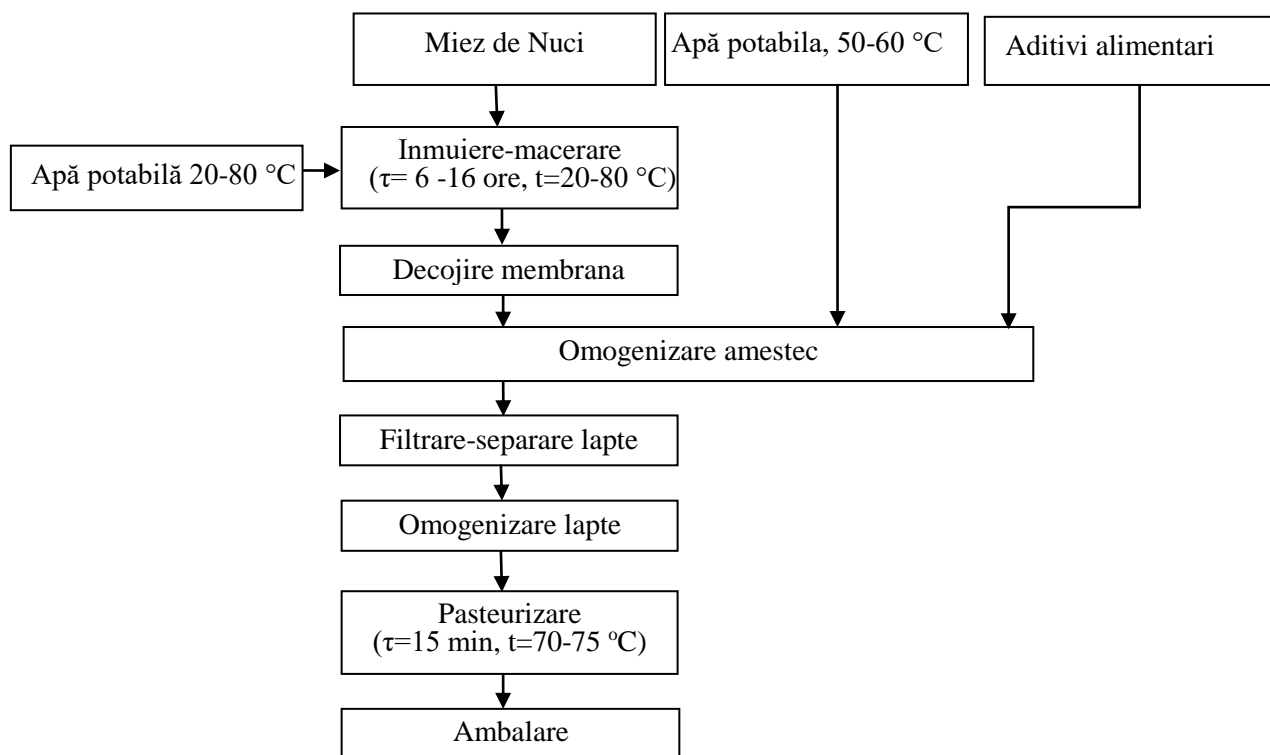


Figura 5.4 . Schema tehnologică de obținere a laptelui de nuci

După cum a fost menționat în capitolul 1, nucile conțin 62-74% grăsimi [142] 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 [96].

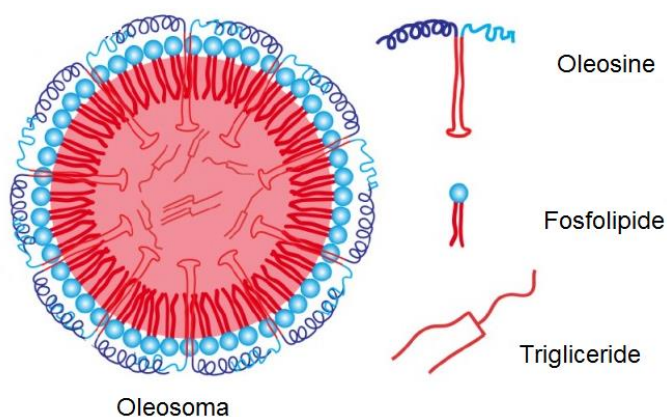


Figura 5.5. Modelul unui oleozom (sferozom) cu extinderea stratului limită de triacilgliceroli, fosfolipide și oleosine [66].

Mărimea oleosomilor nucilor variaza în intervalul de 1-30 μm [66].

S-a constatat că laptele de nuci se separă în trei fracții (plutitoare, supernatanta și precipitat) într-un timp scurt de staționare (aproximativ 30 de minute). Acest comportament este determinat de dimensiunea mare a globulelor de ulei [66] și de solubilitatea slabă în apă a proteinelor (în special a glutelinelor).

Evaluarea indicilor organoleptici

Ca obiecte de analiză au fost prezentate 10 probe de lapte de nuci, care au fost tratate diferit, în depedență de timpul și temperatura de hidratare.

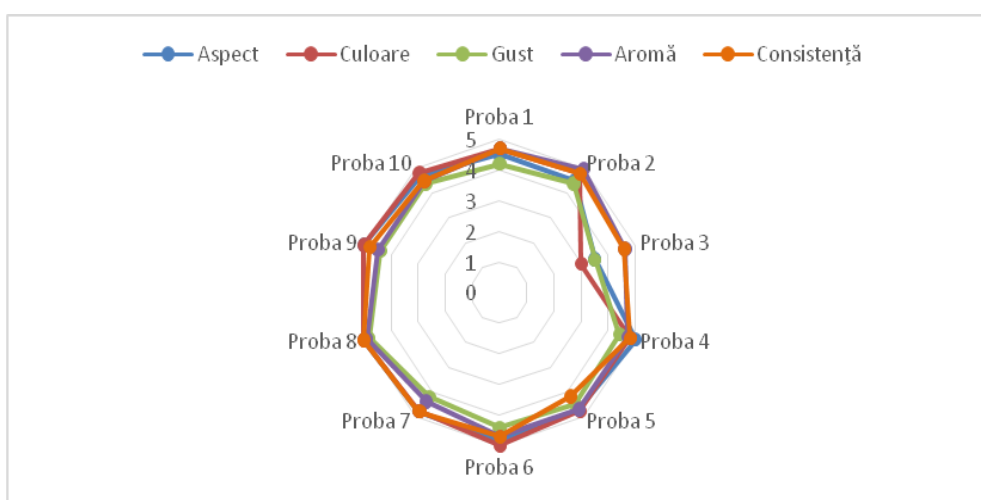


Figura 5.6. Profilul senzorial a probelor laptelui de nuci.

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 o culoare și consistență plăcută, și un gust 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 aceea că produsul a avut o culoare mai închisă nespecifică laptelui, și un gust amăru.

Astfel de aici putem concluziona că totuși la prepararea laptelui de nuci, miezul trebuie neapărat decojit, pentru a satisface indicii organoleptici.

În tabelul 5.3 este prezentată compoziția chimică și indicii fizico-chimici ai laptelui de nuci.

Tabelul 5.3 Compoziția chimică a laptelui de nuci.

Nr.	Raport Miez:apă	miez: apă 1:10	miez: apă 1:8	miez: apă 1:5	miez: apă 1:4
	Indicatori				
1.	Substanța 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

Analizînd datele obținute, se poate menționa că componenții majoritari în laptele de nuci sunt lipidele, conținutul acestora constituind 12,13g/100mL pentru probele pregătite cu raportul nuci:apă de 1:4.

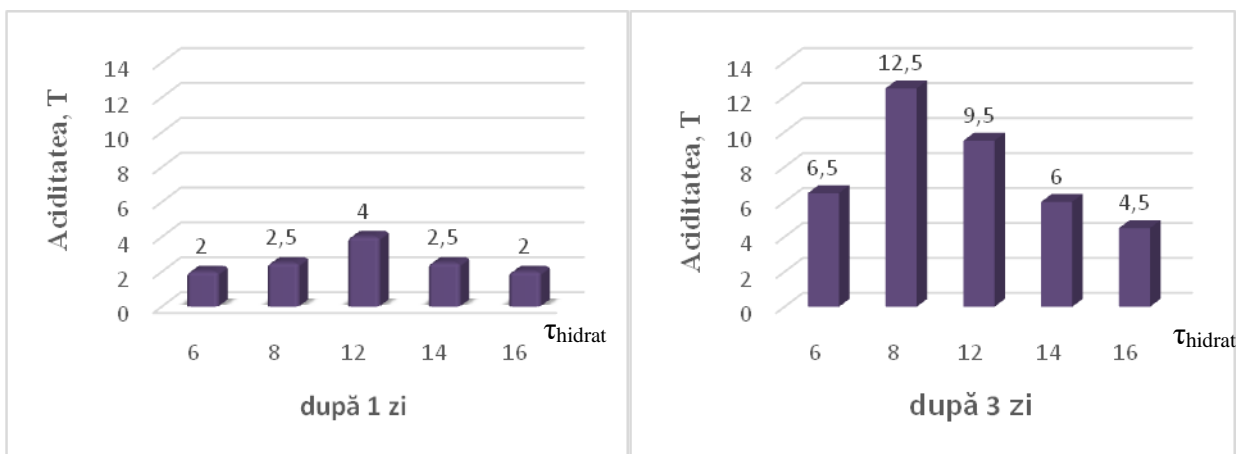
În comparație cu laptele de vaci, laptele de nuci obținut este mai sărac în proteine (2,78 g/100 ml față de 3,4 g/100 mL pentru laptele de vaci totuși făcând referire la calitatea acestora putem considera că aportul proteic al laptelui de nuci este mai sănătos.

Evoluția acidității la păstrarea laptelui de nuci

În controlul calității laptelui, determinarea acidității acestuia este importantă în aprecierea prospețimii lui. Prospețimea laptelui poate fi apreciată în funcție de aciditatea sa, deoarece aceasta crește odată cu timpul de păstrare, datorită acțiunii bacteriilor care fermentează lactoza din lapte, transformand-o în acid lactic.

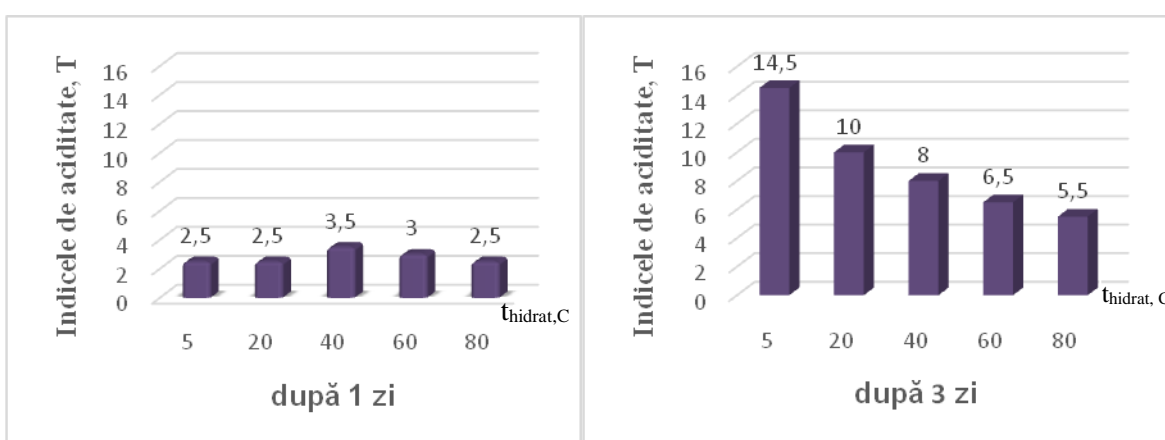
Aciditatea laptelui se exprimă în grade Thörner °T (1 grad Thorner reprezintă aciditatea din 100 cm³ produs care se neutralizează cu 1 cm³ soluție de NaOH 0,1 N).

În figurile 5.7-5.8 sunt redate rezultatele cercetării din care se observă că pe parcursul păstrării laptelui, aciditatea titrabilă a laptelui (A*) crește moderat .



$$A^* = A \pm 0,12$$

Figura 5.7. Dependenta acidității titrabile a laptelui de nuci în funcție de durata de înmuiere a miezului.



$$IA^* = IA \pm 0,12$$

Figura 5.8. Dependenta acidității titrabile a laptelui de nuci în funcție de temperatura de înmuiere a nucilor.

Aciditatea totală a laptelui de nuci este determinată în măsură mică de conținutul de proteine și de gaze și în măsură mai mare de prezența acizilor și a sărurilor acide, dar și de durata și temperatura mediului de înmuiere a miezului. La păstrarea laptelui, aciditatea totală crește datorită acțiunii bacteriilor lactice asupra zaharurilor. În toate cazurile valoarea acidității titrabile a laptelui de nuci nu depășește valoarea maximală admisibilă (17 °T) pentru că conținutul de zaharuri din lapte este relativ mic (în comparație cu laptele de vaci).

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 și al. Grăsimea 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 (figura 5.9). Repartiția după dimensiuni a globulelor se realizează

prin analiza granulometrică și poate fi unimodală (emulsie relativ omogenă, monodispersă), bimodală ori multimodală (emulsie eterogenă, polidispersă).

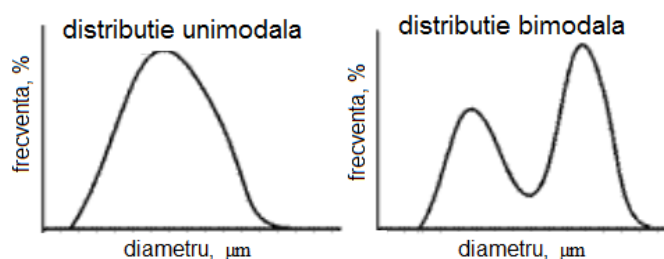
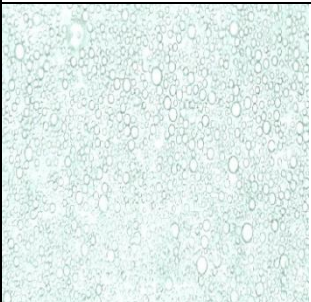
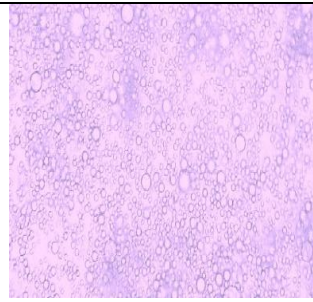
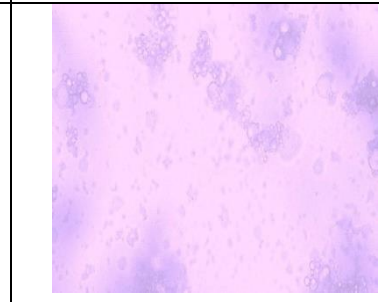


Figura 5.9. Distribuție granulometrică unimodală și bimodală

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 prezentate în tabelul 5.4 și figura 5.10.

Tabelul 5.4. Evoluția microstructurii globulelor de grăsime a laptelui de nuci pe parcursul păstrării.

Durata pastrării	1 zi	2 zi	3 zi
Lapte de nuci			

Rezultatele din tabelul 5.4 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).

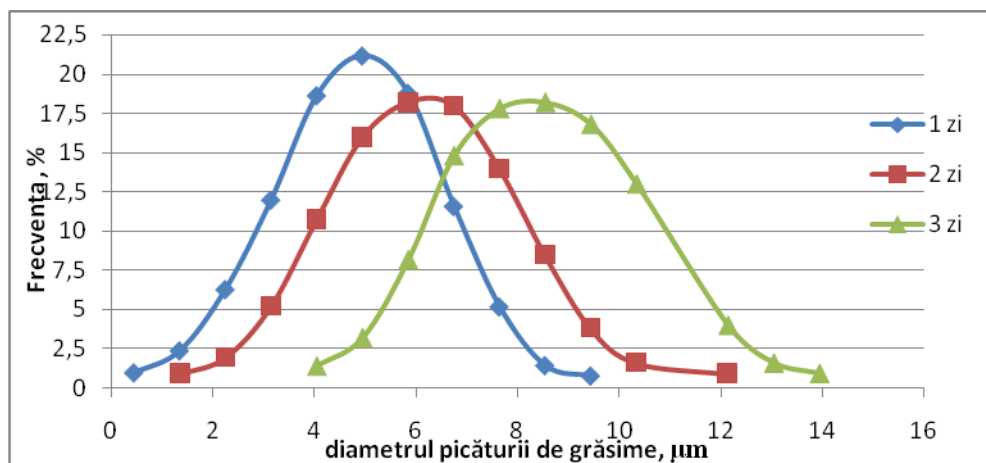


Figura 5.10. Distribuția granulometrică a picăturilor de grăsime din laptele de nuci

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, cu o pondere mai mare fiind picăturile cu diametrul de 4,95 μm. Aceste valori sunt comensurabile cu diametrul oleosomilor nucilor (1-30 μm).

Începînd cu ziua a doua unele din picături fuzionează, respectiv mărindu-și dimensiunile, diametrul acestora variază în limitele valorilor 1,35 la 12,15 μm. Pentru 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, care prezintă 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, vâscozitatea fazei continue, temperatura, agitarea, condițiile de depozitare. Destabilizarea emulsiilor se poate realiza prin floclare, coalescență și învîrtire sau sedimentare (Figura 5.11).

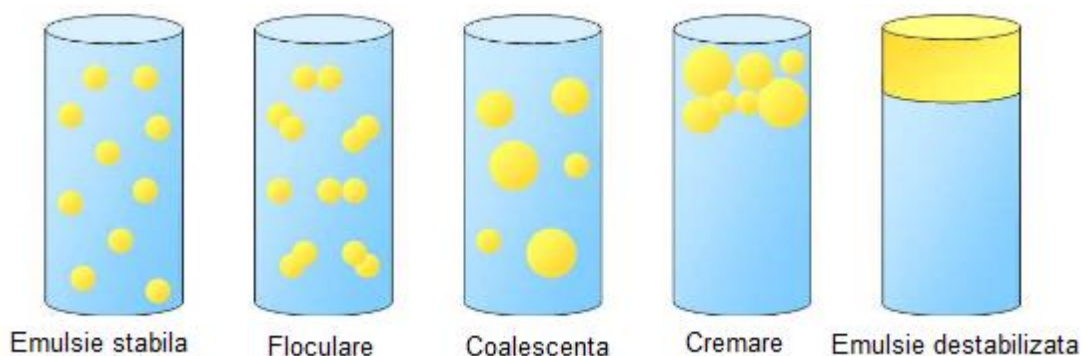


Figura 5.11. Mecanismele de destabilizare a emulsiilor

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 parametri de cremare și de sedimentare și evoluția lor pe parcursul păstrării în decurs de trei zile. Rezultatele obținute sunt prezentate în figurile 5.12-5.15.

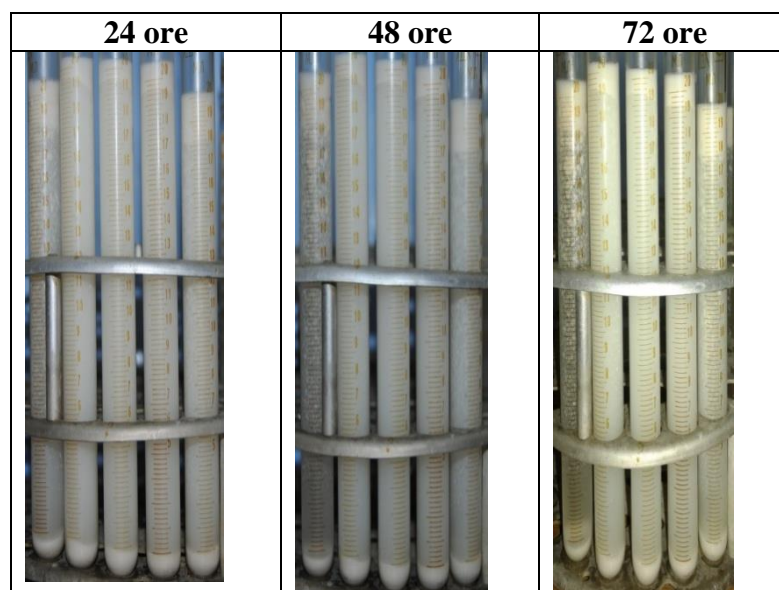


Figura 5.12. Imaginile emulsiilor în curs de destabilizare la păstrarea laptelui de nuci

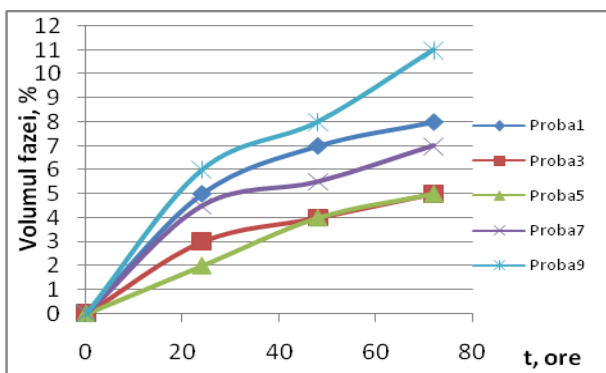


Figura 5.13 Evoluția indicelui de cremare a emulsiei

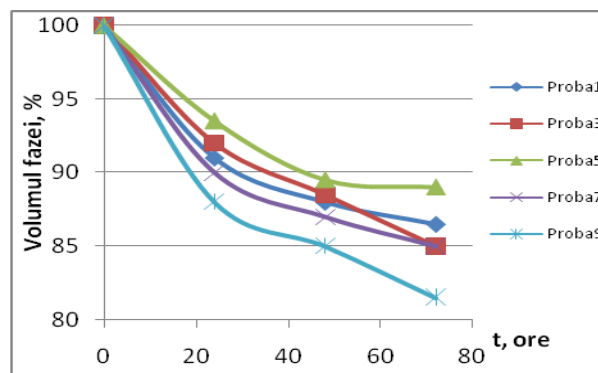


Fig. 5.14 Evoluția volumului fazei emulsionate la păstrarea emulsiilor

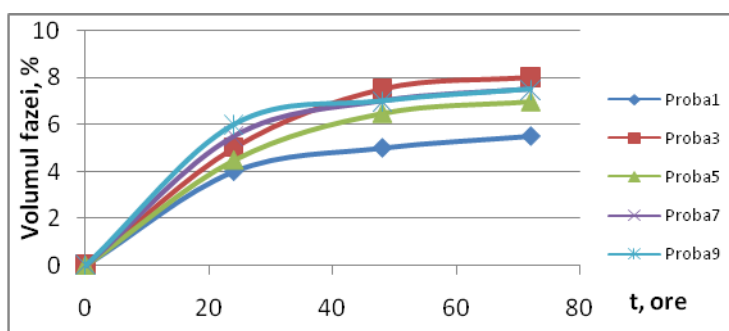


Fig. 5.15 Evoluția fazei sedimentate la păstrarea emulsiilor

Prin urmare, laptele de nuci este un produs instabil. Condițiile care permit limitarea cremării sunt mărirea vâscozității fazei apoase sau dispersarea picăturilor de grăsime. În realitate este dificil de a mări vâscozitatea 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 să fie 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.

5.2.2 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 [160, 175].

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 nivelele de riboflavină [52].

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 [156].

Acești autori au mai stabilit că anumite bacterii lactice, *Lactobacillus delbruekii* sub 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-au utilizat complexul 7 Bacterii lactice care conține așa specii de bacterii ca *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium Bifidum*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus bulgaricus*, precum și maiele de bacterii lactice din iaurt și chefir.

Având în vedere faptul 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 albini 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 lapte 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 prezentată mai jos.

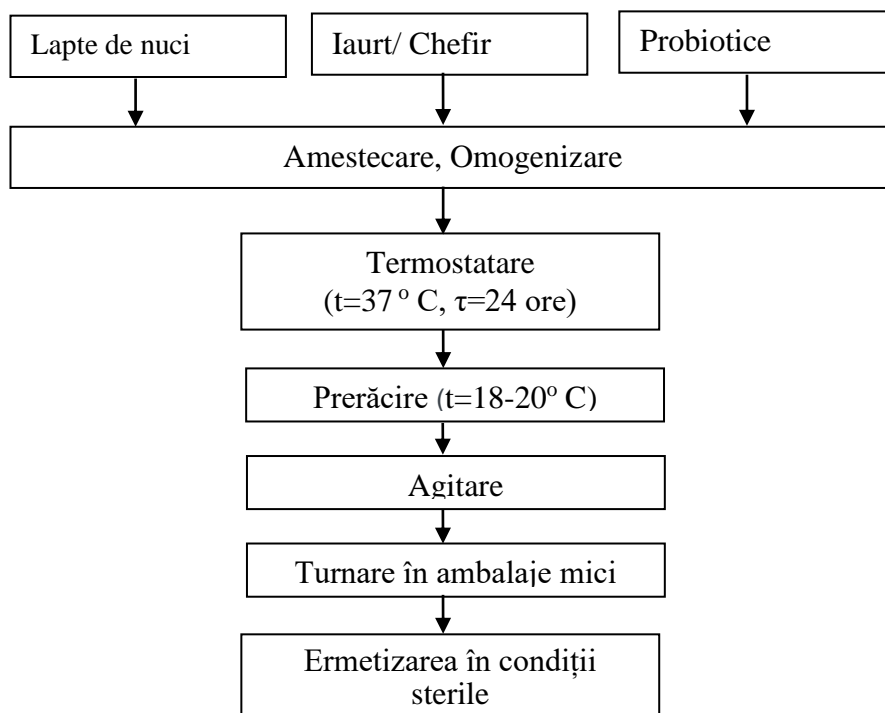


Figura 5.16. Schema tehnologică de obținere a produselor fermentate pe bază de lapte de nuci

Probele de produs de tip iaurt din lapte de nuci au fost preparate în duplicate, prin adăuția 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. Pe întreaga perioadă de păstrare s-a monitorizat evoluția pH-ului și acidității titrabile.

După cum se arată în figura 5.17, la fermentarea probelor cu maia de iaurt “*Activia*” a avut loc o reducere mai mare a pH-ului în comparație cu cea 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*”).

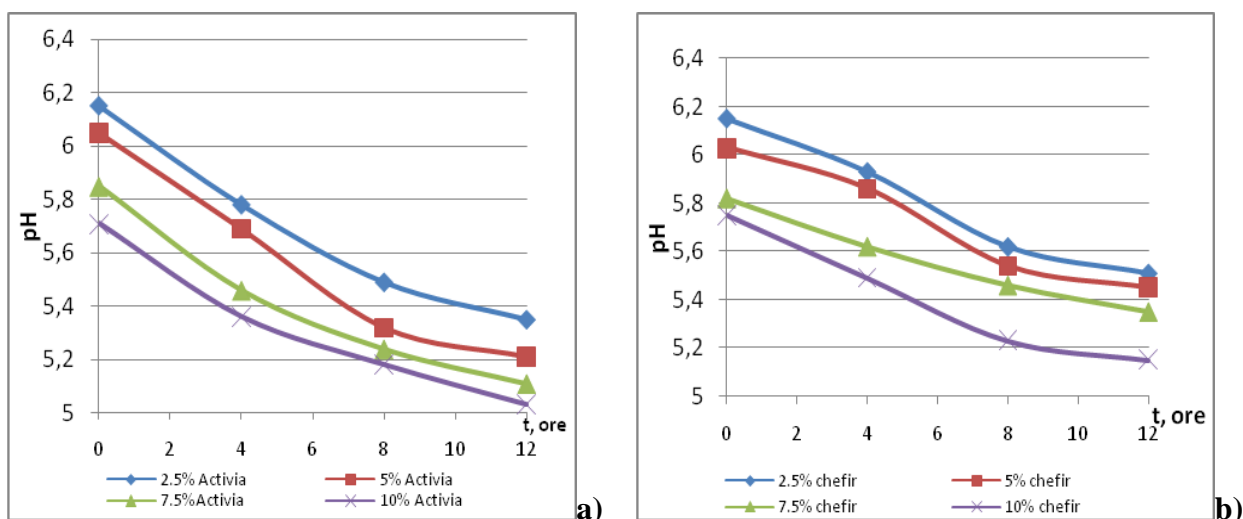


Figura 5.17. Variația pH-ului produsului pe parcursul fermentării laptelui de nuci cu (a) iaurt “*Activia*” și (b) cu chefir

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 cea 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 băutura cu 10,0% adaos chefir și 1,15 g acid lactic 100 ml⁻¹ pentru aceeași băutura fermentată cu adaos de iaurt “*Activia*” (figura 5.18).

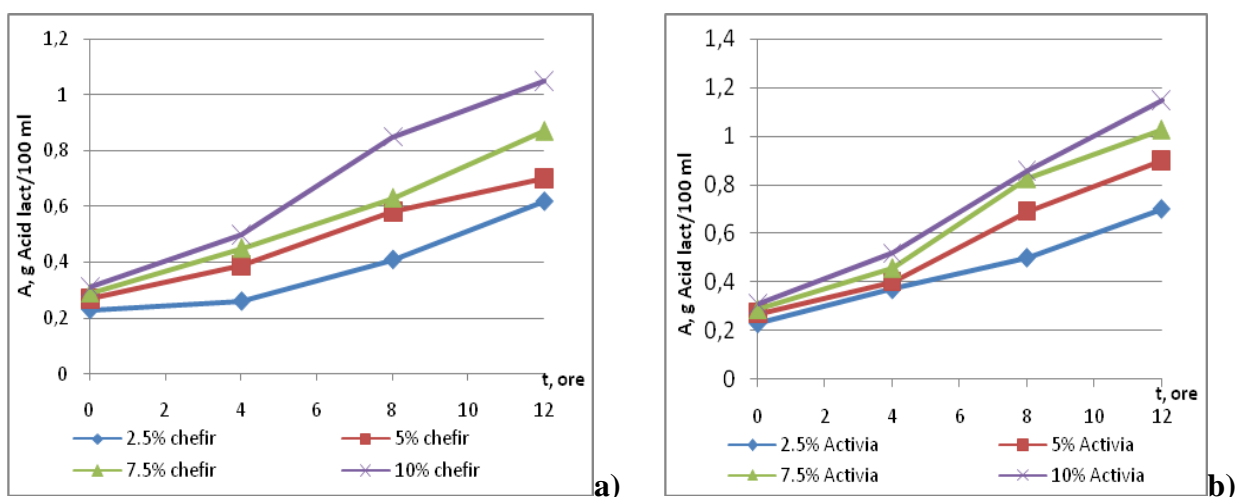


Figura 5.18. Variația acidității titrabile a produsului pe parcursul fermentării laptelui de nuci cu adaos de (a) chefir și (b) cu adaos de iaurt “Activia”, g acid lactic 100 mL⁻¹

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 servite în cutii de plastic marcate cu coduri din trei cifre și 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 5.6), se poate concluziona că băuturile fermentate din lapte de nuci cu adaos de iaurt/chefir (10%) au avut cea mai mare acceptabilitate în raport cu celelalte băuturii fermentate.

Tabelul 5.6 Scorurile evaluării senzoriale a probelor de iaurt/băutură acidă de nuci

Caracteristica	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%
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
Textura	3,6	4,2	4,3	4,4	3,7	4,2	4,3	4,4

Evoluția caracteristicilor fizico-chimice a probelor de băutură acidă de nuci în timpul depozitării la rece

După 14 zile de depozitare la 4 °C, valorile pH-ului (figura 5.19) și acidității titrabile (figura 5.20) 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.

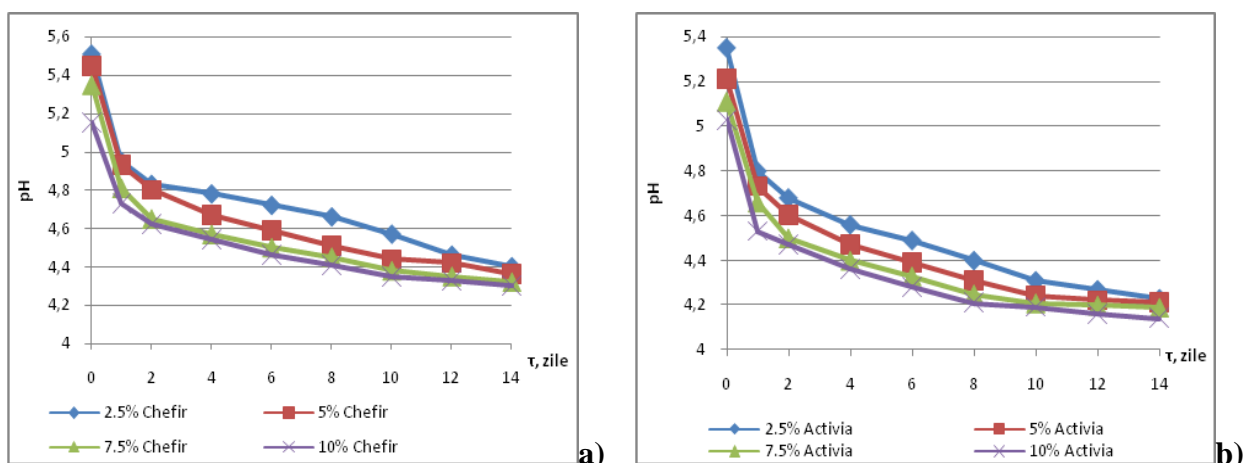


Figura 5.19. Variația pH-ului pe parcursul păstrării laptelui de nuci fermentat cu adaos de (a) chefir și (b) de iaurt “Activia”

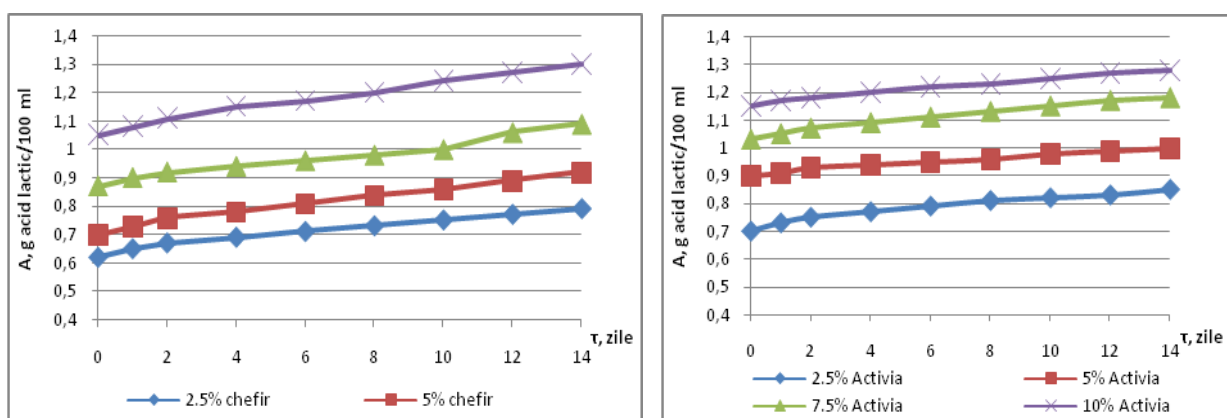


Figura 5.20. Variația acidității titrabile pe parcursul păstrării laptelui de nuci fermentat cu adaos de (a) chefir și (b) adaos de iaurt “Activia”, g acid lactic/100 mL

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 un 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 [135].

Rezultatele care caracterizează valorile indicilor de sinereză a probelor de iaurt analizate sunt prezentate în figurile 5.21-5.22.

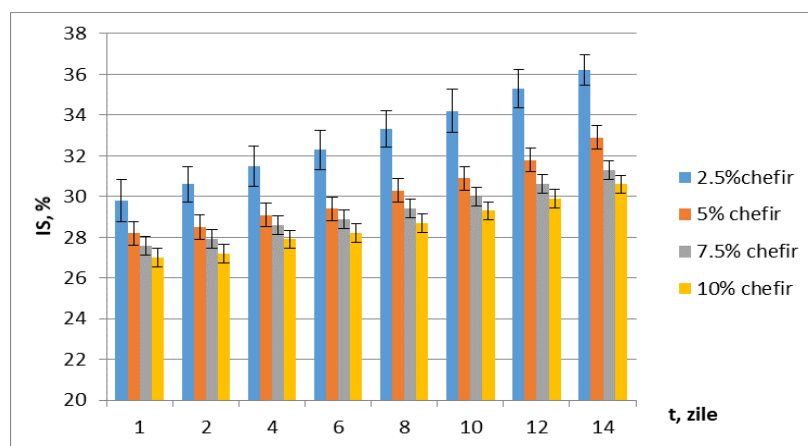


Figura 5.21. Variația indicelui de sinereză a laptelui de nuci fermentat cu maia de chefir pe parcursul păstrării, g acid lactic/100 mL

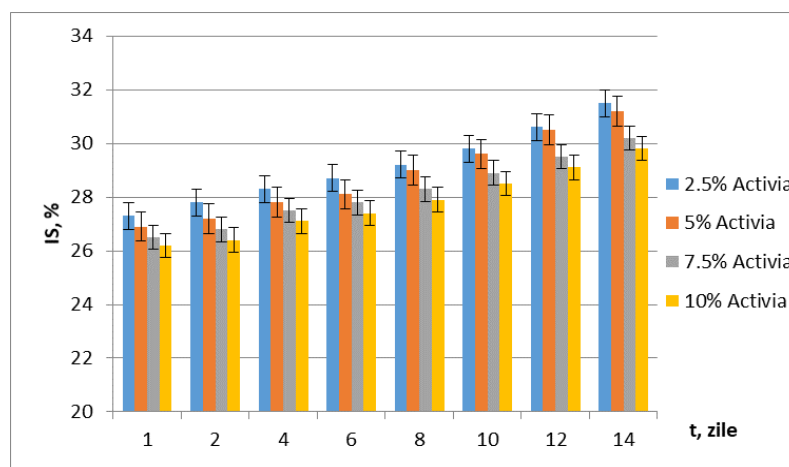


Figura 5.22. Variația indicelui de sinereză a laptelui de nuci fermentat cu maia de de iaurt "Activia" pe parcursul păstrării, g acid lactic/100 mL

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*”.

5.3 Concluzii

- Elaborarea și aplicarea schemei tehnologice de procesare a nucilor după recoltare se înscrie în preocupările generale privind procesarea tehnologică a nucilor și contribuie la asigurarea premizelor unei dezvoltări durabile a sectorului nucifer.
- S-a demonstrat că tratarea cu etefon a nucilor cu coajă verde mărește gradul de dehiscență a pericarpului până la 98% și facilitează operația de înlăturare a pericarpului nucilor.
- S-a demonstrat posibilitatea și oportunitatea producerii laptelui de nuci și băuturilor fermentate pe bază de lapte de nuci. Laptele de nuci este produs extrem de complex atât după natura fizică multifazică (faza apoasă continuă, suspensie coloidală, emulsie și soluție) cât și prin diversitatea constituenților moleculari de origine proteică, lipidică, minerală și al. Analiza microstructurii laptelui de nuci a arătat că diametrul globulelor de grăsime variază în limitele 0,45 – 9,45 μm , și că acesta este comensurabil cu mărimea oleozomelor intracelulare a nucilor.
- A fost elaborată tehnologia de producere a laptelui vegetal din nuci și a băuturilor fermentate cu bacterii lactice pe bază de lapte de nuci. Produsele obținute au un conținut caloric scăzut, prezintă proprietăți organoleptice (senzoriale) și caracteristici fizico-chimice (pH, aciditate titrabilă, indice de sinereză) specifice materiei prime și maielelor folosite, diferite de cele ale produselor fermentate din lapte de vaci, dar acceptabile pentru consum.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

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

1. S-a demonstrat că caracteristicile fizico-chimice și biochimice ale nucilor pe parcursul depozitării sunt în permanentă modificare, având un caracter exponențial. Cele mai profunde modificări sunt legate de procesele de oxido – reducere ale componentelor nucilor și procesele de sorbție a umidității [34, 77, 184].

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 [79, 185].

3. Au fost studiate procesele respiratorii ale nucilor și relația dintre intensitatea respirației fructelor de nuci și calitatea lipidelor lor. Intensitatea respiratorie inițială a nucilor este relativ mare, însă scade brusc în primele 15 zile de păstrare. În diapazonul de temperaturi + 4 ... + 20 °C rata de respirație a nucilor crește lent odată cu creșterea temperaturii de păstrare, în intervalul +30...+50 °C urmează o creștere bruscă până la valoarea maximală a intensității respirației de 22 mg CO₂/kg*h, iar la creșterea continuă a temperaturii intensitatea respirației scade [30, 31].

4. Au fost determinate izotermele de sorbție la diferite temperaturi (5, 20, 30 și 40 °C), care sunt descrise de trei modele matematice: GAB, Peleg și BET în care valorile coeficientului de corelație R² variază între 0,83 ... 0,99 în domeniul de activități ale apei cuprinse între valori de 0-0,90. Folosind ecuația BET au fost determinate capacitatea de adsorbție monostrat și suprafața specifică, iar în baza ecuației Clausius-Clapeyron -căldura izosterică a miezului, cojii și membranelor intermediare ale nucilor [231].

5. Dependența proceselor de oxidare a grăsimilor nucilor, exprimată prin evoluția indicelui de peroxid, de umiditatea relativă a mediului are un caracter parabolic, valori minime a indicelui de peroxid fiind stabilite la umidități relative ale aerului de 28 – 48%. Aceste valori corespund formării stratului monomolecular de apă, în care mobilitatea substanțelor pro-oxidante este minimă [34, 36].

6. Au fost cuantificate caracteristicile cromatice ale cojilor de nuci în sistemul CIELAB și realizate studii experimentale privind albirea cu agenți *oxidanți* și *reducători*. Agenții de albire oxidativi fiind mai efectivi, iar procesul de albire depinde de concentrația agenților, temperatura și pH-ul mediului și de durata de retenție a nucilor în mediul de albire. Ținând cont de activitatea de albire a agenților și de emisiile *toxice* produse de ei, se recomandă ca albirea nucilor cu

perborat de sodiu ($\%Na_2(H_4B_2O_8)=5\%$, 60 min, $t=60^{\circ}C$), Okoron 12 ($\% Okoron 12 =5\%$, 90 min, $t=60^{\circ}C$) și peroxid de hidrogen ($\%H_2O_2=10\%$, $\% NaOH =2,2 \%$, $t=60^{\circ}C$, 90 min) [32, 33].

7. S-a demonstrat că tratarea cu etefon a nucilor cu coajă verde mărește gradul de dehiscență a pericarpului până la 98% și facilitează operația de înlăturare a pericarpului nucilor.

8. A fost elaborată schema tehnologică de procesare post-recoltă a nucilor care se înscrie în preocupările generale privind procesarea tehnologică a nucilor și contribuie la asigurarea premizelor unei dezvoltări durabile a sectorului nucifer.

9. S-a demonstrat posibilitatea și oportunitatea producerii laptelui de nuci și băuturilor fermentate pe bază de lapte de nuci. Produsele obținute au un conținut caloric scăzut, prezintă 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.

RECOMANDĂRI

Tematica prezentei lucrări este oportună pentru modernizarea tehnologiilor de procesare a nucilor, în vederea menținerii calității lor o perioadă cât mai îndelungată și valorificarea acestora prin obținerea noilor produse pe bază de nuci. În acest context, se recomandă următoarele:

Pentru unitățile din industria procesatoare de nuci:

- ✓ introducerea etapelor de tratare cu etefon a nucilor în pericarp verde și de albire a lor în schema tehnologică de procesare a nucilor în coajă;

Pentru laboratoarele industriei alimentare:

- ✓ tehnologia de fabricare a laptelui de nuci sau a băuturilor fermentate pe bază de lapte de nuci;

Pentru cercetări ulterioare

- ✓ Continuarea cercetărilor în vederea lărgirii sortimentului de produse pe bază de nuci.
- ✓ Stabilirea caracteristicilor fizice, fizico-chimice și microbiologice ale noilor produse la fabricare și pe durata păstrării în diferite condiții.
- ✓ Elaborarea proiectelor documentației normativ-tehnice pentru produsele noi obținute pe bază de nuci.

BIBLIOGRAFIE

1. Adebajo, L. O., & Diyaolu, S. A. Mycology and spoilage of retail cashew nuts. *African journal of Biotechnology*, 2(10), 2003, p. 369-373.
2. ADMI, Standards for grades of dry milk, bulletin 916, revised 1990
3. Agnieszka Kita. Peanut, hazelnut and walnut oils. In "Plant Lipids Science, Technology, Nutritional Value and Benefits to Human Health", 2015: 107-117. Editors: Grazyna Budryn and Dorota Zyzelewicz
4. Akpinar 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
5. 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.
6. Akter, R., et al. "Effect of Obesity on Fasting Blood Sugar." *Mymensingh medical journal: MMJ* 26.1, 2017: p. 7.
7. 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.
8. AL-Muhtaseb, A.H., Hararah, M.A., Megahey, E.K., Mcminn, W.A.M. and Magee, T.R.A. Moisture adsorption isotherms of microwave-baked Madeira cake. *Lebensm. Wiss. Technol.* 43, 2010, p.1042–1049.
9. 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.
10. 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.
11. Amatayakul, Thanut, Frank Sherkat, and Nagendra P. Shah. "Syneresis in set yogurt as affected by EPS starter cultures and levels of solids." *International Journal of Dairy Technology* 59, no. 3 (2006): pp. 216-221.
12. 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.
13. Andronoiu D., Botez E., Mocanu G., Nistor O., Nichiforescu A.. Technological research on obtaining a new product:Yoghurt with added walnuts and strawberries jam. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 2011, 17(4), 452-455
14. AOCS. 1999. Official Methods and Recommended Practicles of the American Oil Chemists' Society. *Method Cd 3d-63*. Champaign: AOCS Press.
15. AOCS. 2001. Official Methods and Recommended Practicles of the American Oil Chemists' Society. *Method Cd 8b-90*. Champaign: AOCS Press.

16. AOCS. Official Method Cd 1h-05, Determination of of Cis-, Trans-, Saturated, Monounsaturated and Polyunsaturated Fatty Acids in Vegetable or Non-ruminant Animal Oils and Fats by Capillary GLC. In Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 6th ed., 2nd printing; Firestone, D., Ed.; AOCS Press: Urbana, IL, 2005.
17. Aradhya M K, Potter D, Gao F and Simon C J. Molecular phylogeny of Juglans (Juglandaceae): a biogeographic perspective. *Tree Genetics & Genomes* 3: 2007,363-378.
18. Aryapak, S., & Ziarati, P. Nutritive value of persian walnut (*Juglans regia* L.) orchards. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 14, 2014, 1228-1235.
19. 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.
20. 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, p. 47-54.
21. Azadmard-Damirchi, S., Emami, S., Hesari, J., Peighambaroust, S. H., & Nemati, M. Nuts composition and their health benefits. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 5, 2011, 544-548.
22. 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, 129p.
23. Bayman, P., Baker, J.L., Mahoney, N.E. Aspergillus on tree nuts: incidence and associations. *Mycopathologia* 155, 2002, p. 161–169.
24. Ben G. Bareja. Properties of Water: 4. High Heat of Vaporization and Boiling Point. March 2013
25. Benites J., et al. An in vitro comparative study with furyl-1,4-quinones endowed with anticancer activities. *Invest New Drugs*. 2010 mar 17
26. 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
27. Blessing I. Offia-Olua. Chemical, Functional and Pasting Properties of Wheat (*Triticum spp*)-Walnut (*Juglans regia*) Flour. *Food and Nutrition Sciences*, 2014, 5, p. 1591-1604.
28. 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.
29. 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.
30. Boaghi E. Walnuts respiration (*Juglans Regia* L) during storage. *Ukrainian Food Journal* Volume 6, Issue 1 2017, ISSN 2304–974X, p.20.

31. Boaghi E. Study of walnut (*Juglans Regia L.*) respiration processes. *Meridian Ingineresc. Chişinău*. Editura U.T.M., № 2. ISSN 1683-853X. 2017. p. 54-56.
32. Boaghi E. Impact of treatment with oxidative bleaching agents on walnut (*Juglans Regia L.*) shell chromatic parameters. *Ukrainian Food Journal* Volume 5, Issue 4 2016, ISSN 2304-974X, p.644.
33. **Boaghi E.**, Reşitca V., Tatarov P., Ciumac J. Walnut shells bleaching using oxidizing and reducing agents. *Food and Environment Safety*. Volume XVII, Issue 1–2018. 2018. pp. 48–52
34. **Boaghi E.**, Reşitca V., Rubţov S. Influence of water activity on walnuts (*Juglans Regia L.*) microbiological and oxidative quality. *Proceedings of International conference Modern technologies in the food industry 2016*. Technical University of Moldova, 20 – 22 October 2016. ISBN 978-9975-87-138-9. 2016. pp. 127-130.
35. 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.
36. Boaghi E., Reşitca V., Deseatnicova O., Tatarov P. Moisture-sorption capacity of walnut kernel, shell and membrane septum (*Juglans Regia L.*). *Proceedings of International conference “Modern technologies in the food industry 2014”*. Technical University of Moldova, 16 – 18 October 2014, ISBN 978-9975-80-840 -8, p. 154-158.
37. Buiuc D., Panzaru C.: *Colorații, coloranți și reactivi pentru microscopie, micrometrie*. În Buiuc D., Negut M.: *Tratat de microbiologie clinica* ed. III, 2009, 1173-1215.
38. Canakci, M., & Van Gerpen, J. Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. *Transactions-American Society of Agricultural Engineers*, 44(6), 2001, p. 1429-1436.
39. 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.
40. Ceylan I. and Aktas M. Energy analysis of hazelnut drying system-assisted heat pump. *Int. J. Energy Res.*, 32, 2008, p. 971-979.
41. Cheng Hung Kay. *Situación actual del comercio internacional de nueces de nogal; desafíos y oportunidades para el exportador chileno*. Seminario exponut, Santiago – Chile, 2016.
42. Chirsanova A., Reşitca V., Boiştean A., Boaghi E. *Influența condițiilor de păstrare asupra conținutului unor micotoxine în nuci*. *Meridian Ingineresc, Chişinău*, Editura U.T.M., № 3, ISSN 1683-853X, 2013, p. 63-65.
43. Choudhury, Debangana, Jatindra K. Sahu, and G. D. Sharma. "Moisture sorption isotherms, heat of sorption and properties of sorbed water of raw bamboo (*Dendrocalamus longispathus*) shoots." *Industrial Crops and Products* 33.1 (2011): p. 211-216.
44. Chun J., Lee J., Eitenmiller R.R. Vitamin E and oxidative stability during storage of raw and dry roasted peanuts packaged under air and vacuum. *J. Food Sci.*, 70, 2005: p. 292–297
45. Clinovschi F. *Cercetări privind evaluarea ecologică și economică a fitocenozelor cu carpen situate în bazinul hidrografic al râului Suceava*. Teza de doctorat. Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, 2004.

46. 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.
47. 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.
48. Cosmulescu, S. N., Baciuc, A., Achim, G., Mihai, B. O. T. U., & Trandafir, I. Mineral composition of fruits in different walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2), 2009, 156.
49. CR de Mediu Moldova. Impactul Acordului de Liber Schimb Aprofundat și Cuprinzător între Republica Moldova și Uniunea Europeană asupra sectorului agroalimentar moldovenesc. (2013).
50. CRPE (Centrul Român de Politici Europene), R. Moldova, Exportul produselor agricole moldovenești în Uniunea Europeană, 2014.
51. David E. Ramos . Walnut Production Manual. University of California, Communication Services--Publications, 1998, pp. 320.
52. Deeth, H.C. and Tamime, A.Y. Yoghurt, nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Prot.*44, 1991: p. 78-86.
53. 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.
54. Dodevska, M., Šobajić, S., & Djordjević, B. Fibre and polyphenols of selected fruits, nuts and green leafy vegetables used in Serbian diet. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 80(1), 2015, 21-33.
55. Durliat Guy et Vignes Jean Louis. Hypochlorites et eaux de Javel, OPERON XXI - N°2, 2007.
56. Fallahi E. Walnut Production Manual. University of California Press, Davies, CA, USA1998.
57. Farhat Jubeen, Ijaz Ahmed. Bhatti*, Muhammad Zargham Khan , Zahoor-Ul-Hassan and Muhammad Shahid. Effect of UVC Irradiation on Aflatoxins in Ground Nut (*Arachis hypogea*) and Tree Nuts (*Juglans regia*, *Prunus dulcis* and *Pistachio vera*), (2012) *J.Chem.Soc.Pak.*,Vol. 34, No. 6, p. 1369
58. Farhoosh, Reza, and Seyedeh-Zohreh Hoseini-Yazdi. "Evolution of oxidative values during kinetic studies on olive oil oxidation in the Rancimat test." *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society* 91.2 (2014): p. 281.
59. 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.
60. 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.
61. Ferrari, C.K. Functional foods, herbs and nutraceuticals: towards biochemical mechanisms of healthy aging. *Biogeront.*, 5 (5): 2004, p. 275-89.

62. FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *Journal of Food Engineering*, v. 52, n. 2, p. 99-119, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00106-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00106-6)
63. Fukuda, T. 19 Walnut Polyphenols: Structures and Functions. *Tree nuts: Composition, phytochemicals, and health effects*, 2008, pp.305.
64. 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.
65. Fukuda, T., Ito, H., & Yoshida, T. Antioxidative polyphenols from walnuts (*Juglans regia* L.). *Phytochemistry*, 63(7), 2003, 795-801.
66. 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.
67. 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.
68. Garrido, I., Monagas, M., Gomez-Cordoves, C. and Bartolome, B. Polyphenols and antioxidant properties of almond skins: influence of industrial processing. *Food. Chem.*, 73: 2008, C106–C115.
69. Gérard Charlot, Jean-Pierre Prunet, Catherine Lagrue, Neus Aleta. Noix et Cerneaux - Qualité et Consommation. *Ctifl*, 1996, 166 pages
70. Germain E. Inventory of walnut research, germplasm and references. FAO, Rome, 2004.
71. 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.
72. Gillen, L. J., Tapsell, L. C., Patch, C. S., Owen, A., & Batterham, M. Structured dietary advice incorporating walnuts achieves optimal fat and energy balance in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(7), 2005, 1087-1096.
73. Giyarto, Djaafar TF, Rahaya ES and Utami (2012) Fermentation of peanut milk by *Lactobacillus acidophilus* SNP-2 for production of non-dairy probiotic drink.
74. 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.
75. 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
76. Grosu C. Proteinele miezului și șrotului de nucă (*Juglans Regia* L). *Meridian ingineresc*, nr. 1, 2015, p.79-81
77. Grosu C., Boaghi E., Deseatnicova O., Reșitca V. *Mineral composition of walnut kernel and walnut oil cake*. Papers of the International Symposium EuroAliment 2013 Around Food, Dunarea de Jos University, 3-5 October 2013, Galați, Romania, p. 147

78. Grosu C., Boaghi E., Deseatnicova O., Reșitca V., Rubțov S., *Microbiological analysis of walnut oil cake*. Papers of the International Symposium EuroAliment 2013 Around Food, Dunarea de Jos University, 3-5 October 2013, Galați, Romania, p. 146
79. Grosu C., **Boaghi E.**, Deseatnicova O., Reșitca V. Profilul calitativ al aminoacizilor miezului și șrotului de nuci. Technical and scientific conference of young scientists of Technical University of Moldova. 15-17 noiembrie 2012, **ISBN 978-9975-45-251-9**. Vol 2 – 2012, p. 57-58.
80. 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.
81. Grosu C., Boaghi E. Deseatnicov O. Possibilities of walnut oil cake use in pasta supplementation. Papers of the International Symposium EuroAliment 2015 Around Food, Dunarea de Jos University, 24-26 September 2015, Galați, Romania
82. Grotto, D. 101 foods that could save your life. Bantam Bell, New York, U.S.A, 2008.
83. Guillen MD., Goicoechea E. Formation of oxygenated a,b-unsaturated aldehydes and other toxic compounds in sunflower oil oxidation at room temperature in closed receptacles. *Food Chem.*, 111, 2008: p. 157–164
84. Gulcan, Oz. Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L), genotypes grown in Turkey, *Grasas y Aceites* Vol. 56, 2005, p. 141 - 146.
85. Haff RP & Toyofuku N. (). X-ray detection of defects and contaminants in the food industry. *Sens Instrumen Food Qual* 2, 2008: p. 262–73.
86. Haider, S., Batool, Z., Tabassum, S., Perveen, T., Saleem, S., Naqvi, F., Javed, H. and Haleem, D.J. Effects of walnuts (*Juglans regia*) on learning and memory functions. *Plant Foods Hum Nutr.*, 66(4), 2011: p. 335-340.
87. Halliwell, B. Commentary oxidative stress, nutrition and health. *Experimental strategies for optimization of nutritional antioxidant intake in humans*. *Free radical research*, 25(1), 1996, 57-74.
88. Hardman, W.E. and Ion, G. Suppression of implanted MDA-MB 231 human breast cancer growth in nude mice by dietary walnut. *Nutr. Cancer.*, 60, 2008: p. 666–674.
89. Hartmann, M. A. Plant sterols and the membrane environment. *Trends in plant science*, 3(5), 1998, 170-175.
90. Hassan-Beygi S.R., Aghbashlo M., Kianmehr M.H., and Massah J. Drying characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) during convection drying. *Int. Agrophysics*, 2009, 23, p. 129-135
91. Hes M., Korczak J. Wplyw produktow utleniajacych lipidow na wartosc odzywcza bialka. *Nauka Przyr. Technol.*, 1, 2007: p. 1–15.
- 92.** Hotărârea de Guvern 611 din 05.07.2010 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Lapte și produse lactate”.
- 93.** Hotărârea de Guvern 774 din 03.07.2007 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice ”Zahăr. Producerea și comercializarea”.

94. Huang, A.H.C. Oil bodies and oleosins in seeds. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 43, 1992, p. 177-200.
95. Hughes AB. Amino acids, peptides and proteins in organic chemistry, analysis and function of amino acids and peptides. John Wiley & Sons; 2013, 172 p.
96. Hunt, S. (2003), Measurements of photosynthesis and respiration in plants. *Physiologia Plantarum*, 117: 314–325. doi:10.1034/j.1399-3054.2003.00055.x
97. Inventory of walnut research, germplasm and references. food and agriculture organization of the United Nations. Rome, 2004
98. ISO 6540:2010 Determination of moisture content
99. ISO 6658:2005 Sensory analysis - Methodology
100. ISO 5546:2010 - Determination of pH (Reference method)
101. 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. Moscov. 2014, p.104
102. J., Kramer, Paul (2012). Water relations of plants. *Elsevier Science*.
103. Jean-Jacques DE Corcelles , Robert Mazin. Le noyer et la noix. edisud, France, 1995, 160 p.
104. Jiang R, Manson JE, Stampfer MJ et al. Nut and Peanut Butter Consumption and Risk of Type 2 Diabetes in Women. *JAMA* 288: 2002, p. 2554–2560
105. 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.
106. 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): p. 959-967.
107. 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.
108. 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.
109. 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.
110. Kashaninejad M., Mortazavi A., Safekordi A., and Tabil L.G., Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. *J. Food Eng.*, 78, 2007: p. 98-108.
111. Kazankaya, A., Balta, M. F., Yörük, I. H., Balta, F., & Battal, P. (2008). Analysis of sugar composition in nut crops. *Asian Journal of Chemistry*, 20(2), 1519.
112. 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
113. Kerrihard A.L., Pegg R.B., Sarkar A., Craft B.D. Update on the methods for monitoring UFA oxidation in food products. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 117, 2015: p. 1–14.

114. Khir Ragab , Zhongli Pan, Griffiths G. Atungulu, James F. Thompson, Dongyan Shao. Size and Moisture Distribution Characteristics of Walnuts and Their Components. *Food Bioprocess Technol*, 2013, 6: p. 771. doi:10.1007/s11947-011-0717-1
115. Kornsteiner, M., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food chemistry*, 98(2), 2006, 381-387.
116. 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;
117. Kritchevsky, D., Tepper, S.A., Czarnecki, S.K. and Klurfeld, D.M. (1982). Atherogenicity of animal and vegetable protein: influence of the lysine to arginine ratio. *Atheroscler.*, 41: 429-431.
118. Labavitch, J. M. 1998. Walnut. [http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/163 walnut.pdf](http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/163%20walnut.pdf). pp. 1-3.
119. Labavitch, J. M. Persian (English) walnuts. Post harvest maintenance guidelines pomology. *USAD handbook..Univ. of Calif, Davis. USA, 2001.*
120. 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.*
121. 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
122. Lattimer, J. M., & Haub, M. D. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 2010, 1266-1289.
123. Lavedrine, F., Ravel, A., Villet, A., Ducros, V., & Alary, J. Mineral composition of two walnut cultivars originating in France and California. *Food Chemistry*, 68(3), 2000, 347-351.
124. Lavedrine, F., Zmirou, D., Ravel, A., Balducci, F., & Alary, J. Blood cholesterol and walnut consumption: a cross-sectional survey in France. *Preventive medicine*, 28(4), 1999, 333-339.
125. Lavialle E., Prunet J., Charlot G., Bergougnoux Y. *Le séchage des noix: Guide pratique.* CTIFL, 1993
126. *Legea nucului.* Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 658-XIV, 29.12.1999, nr. 153-155 Chişinău, 1999.
127. Li, L., Tsao, R., Yang, R., Kramer, J. and Hernandez, M. Fatty acid profiles, tocopherol contents, and antioxidant activities of heartnut (*Juglans ailanthifolia* var. *cordiformis*) and Persian walnut (*Juglans regia* L.). *J. Agric. Food Chem.* 55: 2007, 1164–1169.
128. Li, L., Tsao, R., Yang, R., Liu, C., Zhu, H., & Young, J. C. Polyphenolic profiles and antioxidant activities of heartnut (*Juglans ailanthifolia* var. *cordiformis*) and Persian walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(21), 2006, 8033-8040.
129. Li, M.; Smith, L. J.; Clark, D. C.; Wilson, R.; Murphy, D. J., Secondary structures of a new class of lipid body proteins from oilseeds. *J. Biol. Chem.* 1992, 267, (12), 82452-53.

130. Li, X., Y. Zhao, X. Gong and Ch. Zhao. Quality Evaluation of Walnut Oil through HPLC and in Vitro Antioxidant Activity. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2: 2014, 244-249.
131. Luo, Q., Wu, X., Zheng, L., Hou, X., and Shi, H. Development of processing technology and stability of walnut protein beverage. *Chin.Dairy Ind.*, 38, 2010, p. 52-55.
132. Lupaşco A., ChirilovP., Țărnă R., Tarlev V. Cercetarea procesului de uscare a nucilor cu utilizarea fluxului de aer rece. *Meridian ingineresc*, 2, 2001, p. 89-90
133. 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.
134. Maguire, L. S., O'sullivan, S. M., Galvin, K., O'Connor, T. P. and O'Brien, N.M. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *J. Food Sci. Nutr.* 55: 2004, 171–178.
135. Mahaut M., Jeantet R., Brule G., Schuck P. *Les produits laitiers industriels*. Paris: Tec & Doc, 2000.
136. Mao, X., Hua, Y., & Chen, G. Amino acid composition, molecular weight distribution and gel electrophoresis of walnut (*Juglans regia L.*) proteins and protein fractionations. *International journal of molecular sciences*, 15(2), 2014, 2003-2014.
137. Marcela, L., Martínez.- Oil chemical variation in walnut (*Juglans regia L.*) genotypes grown in Argentina, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 110, 2008, p. 1183– 1189.
138. Marlett, J. A. Content and composition of dietary fiber in 117 frequently consumed foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 92(2), 1992, 175-186.
139. Martin, G.G., Sibbett, G.S. and Draper, T.M. 1977. Quality and value of walnut kernels as affected by ethephon, delay in harvest or prolonged drying. *Journal of American Society for Horticultural Sciences* 102, 1977: p. 805-808.
140. Martinez, M.L., Labuckas, D.O., Lamarque, A.L., and Maestri, D.M. Walnut (*Juglans regia L.*): genetic resources, chemistry, byproducts. *J. Sci. Food Agric.*, 90, 2010, 1959-1967.
141. Mery D et al. (). Automated fish bone detection using X-ray imaging. *J Food Eng* 105(3), 2011: p. 485–92
142. 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.
143. Mghazli, Safa, et al. Comparative moisture sorption isotherms, modelling and isosteric heat of sorption of controlled and irradiated Moroccan rosemary leaves. *Industrial Crops and Products* 88 (2016): 28-35.
144. Michailides T J, Coates B, Morgan D, Puckett R, Hasey J, Anderson K, Buchner R, DeBuse C. and Bentley W. Managing anthracnose blight and botryosphaeria and phomopsis cankers of walnut. *Walnut Research Report California Walnut Board: (2012)*, 381-388
145. Min D.B., Boff J.M. Lipid oxidation of edible oil. [In:] *Food Lipids*. Eds/ C. C. Akoh, D. B. Min, eds. Marcel Dekker, Inc., New York Basel, 2002, p. 335–411.

146. Mitra S.K., Rathore D.S., and Bose T.K. Temperature fruit. Horticulture and Allied Publishers, Chakraberia Lane, Calcutta, India, 1991.
147. Mitrovic, M., Stanisavljevic, M., & Gavrilovic-Danjanovic, J. Biochemical composition of fruits of some important walnut cultivars and selections. In III International Walnut Congress 442, 1995, July, pp. 205-208.
148. Moreira, R., Chenlo, F., Sineiro, J., Sánchez, M. and Arufe, S. Water sorption isotherms and air drying kinetics modelling of the brown seaweed *Bifurcaria bifurcata*. Journal of applied phycology, 28(1), 2016, p. 609.
149. Mosavi, S. H, Moradi. E. Taheri. A review on factors influencing to decreasing walnut kernel, Papers collection of First national symposium of dried fruits. Iran, 2005.
150. Muradoglu, F., Oguz, H. I., & Yildiz, K. Some chemical composition of walnut (*Juglans regia* L.) selections from Eastern Turkey. African Journal of Agricultural Research, 5(17), 2010, 2379-2385.
151. Myers, Jerome L., Arnold D. Well, and Robert F. Lorch Jr. Research design and statistical analysis. Routledge, 2013, 832 p.
152. NORME CEE-ONU DDP-02 concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des cerneaux de noix. 2001
153. 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
154. O'Sullivan, M.G., Thornton, G., O'Sullivan, G.C. and Collins, J.K. Probiotic bacteria : myth or reality. Trends Food Sci. Technol. 3, 1992: p. 309-314.
155. Ogunmoyole, T., Kade, I. J., & Korodele, B. In vitro antioxidant properties of aqueous and ethanolic extracts of walnut (*Juglans regia*). Journal of Medicinal Plants Research, 5(31), 2011, 6839-6848.
156. 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.
157. Olmedo r.H., Nepote V., Grosso N.R.. Aguaribay and Cedron Essential Oils as Natural Antioxidants in Oil-Roasted and Salted Peanuts. J. Am. Oil Chem. Soc. 89, 2012: p. 2195-2205
158. Oryza OIL & fat Chemical CO., LTD. Walnut Polyphenol .Hepatoprotective & Anti-oxidative Extract For Metabolic Syndrome., 2011
159. Ozdemir M. and Onur Devres Y. The thin layer drying characteristics of hazelnuts during roasting. J. Food Eng., 42, 1999, p. 225-233.
160. 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: p. 163 - 171.
161. 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.
162. 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.
163. Pesman, Emrah, Evren E. Kalyoncu, and Hüseyin Kirci. "Sodium perborate usage instead of hydrogen peroxide for the reinforcement of oxygen delignification." *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 18.6 (2010): 83.
164. Pîntea M. (2015). *Cultivarea nukului (Juglans regia L.): Aspecte biologice și de producție*. AkAdemos, 1, 119-123
165. Pirman, T., Mosoni, L., Rémond, D., Ribeyre, M. C., Buffiere, C., Salobir, J., & Mirand, P. P. Differential response of protein metabolism in splanchnic organs and muscle to pectin feeding. *British journal of nutrition*, 100(02), 2008, 306-311.
166. 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.
167. Popovici, C. Soxhlet extraction and characterisation of natural compounds from walnut (*Juglans regia* L.) by-products. *Ukrainian Food Journal*, 2(3), (2013). 328-336.
168. Popovici C., Capcanari T., Boaghi E., Deseatnicova O., Reșitca V. Effect of nitrogen treatment on quality of cold pressed walnut oil. *Proceedings of International conference “Modern technologies in the food industry 2012”*. Technical University of Moldova, 1 – 3 November 2012, ISBN 978-9975-80-646-6, Volume II, p. 78-83.
169. 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.
170. Prasad, R.B.N. Walnuts and pecans. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Caballero B., Trugo L.C. and Finglas P.M. (Eds.). London, Academic Press, 2003, pp: 6071-6079.
171. Pribis, Peter. Effects of Walnut Consumption on Mood in Young Adults—A Randomized Controlled Trial. *Nutrients* 8.11, 2016: 668.
172. Qahremanian, Gh. R, Rezayi. The effect of harvest time and drying speed on walnut kernel color, Paper collection of First national symposium of dried fruits. 2005. Iran.
173. 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.
174. Reese S. et al. The pin 1 inhibitor juglone attenuates kidney fibrogenesis via Pin 1-independent mechanism in the unilateral ureteral occlusion model. *Fibrogenesis Tissue Repair*. 2010, Jan 4, 3,1, p.1.
175. Reid, G., Millisap, K., and Bruce, A.W. Implantation of *Lactobacillus casei* var rhamnosus into vagina. *Lancet*.344, 1999: p. 1229.
176. 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.

177. Robert H. Beede, Paul Stanfield, Joe Padilla and Heather Tutschulte. Refining ethophon use in walnuts. UC Davis, 2000.
178. Rocculi, P. et al. Use of a simple mathematical model to evaluate dipping and MAP effects on aerobic respiration of minimally processed apples. *Journal of Food Engineering*, v. 76, n. 3, p. 334-340, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.05.034>
179. Rouquerol, J., Rouquerol, F., Llewellyn, P., Maurin, G., & Sing, K. S. (2013). Adsorption by powders and porous solids: principles, methodology and applications. Academic press.
180. Ruggeri, S., Cappelloni, M., Gambelli, L., Nicoli, S. and Carnovale, E. (1996). Chemical composition and nutritive value of nuts grown in Italy. *Italian J. Food Sci.*, 3: 243-252.
181. Sabate J. Nut consumption and body weight, *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78(suppl), 2003, pp. 647S–650S.
182. Sabate, J. and Fraser, G.E. The probable role of nuts in preventing coronary heart disease. *Pri. Cardio.*, 19, 1993: p. 65-72.
183. Saldana E. et al. Measurement parameter of color on yacon (*Smallanthus sonchifolius*) slices using a computer vision system //LWT-Food Science and Technology. – 2014. – T. 59. – №. 2. – C. 1220-1226.
184. 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, p. 219-224.
185. Sandulachi E., Reșitca V., Grosu C., **Boaghi E.** Predicted nutritional quality of walnuts and oilcake. *Proceedings of International conference “Modern technologies in the food industry 2016”*. Technical University of Moldova, 20 – 22 October 2016, ISBN 978-9975-87-138-9, p. 286-289.
186. Savage, G. P., Dutta, P. C., & McNeil, D. L. Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 76(9), 1999, 1059-1063.
187. Savage, G.P. and Dutta, P.C. The sterol composition of nuts grown in New Zealand. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56: 2002, 75–82
188. Savage, G.P. Chemical composition of walnuts (*Juglans regia* L.) grown in New Zealand. *Plant Foods. Hum. Nutr.*, 56: 2001, 75–82.
189. Segura, R., Javierre, C., Lizarraga, M. A., & Ros, E. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. *British Journal of Nutrition*, 96(S2), 2006., S36-S44.
190. 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.
191. 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.

192. Siahnouri, Z., M. Sadeghian, M. Salehisormghi and M. Qomi. Determination of Iranian Walnut and Pistachio Mineral Contents. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3: 2013, 217-220.
193. 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
194. 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: p. 12-13.
195. Simo-Tagne M, Zoulalian A, Rogaume Y, Rémond R, Bonoma B. Modélisation des isothermes de sorption, caractérisation des propriétés thermodynamiques et détermination des humidités d'équilibre d'usage des bois tropicaux. *Revue des Energies Renouvelables.* 2016;19(1): p. 79-96.
196. 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.)
197. Stanner, S. A., Hughes, J., Kelly, C. N. M., & Buttriss, J. A review of the epidemiological evidence for the 'antioxidant hypothesis'. *Public health nutrition*, 7(03), 2004, 407-422.
198. Sturza R. *Principii moderne de analiză a alimentelor*, Chişinău, UTM, 2006. 310 p.
199. 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: p. 718-720.
200. Systèmes de calibrage de fruits et légumes.(2013). *maf-roda.com*
201. Sze-Tao, K. W. C., & Sathe, S. K. Walnuts (*Juglans regia* L.): proximate composition, protein solubility, protein amino acid composition and protein in vitro digestibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(9), 2000, p. 1393-1401.
202. Taha, N. A., & Al-wadaan, M. A. Utility and importance of walnut, *Juglans regia* Linn: A review. *African Journal of Microbiology Research*, 5(32), 2011, 5796-5805.
203. 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. *Diab. Care.*, 27 (12): 2004, p. 2777 -2783.
204. Tatarov. P. Physicochemical changes of walnut oil (*Juglans Regia* L.). *Conf. Modern Technologies in the Food Industry. Vol. II*, Chişinău. 2012. p. 192 – 197.
205. Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M., & Bourgeois, C. M. Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science & Technology*, 8(2), 1997, 41-48.
206. Toğrul H. & Arslan N. Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of walnut kernels. *Journal of Stored Products Research*, 43(3), 2007, p.252-264.
207. Tsamouris, G., Hatziantoniou, S., & Demetzos, C. Lipid analysis of Greek walnut oil (*Juglans regia* L.). *Zeitschrift für Naturforschung C*, 57(1-2), 2002, 51-56.
208. U.S. Department of Agriculture Nutrient Data Base at <http://ndb.nal.usda.gov/> ndb/search, 2012

209. United Nations Environmental Program (UNEP), 1995. Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Report of Methyl Bromide Technical Options Committee: 1995 Assessment, Ozone Secretariat, Nairobi, Kenya
210. Urszula Samotyja, Maria Malecka. The influence of storage temperature on oxidative stability and shelf-life of peanuts. *Pol. J. Natur. Sc.*, Vol 30(4), Y. 2015: p. 439–450.
211. USDA (2012). Nutrient Database for Standard Reference. Release 25. www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=8964.
212. Uzun, Başak Burcu, and Elif Yaman. Pyrolysis kinetics of walnut shell and waste polyolefins using thermogravimetric analysis. *Journal of the Energy Institute* (2016).
213. Uzunova, G., Perifanova-Nemska, M., Stojanova, M., & Gandev, S. Chemical composition of walnut oil from fruits on different years old branches. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(3), 2015, 494-497.
214. Vanhanen L.P., Savage G.P. The use of peroxide value as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging. *Food Chem.*, 99, 2006: 64–69.
215. Vidrih R. Oxidation of Ground Walnut in N₂ or O₂ at 20 °C, *Food Technol. Biotechnol.* 50 (4), (2012): p. 454–460
216. Wambura P., Tegete H., Verghese M. Application of High-Power Ultrasound to Improve Adhesion of Honey on Roasted Peanuts to Improve Oxidative Stability. *Food Bioprocess. Technol.* 5, 2012: 2012–2016.
217. Wang J, Liang S, Ma H, Zhang P, Shi W. Effects of Ethephon on Fresh In-Husk Walnut Preservation and its Possible Relationship with Phenol Metabolism. *J Food Sci.* 2016 Aug; 81(8): C1921-7.
218. 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
219. Wilkin J.D., Ashton I.P., Fielding L.M., Tatham A.S. Storage Stability of Whole and Nibbed, Conventional and High Oleic Peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Food Bioprocess. Technol.* 7, 2014: p. 105–113
220. 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.
221. Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., & Prior, R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(12), 2004, 4026-4037.
222. Xiao-Hua Cui, Shu-Jun Chen, Yu Wang, Jian-Rong Han. Fermentation conditions of walnut milk beverage inoculated with kefir grains. *LWT - Food Science and Technology*, (50), 2013, p. 349-352.
223. Yu JM, Ahmedna M, Goktepe I and Dai J. Peanut skin procyanidins: Composition and antioxidant activities as affected by processing. *J Food Compos Anal* 19, 2006: p. 364–371.

224. Yu, M., He, W., and Wu, X. Study on the processing technology of wet-walnut milk. *Xinjiang Agric. Sci.*, 47, 2010, p. 2117-2120.
225. Zhao, G., Etherton, T.D., Martin, K.R., West, S.G., Gillies, P.J. and Kris-Etherton, P.M. Dietary alpha-linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardio-vascular risk factors in hypercholesterolemic men and women. *J. Nutr.*, 134(11), 2004: p. 2991-2997.
226. Zhao, T.S., Fang, W.L., Fan, Z.Y., Xi, X.L. and Zhang, Y. Yunxin 90303: a promising new early walnut selection. *J. Food Sci.*, 24, 2007: p. 252-253
227. ГОСТ 10847-74 Зерно. Методы определения зольности
228. ГОСТ 2874-82: Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством
229. ГОСТ 16833–2014: Ядро ореха грецкого. Технические условия
230. ГОСТ 32874–2014: Орехи грецкие. Технические условия
231. Чумак Ж. Я., Решитка В. К., Боаги Е. Ф. Гигроскопические свойства орехов *Juglans regia* L. X Международная научно-техническая конференция “Техника и технология пищевых производств”, 23-24 апреля 2015, МГУП, Могилев, Беларусь, с. 203.

ANEXE

ANEXA 1

Tabelul A.1.1. Rezultatele ajustării modelelor matematice GAB, Henderson, Oswin, Peleg, Smith și Caurie pentru izotermele de sorbție a **miezului nucilor.**

Model	Const./Param.	Adsorbție				Desorbție			
		5 C	20C	30 C	40 C	5 C	20C	30 C	40 C
GAB	Xm	0,151	0,103	0,080	0,027	0,214	0,213	0,160	0,140
	K	0,652	0,741	0,751	0,906	0,538	0,501	0,537	0,565
	C	6,138	27,533	18,463	18,496	9,505	15,004	3,272	23,075
	R²	0,983	0,966	0,974	0,987	0,984	0,995	0,909	0,893
	E, %	24,71	21,36	16,11	9,66	29,72	29,27	22,39	20,40
	e_{ave}	0,009	0,0031	0,0015	0,0031	0,0003	0,0008	-0,0005	0,0062
	RMSE	0,0220	0,0223	0,0164	0,0114	0,0171	0,0086	0,0324	0,0386
Henderson	A	13 490,50	2 271,969	440,315	252,19	4 401 897,3	331 296,5	17 267,04	2 983,41
	B	0,270	0,365	0,523	0,626	0,143	0,187	0,259	0,348
	R²	0,957	0,973	0,958	0,937	0,986	0,962	0,924	0,932
	E, %	2.14E-11	1.85E-06	0.0120	0.0764	2.13E-39	1,18E-24	8.95E-13	7.24E-07
	e_{ave}	0,0702	0,0619	0,0442	0,0364	0,09803	0,0867	0,0724	0,1951
	RMSE	0,0803	0,0727	0,0598	0,0524	0,1062	0,0956	0,0839	0,2559
Oswin	A	0,067	0,056	0,037	0,029	0,103	0,089	0,071	0,055
	B	0,086	0,096	0,137	0,158	0,044	0,049	0,073	0,095
	R²	0,936	0,885	0,815	0,817	0,928	0,861	0,729	0,745
	E, %	6.96	6.64	5.04	3.82	9.77	8.48	6.96	6.32
	e_{ave}	0,0006	-0.0045	-0.0061	0-0.00104	0,0002	0,0019	0,0028	0,1359
	RMSE	0,0098	0,0190	0,0251	0,0204	0,0109	0,0123	0,0217	0,2160
Peleg	K1	0,0767	0,029	0,493	0,091	0,054	0,012	1,421	0,057
	n1	1,462	0,0003	2,807	10,798	6,606	11,112	0,699	4,746
	K2	0,040	0,083	-0,381	0,029	0,079	0,117	-1,302	0,064
	n2	3,184	2,420	2,807	0,662	0,482	0,411	0,707	0,498
	R²	0,895	0,946	0,942	0,997	0,974	0,998	0,991	0,998
	E, %	4,83	6,12	4,11	3,69	6,38	8,64	7,21	5,86
	e_{ave}	0,0219	0,00069	0,0032	0,00028	0,0341	0,0003	0,00025	0,1364
RMSE	0,0286	0,0088	0,0097	0,0020	0,0392	0,0015	0,0039	0,2226	
Smith	c1	0,047	0,036	0,018	0,011	0,080	0,067	0,051	0,036

	c2	0,012	0,011	0,013	0,013	0,009	0,009	0,010	0,011
	R²	0,733	0,753	0,827	0,866	0,375	0,404	0,476	0,626
	E, %	6,98	6,28	4,64	3,62	9,71	8,38	6,77	5,73
	e_{ave}	0,0004	-0.00092	-0.00208	0,0009	0,0009	0,00293	0,0046	0,1377
	RMSE	0,0201	0,02238	0,0217	0,0142	0,0323	0,0302	0,0302	0,2228
Caurie	A	-3,570	-4,221	-5,652	-7,843	-2,855	-3,248	-3,559	-4,195
	B	1,486	2,068	3,490	5,677	0,929	1,244	1,519	2,080
	R²	0,835	0,914	0,971	0,962	0,700	0,834	0,889	0,975
	E, %	7,00	6,16	4,34	3,42	9.84	8,75	7,35	5,94
	e_{ave}	0,00027	0,0002	0,0009	0,0029	-0.0004	-0.00084	-0.00113	0,1356
	RMSE	0,0157	0,0111	0,0068	0,0075	0.00037	0,01637	0,0141	0,2251

Tabelul A.1.2 Rezultatele ajustării modelelor matematice GAB, Henderson, Oswin, Peleg, Smith și Caurie pentru izotermele de sorbție a **cojii** nucilor.

Model	Constante/ Parametri	Adsorbție				Desorbție			
		5 C	20C	30 C	40 C	5 C	20C	30 C	40 C
GAB	Xm	0,120	0,095	0,063	0,022	0.181	0,147	0,104	0,088
	K	0,672	0,678	0,719	0,898	0,534	0,512	0,560	0,600
	C (*10³)	-1 064 ,75	5 342, 86	5 414, 44	2 926, 09	1 897, 21	-3 106, 16	1 465, 65	3 233, 28
	R²	0,962	0,986	0,955	0,987	0,977	0,991	0,919	0,945
	E, %	20.32	17.20	11.81	7.50	25.01	20.48	14.99	13.47
	e_{ave}	0,0032	0,0015	0,0007	0,001	0,0007	0,001	0,0009	0,0164
	RMSE	0,0215	0,1045	0,0152	0,0089	0,017	0,0086	0,0155	0,0270
Henderson	A	348,535	627,900	998,709	123,57	1 454,616	6 174,80	10 959,78	7 068,55
	B	0,253	0,268	0,298	0,556	0,173	0,172	0,191	0,214
	R²	0,987	0,980	0,980	0,971	0,997	0,988	0,945	0,968
	E, %	2.17511E-06	1.84E-06	6.86399E-07	0.1324581	2.18137E-12	8.77E-17	1.98255E-16	3.69456E-13
	e_{ave}	0,2064	0,1736	0,1189	0,0747	0,2508	0,2064	0,1504	0,1512
		RMSE	0,23406	0,1957	0,1387	0,1020	0,2757	0,2259	0,1675
Oswin	A	0,201	0,167	0,114	0,062	0,257	0,212	0,154	0,136
	B	0,082	0,073	0,087	0,144	0,057	0,048	0,057	0,064
	R²	0,948	0,903	0,836	0,836	0,921	0,922	0,804	0,833
	E, %	19.86	17.33	11.45	7.77	25.01	20.16	14.71	13.54
	e_{ave}	0,00078	0,00024	0,0044	-0.00161	0,0007	0,0047	0,0032	0,0158
		RMSE	0,0304	0,0281	0,0295	0,0291	0,0321	0,0252	0,0315
Peleg	K1	0,111	0,184	0,165	0,112	0,094	0,254	0,121	0,185
	n1	3,328	1,456	0,488	1,228	14,954	0,278	0,384	0,365
	K2	0,218	0,089	0,069	0,111	0,313	0,058	0,099	0,038
	n2	1,128	0,0002	17,305	16,964	0,217	11,420	0,384	14,928
	R²	0,914	0,951	0,998	0,998	0,998	0,999	0,973	0,992
	E, %	14,47	17,28	11,83	7,54	25,01	20,60	14,97	13,52
	e_{ave}	0,0616	0,00074	0,0006	0,0006	0,0006	0,00036	0,0007	0,0160
	RMSE	0,0780	0,0199	0,0031	0,0027	0,0042	0,0022	0,0120	0,0198
Smith	c1	0,142	0,119	0,078	0,029	0,195	0,161	0,117	0,102
	c2	0,033	0,025	0,020	0,024	0,029	0,021	0,017	0,017

	R²	0,704	0,628	0,640	0,859	0,490	0,425	0,410	0,482
	E, %	19,63	17,28	11,15	7,56	25,01	20,02	14,55	13,50
	e_{ave}	0,0101	0,0007	0,0074	0,0004	0,0007	0,0062	0,0049	0,0162
	RMSE	0,06014	0,05508	0,04237	0,02692	0,0817	0,0678	0,0551	0,05999
Caurie	a	-2,426	-2,792	-3,169	-5,353	-2,017	-2,325	-2,598	-2,769
	b	1,399	1,561	1,656	3,759	1,087	1,162	1,179	1,271
	R²	0,849	0,888	0,914	0,969	0,787	0,794	0,792	0,839
	E, %	20,67	17,44	11,99	7,44	25,20	20,78	15,17	13,69
	e_{ave}	-0.00032	-0.0007	-0.00102	0,0016	-0.00118	-0.0014	-0.0013	0,0142
	RMSE	0,0429	0,0302	0,02093	0,0126	0,0528	0,0416	0,0336	0,0368

Tabelul A.1.3. Rezultatele ajustării modelelor matematice GAB, Henderson, Oswin, Peleg, Smith și Caurie pentru izotermele de sorbție a **membranei nucilor.**

Model	Constante/ Parametri	Adsorbție				Desorbție			
		5 C	20C	30 C	40 C	5 C	20C	30 C	40 C
GAB	Xm	0,151	0,103	0,080	0,027	0,214	0,213	0,160	0,140
	K	0,652	0,741	0,751	0,906	0,538	0,501	0,537	0,565
	C	89 307,81	-233 278,80	4 853 982,73	-2 509 507,91	-574 378,91	-311 711,69	518 718,56	-2 331 296,61
	R²	0,983	0,966	0,974	0,987	0,984	0,995	0,909	0,893
	E, %	24.71	21.36	16.11	9.66	29.72	29.27	22.39	20.40
	e_{ave}	0,009	0,0031	0,0015	0,0031	0,0003	0,0008	-0,0005	0,0062
	RMSE	0,0220	0,0223	0,0164	0,0114	0,0171	0,00866	0,0324	0,0386
Henderson	A	145,183	72,044	237,76	69,070	362,088	532,647	2 087,78	2 115,42
	B	0,257	0,362	0,321	0,576	0,183	0,182	0,181	0,193
	R²	0,988	0,987	0,980	0,987	0,991	0,992	0,933	0,909
	E, %	0.0002	0.0457	0.0004	0.4359	2.156E-08	2.605E-09	1.080E-12	1.489E-12
	e_{ave}	0,2489	0,2162	0,1626	0,0953	0,2975	0,2936	0,2234	0,2102
		RMSE	0,2808	0,2481	0,1917	0,1281	0,3275	0,3208	0,2482
Oswin	A	0,244	0,193	0,154	0,080	0,305	0,299	0,230	0,209
	B	0,102	0,122	0,093	0,149	0,074	0,064	0,053	0,055
	R²	0,955	0,967	0,843	0,881	0,924	0,943	0,783	0,741
	E, %	26.43	23.44	16.41	10.21	30.79	30.28	22.32	19.95
	e_{ave}	-0.01544	-0.0176	-0.0015	-0.0024	-0.0103	-0.0092	0,0002	0,0107
		RMSE	0,0593	0,0603	0,0402	0,0322	0,04503	0,0469	0,0503
Peleg	K1	0,181	0,248	-0,120	0,136	0,114	0,128	0,171	13,908
	n1	8,644	2,781	0,769	1,035	5,250	4,984	0,376	0,764
	K2	0,277	0,130	0,401	0,167	0,352	0,281	0,156	-13,609
	n2	0,212	0,0001	0,769	20,701	0,198	0,677	0,376	0,775
	R²	0,996	0,950	0,921	0,997	0,999	0,990	0,990	0,991
	E, %	24,85	21,56	16,01	9,88	29,76	22,30	22,35	20,49
	e_{ave}	0,0003	0,0011	0,0024	0,0008	-9.1E-05	0,0705	-0,0001	0,0053
	RMSE	0,0078	0,0269	0,0284	0,0042	0,0042	0,0857	0,0104	0,0194
Smith	c1	0,162	0,120	0,103	0,037	0,220	0,215	0,177	0,160

	c2	0,052	0,051	0,030	0,032	0,047	0,041	0,023	0,022
	R²	0,719	0,818	0,683	0,901	0,525	0,482	0,360	0,351
	E, %	26,09	22,99	16,09	9,92	30,94	30,33	22,14	19,71
	e_{ave}	-0.01201	-0.0131	0,0016	0,0004	-0.0118	-0.0097	0,00201	0,0130
	RMSE	0,0887	0,0746	0,0571	0,0293	0,1101	0,1063	0,0864	0,0830
Caurie	A	-2,219	-2,726	-2,966	-5,220	-1,859	-1,962	-2,171	-2,311
	B	1,372	1,761	1,800	3,894	1,107	1,148	1,134	1,201
	R²	0,871	0,878	0,932	0,941	0,803	0,792	0,775	0,791
	E, %	24,96	21,67	16,34	9,55	29,91	29,59	22,57	20,63
	e_{ave}	-0.0007	1.15E-05	-0.0007	0.0041	-0.0015	-0.0023	-0.0022	0,0039
	RMSE	0,0465	0,0425	0.0264	0,0226	0,0606	0,0589	0,0511	0,0536

ANEXA 2 Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a componentelor nucilor
Caurie a componentelor nucilor

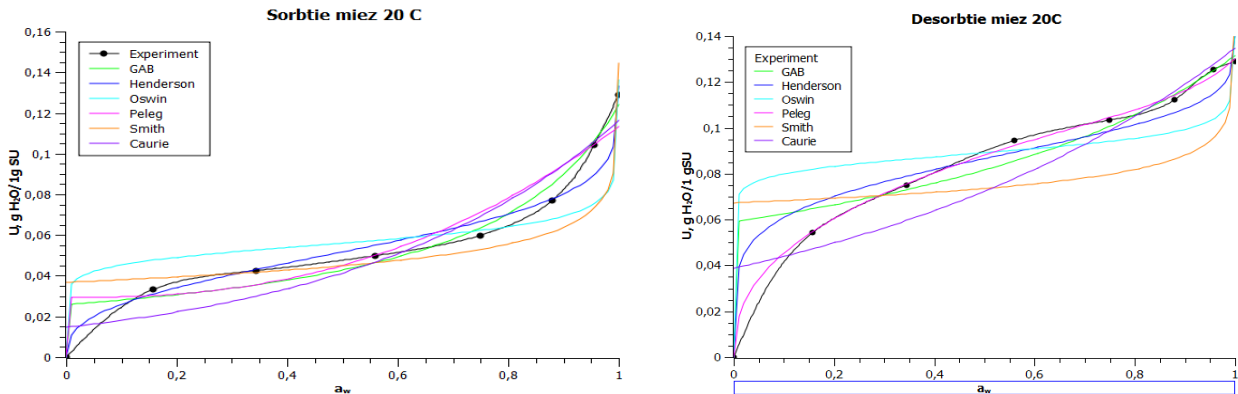


Figura A.2.1 Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a miezului de nucă (20°C)

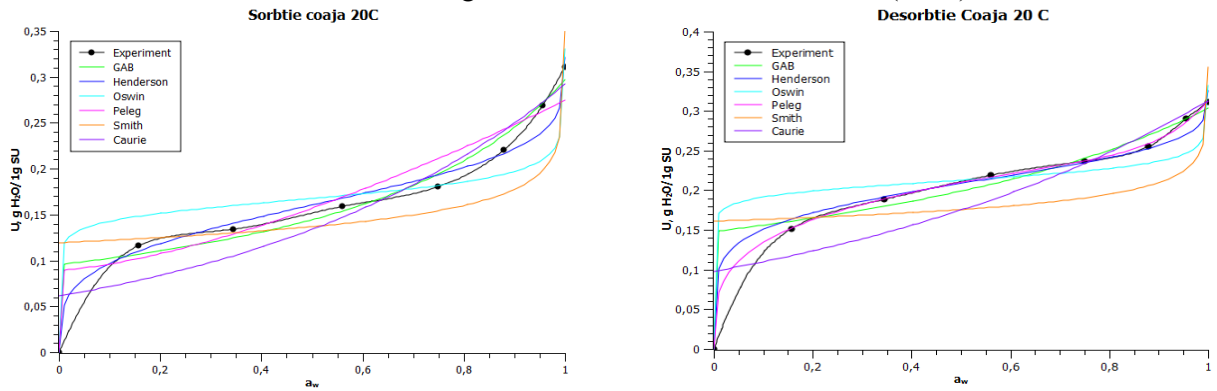


Figura A.2.2. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a cojii de nucă (20°C)

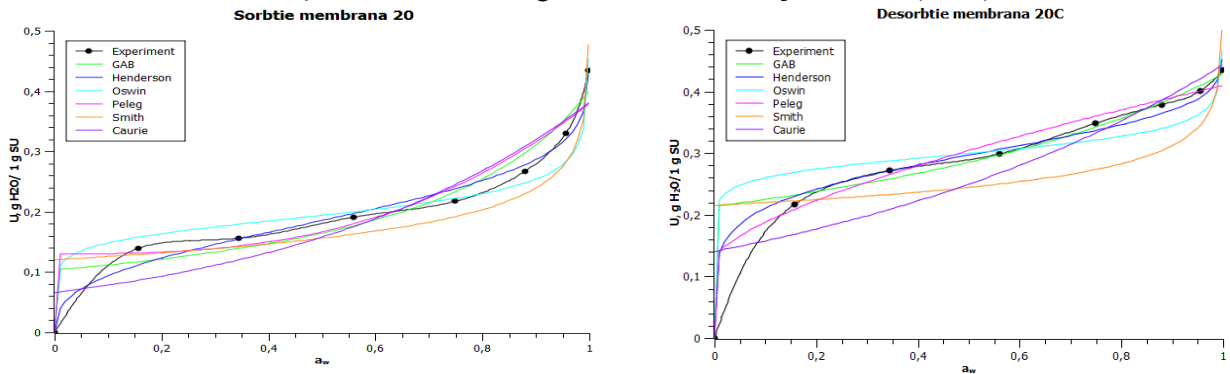


Figura A.2.3. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a membranei de nucă (20°C)

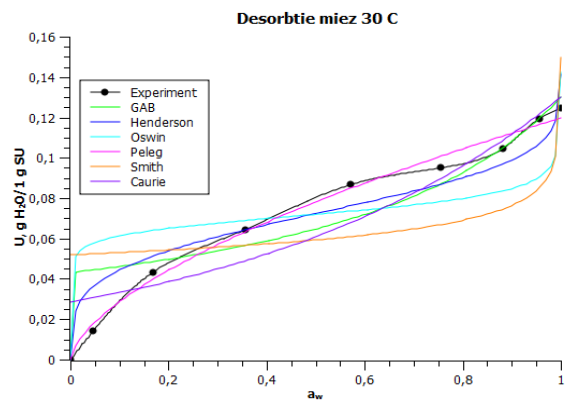
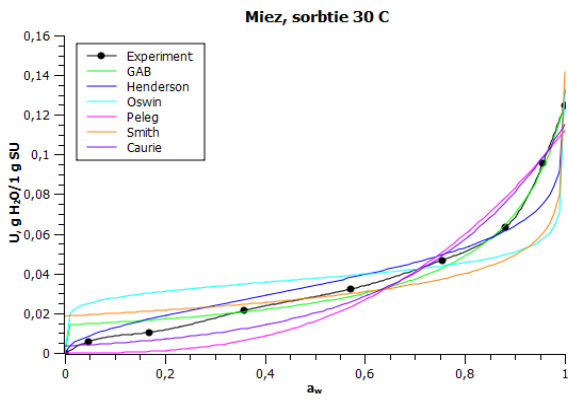


Figura A.2.4. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a miezului de nucă (30°C)

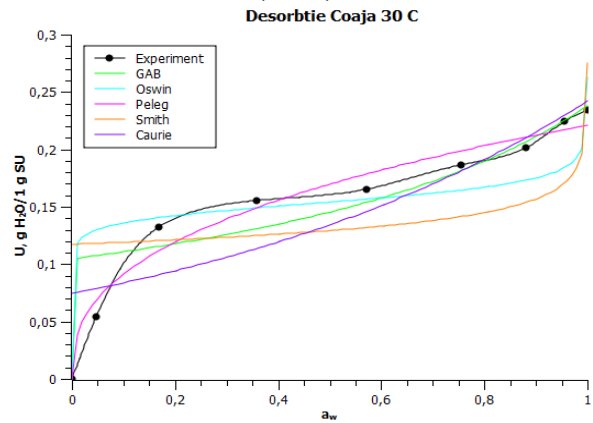
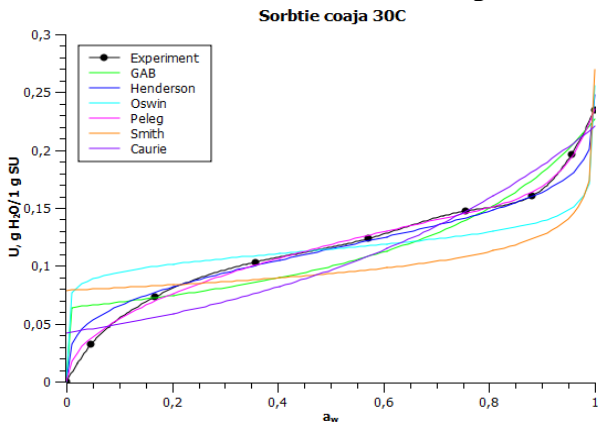


Figura A.2.5. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a cojii de nucă (30°C)

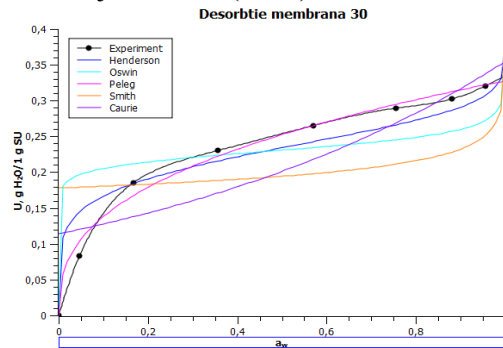
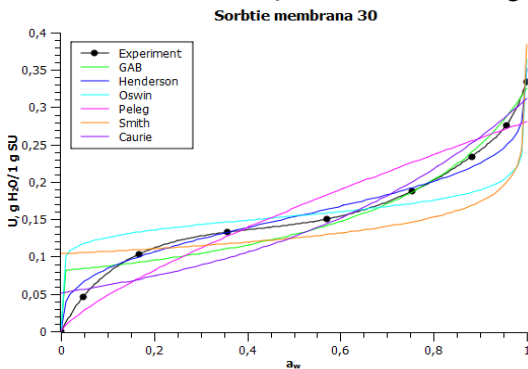


Figura A.2.6. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a membranei de nucă (30°C)

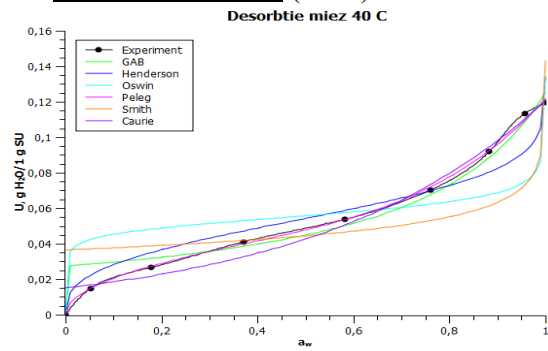
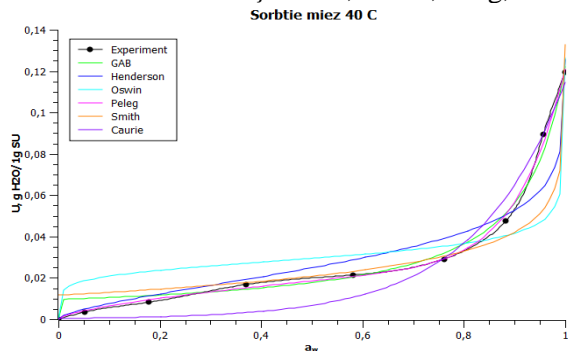


Figura A.2.7. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a miezului de nucă (40°C)

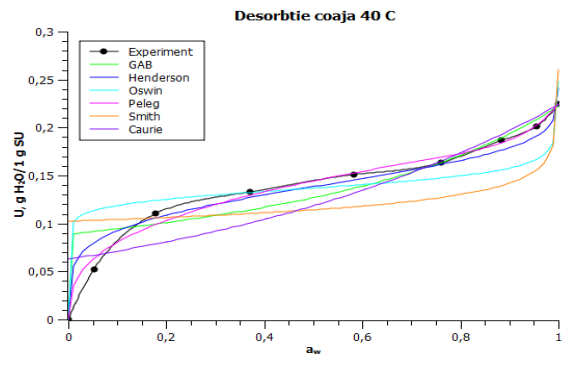
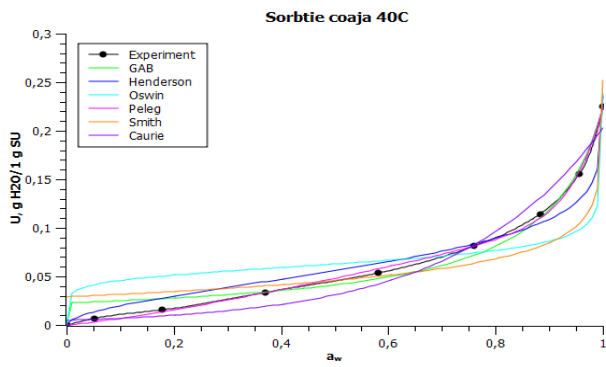


Figura A.2.8. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a cojii de nucă (40°C)

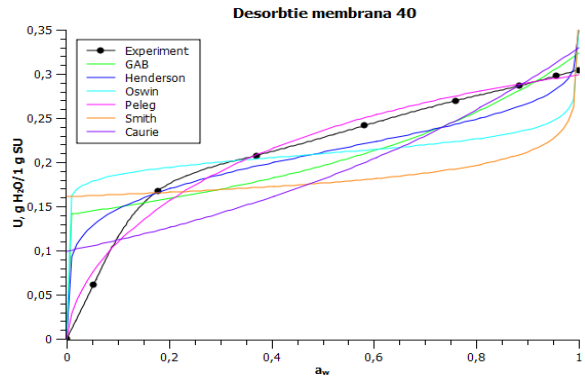
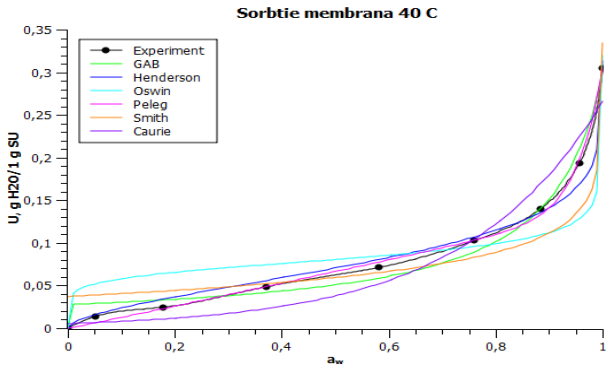


Figura A.2.9. Valorile umidității de echilibru experimentale și calculate după ecuația GAB, Oswin, Peleg, Smith, Caurie a membranei de nucă (40°C)

ANEXA 3 Impactul concentrației, ph-ului și temperaturii agenților de albire asupra parametrilor de culoare a cojii nucilor

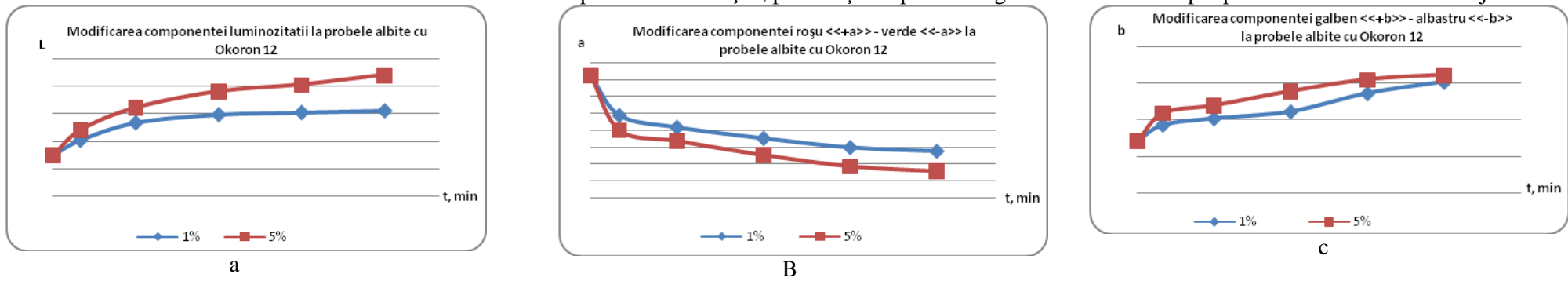


Figura A.3.1. Impactul concentrației Okoron 12 asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

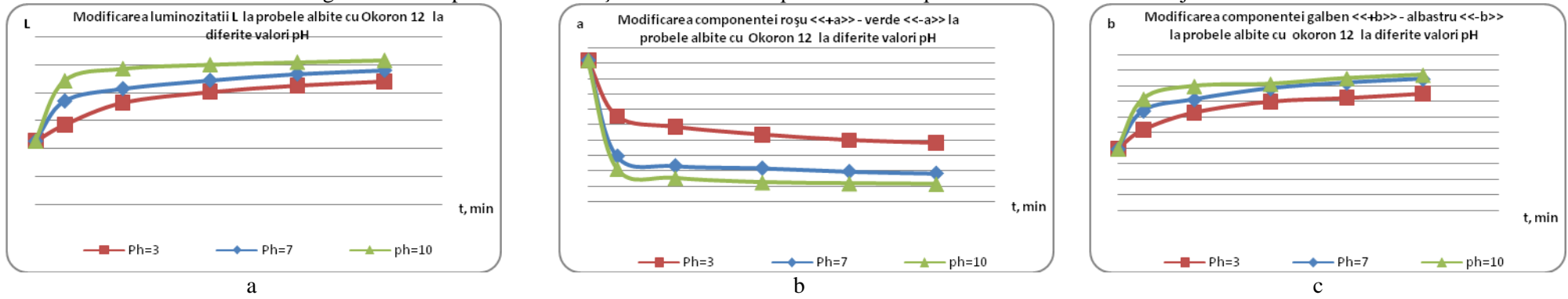


Figura A.3.2. Impactul pH-ului Okoron 12 asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

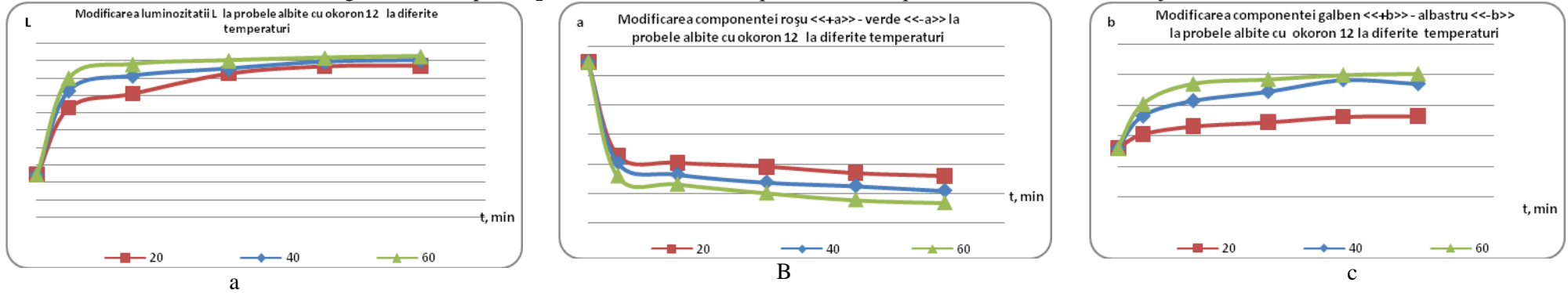


Figura A.3.3. Impactul temperaturii Okoron 12 asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

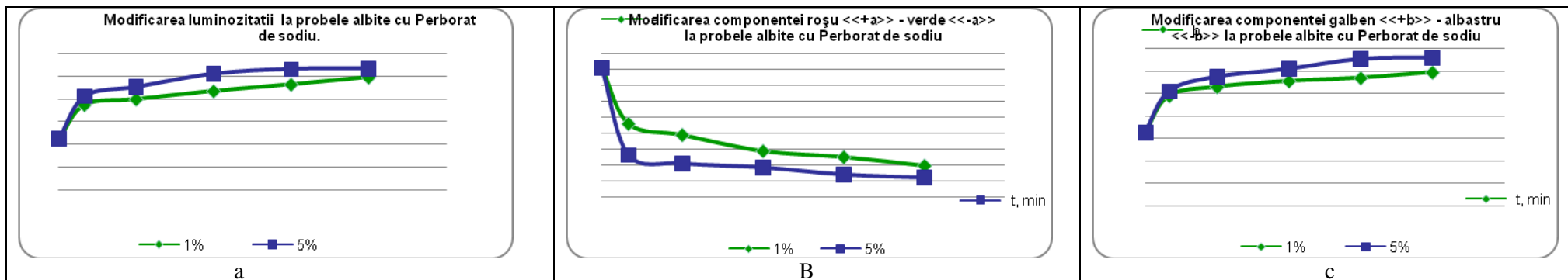


Figura A.3.4. Impactul concentrației NaBO_3 asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

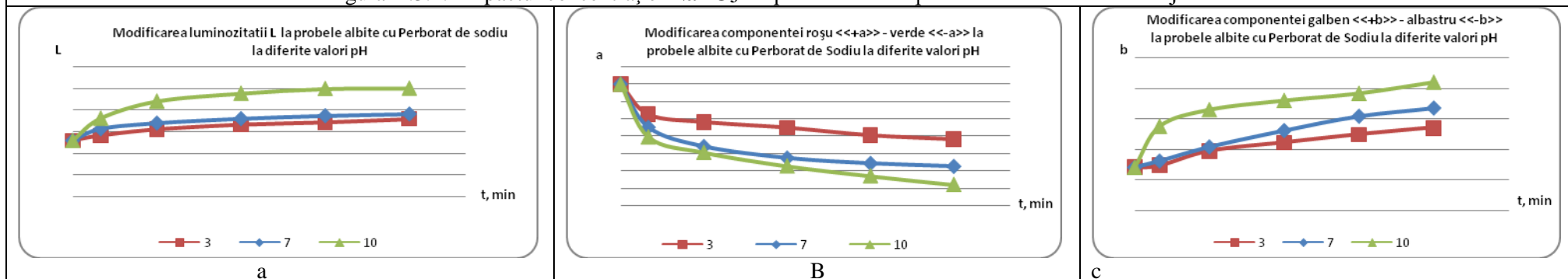


Figura A.3.5. Impactul pH-ului NaBO_3 asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

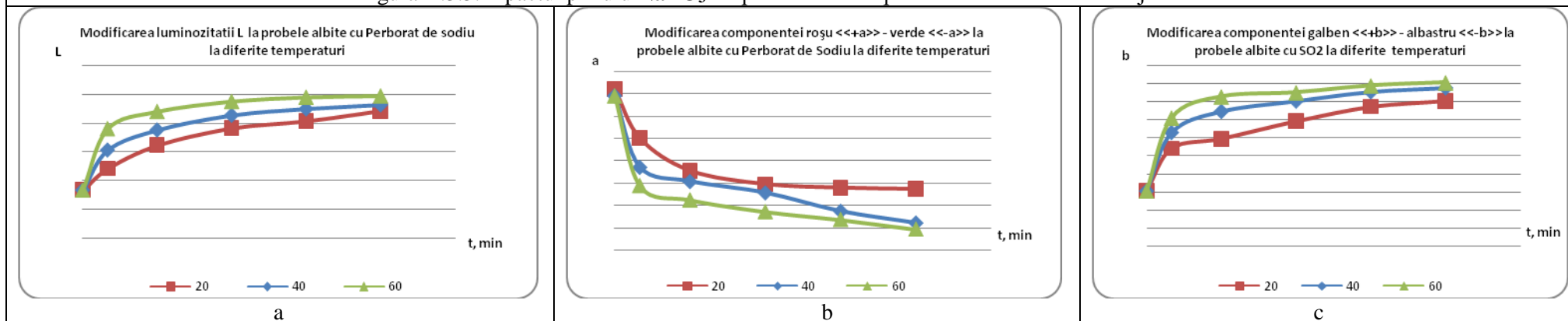


Figura A.3.6. Impactul temperaturii NaBO_3 asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

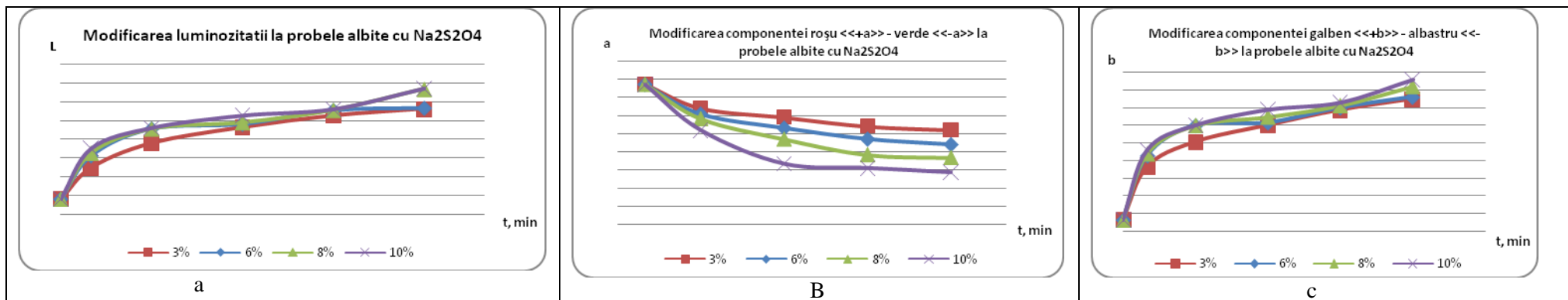


Figura A.3.7. Impactul concentrației $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

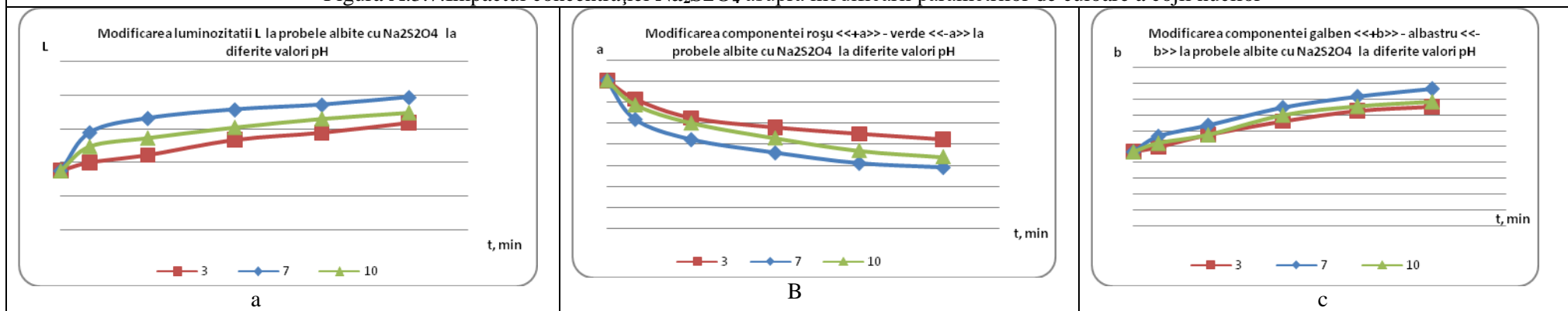


Figura A.3.8. Impactul pH-ului $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

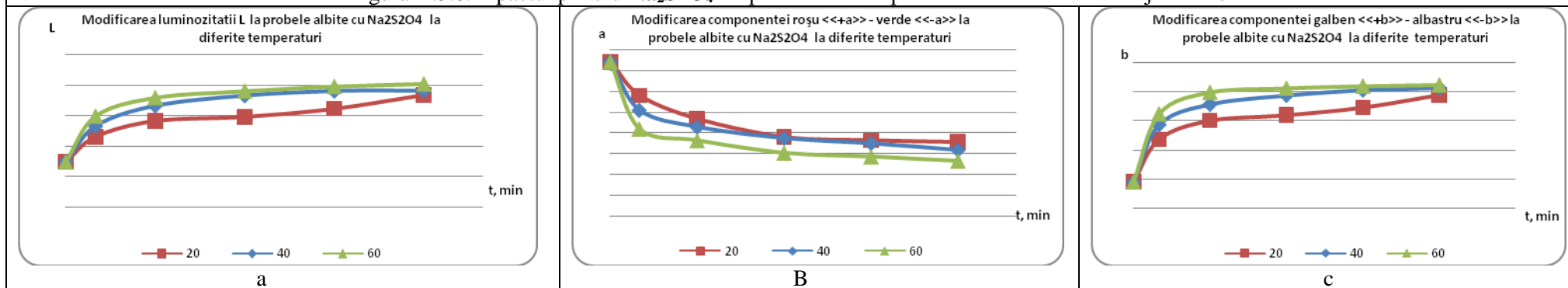


Figura A.3.9. Impactul temperaturii $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

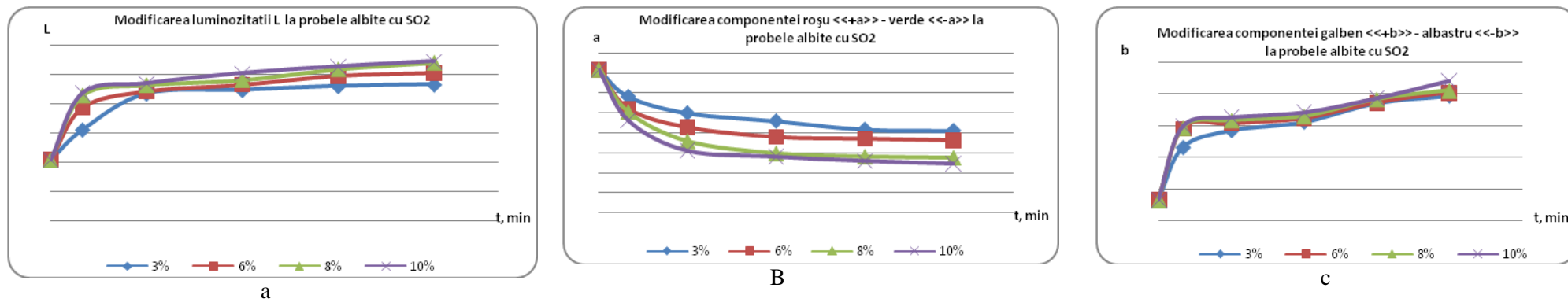


Figura A.3.10. Impactul concentrației SO₂ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

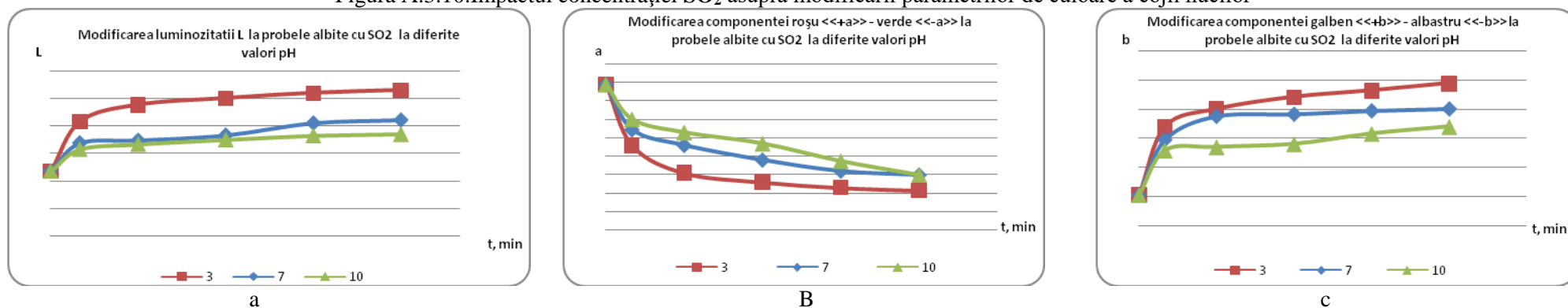


Figura A.3.11. Impactul pH-ului SO₂ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

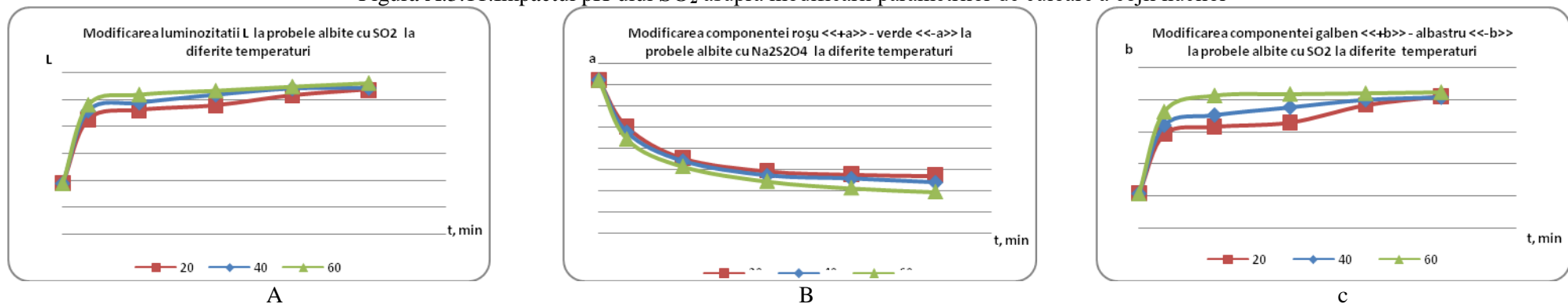


Figura A.3.12. Impactul temperaturii SO₂ asupra modificării parametrilor de culoare a cojii nucilor

DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

Subsemnata, Eugenia Boaghi, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctor sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Eugenia BOAGHI

Semnătura

Data:

Curriculum vitae Eugenia Boaghi

CURRICULUM VITAE

<p>Nume: Eugenia</p> <p>Prenume: Boaghi</p> <p>Data nașterii: 28.04.1987</p> <p>Locul nașterii: or. Chișinău, Republica Moldova</p> <p>Cetățenie: Republica Moldova</p>																													
<p>Studii</p> <p>2012-2015</p> <p>2012</p> <p>2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studii doctorat: Universitatea Tehnică a Moldovei Domeniu: 05.18.01-Tehnologia produselor alimentare <i>Specialitatea: 253.01-Tehnologia produselor de origine vegetală (Tehnologia produselor alimentației publice)</i> ▪ Diploma de master: Universitatea Tehnică a Moldovei (Domeniu: Managementul Restaurantelor și Serviciilor de Catering) ▪ Diploma de licență: Universitatea Tehnică a Moldovei. (Domeniu: Tehnologia și Managementul Alimentației Publice). 																												
<p>Domenii de interes științific:</p>	<p>Știința Alimentelor, Securitatea alimentară. Prelucrarea și procesarea produselor alimentare.</p>																												
<p>Activitate profesională</p> <p>2012-prezent</p> <p>2010-2012</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lector universitar: Universitatea Tehnică a Moldovei Facultatea Tehnologia Alimentelor, Departamentul Alimentație și Nutriție ▪ Maistru de instruire: Universitatea Tehnică a Moldovei Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară, Catedra Tehnologia Produselor Alimentației Publice 																												
<p>Cunoașterea limbilor</p> <p>Limba română- limba maternal</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Denumirea limbii straine</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Intelegere/Comprehensiune</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Vorbit</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Scris</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Abilitati de ascultare</th> <th style="text-align: center;">Abilitati de citire</th> <th style="text-align: center;">Interactiune/ comunicarea orala</th> <th style="text-align: center;">Exprimare orala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Rusa</td> <td style="text-align: center;">C1</td> <td style="text-align: center;">C1</td> <td style="text-align: center;">C1</td> <td style="text-align: center;">C1</td> <td style="text-align: center;">C1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Franceza</td> <td style="text-align: center;">B2</td> <td style="text-align: center;">B2</td> <td style="text-align: center;">B1</td> <td style="text-align: center;">B1</td> <td style="text-align: center;">B2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Engleza</td> <td style="text-align: center;">C2</td> <td style="text-align: center;">C2</td> <td style="text-align: center;">C2</td> <td style="text-align: center;">C2</td> <td style="text-align: center;">C2</td> </tr> </tbody> </table>		Denumirea limbii straine	Intelegere/Comprehensiune		Vorbit		Scris	Abilitati de ascultare	Abilitati de citire	Interactiune/ comunicarea orala	Exprimare orala	Rusa	C1	C1	C1	C1	C1	Franceza	B2	B2	B1	B1	B2	Engleza	C2	C2	C2	C2	C2
Denumirea limbii straine	Intelegere/Comprehensiune		Vorbit		Scris																								
	Abilitati de ascultare	Abilitati de citire	Interactiune/ comunicarea orala	Exprimare orala																									
Rusa	C1	C1	C1	C1	C1																								
Franceza	B2	B2	B1	B1	B2																								
Engleza	C2	C2	C2	C2	C2																								

<p>Stagii și formări</p> <p>10 decembrie 2016</p> <p>9 decembrie 2016</p> <p>2014-2016</p> <p>23 decembrie 2015</p> <p>9 mai 2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Curs de instruire „Communication assertive”, organizată în colaborare cu Centrul de Reușită Universitară de la Universitatea Tehnică de Moldova ▪ Curs de instruire „Gestion du temps”, organizată în colaborare cu Centrul de Reușită Universitară de la Universitatea Tehnică de Moldova ▪ Cursuri de studiere a limbii engleze, nivelul Independent user: B2, UTM, Chișinău, Republica Moldova ▪ Curs de instruire „Le développement de la compétence d’apprendre a apprendre”, organizată în colaborare cu Centrul de Reușită Universitară de la Universitatea Tehnică de Moldova ▪ Cursuri de perfecționare Utilizarea mijloacelor internaționale de comunicare în învățământ, UTM, Chișinău, Republica Moldova
<p>Participări la foruri științifice (naționale și internaționale)</p> <p>20-22 Octombrie 2016</p> <p>24-26 septembrie 2015</p> <p>3-5 octombrie 2013</p> <p>1-6 noiembrie 2012</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conferința internațională UTM, <i>Modern Technologies in the Food Industry</i>, 20-22 Octombrie 2016, Chișinău, Republica Moldova ▪ Simpozionul Internațional „Euro-aliment-2015”, 24-26 septembrie 2015, Galați, România ▪ Simpozionul Internațional „Euro-aliment-2013”, 3-5 octombrie 2013, Galați, România ▪ Conferința Internațională a Tinerilor Cercetători, ediția a X-a, 1-6 noiembrie 2012, Chișinău, R. Moldova
<p>Participări în proiecte științifice naționale și internaționale</p> <p>2011-2015</p> <p>2015 - prezent</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proiect de cercetare nr. 2817/16 “Elaborarea metodelor de protejare a lipidelor nucilor (<i>Juglans regia</i> L.) de degradare“ (2011 - 2015) ▪ Proiect de cercetare nr. 15.817.02.30A “Elaborări metodologice și tehnice pentru modernizarea tehnologiei de procesare a nucilor (<i>Juglans regia</i> L.) cu utilizarea componentelor biologice active în produse alimentare funcționale” “NUCALIM-PROBIO”
<p>Lucrări științifice și științifico - metodice publicate</p>	<p>Au fost publicate 21 de lucrări științifice în domeniul Tehnologiei produselor alimentare, a fost depusă o cerere de brevet.</p>
<p>Date de contact</p>	<p>Adresa: str. Păcii 12, Măgdăcești, Criuleni, MD-4829, Republica Moldova,</p> <p>Tel.: (+373) 69975277,</p> <p>e-mail: eugenia.boaghi@toap.utm.md</p>