

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris

C.Z.U: 664.64.016.3/.7:635.657(043.2)

GUTIUM OLGA

**STUDIUL INFLUENȚEI UNOR FACTORI TEHNOLOGICI
ASUPRA VALORII NUTRITIVE ȘI BIOLOGICE
A BOABELOR DE NĂUT**

**235.01. – TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE
DE ORIGINE VEGETALĂ
(Tehnologia produselor alimentației publice)**

Teză de doctor în tehnică

Conducător științific:

Ciumac Jorj, dr., prof. univ.

Conducător științific:

Dupouy Eleonora, dr., conf. univ.

Autor:

Gutium Olga

CHIȘINĂU, 2015

© Gutium Olga, 2015

CUPRINS

ADNOTĂRI	6
INTRODUCERE	9
1. STRUCTURA, COMPOZIȚIA CHIMICĂ, VALOAREA NUTRITIVĂ ȘI PROCESAREA BOABELOR DE NĂUT	13
1.1. Statistica producerii și consumului de boabe leguminoase.....	13
1.2. Caracteristica agrobiologică a năutului și structura bobului de năut.....	14
1.3. Compoziția chimică generală a boabelor de năut.....	15
1.4. Năutul – aliment funcțional.....	24
1.5. Tehnologii de procesare a boabelor leguminoase.....	26
1.5.1. Procedee tehnologice.....	27
1.5.2. Tratamente termice.....	31
1.5.3. Tehnici moderne de prelucrare a boabelor leguminoase.....	32
2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE	36
2.1. Materiale de cercetare.....	36
2.1.1. Materii prime.....	36
2.1.2. Reactivi chimici și materiale de laborator.....	36
2.1.3. Medii de cultură.....	37
2.2. Metode fizico-chimice de analiză.....	38
3. CARACTERISTICI GENERALE DE CALITATE, VALOAREA ALIMENTARĂ ȘI HIDRATAREA BOABELOR DE NĂUT	47
3.1. Caracteristici generale de calitate.....	47
3.2. Compoziția chimică generală.....	50
3.2.1. Aportul proteic și calitatea proteinelor.....	51
3.2.2. Aportul de substanțe minerale.....	53
3.3. Hidratarea boabelor de năut.....	53
3.3.1. Efectul duratei și temperaturii de înmuiere.....	54
3.3.2. Aplicarea modelului Peleg.....	55
3.3.3. Coeficientul de difuzie.....	57
3.3.4. Energia de activare.....	59
3.3.5. Hidratarea în soluții de săruri.....	60
3.3.6. Hidratarea în leșie de cenușă (soluție de cenușă).....	62

3.3.7.	Hidratarea în soluții de acizi.....	63
3.3.8.	Hidratarea în soluții de zaharuri.....	64
3.3.9.	Efectul cuticulei.....	65
4.	IMPACTUL TRATAMENTELOR TEHNOLOGICE ASUPRA CALITĂȚII NUTRIȚIONALE ȘI TEXTURII BOABELOR DE NĂUT.....	69
4.1.	Introducere.....	69
4.2.	Metode de tratare tehnologică.....	70
4.3.	Impactul tratamentelor tehnologice asupra calității nutriționale.....	70
4.3.1.	Modificarea proteinelor.....	70
4.3.2.	Modificarea grăsimilor.....	72
4.3.3.	Modificarea glucidelor.....	73
4.3.4.	Modificarea conținutului de substanțe minerale (a cenușii).....	74
4.3.5.	Modificarea conținutului de substanțe antinutritive și substanțe toxice naturale.....	74
4.3.6.	Impactul tratamentelor tehnologice asupra digestibilității <i>in vitro</i> a proteinelor cu proteaze digestive.....	83
4.4.	Impactul tratamentelor hidrotermice asupra texturii năutului.....	87
4.4.1.	Impactul duratei fierberii.....	89
4.4.2.	Impactul sărurilor alimentare.....	90
4.4.3.	Impactul acizilor alimentari.....	92
4.4.4.	Impactul zaharurilor.....	93
4.5.	Impactul tratamentelor tehnologice asupra substanțelor pectice.....	94
5.	CARACTERISTICA FIZICO-CHIMICĂ, PROPRIETĂȚILE FUNȚIONALE ȘI TEHNOLOGICE ALE FĂINII DE NĂUT.....	98
5.1.	Introducere.....	98
5.2.	Obținerea și caracteristica organoleptică și fizico-chimică a făinii de năut.....	99
5.3.	Proprietățile funcționale.....	99
5.4.	Fermentarea aluatului din făină mixtă de grâu și năut: factorii de impact.....	107
5.5.	Descriptorii de calitate a aluatului.....	112
5.6.	Calitatea pâinii din făină mixtă de grâu și năut.....	112
5.7.	Obținerea preparatelor din carne tocată cu făină de năut.....	116
5.7.1.	Capacitatea de reținere a apei a tocăturii din carne și făină de năut.....	118
5.7.2.	Randamentul în produs / rata pierderilor la tratarea termică.....	119

5.7.3. Capacitatea de reținere a grăsimilor la gătirea preparatelor din tocătură de carne cu făină de năut.....	120
5.7.4. Tehnologia preparatelor din carne tocată și făină de năut.....	121
5.7.5. Calitatea organoleptică a pârjoalelor.....	123
5.7.6 . Valoarea nutritivă și biologică a pârjoalelor.....	124
5.7.7. Calitatea microbiologică a pârjoalelor	126
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	127
BIBLIOGRAFIE.....	129
ANEXA 1. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare (h, ore) în concentrații diferite de glucoză și fructoză.....	146
ANEXA 2. Descriptorii de calitate a aluatului și a pâinii din făină de grâu și mixtă de grâu și năut	147
ANEXA 3. Aspectul în secțiune a probelor de pâine.....	153
ANEXA 4. Pâinea din făină mixtă de grâu și năut. Condiții tehnice.....	155
ANEXA 5. Certificat de testare la scară semiindustrială a tehnologiei de fabricare a pâinii din făină mixtă de grâu și năut.....	165
ANEXA 6. Atestare de implementare în procesul de instruire a studenților UTM.....	167
ANEXA 7. Declarația privind asumarea răspunderii.....	168
ANEXA 8. Curriculum vitae	169

ADNOTARE

Gutium Olga: „Studiul influenței unor factori tehnologici asupra valorii nutritive și biologice a boabelor de năut”, teză de doctor în tehnică, Chișinău, 2015.

Structura tezei: teza constă din introducere, cinci capitole, concluzii și recomandări, lista lucrărilor citate, anexe. Textul de bază conține 128 de pagini, 81 de figuri, 41 de tabele, opt anexe. Bibliografia cuprinde 226 de referințe.

Cuvinte-cheie: năut, compoziție chimică, înmuiere, fierbere, textură, făina de năut, proprietăți funcționale, alimente fortificate.

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

Scopul lucrării: studiul influenței parametrilor tehnologici asupra calităților nutriționale și de consum ale boabelor de năut și identificarea condițiilor optime de prelucrare și utilizare a lor.

Obiectivele lucrării: cercetarea compoziției chimice și hidratării boabelor de năut; evaluarea influenței tratamentelor tehnologice asupra valorii nutritive și texturii boabelor de năut; caracterizarea proprietăților funcționale și tehnologice și valorificarea făinii de năut în produse alimentare.

Noutatea științifică constă în identificarea influenței factorilor tehnologici asupra calității nutriționale a năutului și făinii de năut, iar **originalitatea științifică** – în analiza minuțioasă a modificărilor care intervin în urma tratamentelor tehnologice și a impactului acestora asupra evoluției valorii lor nutritive.

Problema științifică importantă soluționată este stabilirea celor mai importante proprietăți fizico-chimice și tehnologice ale boabelor și a făinii de năut și identificarea condițiilor optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a lor.

Semnificația teoretică. S-au obținut rezultate științifice, ce demonstrează posibilitatea de modificare dirijată a proprietăților funcționale și tehnologice ale boabelor și a făinii de năut și de ameliorare a calităților de consum a alimentelor preparate din și cu aceste produse.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în stabilirea condițiilor optime de tratare tehnologică a boabelor de năut, elaborarea tehnologiei de producere și a documentației normative și tehnice pentru preparatele de panificație pregătite din făină mixtă de grâu și năut și din tocătură de carne suplimentată cu făină de năut. A fost depusă cererea de acordare a brevetului de invenție „Procedeu de preparare a pâinii cu conținut de năut” (Nr. depozit S 2015 0088 din 03.07.2015).

Implementarea rezultatelor științifice. Tehnologia preparatelor de panificație din făină mixtă de grâu și năut a fost testată și aprobată la ÎI „Vasilachi Lidia” din orașul Florești. Rezultatele și realizările descrise în teză au fost publicate în reviste de specialitate recunoscute (16 lucrări științifice), susținute la diferite sesiuni de comunicări științifice naționale și internaționale și aplicate în procesul de instruire a studenților la Catedra Tehnologia și organizarea alimentației publice a Universității Tehnice a Moldovei.

АННОТАЦИЯ

Гутюм Ольга: «Исследование влияния некоторых технологических факторов на пищевую и биологическую ценность бобов нута», диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Кишинёв, 2015.

Структура диссертации: Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций, списка цитируемых работ, приложений. Работа изложена на 128 страницах, содержит 81 рисунок, 41 таблиц, восемь приложений. Список литературы насчитывает 226 названий.

Ключевые слова: нут, химический состав, замачивание, варка, текстура, нутовая мука, функциональные свойства, обогащенные пищевые продукты.

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

Цель работы: исследование влияние технологических параметров на пищевую ценность и потребительские качества нута и идентификация оптимальных условий его переработки и использования.

Задачи работы: исследование химического состава и процесса замачивания бобов нута; оценка влияния технологической обработки на питательную ценность и текстуру бобов; характеристика технологических и функциональных свойств нута и нутовой муки и использование нутовой муки в кулинарии.

Научная новизна заключается в выявлении закономерностей влияния технологических факторов на питательную ценность нута и нутовой муки, а **оригинальность** – в тщательном и всестороннем анализе протекающих изменений и влияния этих изменений на их пищевую ценность .

Научная проблема решенная в исследовании: определены наиболее важные физико-химические и технологические свойства нута и нутовой муки и идентифицированы оптимальные и эффективные условия их технологической обработки и использования.

Теоретическое значение. Получены результаты, которые показывают возможность направленного модифицирования технологических и функциональных свойства бобов нута и нутовой муки и улучшения потребительских качеств пищевых продуктов, приготовленных на их основе и с их добавлением.

Практическая значимость работы состоит в определении оптимальных условий технологической обработки бобов нута и в разработки технологии производства и нормативно-технической документации для хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и нутовой муки и изделий из рубленого мяса с добавлением муки нута. Была подана заявка на изобретение «Способ приготовления хлеба с нутом» (заявка № 2015 0088 от 07.03.2015).

Внедрение научных результатов. Технология хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и нутовой муки испытана и апробирована на индивидуальном предприятии „Lidia Vasilachi” (г. Флорешть). Результаты исследований были опубликованы в журналах (16 научных работ), апробированы на различных республиканских и международных конференциях и использованы в учебном процессе на Кафедре Технология и организация общественного питания Технического Университета Молдовы.

ABSTRACT

Gutium Olga: „Study of the influence of some technological factors on nutritional and biological value of chickpeas beans” Doctoral thesis in technique, Chişinău, 2015.

Thesis structure: The thesis consists of Introduction, five Chapters, Conclusions and Recommendations, Bibliography, Annexes. The thesis is composed of 128 basic text pages, 81 Figures, 41 Tables, eight Annexes and 226 References.

Keywords: chickpeas, chemical composition, soaking, boiling, texture, chickpea flour, functional properties, fortified foods.

Area of research: 253.01 – Technology of vegetable origin food products (Technology of products for foodservice and public nutrition).

Aim of research: study the impact of technological processes on nutritional and sensory qualities of chickpeas beans and identification of optimal conditions for their processing and use.

Objectives of research: study the chickpeas beans chemical composition and hydration process; assess the impact of technological treatments on the chickpeas beans’ nutritional value and texture; characterize functional and technological properties and use of chickpea flour in food products.

Novelty and originality of the scientific work performed consist in the identification of technological factors’ impact on the nutritional quality of chickpeas beans and chickpea flour and **scientific originality** – in thorough multiaspect analysis of occurring changes and the impact of these changes on the evolution of their nutritive value.

The main scientific problem solved: There have been established the most important physico-chemical, nutritional and technological properties of chickpeas beans and chickpea flour with the identification of effective and optimal conditions of their technological treatment and use.

Theoretical significance. There were obtained scientific results that show the possibility of directed modification of functional and technological properties of chickpea beans and chickpea flour for improving consumption qualities of food products prepared on their basis and with these ingredients.

Applicative significance consists in establishment of optimal conditions of chickpeas beans’ technological treatment, development of production technology, normative and technical documentation for mixed wheat-chickpeas flour bakery products and minced meat products supplemented with chickpea flour. It was filed the application for the patent „Process for the preparation of bread containing chickpea” (deposit No. S 2015 0088 of 03.07.2015).

Implementation of scientific results.

Bakery products technology of mixed wheat and chickpea flours has been tested and approved at the private enterprise „Lidia Vasilachi” from Floresti. The results and achievements described in this thesis have been published in professional journals (16 scientific papers), presented at various scientific sessions and used in the students’ training process at the Department Technology and organization of foodservice and public nutrition at the Technical University of Moldova.

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța tezei

Alimentația este unul din cei mai importanți factori de protecție și de promovare a sănătății. De aceea alimentele consumate trebuie să fie variate și complexe, să prezinte valoare nutrițională și biologic activă adecvată necesarului fiziologic.

În regimul alimentar tradițional un rol semnificativ îl joacă boabele leguminoase. Bogate în fibre alimentare, glucide lente și proteine, vitamine din grupul B – consumate ca atare sau împreună cu legume verzi, carne sau pește, lapte – leguminoasele echilibrează alimentația, diminuează senzația de foame și joacă un rol deosebit în tranzitul intestinal.

Din punctul de vedere al importanței mondiale (volumul de producere și de consum) *năutul* este a treia leguminoasă pentru boabe după fasole și mazăre. El este cultivat în peste 45 de țări ale lumii pe o suprafață de cca 8-9 mln ha, iar volumul anual global de producere este de cca 12 mln tone.

În Republica Moldova *năutul* are condiții bune de creștere și de dezvoltare (în special în centrul și sudul țării), cultivându-se pe suprafețe mici de teren (între 400 și 1200 ha), aproape exclusiv în gospodării individuale, fapt ce nu asigură o producție competitivă (anual cca 2000 tone) și cantități considerabile pentru consum și export.

Factorii care determină consumul limitat de *năut* de către populația R. Moldova sînt determinați de unele inconveniențe de ordin tehnic și economic, cum ar fi: necesitatea de înmuiere și durata relativ îndelungată a tratamentului termic, productivitate și beneficii reduse, lipsa de semințe certificate, lipsa de echipamente și tehnologii de prelucrare industrială, promovarea insuficientă a consumului, a comercializării și altele. Un alt factor important este cunoașterea insuficientă, numărul limitat de cercetări ale compoziției chimice, proprietăților nutriționale și tehnologice ale boabelor de *năut* cultivate în R. Moldova și consumate de populația autohtonă.

În baza celor menționate, este evidentă actualitatea studiului compoziției chimice și a modificărilor fizico-chimice și nutriționale ce intervin pe parcursul tratamentelor preliminare și termice ale boabelor de *năut* cultivate în R. Moldova și formularea unor recomandări tehnologice de prelucrare și utilizare a lor în alimentația publică și în industria alimentară.

Scopul și obiectivele tezei

Pornind de la premisele descrise, lucrarea a avut ca scop studiul influenței proceselor tehnologice asupra calității nutriționale și senzoriale ale boabelor de *năut* și identificarea condițiilor optime de prelucrare și utilizare a lor în alimentație.

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

Obiectivul 1: Cercetarea compoziției chimice și a hidratării boabelor de năut.

Obiective specifice în cadrul obiectivului 1:

- determinarea compoziției chimice și a valorii nutritive a boabelor de năut;
- studiul cineticii de absorbție a apei la înmuierea boabelor și determinarea parametrilor de absorbție;
- evaluarea impactului compoziției mediului de hidratare asupra absorbției apei și identificarea condițiilor optimale de hidratare a boabelor.

Obiectivul 2: Evaluarea influenței tratamentelor tehnologice asupra valorii nutritive și texturii boabelor de năut.

Obiective specifice în cadrul obiectivului 2:

- studiul modificării valorii nutritive a boabelor de năut la hidratarea, germinarea și fierberea boabelor;
- evaluarea impactului tratamentului hidrotermic asupra texturii boabelor de năut.

Obiectivul 3: Caracterizarea proprietăților funcționale și tehnologice și valorificarea făinii de năut în produse alimentare.

Obiective specifice în cadrul obiectivului 3:

- caracterizarea organoleptică și fizico-chimică a făinii de năut, evaluarea proprietăților funcționale și tehnologice ale ei;
- studiul impactului substituirii parțiale a făinii de grâu cu făina de năut asupra descriptorilor de calitate ale aluatului și pâinii din făină mixtă;
- evaluarea impactului adaosului de făină de năut asupra proprietăților funcționale ale tocăturii de carne și a calității preparatelor din carne tocată.

Noutatea și originalitatea științifică. Tema abordată nu a constituit un obiect de studiu dedicat pînă în prezent. Pornind de aici, originalitatea temei investigate constă în analiza minuțioasă și multiaspectuală a modificărilor care intervin în urma tratamentelor tehnologice a boabelor de năut și impactul acestora asupra evoluției valorii lor alimentare.

Problema științifică importantă soluționată constă în stabilirea celor mai importante proprietăți fizico-chimice, nutriționale și tehnologice ale boabelor și a făinii de năut și identificarea condițiilor optimale și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a lor.

Semnificația teoretică. S-au obținut rezultate științifice, care arată posibilitatea de modificare dirijată a proprietăților funcționale și tehnologice ale boabelor și făinii de năut și de ameliorare a calităților de consum a alimentelor preparate din și cu aceste produse.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în stabilirea condițiilor optime de tratare tehnologică a boabelor de năut, elaborarea tehnologiei de producere și a documentației normative și tehnice pentru preparatele de panificație pregătite din făina mixtă de grâu și năut și din tocătura de carne suplimentată cu făină de năut. A fost depusă cererea de acordare a brevetului de invenție „Procedeu de preparare a pâinii cu conținut de năut” (Nr. depozit S 2015 0088 din 03.07.2015).

Implementarea rezultatelor științifice. Tehnologia preparatelor de panificație din făină mixtă de grâu și năut a fost testată și aprobată la ÎI „Vasilachi Lidia” din orașul Florești.

Rezultatele cercetărilor științifice efectuate au fost publicate în reviste, culegeri ale simpozioanelor, discutate în cadrul dezbaterilor la conferințe științifice naționale și internaționale și aplicate în procesul de instruire a studenților la Catedra Tehnologia și organizarea alimentației publice a UTM.

Aprobarea rezultatelor. Rezultatele principale ale tezei au fost comunicate și discutate la mai multe conferințe și simpozioane științifice naționale și internaționale din țara și în străinătate: Conferințele Tehnico-Științifice ale Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, UTM, din anii 2011, 2012 și 2013; Conferința Internațională „Tehnologii moderne în industria alimentară”, 2012, 2014, Chișinău; Congresul Mondial Jubiliar al IFHE (The International Federation for Home Economics), Secția „Securitate alimentară și Nutriție”, 2008, Lucerna, Elveția; Conferința „Scientific achievements of young scientists for solving problems of nutrition humanity in the XXI century”, National University for Food Technologies, 2013, 2014, Kiev; Conferința Alma Mater, 2014, Sibiu; Conferința Internațională a Tinerilor Cercetători, 2012, 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 sînt expuse rezultatele științifice obținute și discuția lor. Teza se încheie cu concluzii finale și recomandări practice.

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

În **Capitolul 1 – „Structura, compoziția chimică, valoarea nutritivă și procesarea boabelor de năut”** – sînt tratate aspecte generale privind statistici ale producerii și consumului de boabe leguminoase, caracteristica agrobiologică, structura și compoziția chimică generală, factorii antinutriționali ai năutului, interesul nutrițional și terapeutic. În continuare sînt reflectate

unele aspecte ale tehnologiilor tradiționale și moderne de procesare a boabelor leguminoase (inclusiv a năutului).

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

Capitolul 3 – „Caracteristici generale de calitate, valoarea alimentară și hidratarea boabelor de năut” – reflectă caracteristicile tehnice ale boabelor de năut utilizate în lucrare, rezultatele analizei compoziției chimice generale, distribuția fracțiilor proteice și compoziția în aminoacizi a proteinelor. Sînt prezentate rezultatele studiului procesului de hidratare a boabelor în apă distilată și în medii ce conțin cosolvenți și ingrediente culinare frecvente (săruri și acizi alimentari, zaharuri). Au fost evaluați parametrii procesului de hidratare a năutului: coeficienții Peleg (K_1 și K_2), coeficientul de difuzie a apei și energia de activare a procesului de hidratare.

În **Capitolul 4 – „Impactul tratamentelor tehnologice asupra calității nutriționale și texturii boabelor de năut”** – sînt prezentate rezultatele impactului înmuierii, germinării și fierberii asupra evoluției conținutului de substanțe trofice (proteine, glucide, lipide și elemente minerale), factorilor antinutriționali (fitați, inhibitorul tripsinei, acid cianhidric), digestibilității *in vitro* a proteinelor, pectinelor și texturii boabelor.

Capitolul 5 „Caracteristica fizico-chimică, proprietățile funcționale și tehnologice ale făinii de năut” este dedicat studiului capacității de reținere a apei și grăsimilor a făinii de năut și posibilităților de aplicare a acesteia în calitate de supliment funcțional pentru unele produse de panificație și preparate din carne tocată. Sînt prezentate rezultatele impactului adaosului de făină de năut asupra descriptorilor de calitate a aluatului și pîinii din făină mixtă și a indicilor organoleptici ai pîrjoalelor din tocătura de carne cu făină de năut.

Teza se încheie cu **concluzii generale și recomandări practice.**

Structura tezei: Lucrarea conține 128 de pagini de text de bază, 81 de figuri, 41 de tabele, opt anexe și o bibliografie cu 226 de referințe.

Cuvinte-cheie: năut, compoziție chimică, înmuiere, fierbere, textură, făina de năut, proprietăți funcționale, alimente suplimentate.

1. STRUCTURA, COMPOZIȚIA CHIMICĂ, VALOAREA NUTRITIVĂ ȘI PROCESAREA BOABELOR DE NĂUT

1.1. Statistica producerii și consumului de boabe leguminoase

În ultimii ani producția globală de boabe leguminoase rămâne relativ constantă și constituie cca 56 milioane tone. Unele date statistice (*FAOSTAT, 2010*), referitoare la producerea boabelor leguminoase sînt prezentate în figura de mai jos.

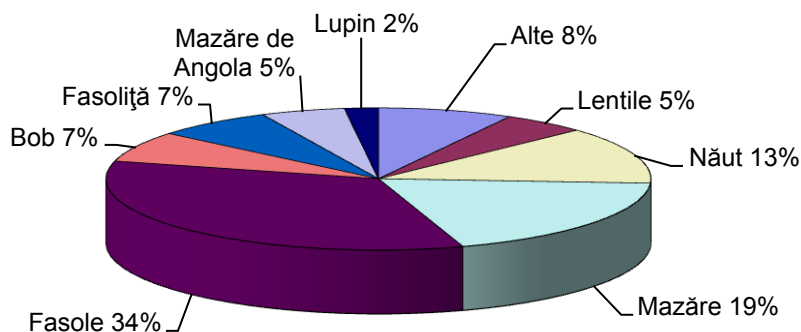


Fig. 1.1. Structura producției globale de boabe leguminoase

Dinamica producției de leguminoase pentru boabe în Republica Moldova este prezentată în tabelul 1.1.

Tabelul 1.1. Dinamica producției de leguminoase pentru boabe în R. Moldova, mii tone

Anii	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TOTAL	29,6	50,1	64,5	67,5	14,1	37,1	27,8	35,8	31,8	21,2
Incl. fasole	19,1	20,3	27,4	26,5	4,8	16,3	9,9	13,3	17,0	5,5
Incl. mazăre	9,6	28,9	33,9	33,8	8,0	18,2	15,4	21,4	13,3	10,0

Sursa: *Biroului Național de Statistică al R. Moldova, 2013*

Năutul este a treia leguminoasă, după fasole și mazăre și constituie cca 13% din producția globală (11,3 milioane tone în 2012) de boabe leguminoase. Cel mai mare producător de năut este India (71% din producția globală), urmată de Australia (5%), Pakistan (4%), Turcia (4%), Myanmar (4%).

În R. Moldova năutul ocupă suprafețe reduse și este cultivat doar în raioanele din centrul și sudul Moldovei (Ștefan Vodă, Orhei, Camenca, Slobozia etc.) [4].

Tabelul 1.2. Indicii de producere a năutului în R. Moldova în anii 2005-2012

Anii	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Suprafața însămînțată, ha	500	1200	400	400	400	400	400	400
Recolta totală, tone	2400	4300	900	1000	1000	1200	1300	1500

Sursa: <http://faostat.fao.org>

În aceste raioane (cu agricultură riscantă) cultura năutului este caracterizată cu o producție relativ stabilă (15-30 q/ha), care depășește cu mult media mondială – 6,75q/ha [5].

Analiza rezultatelor statistice pentru R. Moldova arată, că consumul anual pe cap de locuitor de boabe leguminoase, inclusiv năut, constituie 8-15 kg și este inferior normelor de consum de 15-20 kg, stipulate în actele normative naționale și internaționale.

1.2. Caracteristica agrobiologică a năutului și structura bobului de năut

Năutul (*Cicer arietinum L*), este o plantă erbacee anuală leguminoasă (*Fabaceae*) pentru boabe, originară din Orientul Apropiat. Are utilizare largă în Asia, Africa și bazinul mediteranean [6].

Fructul – păstaie cu lungimea de 15-25 mm de formă ovală alungită, umflată, cu strat pergamentos, cu 1-3 boabe, indehiscentă și la maturizare nu se scutură. Semințele cu rostrum, cu cotelidoane de culoare galbenă cu diferită intensitate, foarte rar verzi, cu formă rotundă spre unghiulară, ori unghiulară cu suprafață netedă ori zbîrcită. Culoarea tegumentului seminal albă, sură, bej, galben-ocru, cafenie-deschisă, roșietică sau neagră. Masa a de 1000 boabe este de 50,0-350,0 g și mai mult în relație cu genotipul. Perioada de vegetație a plantelor este de 80-120 zile.

Năutul se împarte în două tipuri – *Desi* și *Kabuli*. Tipul *Desi* este apreciat filogenetic ca primar și caracterizat prin culoarea tegumentului seminal la diferite genotipuri de la galben pînă la negru și cu grosimea lui mare. Tipul *Kabuli* a derivat prin mutație și selecție ulterioară de la tipul *Desi* și se deosebește de el prin culoarea albă sau cremă a tegumentului seminal cu grosime subțire [6].

Semințele (boabele) sînt prinse în fruct pe partea ventrală, avînd formă, culori și mărimi diferite, după specie. Hilul – locul de fixare al ovulului de ovar, respectiv a seminței de pericarp – este un caracter de specie, varietate sau chiar de soi, fiind diferit ca așezare, formă, mărime, culoare. În zona hilului cele două cotiledoane sînt unite prin tigelă. Semințele leguminoaselor nu au endosperm, acesta fiind consumat de embrion în cursul creșterii; un „rest” de endosperm se află doar la năut [10].

La exteriorul seminței de năut se observă:

- hilul – care reprezintă urma legăturii seminței de păstaie și prin el pătrunde apa necesară germinăției;
- micropilul – orificiu prin care iese radica la încolțire;
- șalaza – reprezintă locul unde se ramifică fasciculele conducătoare.

Samînța este exalbuminată (are substanțele de rezervă în cotiledoane) și este alcătuită din:

- tegument – alcătuit din două țesuturi: unul extern numit *testa* și altul intern, *tegmenul*;

ele se deosebesc atât structural, cât și funcțional. Testa include un strat palisadic și altul de celule mosor. Testa prezintă un rând de celule alungite, cu pereții exteriori și laterali foarte îngroșați, uniforme ca mărime și foarte dense. Stratul următor este alcătuit din celule în formă de mosorele, avînd pereții îngroșați și fiind dispuse, de asemenea, regulat. Tegmenul este alcătuit din celule ușor comprimate și cu pereții mai subțiri, dispuse în mai multe straturi suprapuse.

➤ embrion – format din două cotiledoane, muguraș (gemula), tigela (tulpinuța) și radiculă [1,10].

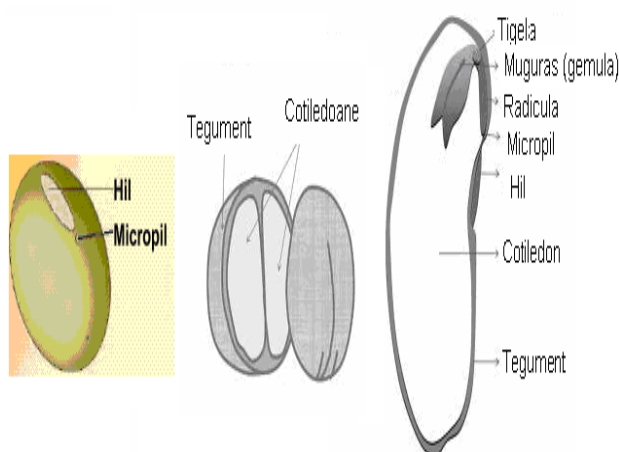


Fig. 1.2. Structura anatomică a bobului de năut [207]

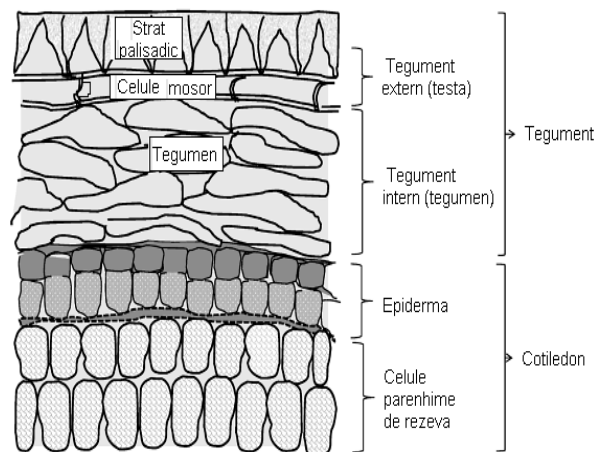


Fig. 1.3. Schema aranjamentului celular în bobul de năut, secțiune transversală [207]

Proporția medie (%) a părților anatomice în bobul de năut este următoarea: tegumentul – 12,5; cotiledoanele – 85,5; germenele – 2. Cotiledoanele năutului sînt constituite din celule parenhime, încărcate cu granule de amidon, incluse într-o rețea continuă de proteine (matrice proteică).

1.3. Compoziția chimică generală a boabelor de năut

Compoziția chimică a semințelor de năut a fost abordată în numeroase lucrări științifice [83, 56, 207].

În cea mai mare parte datele raportate au vizat eșantioane de năut cultivate în subcontinentul indian, Europa de Vest, Mexic, Canada și mai puțin cele cultivate în Europa de Est. Profilul chimic al boabelor de năut, provenite din soiurile omologate, în R. Moldova este puțin studiat. Lucrările efectuate cu năutul din R. Moldova au caracter agrobiologic, iar studii cu caracter tehnologic și nutriționale lipsesc totalmente.

Cotiledoanele constituie cca 85% din întreaga greutate a semințelor și sînt principala sursă de nutrienți – proteine, grăsimi, glucide și substanțe minerale (cu excepția calciului). Embrionul are conținut considerabil de proteine, grăsimi și substanțe minerale, dar contribuția

lui în valoarea alimentară totală este mică, deoarece proporția embrionului în masa bobului este redusă (tabelul 1.3). Cotiledoanele conțin cea mai mare parte a glucidelor nondigestibile (fibre alimentare) și o mare parte din conținutul total de calciu. În boabele decorticate prin abraziune mecanică conținutul de fibre alimentare și de substanțe minerale este mai mic (în raport cu bobul întreg), iar cel de proteine, grăsimi și glucide – mai mare (tabelul 1.4).

Tabelul 1.3. Distribuția relativă a nutrimenților în diferite părți anatomice ale boabelor de năut [56]

Nutrient	Tegument (14.5%)		Cotiledon (84%)		Embrion (1.5%)		Bob întreg (100%)
	a	b	a	b	a	b	
Proteine, (N×6.25)	3,0	2,0	25,0	95,5	37,0	2,5	22,0
Grăsimi	0,2	0,6	5,0	94,0	13,0	5,0	4,5
Cenușă	2,8	15,0	2,6	81,0	5,0	3,0	2,7
Fibre alimentare	48,0	87,0	1,2	13,0	-	-	8,0
Glucide	46,0	11,0	66,0	88,0	42,0	1,0	63,0
Fosfor, mg	24,0	1,5	290,0	94,0	740,0	4,5	260,0
Fier, mg	8,0	20,0	5,5	77,0	11,0	3,0	6,0
Calciu, mg	1000,0	72,0	70,0	29,0	110,0	0,8	200,0

Notă: a) conținutul de nutrimente în fiecare parte anatomică a bobului; b) distribuția relativă a nutrimenților în bobul întreg.

Tabelul 1.4. Compoziția chimică a boabelor de năut întregi și decorticate, % [56]

Nutrient	Bob întreg		Bob decorticat	
	Variație	Medie	Variație	Medie
Proteine, (N×6.25)	12,4-30,6	21,5	20,5-30,5	25,5
Glucide	52,4-70,9	61,7	63,0-65,0	64,0
Cenușă	2,5-4,67	3,6	2,1-3,7	2,9
Lipide	3,1-6,9	5,0	4,5-7,5	6,0
Fibre alimentare	1,2-13,5	8,0	0,9-1,5	1,2

Proteine. Conținutul de proteine din năut variază semnificativ în raport cu masa uscată cu valori variind între 17-22% în boabele întregi și între 25,3-28,9% în cele decojite [38].

Unii autori Rincón (1998) afirmă, că conținutul de proteine în varietățile *Desi* și *Kabuli* este practic identic, iar alții Singh și Jambunathan (1981) menționează un conținut mai mare în năutul *Kabuli*.

Variația conținutului de proteine este mult mai pronunțată în funcție de particularitățile agrobiologice și de condițiile de cultură. Studiile, efectuate de Ocampo ș.a. (1998) asupra a opt specii sălbatice anuale de genul *Cicer*, arată că conținutul de proteine variază de la 16,8% în *Cicer cuneatum* până la 26,8% în *Cicer pinnatifidum* cu o medie de 20,7% pentru toate speciile investigate [149].

Fracții proteice. Proteinele năutului includ albumine (solubile în apă), globuline (solubile în sare), prolamine (solubile în alcool), gluteline (solubile în acid) și proteine reziduale (stroma). Globulinele (în principal legumina și vicilina) sînt proteine de rezervă și constituie (56%), ele sînt urmate de gluteline (18,1%), albumine (12,0%) și prolamine (2,8%). Cea mai mare parte a proteinelor se conține în cotiledoane [56].

Tabelul 1.5. Distribuția fracțiilor proteice (%) în diferite părți ale bobului [56]

Partea bobului	Albumine	Globuline	Gluteline	Prolamine
Bobul nativ	12,6	56,6	18,1	2,8
Învelișul bobului	3,5	22,8	33,2	3,4
Cotiledon	15,9	62,7	17,7	2,3
Embrion	22,5	50,0	21,4	3,0

Globulinele. Globulinele reprezintă aproximativ 50% din proteinele bobului de năut fiind alcătuite din două proteine majore, caracterizate de coeficienții lor de sedimentare, 11S (legumină) și 7S (vicilină) [53].

Structural legumina este o proteină oligomerică cu masa moleculară de cca 320-400 kDa, care include șase unități monomerice cuaternare de 54-60 kDa.

Fiecare dintre cele șase unități sînt constituite din două subunități: o polipeptidă acidă de aproximativ 32 kDa și alta bazică de 22 kDa, ambele legate printr-o punte sulfurică. Polipeptidele acide, fiind mai puțin hidrofobe decît polipeptidele bazice, sînt situate la exteriorul leguminei [200].

Vicilina năutului (proteina 7S) este o globulină minoritară și reprezintă o glicoproteină care conține 0,9-1,4% reziduuri de ozide. După Lawrence ș.a. (1994) vicilina ar avea aceeași structură ca și faseolina, proteina 7S a fasolei [126].

Vicilina este oligomerică, cu masa moleculară de cca 150 kDa. Vicilina este constituită din subunități cu masa moleculară de 50 kDa și de un număr mare de polipeptide cu masa moleculară mai mică: 35,0, 33,6, 18,9 și 15,5 kDa [225].

Altă proteină 7S, apropiată de vicilină, este convicilina – un trimer cu subunități de 70 kDa. Compoziția acesteia în aminoacizi este apropiată de cea a vicilinei, dar contrar vicilinei, conține aminoacizi cu *sulf* (metionina + cisteina) [71].

Glutelinele. Glutelinele constituie aproximativ 18% din totalul proteinelor din năut [194]. Structural glutelinele (MM cca 55 kDa) sînt constituite din subunități α (28-31 kDa) și β (20-22 kDa), legate prin legături disulfidice simple.

Albuminele. Albuminele năutului sînt reprezentate de mai multe fracții de proteine cu masa moleculară diferită [130], cea mai importantă fiind albumina 2S (cca 20 kDa), care este compusă din două subunități polipeptice de 10 și, respectiv, 12 kDa respectiv [210].

Această proteină este excepțional de bogată în aminoacizi esențiali și aminoacizi cu sulf, (peste 50% din totalul de aminoacizi cu sulf din bob), în special cisteina [131].

Prolaminele. Prolaminele, ca și celelalte fracții de proteine, reprezintă un amestec de proteine cu masa moleculară diferită. Ele au un conținut înalt de acid glutamic (până la 43%) și prolină (până la 13%), dar sînt foarte sărace în lizină.

Compoziția în aminoacizi. Calitatea unei proteine alimentare este, în general, estimată prin compararea compoziției ei în aminoacizi esențiali cu o proteină de referință standard. Compoziția medie în aminoacizi a proteinelor din năut este prezentată în tabelul 1.6.

Tabelul 1.6. Compoziția aminoacizilor esențiali ale proteinelor năutului (g/16 g N) [56]

Aminoacidul	Media	Proteina standart după FAO
Izoleucină	4,3	4,0
Leucină	7,8	7,0
Lizină	6,9	5,5
Metionină + cisteină	2,9	3,5
Fenilalanină + tirozină	8,4	6,0
Treonină	3,7	4,0
Valină	4,6	5,0
Triptofan	0,95	1,0

Proteinele năutului sînt deficitare în aminoacizii cu sulf – metionină și triptofan, dar ele sînt bogate în lizină, spre deosebire de cereale.

Jambunathan și Singh (1981) menționează că conținutul de metionină este pozitiv și semnificativ corelat cu conținutul de cistină. Aceiași autori au stabilit că nu există diferențe semnificative în compoziția în aminoacizi între varietățile *Desi* și *Kabuli*. Compoziția în aminoacizi a proteinelor embrionului este mai bună decît cea a cotiledonului, deoarece conține cantități mai mari de lizină, aminoacizi cu sulf, treonină și valină [94, 95].

Glucide. După Chavan ș.a. (1986) conținutul de glucide în boabele de năut variază între limitele 52,4 și 70,9%. Principalele elemente constitutive ale glucidelor și conținutul lor în năut sînt prezentate în tabelul 1.7.

Amidon. Amidonul este componentul major al năutului constituind 37,2-50,8% din masa boabelor întregi și 55,3-58,1% din masa boabelor decorticate. Boabele provenite din varietățile *Desi* au un conținut de amidon mai mic decît cele din *Kabuli*. Amidonul năutului conține de la 31,8 pînă la 45,8% amiloză, iar restul este amilopectină. Datorită cantității mari de amilopectină amidonul de năut este recomandat pentru aplicații tehnologice speciale. Modi și Kulkarni (1975) consideră că conținutul mare de amiloză determină în mare măsura abilitatea amidonului năutului de a forma geluri în prezența zaharurilor și a altor ingrediente alimentare.

Temperatura de gelatinizare este 63,5-68 °C. Deoarece catenele sunt lungi, amidonul năutului are digestibilitate relativ redusă și poate provoca flatulență [56].

Tabelul 1.7. Compoziția glucidelor din năut [56]

Element constitutiv	Conținutul, %
Total carbohidrați	52,4-70,9
Amidon	37,2-50,8
- Amiloză, % din totalul de amidon	31,8-45,8
Zaharuri solubile	4,8-9,0
- Zaharuri reducătoare	0,1
- Zaharoză	0,7-2,9
- Rafinoză	0,5-3,0
- Verbascoză	0,1-4,5
- Stahioză	1,1-3,4
- Maninotrioză	2,3
Fibre brute (insolubile)	7,1-13,5
- Celuloză	7,1-9,7
- Hemiceluloză	3,5-8,7
- Substanțe pectice	1,5-3,8
- Lignină	2,2-5,9
Fibre total (solubile și insolubile)	19,0-22,7

Oligozaharide. Conținutul de oligozaharide variază de la 4,8 până la 9,0%. Năutul *Kabuli* are un conținut mai ridicat de zahăr solubil decât năutul *Desi*. Ca și alte boabe leguminoase, năutul conține cantități mari de rafinoză, stahioză, verbascoză și maninotrioză. Aceste oligozaharide provoacă flatulență pentru că organismul uman nu produce α -galactozidază, necesară pentru digestia acestora. Prin urmare, prezența acestor oligozaharide este una dintre cele mai importante motive care reține utilizarea alimentară a năutului [56].

Unele procedee tehnologice, cum ar fi înmuierea și fermentarea, provoacă scăderea conținutului de oligozaharide în boabele de năut.

Fibre alimentare. Conținutul de fibre brute (insolubile) în năut variază între 7,1 și 13,5%, fiind reprezentate în cea mai mare parte de celuloză și hemiceluloză și localizate preponderent în tegumentul boabelor. Conținutul de fibre alimentare este mai mare în năutul *Desi* și mai mic în năutul *Kabuli*. În virtutea multor funcții pozitive ale fibrelor alimentare, acestea influențează negativ biodisponibilitatea elementelor minerale și modifică mediul în colon [27].

Singh ș.a. (1983) menționează că fibrele alimentare ale boabelor leguminoase micșorează conținutul de lipide și colesterol în plasmă. Fibrele cotiledoanelor năutului au cel mai înalt efect hipocolesterolemic, fiind urmate de fibrele linteii negre și verzi [138].

Tratamentul hidrotermic al boabelor leguminoase conduce la scăderea conținutului de fibre

în boabe grație hidratării boabelor și degradării parțiale a fibrelor [209]. Din aceste considerente pentru unele concentrate alimentare se recomandă folosirea în calitate de supliment alimentar năutul fiert și deshidratat.

Lipide. Conținutul total de lipide în boabele de năut întregi și decorticate variază între 3,1 și 6,9% și, respectiv, 4,5 și 7,5%. Năutul *Kabuli* conține în medie 5,4%, iar năutul *Desi* – 4,9% [192]. Cea mai mare parte a lipidelor sînt localizate în cotiledoane. Trigliceridele sînt componentul major al lipidelor neutre, iar lecitina a celor polare [93]. Acizii linoleic și oleic sînt majori în acizii monosaturați, iar acidul palmitic și stearic în grupa celor saturați.

Boabele de năut conțin, de asemenea, cantități nesemnificative de tocoferoli, considerați ca antioxidanți naturali [135].

Elemente minerale. Boabele de năut sînt o sursă bogată de substanțe minerale. Cele mai importante minerale sînt calciul, fosforul, magneziul, fierul, cuprul, zincul și potasiul (tabelul 1.8).

Tabelul 1.8. Conținutul de elemente minerale în năutul *Desi* și *Kabuli*, mg/100g [185]

Elementele	Varietățile de năut	Bobul întreg		Bobul decorticat	
		variații	media	variații	media
Fosfor	<i>Desi</i>	261-458	325	266-555	397
	<i>Kabuli</i>	282-398	336	352-565	422
Potasiu	<i>Desi</i>	1006-1159	1074	884-1120	966
	<i>Kabuli</i>	1005-1184	1128	887-1057	982
Calciu	<i>Desi</i>	140-259	191	32,4-65,4	45
	<i>Kabuli</i>	125-178	155	45,1-66,1	57
Magneziu	<i>Desi</i>	128-168	142	89-140	114
	<i>Kabuli</i>	129-151	140	115-139	126
Zinc	<i>Desi</i>	1,5-2,9	1,96	1,9-2,6	2,24
	<i>Kabuli</i>	2,0-3,1	2,49	2,1-3,3	2,67
Cupru	<i>Desi</i>	0,6-1,3	0,85	0,6-1,7	0,85
	<i>Kabuli</i>	0,8-1,2	0,96	0,7-1,1	0,91
Fier	<i>Desi</i>	3,0-9,8	7,26	4,9-6,5	5,73
	<i>Kabuli</i>	5,9-7,3	6,66	5,1-6,2	5,59

Diferența dintre conținutul de substanțe minerale în boabele întregi și cele decorticate este marginală, cu excepția calciului, cea mai mare parte a caruia este localizată în cotiledoane. Nu sînt mari diferențe nici între conținutul elementelor minerale în năutul *Kabuli* și năutul *Desi*, cu excepția calciului (năutul *Desi* mai bogat) și a zincului (*Kabuli* mai bogat) [185].

Biodisponibilitatea elementelor minerale a năutului este relativ redusă, cea a fierului fiind însă mai mare decît în alte boabe leguminoase [69].

Vitamine. Studiile referitoare la conținutul de vitamine în boabele leguminoase, particular în năut, și modificările lor pe parcursul tratamentelor tehnologice sînt limitate. Unele

date referitoare la conținutul de vitamine în năut în raport cu doza zilnică recomandată (DZR) sînt prezentate în tabelul 1.9. S-a constatat un conținut relativ înalt de tiamină, piridoxină și acid folic (> 40% din DZR), dar și conținut redus de vitamina C, care, de altfel, este în corelație inversă cu conținutul de elemente minerale [207].

Tabelul 1.9. Conținutul de vitamine în boabele de năut, mg/100g [56]

Vitamina	Conținut, (mg/100 g)	Doza zilnică, mg	% din doza zilnică recomandată
Tiamină, B1	0,28-0,4	0,8	43
Riboflavină, B2	0,15-0,3	1,2	12
Piridoxină, B6	0,9-1,4	0,55	48
Acid ascorbic, C	2,2-6	30	14
Niacină, B3	1,6-2,9	13	17
Caroten	0,12	0,75	16
Acid folic, B9	0,15	0,2	75

Chen ș.a. (1975) au constatat că la germinarea boabelor se produce o sinteză intensivă și rapidă a provitaminei A, vitaminei C, vitaminelor B și a tocoferolului.

Pe parcursul germinării năutului după 120 de ore conținutul de vitamina C în boabe crește de la 2 mg% pînă la 9,94 mg% (aproape de cinci ori) [137].

Trebuie de menționat că biodisponibilitatea vitaminelor poate fi afectată de interacțiunea lor cu alți componenți ai năutului. Astfel, polizaharidele nondigestibile și lignina reduc biodisponibilitatea vitaminei B6.

Scăderea conținutului de vitamine este cauzată și de procesarea boabelor. Astfel, pierderile vitaminelor B, în funcție de caracterul și condițiile tratamentelor, variază între 2 și 86% [90].

Lin ș.a. (1995) au studiat efectul sterilizării termice asupra conținutului de acid folic în năutul conservat și au stabilit că gradul de reținere a vitaminei în boabele conservate este de 70-73%.

Factorii antinutriționali. Consumul limitat de boabe leguminoase este determinat și de o serie de factori antinutritivi care determină un șir de efecte indezirabile, inclusiv: digestibilitatea redusă a proteinelor, disponibilitatea limitată a elementelor minerale și a vitaminelor, flatulență, prezența lecitinei, fitaților, saponinelor, factorilor latirogeni cu acțiune neurotoxică și goitrogenii (gusogeni) ș.a. (tabelul 1.10).

În cea mai mare parte aceste substanțe provoacă perturbanțe digestive. În mai multe cazuri influența negativă a factorilor antinutriționali este redusă prin diferite tratamente tehnologice – fermentarea și germinarea boabelor, tratamente termice cum ar fi micronizarea,

sterilizarea, fierberea, tratamentele cu microunde etc. Micronizarea și încălzirea cu microunde reduc efectul factorilor antinutritivi fără a afecta conținutul de lizină din boabe [203].

Tabelul 1.10. Substanțe antinutritive și toxice din boabele de năut [218]

Factori antinutritivi și substanțe toxice	Valori limite	Valori medii
Inhibitorii proteazelor (Unit/mg)		
Tripsina	6,7-14,6	10,8
Chimotripsina	5,7-9,4	7,1
Inhibitorii amilazei (Unit/g)	0-15,0	8,7
Oligozaharide (g/100 g)		
Stahioza	1,06-3,40	1,50
Rafinoza	0,50-1,90	1,01
Verbascoza	urme-4,5	1,33
Polifenoli (mg/g)		
Total fenoli	1,55-5,70	3,03
Acid fitic (mg/g)	2,8	2,8
Fitohemaglutinine	urme	
Substanțe cianogene	urme	
Micotoxine (la păstrare)	urme-35 ppm	18

Inhibitorii proteazelor. Inhibitorii proteazelor inhibă una sau mai multe proteaze. Inhibitorii proteazelor din boabele leguminoase blochează activitatea tripsinei și chimotripsinei (enzime care degradează proteinele în aminoacizi) asupra proteinelor din alimente și împiedică segmentarea lor în tractul digestiv [56].

Conținutul lor depinde în mare măsură de genotipul năutului. Studiile au arătat că albuminele năutului sînt mai afectate și digestibilitatea lor este mai mică decît cea a globulinelor. Se crede că susceptibilitatea proteinelor cu degradare proteolitică este dependentă de structura primară și conformația proteinelor. O serie de cercetători considerau că susceptibilitatea redusă la proteoliză se poate datora și prezenței legăturilor disulfurice din structura proteinelor. Globulinele nu au activitate inhibitoare pentru tripsină, în timp ce albuminele năutului prezintă o activitate inhibitoare destul de pronunțată.

Clemente ș.a. (2000) au constatat că efectul de inhibare este desul de pronunțat chiar și la concentrații foarte mici a inhibitorilor și că nu este o corelație semnificativă între conținutul de inhibitor a tripsinei și digestibilitatea proteinelor. Prin urmare, activitatea inhibitoare și digestibilitatea (sau indigestibilitatea) proteinelor este determinată, în primul rînd, de structura chimică a lor. Tratamentul termic inactivează inhibitorii tripsinei [117].

Cu cît este mai mare temperatura și durata tratamentului termic, cu atît este mai mare rata de inactivare a inhibitorilor tripsinei. Tratamentul termic la 100 °C timp de 30 minute inactivează inhibitorii tripsinei cu peste 50% din activitatea inițială.

Activitatea inhibitoare a chimotripsinei în năut este mai mare decât în fasolea pestrițată, mazărea de Angola, bob și linte, iar activitatea inhibitoare a tripsinei din mai multe leguminoase, cum ar fi soia, năutul și lintea neagră este mai mare decât activitatea inhibitoare a chimotripsinei.

Inhibitorul chimotripsinei din năut este mai rezistent decât cel al tripsinei și pentru inactivarea ambilor inhibitori este necesar un tratament termic în condiții acide [56].

Inhibitorii amilazei. Cercetările care vizează semnificația nutrițională a inhibitorilor amilazei au fost amplificate doar în ultimii ani [196, 157].

A fost demonstrat că inhibitorii amilazei pancreatice sînt prezenți în mai multe boabe leguminoase, însă conținutul lor în năut este cel mai mic. Conținutul lor în năutul *Kabuli* este de 7,4 unit/g, iar în năutul *Desi* – 9,0 unit/g. Se menționează, de asemenea, că pe parcursul fierberii năutului timp de 10 minute activitatea antiamilazică se reduce pînă la 0.

Taninurile. Taninurile sînt substanțe polifenolice care se conțin în cantități semnificative în boabele leguminoase. Este cunoscut că taninele interacționează cu proteine, enzime formînd complexe taninuri-proteine, care scad solubilitatea și digestibilitatea proteinelor. Această scădere a digestibilității proteinei poate fi cauzată fie de inactivarea enzimelor digestive, fie de reducerea susceptibilității substratului de proteine [178].

Polifenolii inhibă activitatea tripsinei și chimotripsinei, α -amilazei, lipazei, pectinesterazei, celulazei și β -galactozidazei. În afară de aceasta, taninurile reduc biodisponibilitatea vitaminelor și cea a elementelor minerale.

Boabele întregi de năut conțin taninuri de la 78 pînă la 272 mg/100 g, în timp ce cotiledoanele au doar 16-38 mg la 100 g. Prin urmare taninurile sînt localizate în principal în tегumentul năutului. Conținutul de taninuri este mai pronunțat în boabele întunecate și mai redus în cele de culoare deschisă. În procesul de decorticare a năutului sînt înlăturate peste 90% din totalul taninurilor. Conținutul de taninuri scade cu cca 20% la fermentarea boabelor și cu peste 60% la fierberea lor [178].

Lectine. Lectinele (numite fitohemaglutinine), prezente în boabele leguminoase, interacționează cu glicoproteinele de la suprafața celulelor roșii sangvine și provoacă aglutinarea sîngelui [156].

Owusu-Ansah și McCurdy (1991) afirmă că efectele toxice ale lectinelor sînt determinate de abilitatea lor de a se lega la receptorii specifici de pe suprafața celulelor epiteliale intestinale, care provoacă astfel o interferență nespecifică cu absorbția nutrimentelor în intestin. Tratamentul hidrotermic provoacă denaturarea și degradarea lectinelor și inactivează totalmente proprietățile de aglutinare a lor [105].

Fitați. Acidul fitic sau mioinozitol hexafosfat este unul din principalii chelatori de metale din alimente și poate fi găsit în concentrații relativ mari în boabele cerealiere și leguminoase. Fitații diminuează esențial biodisponibilitatea elementelor minerale polivalente. Ei afectează, de asemenea, funcționalitatea, solubilitatea și digestibilitatea proteinelor, diminuează activitatea enzimelor [167].

Chitra ș.a. (1995) afirmă că conținutul de acid fitic în năut poate ajunge pînă la 9,6 mg/g și că digestibilitatea *in vitro* a proteinelor este în corelație inversă cu conținutul său. O proporție considerabilă de acid fitic se conține în tegument. Decojirea, germinarea și tratamentul hidrotermic provoacă degradarea și reducerea esențială a conținutului de fitați [203].

Alți factori antinutriționali. Unele boabe leguminoase conțin glicozide cianogene care, prin hidroliză acidă sau enzimatică formează acidul cianhidric (HCN). Se consideră că năutul conține doar cantități foarte mici de glicozide cianhidrice, cu mult sub intervalul de toxicitate permis. Tratamentele tehnologice tradiționale reduc esențial nivelul de glicozide [166].

O altă grupă de substanțe toxice sînt saponinele, care aparțin terpenilor ciclici. Mecanismul exact de acțiune a lor este încă puțin cunoscut. Cheeke (1976) a raportat că saponinele pot determina inhibarea creșterii, scad nivelul de colesterol în plasmă la mai multe specii de mamifere, dar și reduc riscul de boli coronariene. Conținutul de saponine în boabele de năut este de 56 mg/kg (substanță uscată) și acestea sînt relativ stabile la tratamentele tehnologice [146].

1.4. Năutul – aliment funcțional

Deși boabele leguminoase sînt consumate de mii de ani pentru calitățile lor nutritive [113], impactul potențial al acestora asupra sănătății umane a fost studiat doar în ultimele două-trei decenii.

Studiile efectuate au arătat că consumul de năut are beneficii fiziologice, reduce riscul pentru diferite boli cronice și contribuie la menținerea stării de sănătate, fapt pentru care poate fi considerat „aliment funcțional”.

După cum a fost menționat mai sus, năutul este o bună sursă de proteine, glucide, vitamine, minerale, compuși bioactivi, mulți dintre care sînt considerați antinutrimente (fitați, compuși fenolici, oligozaharide, inhibitori ai enzimelor etc.), dar care au un impact pozitiv la reducerea riscului potențial de boli cronice.

Datorită conținutului înalt de fibre alimentare consumul de boabe leguminoase reduce nivelul de colesterol total și a celui din lipoproteinele de mică densitate (LDL-C) și, prin urmare, riscul de apariție a bolilor coronariene și a accidentului vascular cerebral.

Efect de reducere a riscului pentru bolile cardiovasculare au și unii compuși bioactivi, de exemplu, fitosterolii, saponinele și oligozaharidele [78].

Prezența unor cantități relativ mari de acizi grași mono- și polinesaturați în lipidele năutului are un efect benefic asupra conținutului de lipide din ser și asupra factorilor hemostatici, îmbunătățește sensibilitatea la insulină.

Izoflavonele (metaboliți secundari difenolici) reduc incidența bolilor de inimă, datorită proprietăților lor de inhibare a oxidării colesterolului din lipoproteinele de mică densitate (LDL-C) și a proliferării celulelor musculare netede aortice. Ele favorizează, de asemenea, menținerea proprietăților fizice ale pereților arteriali [158].

Dintre alți fenoli în boabele de năut se conțin acidul ferulic și p-cumaric, care, la fel, reduc conținutul de lipide din sânge.

β -carotenu și vitamina E au un impact favorabil asupra conținutului de antioxidanți din plasmă și reducerii incidenței bolilor cardiovasculare [199].

Năutul este bogat în saponine și consumul regulat al acestuia reduce colesterolul plasmatic cu 16-24% [92].

Năutul are un conținut înalt de amidon, amiloza căruia are un grad mai mare de polimerizare, este rezistent la digestie în intestinul subțire și se caracterizează prin disponibilitate mică a glucozei și intrare lentă a acesteia în fluxul sanguin. Astfel, scade cererea de insulină și răspunsul glicemic postprandial și insulinemic.

Reducerea răspunsului glicemic este un factor important pentru ameliorarea incidenței și severității diabetului de tip II. Consumul de năut cu amidon rezistent îmbunătățește substanțial toleranța la glucoză și sensibilitatea la insulină [206].

Acidul linoleic și acizii grași polinesaturați sînt implicați în producerea prostaglandinelor. Acestea din urmă au un rol important în scăderea tensiunii arteriale. Includerea sistematică a năutului în dietă reduce depunerea grăsimilor viscerale și ecotopice și, prin urmare, scade efectiv tensiunea arterială [222].

Consumul năutului este destul de benefic pentru producerea butiratului – acid gras cu catenă scurtă (short-chain fatty acids – SCFA), care inhibă proliferarea celulară, este factor de inducere a apoptozei (morții celulare programate) și reduce riscul de cancer colorectal.

Kennedy (1993) menționează că inhibitorii proteazelor au, de asemenea, proprietăți de inhibare a carcinogenezei prin mecanisme diferite, dar încă puțin cunoscute.

Lycopenu – un carotenoid oxigenat, prezent în boabele de năut, reduce riscul de cancer la prostată, cancer pulmonar și alte forme de cancer. Se crede că abilitatea de prevenire a cancerului de către carotenoizi este determinată în mare măsură de proprietățile lor antioxidante [101].

În năut se găsesc cantități apreciabile de *Biochanina A* – o izoflavonă o-metilată, care posedă mai multe proprietăți terapeutice: activitate estrogenică, antioxidantă, anticancerigenică și antiosteoporotică [221].

Consumul de alimente bogate în fibre alimentare este asociat și de ameliorarea indicelui de masă corporală. Aceasta pentru că fibrele alimentare au un rol important în păstrarea pe termen lung a senzației de sațietate. În același timp, consumul de produse cu indicele glicemic mic favorizează producerea colecistochininei – o peptidă gastro-intestinală care suprimă senzația de foame și crește pe cea de sațietate [201].

Astfel, includerea în alimentație a năutului conduce la pierderea în greutate și la reducerea obezității, accelerează tranzitul intestinal și crește frecvența de defecare. În medicina tradițională năutul este folosit ca aliment tonic, stimulent, afrodisiac, pentru expulzarea din organism a viermilor paraziți și reducerea arsurilor la stomac. În sistemul de medicină ayurvedică (*Ayurveda* – sistem de cunoștințe medicale indiene) este folosit pentru tratarea unor boli și tulburări a gâtului, pielii, ficatului, vezicii biliare, splinei etc.

1.5. Tehnologiile de procesare a boabelor leguminoase

Procesarea boabelor leguminoase se realizează la nivel casnic, semiindustrial (artizanal) și industrial. Diferitele tratamente tehnologice practicate trebuie să conducă la eliminarea tegumentului, substanțelor antinutritive, la înmuierea cotiledoanelor. Analiza comparativă a metodelor de prelucrare este necesară pentru aprecierea eficacității lor și a impactului tehnicilor de prelucrare asupra calității produselor finite.

Prelucrarea (procesarea) boabelor de năut implică o serie de operații necesare pentru pregătirea lor pentru consum. Prelucrarea adecvată pentru leguminoase este, probabil, mai importantă decât pentru orice alt grup de alimente, datorită conținutului ridicat de substanțe antinutritive și caracterului indigestibil al multor leguminoase crude. Compoziția chimică și valoarea nutritivă a proteinelor de năut sînt ambele afectate de metodele de prelucrare [192, 83]. Boabele de năut sînt procesate și fierte într-o varietate de forme, în funcție de practicile tradiționale și preferințe [63]. Diferite metode de procesare (decojirea, înmuierea, germinarea, fermentarea, fierberea, prăjirea, prepararea la aburi) conduc la îmbunătățirea gustului, elimină factorii antinutritivi și sporesc digestibilitatea proteinelor boabelor de năut [35].

Principalele procedee tehnologice aplicate în procesarea boabelor leguminoase sînt prezentate în figura 1.4.

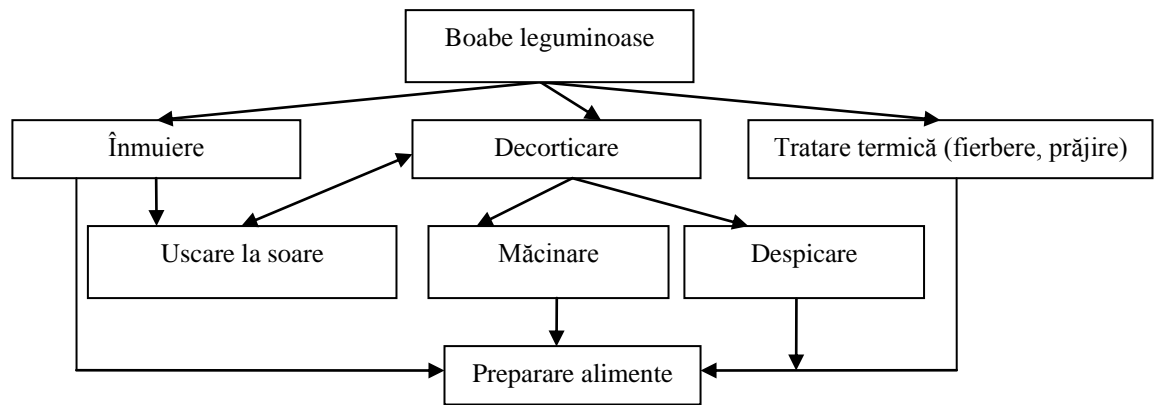


Fig. 1.4. Metode tradiționale de prelucrare a boabelor leguminoase

1.5.1. Procedee tehnologice

Depozitarea și păstrarea. Păstrarea și depozitarea boabelor leguminoase se face numai în spații adecvate (magazii, silozuri), bine igienizate și aerate, ferite de apă și cu o umiditate relativă a aerului sub 80%. Pot fi supuse păstrării și transportului pe distanțe mari numai loturile de leguminoase cu o umiditate optimă de 14-15% sau mai mică. În timpul păstrării, boabele leguminoase pot suferi modificări însemnate, determinate de acțiunile unor factori fizici (umiditate), chimici (autooxidare și hidroliza lipidelor) și biologici (respirația și germinarea boabelor, prezența unor microorganisme, bacterii, rozătoare, insecte).

Principalele modificări calitative ale boabelor leguminoase în timpul păstrării și depozitării sunt:

Creșterea rezistenței la fierbere (hard-to-cook, HTC). Păstrarea îndelungată a boabelor la temperatură sau umiditate relativă a aerului ridicate afectează calitatea proteinelor prin reacțiile Maillard și mărește rezistența lor la fierbere [213].

Mecanismele implicate în creșterea rezistenței la fierbere sînt încă puțin cunoscute, dar se presupune că un rol aparte îl au interacțiunile de asociere a proteinelor din tegument și cotiledoane și cele dintre pectine și ionii de Ca, care rezultă în scăderea capacității de adsorbție a apei de către boabe [48].

Scăderea valorii nutritive. Pe parcursul păstrării îndelungate o mare parte din proteine coagulează și denaturează, scade solubilitatea lor și se reduce disponibilitatea aminoacizilor, în special a lizinei [132]. Reducerea disponibilității lizinei este datorată parțial blocării grupelor $\epsilon\text{-NH}_2$ de lipide.

Larson ș.a. (1972) remarcă pierderi de cca 10% din conținutul de vitamine (tiamină, riboflavină și acid nicotinic).

Infestarea cu insecte și microorganisme. Păstrate în condiții improprii, boabele leguminoaselor pot fi atacate de diferite insecte și microorganisme, care cauzează alterări fizice și chimice ireversibile. Gărgărița chinezească – *Callosobruchus chinensis* – este o specie oligofagă care atacă peste 40 de specii de leguminoase atât în câmp, cât și în depozit. În boabele atacate de gărgăriță se intensifică procesele de autooxidare a grăsimilor, crește conținutul de acizi grași liberi și se dezvoltă gustul neplăcut.

Tulpinile toxinogene ale mucegaiurilor *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. nidulans*, *A. ochraceus* și *Penicillium* se dezvoltă foarte bine pe boabele leguminoaselor elaborând aflatoxine cu efect toxic în cantități minime [215].

Curățarea, calibrarea, sortarea. Curățarea reprezintă ansamblul operațiunilor, care sînt efectuate cu scopul eliminării din masa de boabe a impurităților (nisip, pietricele, semințele altor plante) și a boabelor deteriorate și atacate de dăunători. Curățarea se face prin diferite moduri: după mărime (impuritățile, care au dimensiunile mai mici sau mai mari decît materia primă însăși), greutate (impuritățile mai ușoare sau mai grele decît ea însăși), curățirea feromagnetică (elimină impuritățile feromagnetice) ori baza diferenței de greutate specifică (impuritățile care au aceeași mărime ca boabele-materia primă, dar au greutatea specifică diferită).

Calibrarea este un mod de separare a boabelor în funcție de dimensiunea boabelor în două și mai multe fracții în dependență de numărul sitelor folosite – în cazul năutului pînă la cinci, și a mărimii ochiurilor fiecărei site (6-10 mm). Pentru asigurarea unei culori uniforme se practică sortarea în instalații electronice de sortare după culoare.

Decorticarea. Cotiledonul (endospermul) năutului este acoperit cu un înveliș fibros (tegument) cu suprafață ridată [185]. Obiectivele decorticării boabelor sînt multiple: reducerea factorilor antinutriționali și toxici, cum ar fi substanțele tanante [203, 168], reducerea conținutului de fibre, ameliorarea texturii și gustului, creșterea digestibilitații [185, 25], reducerea duratei de preparare a leguminoaselor.

Există mai multe metode de decorticare a boabelor de năut.

Metoda uscată. Boabele calibrate trec inițial prin role acoperite cu hîrtie cu șmirghel, (suprafață abrazivă) pentru a scarifica (a face tăieturi superficiale) cotiledonul. Această operație este necesară pentru a facilita penetrarea uleiului de in, care se adaugă ulterior la masa de boabe (1 : 100). În continuare boabele se usucă timp de la două pînă la cinci zile, apoi se adaugă de la 2 pînă la 5% de apă și se amestecă periodic timp de 12 ore. În final, boabele sînt trecute prin role scarificatoare pentru a elimina și a separa (prin aspirație) învelișul [203].

Metoda tradițională (casnică). Aceasta este cea mai veche tehnică de decorticare uscată. În masa de boabe se adaugă o cantitate mică de apă, boabele umede se amestecă, apoi se usucă

la soare timp de câteva ore. Ulterior boabele sînt pisate într-un mojar din lemn sau piatră cu ajutorul unui pistiu timp de câteva minute. Cotiledoanele separate sînt înlaturate prin cernere și aspirație. Această metodă este folosită pentru cantități mici de boabe de 1-5 kg [185].

Schema generală de fabricare a boabelor de năut, decorticate și despicate este prezentată în figura 1.5 [185].

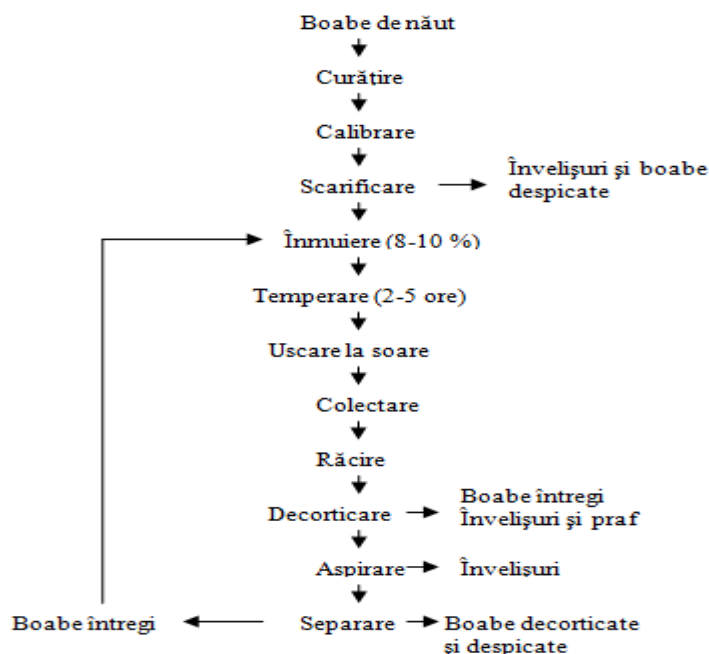


Fig. 1.5. Schema generală de fabricare a boabelor de năut, decorticate și despicate

Metoda umedă (casnică). Constă în înmuierea boabelor în apă timp de 1-4 ore, urmată de răzuirea și de separarea învelișului prin flotare. Dacă tegumentul este foarte rezistent la înmuiere, boabele uscate sînt zdrobite înainte de înmuiere.

Metode artisanale. Principiile acestor metode sînt similare cu cele ale metodelor tradiționale casnice, dar sînt aplicate pentru decorticarea unor cantități mai mari de boabe. Prima etapă include: (1) uscarea continuă la soare pînă la detașarea tegumentului ori (2) uscarea la soare după înmuierea prealabilă (cîteva ore) a boabelor, ori (3) încălzirea boabelor într-o tigaie cu sau fără nisip ori pămînt roșu (argilo-calcaros), ori (4) o combinație a acestor tehnici. A doua etapă se realizează prin: (1) pisare în mojar cu pistil ori (2) șlefuire prin operații manuale cu moară din lemn sau piatră, ori (3) șlefuire pe o piatră plată dură cu un stift rulant, care funcționează, de obicei, de la picior. Învelișurile desprinse sînt îndepărtate în instalații de aspirație ori prin vînturare în curent natural de aer.

Metode industriale. Tehnicile de bază sînt aceleași ca și cele menționate în metodele artisanale, dar mai multe operații (înmuierea, uscarea, șlefuirea, separarea învelișurilor ș.a.) sînt mecanizate.

Înmuierea. Înmuierea boabelor este o operație comună pentru mai multe scheme de prelucrare a năutului și de preparare a bucatelor. Obiectivul primordial al acestei operații este scurtarea timpului de gătit a boabelor și facilitarea procesului de decorticare a lor. Înmuierea este asociată cu anumite pierderi de substanțe nutritive, care trec în mediul apos prin legivare și, astfel, scade valoarea nutritivă a boabelor [186].

Aceste pierderi de substanță uscată sînt în strînsă corelație cu temperatura și durata înmuierii și constituie spre sfârșitul înmuierii cca 2-3% la 20 °C și 10-11% la 100 °C, cea mai mare parte (80-91%) fiind constituită din carbohidrați.

Durata de înmuiere a boabelor leguminoase diferă în funcție de specie și poate ajunge pînă la 24 ore. De obicei, hidratarea boabelor se realizează la temperatura camerei, iar hidratarea la temperaturi de peste 60 °C provoacă pierderi considerabile de azot, oligozaharide și de vitamine din grupul B [164].

Prezența sării de bucătărie ori/și a bicarbonatului de sodiu în mediul de înmuiere accelerează procesul de adsorbție a apei, însă afectează negativ calitatea nutrițională a boabelor [197].

Germinarea. Germinarea boabelor de năut este o metodă de procesare simplă, ieftină și nutrițional avantajoasă. Boabele de năut îunt supuse germinării după o înmuiere prealabilă de cca patru ore, urmată de germinarea propriu-zisă la 25-27 °C timp de 24-72 ore. Odată cu procesul germinării, prin diferite procese metabolice și transmutații biologice, toate cantitățile de substanțe nutritive se modifică în mod spectaculos [43, 107], inclusiv se produce degradarea enzimatică a proteinelor și glucidelor pînă la aminoacizi și, respectiv, zaharuri simple. Concomitent are loc sinteza provitaminei A, B-vitaminelor și a vitaminei C. Odată cu creșterea duratei de germinare scade ușor conținutul de proteine, glucide, grăsimi și fibre alimentare, se reduce dramatic durata de fierbere a boabelor. În același timp procesul de germinare îmbunătățește valoarea nutritivă a proteinelor: crește disponibilitatea aminoacizilor și gradul de digestibilitate a lor [164].

Măcinarea. Făina de năut, frecvent numită *besan* (hindi), este un ingredient alimentar larg folosit în nordul Indiei, Pakistan, Bangladesh. Se produce din crupa de boabe decorticate (dhal) sau boabe despicate, prealabil uscate la soare. Măcinarea se realizează printr-o singură trecere prin utilajele de sfărîmare pentru obținerea făinii grosiere și prin doua treceri în cazul făinii fine [189].

Analiza distribuției relative a nutrimentelor în fracțiile de făină obținută au arătat că proteinele sînt în proporție mai mare în fracțiile fine, iar cele grosiere sînt mai bogate în amidon. Calitățile nutritive și tehnologice ale făinii și textura preparatelor pregătite depind de finețea și compoziția făinii, distribuția granulometrică și de parametrii tratamentelor termice.

Făina de năut poate fi folosită pentru prepararea pâinii aglutenice, clătitelor, snacks-urilor, prăjiturilor, cum sînt prăjiturile Farinată și Socca în Italia, sudul Franței și alte țări.

Fermentarea. Sînt supuse fermentării piureul (din boabe fierte), aluaturile din dhal ori făină de năut ca atare, precum și în amestec cu făina de grîu, orez ori alte boabe leguminoase. Mecanismul fermentării este bazat pe acțiunea enzimelor microorganismelor (bacterii, drozdii) provenite din flora spontană ori din preparate comerciale. Ca rezultat al fermentării, elementele nutritive ale boabelor devin mai ușor asimilabile, se ameliorează digestibilitatea proteinelor, crește conținutul de lizină, de vitamine (tiamină, riboflavină) și biodisponibilitatea elementelor minerale. S-a constatat că procesul de fermentare diminuează activitatea inhibitorilor tripsinei, hemaglutinelor și saponinelor, reduce conținutul de acid fitic și tanine. Preparatele din pireu sau aluat fermentat de boabe leguminoase sînt mai rezistente la păstrare grație conținutului mare de acizi organici și de aminoacizi liberi, care împiedică contaminarea cu microorganisme patogene [189].

1.5.2. Tratamente termice

Fierberea și blanșarea. În majoritatea cazurilor pregătirea boabelor de năut se face prin fierbere în apă sau prin utilizarea aburilor. Boabele leguminoaselor sînt, de obicei, fierte în apă clocotită pe perioade extinse de la una pînă la patru ore după o înmuiere de circa 10-12 ore (peste noapte). Aceleași specii de leguminoase pot avea timp diferit de pregătire. Siegel și Fawcett (1976) au studiat timpul de pregătire a 100 feluri de mazăre care varia între 35 și 90 min. La fel, s-a remarcat că decojirea boabelor conduce la micșorarea timpului de pregătire a boabelor leguminoase. De asemenea, și pregătirea boabelor la presiune cu aburi reduce cu mult durata de preparare. Tratamentele termice ale boabelor de năut reduc conținutul substanțelor antinutritive și toxice, și conduc la creșterea valorii nutritive, coeficientul de utilizare proteică crește [178]. Creșterea inițială a PER se datorează reducerii activității substanțelor antinutritive, cum ar fi hemaglutelinele și inhibitorul tripsinei, care, de asemenea, influențează favorabil creșterea digestibilității. Diminuarea ulterioară a calității proteinelor după o încălzire continuă poate fi din cauza disponibilității mai mici a lizinei în leguminoase supraîncălzite și, parțial, a distrugerii cistinei, ambii factori pot să conducă la o scădere a capacității de absorbție a azotului.

S-a constatat că modificarea consistenței boabelor de năut, care intervine la fierbere, este în mare măsură datorată interacțiunii fitaților cu pectații de Ca și Mg insolubili, prezenți în pereții celulari ai invelișului, din care rezultă pectații solubili de Na și K. Evoluția consistenței depinde, de asemenea, de conținutul de lignină, care asigură legătura dintre tegument și cotiledoane și, prin urmare, determină procesul de înmuiere și facilitarea de detașare a tegumentului de cotiledon [189].

Fierberea sub presiune. Prepararea sub presiune este o practică comună în multe zone ale lumii la gătitul boabelor întregi sau dhal. Bressani (1993) a raportat că prepararea fasolei la presiune de la 10 la 30 de minute la 121 °C, a îmbunătățit utilizarea fasolei. Bressani (1993), de asemenea, a relatat că digestibilitatea *in vitro* a fasolei s-a îmbunătățit prin tratament termic lejer. Încălzirea excesivă a redus valoarea nutritivă a boabelor din cauza distrugerii sau inactivării anumitor aminoacizi esențiali.

Prăjirea, coacerea. Prăjirea și coacerea la fel sînt răspîndite ca metode de pregătire a năutului. Năutul, avînd doar 5% de grăsimi, poate fi folosit prăjit ca gustare.

Acest proces constă în aplicarea căldurii uscate la boabele leguminoase, folosind o tigaie fierbinte sau un uscător, la o temperatură de la 150 pînă la 200 °C, pentru o perioadă scurtă de timp, în funcție de leguminoase sau rețetă. Prăjirea oferă un produs mai bun din punct de vedere gustativ, însă în ceea ce privește calitatea proteinelor este discutabil față de produsele gătite frecvent fierte sau sub presiune [175].

La fel boabele de năut pot fi uscate pe o tavă la 240-300 °C, amestecate cu nisip, unde se umflă rapid și își schimbă textura. Astfel de boabe sînt pregătite acasă sau în mod industrial.

Încălzirea cu microunde. El-Adawy (2002) a raportat că pregătirea la microunde a condus la cea mai mare retenție a substanțelor minerale urmată de autoclavare și fierbere. Utilizarea microundelor nu a fost studiată extensiv, dar a fost dovedit că are loc reducerea factorilor antinutriționali cu efecte pozitive asupra digestibilității proteinelor. Astfel, este nevoie de a studia efectul tratării cu microunde asupra boabelor de năut fierte pentru a stabili dacă acest tratament ar putea îmbunătăți calitatea nutritivă și înlocui, în cele din urmă, gătitul tradițional al năutului [170].

1.5.3. Tehnici moderne de prelucrare a boabelor leguminoase

Produse cu fierbere rapidă. Acestea sînt boabe leguminoase, care nu necesită tratamente preliminare (în special înmuiere) și au o durată scurtă de fierbere [16].

Pentru obținerea lor sînt folosite tehnici diferite:

- înmuiere, tratare termică (fierbere) și uscare. Durata de fierbere a năutului astfel obținut este de cca 15 minute;
- micronizare, care este un tratament termic al boabelor, prealabil înmuiate, cu raze infraroșii 0,8-1,1 mkm, timp de 50-90 sec, și care asigură încălzirea boabelor pînă la 90-95 °C. După aceasta boabele sînt uscate.

Făina (praful) ori fulgii instant de leguminoase. Alimentele instant sînt sub formă de praf, granulate (din praf) sau fulgi, care urmează să fie rehidratate (reconstituite) și folosite ca atare ori ca ingredient pentru alte alimente. Acestea pot fi obținute pe căi diferite, diagramele fluxului tehnologic al cărora sînt prezentate în figura 1.6 [68].

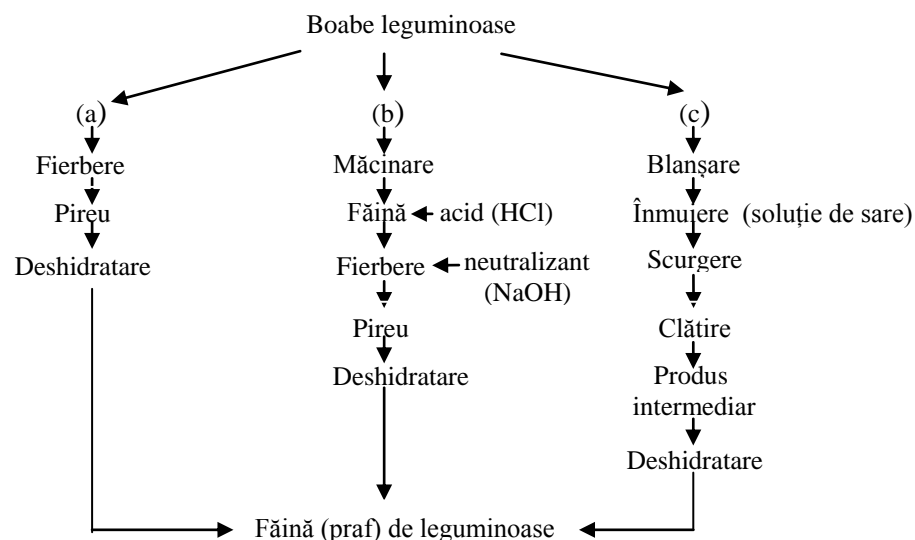


Fig.1.6. Diagrame de flux tehnologic pentru obținerea făinei (prafului) și fulgilor instant de boabe leguminoase

Prima diagrama de flux tehnologic (a) include trei operații de bază: înmuierea boabelor și fierberea lor, reducerea în pireu și deshidratarea acestuia, care poate fi realizat cu instalații de uscare tambur (cilindru).

După a doua diagramă (b) boabele sînt inițial macinate, făina obținută este amestecată apoi cu o soluție slabă de acid clorhidric pentru a inactiva enzimele ce produc un gust amar. După o fierbere de scurtă durată (cca cinci minute), se adaugă un agent neutralizant (NaOH) și se continuă fierberea pînă la pătrundere, apoi masa obținută se deshidratează ca și în cazul precedent în instalații tambur.

Ultima diagramă (c), mai recentă, include obținerea unui produs intermediar din boabe întregi (blanșate și înmuiate), care apoi se usucă și se reduce în praf.

Fracții proteice. Constituenții majori ai boabelor leguminoase, proteinele sînt consumate sub formă de boabe ca atare, crupe, pîine, prăjituri ș.a. În afară de aceste forme convenționale în ultimii ani se acordă o atenție deosebită așa-numitor „materii proteice vegetale – MPV”, care rezultă din fracționarea boabelor. Ele se prezintă sub formă de făinuri, concentrate ori izolate proteice, uneori texturate și se folosesc tot mai larg în industria alimentară ca ingrediente nutriționale ori/și funcționale.

Procesele de fracționare a boabelor leguminoase sînt relativ complexe și complicate. O schemă generalizată de extragere a materiilor proteice vegetale (MPV) din boabele leguminoase amidacee este prezentată în figura 1.7 [91, 212].

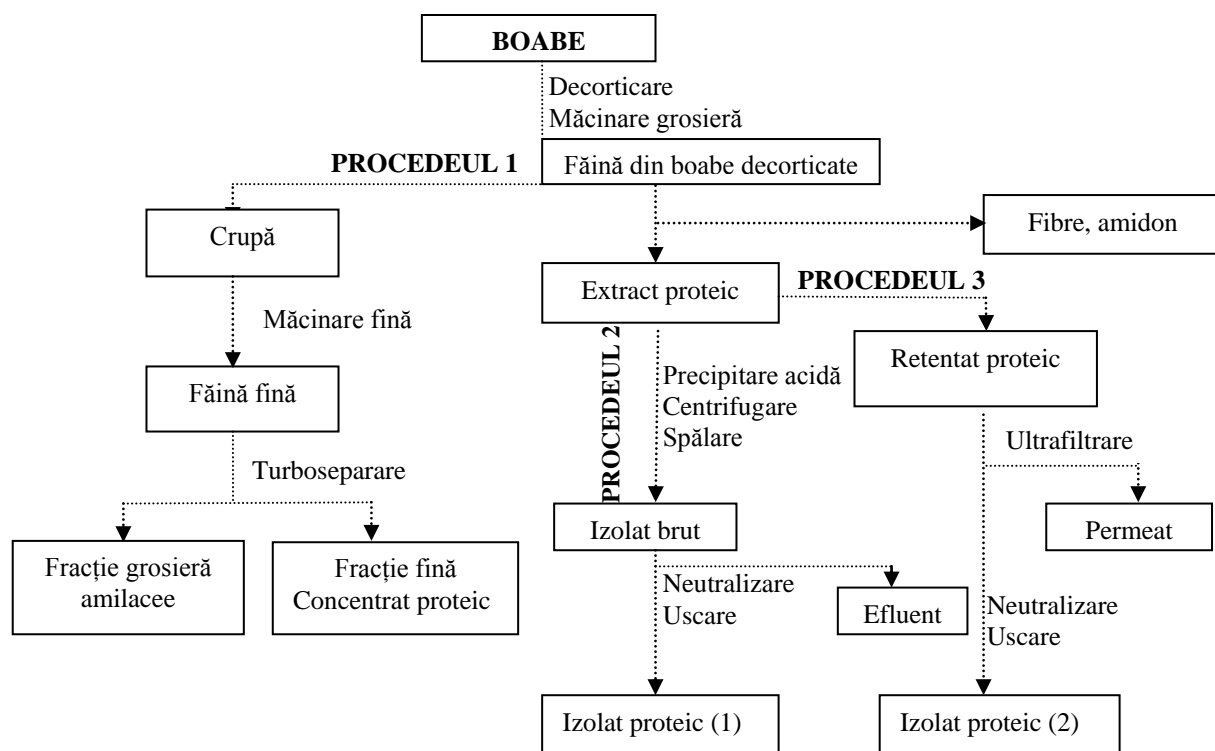


Fig. 1.7. Procedee de extracție a materiilor proteice vegetale din boabele leguminoase

Aplicarea procedeeleor de tratare prin metoda uscată (procedeeul 1) și a operației de turboseparare (fracționare pneumatică) permite obținerea separată a făinurilor bogate în amidon și proteine (concentrat proteic).

După metoda umedă (procedeele 2 și 3) se obțin izolatele proteice prin precipitare a proteinelor în punctul izoelectric (izolat proteic 1) și prin ultrafiltrare (izolat proteic 2).

Concluzii parțiale

Informațiile prezentate în analiza bibliografică arată că năutul este una dintre cele mai răspândite leguminoase pentru boabe în lume și o sursă importantă de proteine, carbohidrați, substanțe minerale, vitamine, fibre alimentare și acizi grași nesaturați. În mai multe studii sînt aduse dovezi convingătoare despre rolul benefic a unor componente a năutului asupra sănătății umane și în prevenirea bolilor. Ca și alte boabe leguminoase, năutul conține o serie de factori antinutriționali cum ar fi inhibitorii proteazelor, unele oligozaharide ce provoacă flatulență, taninuri, lipoxigenaze, lectine și fitați.

Analiza metodelor și tehnicilor tradiționale și moderne de procesare a boabelor leguminoase demonstrează posibilități mari de extindere a sortimentului și de ameliorare a calității produselor din năut.

În același timp, s-a constatat că cea mai mare parte a cercetărilor vizează compoziția chimică, proprietățile tehnologice și procedeele de transformare și tratare culinară ale soiei, fasolelor, linteii și, în mai mică măsură, a năutului. Cât privește studiul năutului cultivat în R. Moldova, există doar un număr limitat de lucrări agrobiologice, iar cele tehnologice și nutriționale lipsesc totalmente.

Sînt puțin numeroase și cercetările care vizează calitățile culinare ale năutului, corelația dintre tratamentele preliminare și hidrotermice, identificarea și evoluția factorilor antinutriționali pe parcursul fluxului tehnologic.

Merită o atenție deosebită și cercetările privind proprietățile funcționale și utilizarea făinei de năut în calitate de materie proteică vegetală pentru fabricarea produselor de panificație, produselor din carne (ca înlocuitor de carne) și a altor alimente.

Problema de cercetare, care rezultă din analiza situației în domeniu, constă în necesitatea studiului celor mai importante proprietăți fizico-chimice, nutriționale și tehnologice ale boabelor și a făinii de năut și identificarea condițiilor optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a lor, elaborarea tehnologiei de producere și a documentației normative pentru unele produse din boabe și făină de năut.

Direcțiile de soluționare a problemei:

1. Stabilirea compoziției chimice și a valorii nutritive ale boabelor de năut.
2. Stabilirea impactului tratamentelor tehnologice (hidratare, germinare, fierbere) și a componentelor minori (acizi, săruri, zaharuri etc.) asupra proprietăților fizico-chimice, nutriționale, funcționale și tehnologice ale boabelor și a făinii de năut, cu scopul identificării condițiilor optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a boabelor și a făinii de năut.
3. Stabilirea parametrilor optimați de producere și elaborarea cu titlu de exemplu a tehnologiei unor produse din boabe și făină de năut.

2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

2.1. Materiale de cercetare

2.1.1. Materii prime

Materiile prime principale la cercetarea dată au fost:

- boabe de năut (GOST 8758-76 ; HG 205/2009), soiul „Volgogradski 10” (introdus în „Registrul soiurilor de plante”, se cultivă în R. Moldova), recolta anilor 2011-2013;
- făină de năut (TY 9293-081-10514645-03) (produsă în condiții de laborator);
- făină de grâu (GOST P 52189-2003; HG 68/2009);
- carne de porc – ceafă (GOST 7724-77), procurată de la magazinul specializat „Rogob” din or. Chișinău;
- sare de bucătărie (GOST 13830-97);
- drojdie comprimată (GOST 171-81);
- zahăr tos (RT „Zahăr. Producerea și comercializarea” HG nr. 774);
- ulei de floarea-soarelui (GOST P 52465-2005; HG 434/2010);
- apă potabilă (GOST-6709-72, HG 934/2007).

2.1.2. Reactivi chimici și materiale de laborator

Au fost utilizați o serie de reactivi chimici și materiale de laborator (tabelul 2.1).

Tabelul 2.1. Reactivi chimici și materiale de laborator

Nr. crt.	Reactivi și materiale	Standardul
1	Apă distilată	ГОСТ-6709-72
2	Hidroxid de potasiu, KOH	ГОСТ-24363-80
3	Hidroxid de natriu, NaOH	ГОСТ-4328-77
4	Acid clorhidric, HCl	ГОСТ-14261-77
5	Acid sulfuric, H ₂ SO ₄	ГОСТ-4166-76
6	Acid tricloracetic, CCl ₃ COOH	TY 6-09-1926-77
7	Tiosulfat de natriu, Na ₂ S ₂ O ₃	ГОСТ-224-76
8	Etanol 96 %, C ₂ H ₅ OH	ГОСТ-17299-78
9	Sulfat de cupru, CuSO ₄	ГОСТ 4165-78
10	Fosfat disodic cristalizat, Na ₂ HPO ₄ ·12 H ₂ O	ГОСТ 245-76
11	Fosfowolfram de sodiu, Na ₂ WO ₄ ·2H ₂ O	ГОСТ 18289
12	Clorura de sodiu, NaCl	ГОСТ 4233-77
13	Fosfat disodic cristalizat, Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	TY 2148-022-00203677-07
14	Sulfat feric, Fe ₂ (SO ₄) ₃	ГОСТ 9485-74
15	Permanganat de potasiu, KMnO ₄	ГОСТ 20490-75
16	Eter de petrol	ГОСТ 11992-66
17	Tripsină	ГОСТ 9002-07-7

continuarea tabelului 2.1		
18	Trilon B – sarea disodică a acidului tetraacetic de etilenediamina (EDTA), Na ₂ H ₂ R	ГОСТ 10652-73
19	Acid fosforic, H ₃ PO ₄	ГОСТ 10678-76
20	Sulfat de sodiu, Na ₂ SO ₄	ГОСТ 4166-76
21	Oxid de aluminiu, Al ₂ O ₃	ГОСТ 8136-85
22	Acetona, C ₃ H ₆ O	ГОСТ 2603-79
23	Bezen, C ₆ H ₆	ГОСТ 5955-75
24	Aldehidă formică, H ₂ CO	ГОСТ 1625-89
25	Fuxina, C ₂₀ H ₂₀ N ₃ Cl	ТУ 6-09-3804-82
26	Acid acetic, C ₂ H ₄ O ₂	ГОСТ 19814
27	Acid citric, C ₆ H ₈ O ₇	ГОСТ908-2004
28	Acid oxalic, H ₂ C ₂ O ₄	ГОСТ22180-76
29	Acid lactic, C ₃ H ₆ O ₃	ГОСТ 490-2006
30	Acid tartric, C ₄ H ₆ O ₆	ГОСТ 5817-77
31	Clorură de calciu, CaCl ₂	ГОСТ 450-77
32	Clorură de potasiu, KCl	ГОСТ 4234
33	Zaharoză, C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	ГОСТ21-94
34	Fructoză, C ₆ H ₁₂ O ₆	ГОСТ 9111
35	Glucoză, C ₆ H ₁₂ O ₆	ГОСТ 6038-79
36	Fenofaleină, C ₂₀ H ₁₄ O ₄	ГОСТ 5903-89
37	Bicarbonat de sodiu, NaHCO ₃	ГОСТ 2156-76
38	Nitrat de argint, AgNO ₃	ГОСТ 1277-75

2.1.3. Medii de cultură

Pentru examenele microbiologice au fost folosite medii uzuale și speciale de cultură (tabelul 2.2).

Tabelul 2.2. Medii nutritive pentru cultivarea și diagnosticarea microorganismelor

Nr. crt.	Denumirea mediului	Compoziția	pH	Scopul
1	Bulion de carne cu agar (BCA), ГОСТ 10444-84	Mediu de cultură universal, dens sau semi lichid, constituit din bulion peptonat din carne și agar (0,5-2%), folosit pentru cultivarea bacteriilor.	6,0	Caracterizarea morfologică a bacteriilor. Numărarea bacteriilor din produse
2	Mediu Sabouraud, ГОСТ 10444.1-84	Mediu de cultura selectiv pentru fungi și drojdii. Se prepară din 1000 ml, 10 g peptonă, 20 g glucoză și 20 g agar	5,5-5,9	Cultivarea levurilor
3	Mediu Agar Endo, ВФС-42-3110-98	Mediu de cultură selectiv, în care se inhibă dezvoltarea bacteriilor gram- pozitive. Compoziție: agar 10,0±2,0 g/l; făină de pește 12,0 g/l; extract de drojdii 1,0 g/l; clorură de natriu 3,4 g/l; sulfat de natriu 0,8 g/l; hidrofostat de natriu 0,5 g/l; D-lactoză 10,0 g/l fuxină 0,2 g/l	7,2-7,6	Identificarea bacteriilor coliforme (E. coli)

2.2. Metode fizico-chimice de analiză

Tabelul 2.3. Metode de analiză aplicate în cadrul tezei

Nr. crt.	Denumirea metodei	Principiul metodei	Calculul rezultatelor	Sursa
1	2	3	4	5
Metode aplicate pentru determinarea compoziției chimice și valorii nutritive a boabelor de năut				
1	Determinarea indicilor de calitate a boabelor de năut	Aprecierea caracteristicilor năutului conform documentelor normative		GOST 8758-76; Codex Std. 171-1989
2	Determinarea substanței uscate totale / a umidității	Uscarea probelor într-o capsulă pînă la obținerea unei mase constante a rezidului uscat	$\% W = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100, (2.1)$ <p>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.</p> $\% s. u = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100, (2.2)$	[12]; ISO 6540:2 010.
3	Determinarea conținutului de proteină brută	Proba este mineralizată într-un mediu de acid sulfuric în prezența cuprului (II) și a catalizatorului (Seleniu). Azotul organic este transformat în azot amoniacal. Prin tratarea sulfatului de amoniu cu o soluție concentrată de hidroxid de sodiu, amoniacul pus în libertate se distilează prin antrenare cu vapori. După captarea amoniacului într-o cantitate cunoscută de acid sulfuric, se titrează excesul de acid cu hidroxid de sodiu și se află cantitatea de azot din proba luată	$\% P = \frac{(V_0 - V_1) \times c \times 0,014 \times 100}{m \times 6,25}, (2.3)$ <p>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.</p>	[12]; GOST 10846-91 (Kjeldahl).
4	Indicele chimic al proteinei (Chemical score)	Reprezintă conținutul fiecărui aminoacid esențial într-o proteină, exprimat procentual față de conținutul aceluiași aminoacid într-o cantitate egală de proteină standard	$IC, \% = \frac{g AA \text{ la } 100g \text{ proteină test}}{g AA \text{ la } 100g \text{ proteină standard}} \times 100, (2.4)$	[9]

continuarea tabelului 2.3				
1	2	3	4	5
5	Extragerea secvențială și dozarea fracțiilor proteice	Pentru extragerea fracțiilor proteice s-a folosit apa distilată (albumine), soluție salină 0,5 M de NaCl (globuline), alcool etilic 70% (prolamine) și soluție 0,2% NaOH (gluteline)	–	[12], [154]
6	Determinarea aminoacizilor constituenți ai proteinelor	Hidroliza proteinelor – descompunerea în aminoacizii constituenți, sub acțiunea acizilor (HCl – 6N, 110 °C, 12-48 ore) urmată de identificarea acestora la analizatorul AAA 339 „Mikrotechna” (Cehia)	–	[13]
7	Determinarea digestibilității proteinelor	Modificarea pH-ului după hidroliza proteinei cu preparat de multienzimă	$Y = 210,464 - 18,103 * X,$ (2.5) unde: Y – digestibilitatea în %; X – pH-ul determinat peste 10 min. (amestecare, incubare) de hidroliză cu preparat de multienzimă.	[182]
8	Determinarea polarimetrică a amidonului după Ewers-Grossfeld	Proba se tratează cu acid clorhidric diluat. După clarificare și filtrare se măsoară rotația optică a soluției clarificate și filtrate prin polarimetrie	$\% A = \frac{100 \times p}{l \times \alpha_D^{20}} = \frac{100 \times p}{l \times 183,70}$ $= 0,2722p,$ (2.6) unde: p – grade polarimetrice citite; l – lungimea tubului polarimetric, dm; α_D^{20} – deviația polarimetrică specifică amidonului, care în cazul soluțiilor obținute în modul de mai sus are valoarea medie de + 183,70.	GOST 10845-98
9	Determinarea celulozei	Hidroliza acidă a constituenților celulari, îndepărtarea acestora prin filtrare, calcinarea rezidului rămas și calcularea ponderii celulozei brute prin diferență	$Reziduu - CenB = C,$ (2.7)	[12]

continuarea tabelului 2.3				
1	2	3	4	5
10	Determinarea glucidelor după metoda Bertrand	Glucidele reducătoare reduc în mediu alcalin și la fierbere cu soluția Fehling, producând transformarea hidroxidului cupric în oxid cupros	$\% \text{ zahăr} = \frac{a \times d}{G}; \quad (2.8)$ <p>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.</p>	[12]
11	Determinarea substanțelor pectice	Extragerea pectinelor cu apă caldă și NaOH, filtrarea soluției obținute, precipitarea pectinelor cu CaCl ₂ în mediu acetic, uscare și cântărire	–	[12]
12	Determinarea conținutului de grăsimi (Metoda Soxhlet)	Extracția repetată cu eter etilic sau cu eter de petrol a substanțelor grase din proba de analizat, urmată de dozarea grăsimii extrase dintr-un volum măsurat de eter de petrol, prin îndepărtarea solventului și cântărirea rezidului gras obținut	$\% \text{ grăsimi} = \frac{m_1}{m} \times 100, \quad (2.9)$ <p>unde: m₁ – masa substanțelor grase din balon, g; m – masa probei luată în analiză, g.</p>	[12]
13	Determinarea acidității active (pH-lui)	Măsurarea concentrației ionilor de hidrogen în lichid cu ajutorul pH-metrului pH-150MA și electrodului combinat 3CK-10603	–	[12]
14	Determinarea acidului fitic	Extragerea fițailor cu acid tricoloracetic, precipitare cu soluție de FeCl ₃ și determinarea colorimetrică a conținutului de fier din precipitatul format. Conținutul de fosfor a fost calculat din proporția moleculară 4 Fe : 6 P (din precipitat)	–	[216]

continuarea tabelului 2.3				
1	2	3	4	5
15	Determinarea fosforului anorganic	Fosfații sînt solubili în soluție de acetat-lactat de amoniu. Soluția obținută se filtrează și se adaugă molidatul de amoniu. Se formează fosfomolidatul de amoniu, care, în prezența unui reducător puternic (SnCl ₂), produce un compus redus de culoare albastră	Calculul rezultatelor s-a făcut prin citirea extincției probelor (făcută la $\lambda = 610$ nm) pe o curbă de etalonare	ISO 6878:2005
16	Determinarea acidului cianhidric (HCN)	HCN este eliberat din suspensia apoasă de năut prin hidroliza în mediu acid, distilat cu vapori de apă și recoltat într-un volum determinat. Distilatul obținut este titrat cu azotat de Ag în mediu amoniacal, în prezența NaOH	–	[77a]
17	Determinarea activității ureazice	Determinarea activității ureazice se bazează pe creșterea pH-ului mediului datorită amoniacului eliberat din uree sub acțiunea ureazei reziduale din produsul analizat	$\text{Activ. ureazică} = \frac{1,4 \cdot (V_1 - V_2)}{30 \cdot E} \text{ mg}$ N/g.min.30°C, (2.10) unde: V ₂ – volumul soluției de hidroxid de sodiu 0,1 N, folosit la titrarea probei de lucru, ml; V ₁ – volumul soluției de hidroxid de sodiu 0,1 N, folosit la titrarea probei de referință, ml; 1,4 – cantitatea de azot corespunzătoare unui ml de hidroxid de sodiu 0,1 N; 30 – durata de hidroliză, min; E _{azot} = 14 mg N / ml.	ISO5506.1988
18	Determinarea conținutului de cenușă (substanțe minerale totale)	Calcinarea probei la +550-600 °C pînă la masă constantă	$\% \text{ Cenușa} = \frac{m_1}{m_2} 100, (2.11)$ unde: m ₁ – cantitatea de cenușă, g; m ₂ – cantitatea de produs luată în lucru, g.	[12]
19	Determinarea ionilor de calciu, magneziu, fier și zinc	Metoda constă în pretratarea probei (mineralizare și solubilizarea cenușii rezultate într-o soluție de HCl 0,03M), urmată de dozarea elementelor prin spectrofotometrie AAS	–	[12, 220]

1	2	3	4	5
Metode aplicate la studierea proprietăților tehnologice ale boabelor și făinii de năut				
20	Determinarea gradului de hidratare (imbibiție) a boabelor de năut	Modificarea masei și a volumului boabelor la hidratarea lor ca rezultat al proceselor fizico-chimice de pătrundere a apei în celulele vegetale, în țesuturi etc.	$H = \frac{\rho \times v}{m_{su}}, \quad (2.12)$ <p>unde: m_{su} – masa substanței uscate a probei, g; ρ – densitatea apei, g/cm³; v – volumul apei îmbibate, cm³; $v = 2 \times \Delta h \times k, \quad (2.13)$ unde: Δh – scăderea înălțimei coloanei de apă din tubul de sticlă gradat (2), cm; k – coeficientul de recalculare, $k = 0,73$.</p>	[11]
21	Determinarea fermității structo-texturale cu finometrul de laborator	Textuometrul (finometrul) este un aparat care se bazează pe indicarea presiunii maxime de străpungere a produsului. Pe cadranul aparatului se citește forța maximă de străpungere în unități sau grade finometru (F ^o)	–	Finometru [http://www.slsmoscow.com/rastitelnoe_syre_ovoschi_drugoe_rastitelnoe_syre_igriby/67.html]
22	Determinarea granulozității făinii de năut	Se cerne făina prin site specifice și se cântărește reziduul de pe sita mai rară și ceea ce trece prin sita mai deasă	Rezultatele indică reziduul pe o sită și cernutul pe cealaltă, se exprimă în procente față de făina analizată, fără zecimale.	GOST 27560-87
23	Capacitatea de reținere a apei / grăsimilor (pentru făină)	Capacitatea de reținere este cantitatea de apă / ulei pe care o poate reține făina în spațiile sale capilare	$\frac{CRA}{CRG} = \frac{10 - V_{supernat.}}{m \times f}, \quad (2.14)$ <p>unde: 10 – cantitatea inițială de lichid, ml; V supernatant – cantitatea de supernatant după centrifugare, ml; m_f – masa probei de făină, g.</p>	[182]
24	Indicile de gonflare a făinii	Indicile de gonflare se este creșterea volumului făinii în timpul hidratării.	$IG_{(\%)} = \frac{V_f - V_i}{V_i}, \quad (2.15)$ <p>unde: $V(i)$ – valoarea inițială a făinii; $V(f)$ – valoarea finală a făinii.</p>	[96, 223]

continuarea tabelului 2.3				
1	2	3	4	5
25	Capacitatea de absorbție a apei	Capacitatea de absorbție a apei este cantitatea de apă pe care o poate absorbi făina în spațiile sale capilare	$CA_{mlH_2O/100gSU} = \frac{V_f - V_i}{20 \times (100 - H)} \times 10, (2.16)$ unde: V(i) – valoarea inițială a făinii; V(f) – valoarea finală a făinii; H – umiditatea făinii.	[95,96]
26	Capacitatea de spumare și stabilitatea spumei	Capacitatea de spumare se determină prin măsurarea volumului spumei formate de suspensia făinii de năut, se exprimă prin raportul dintre volumul spumei și volumul suspensiei inițiale. Stabilitatea spumei arată modificarea volumului spumei după 30 minute	$CS = \frac{V_{spumei}}{V_{inițial}}, (2.17)$ $SS = \frac{V_{spumei \text{ după } 30 \text{ min}}}{V_{inițial}}, (2.18)$	[198]
27	Capacitatea de emulsionare și stabilitatea emulsiei	Capacitatea de emulsionare se determină prin adăugarea progresivă a uleiului la o suspensie de făină de năut pînă la punctul de inversie a fazelor și exprimă cantitatea de ulei emulsificat de 1g de făină	CE = volumul ulei / masa făină, (2.19) Stabilitatea emulsiei se calculează după formula: $SE = \frac{V_{emulsiei \text{ după } 30 \text{ min}}}{V_{inițial}}, (2.20)$	[150,72]
Metode aplicate pentru determinarea indicilor de calitate a produselor de panificație cu adaos de făină de năut				
28	Determinarea acidității făinii / aluatului	Suspensia probei de analizat se titrează cu soluție de hidroxid de sodiu 0,1 N, în prezența fenolftaleinei (indicator)	$Aciditatea = \frac{V \times 0.1 \times f}{m} \times 100$ [grade aciditate], (2.21) unde: V – volumul de soluție de NaOH 0,1 N folosit la titrare, cm ³ ; m – masa probei, g; 0,1 – normalitatea soluției de NaOH; f – factorul soluției de hidroxid de sodiu 0,1 N.	GOST 27493-87
29	Porozitatea pîinii	Volumul total al porilor dintr-un volum total de miez cunoscînd densitatea și masa acestuia	$P = \frac{v - \frac{m}{\rho}}{v} \times 100 \text{ [% vol.], } (2.22)$ unde: V – volumul celor trei cilindri de miez, cm ³ ; m – masa celor trei cilindri de miez, g; ρ – densitatea miezului compact, g/cm ³ .	GOST 5669-96

continuarea tabelului 2.3				
1	2	3	4	5
30	Determinarea capacității de a forma gaze	Capacitatea făinii de a forma gaze se caracterizează prin cantitatea de CO ₂ care se degajă după o anumită perioadă de timp de fermentare a aluatului, preparat din făină și drojdie. Formarea gazelor în aluat la fermentare are loc datorită fermentării zaharurilor sub acțiunea enzimelor drojdiei după ecuația: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 24 \text{ kcal}$	Măsurarea volumului de CO ₂ ml, care se degajă în decurs de 100 min de fermentare la o temperatură de 30 °C, dintr-un aluat preparat din făină, apă și drojdie.	[18, 2]
31	Determinarea raportului înălțime / diametru la pâine (lățimea pâinii)	Se măsoară înălțimea și diametrul produsului și se determină raportul acestora	$X = \frac{H}{D}, \quad (2.23)$ unde: H – înălțimea maximă a produsului necrestat sau media aritmetică a înălțimii maxime și minime pentru produsul crestă, cm; D – media aritmetică a două diametre perpendiculare, cm.	[18, 2]
32	Determinarea volumului pâinii	Măsurarea volumului dezlucit de pâine într-un mediu format din particule solide mici (de obicei, semințe de rapiță sau boabe de grâu) la dispozitivul P3-BUO	Volumul pâinii $V = V_1 - V_2$, [cm ³], (2.24) Volumul specific $V_s = \frac{V}{mV} \times 100$, [cm ³ /100 g], (2.25) unde: V ₁ – volumul citit pe cilindru după introducerea pâinii și bascularea aparatului, cm ³ ; V ₀ – valoarea punctului „zero” al aparatului, cm ³ ; m – masa produsului, g.	[18, 2]
33	Determinarea acidității pâinii	Neutralizarea acidității din pâine cu soluție de NaOH N/10. O picătură în exces din soluția de hidroxid de sodiu, în prezența fenolftaleinei ca indicator, dă colorația de roz care indică sfârșitul reacției	$K_p = \frac{V \times f_1}{5 \times 10} \times 100 = 2 \times K \times f$, [grade aciditate], (2.26) unde: f – factorul soluției de hidroxid de sodiu; V – volumul de hidroxid de sodiu N/10 folosit la titrare, cm ³ ; 5 – cantitatea de produs corespunzătoare celor 50 cm ³ de extract, g.	GOST 5670-96

continuarea tabelului 2.3				
1	2	3	4	5
Metode aplicate pentru determinarea indicilor de calitate a produselor din carne tocată cu adaos de făină de năut				
34	Determinarea capacității de reținere a apei (CRA)	Indicele CRA reflectă abilitatea amestecului de carne tocată cu făina de năut de a reține apa absorbită și se exprimă în procente	$CRA = \frac{(m_a^g - 0,0084 \times S) \times 100}{m_0}, \quad (2.27)$ <p>unde: m_a^g – conținutul de apă în proba inițială (umedă), g; S – suprafața conturului umed, cm^2; 0,0084 – cantitatea de apă într-un cm^2 de „pată umedă”.</p>	[94] ГОСТ 7636-85
35	Gradul de reținere a apei/grăsimilor a preparatelor gătite	Eliminarea apei/grăsimii din probă în urma influenței temperaturii în timpul gătirii	$\frac{GRA\% = K \times \text{umiditatea produsului finit}}{\text{umiditatea produsului inițial}} \times 100, \quad (2.28)$ $GRG\% = K \times \frac{\text{conținutul grăsime finit}}{\text{conținutul grăsime inițial}} \times 100, \quad (2.29)$ <p>unde: K – randamentul tratării termice.</p>	[123]
36	Randamentul tratării termice	Pierderile de masă în urma tratamentului termic	$K = \frac{m_1}{m_0} \times 100, \quad (2.30)$ <p>unde: m_1 – masa probei tratate; m_0 – masa probei crude.</p>	
37	Reducerea diametrului preparatelor la gătire	Modificarea diametrului în urma tratării termice	$RD = \frac{(d_0 - d_1)}{d_0} \times 100, \quad (2.31)$ <p>unde: d_0 – diametrul probei crude; unde: d_1 – diametrul probei tratate.</p>	
Metode de analiză microbiologică				
38	Colorarea Gram	Colorantul bazic pătrunde în celula bacteriană fixată care, după tratarea cu soluția Lugol formează un complex stabil intracelular, specific bacteriilor G(+). Bacteriile G(-), în care nu se formează acest complex stabil, se decolorează și sînt recolorate cu alt colorant de contrast (fuxina)		[17]
39	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	$X = \frac{a \times 10^n}{q}, \quad (2.32)$ <p>unde: a – media aritmetică rotunjită a numărului de colonii; q – volumul materialului însămîntat, introdus pe placă, cm^3; n – gradul diluției zecimale a produsului.</p>	GOST 9225-84

continuarea tabelului 2.3				
1	2	3	4	5
40	Determinarea drojdiilor și mucegaiurilor	Numărul de drojdii și mucegaiuri se apreciază indirect, pe baza coloniilor generate de celulele acestor microorganisme prezente în probă după termostatarea la 25 °C / 72 de ore.	$\frac{ufc}{g(ml)} = \frac{\sum C}{(n_1 + 0,1n_2) \times d}, \quad (2.33)$ unde: $\sum C$ – suma coloniilor numărate; n_1 – nr. de cutii reținute dintr-o diluție; n_2 – nr. de cutii reținute din diluția succesivă; d – factorul de diluție corespunzător primei diluții din care s-a realizat reținerea plăcilor.	GOST 10444.1 2-88
41	Determinarea bacteriilor coliforme/ Escherichia coli	Metoda pentru determinarea bacteriilor coliforme include teste prezumtive, de confirmare, bazate, în primul rând, pe capacitatea bacteriilor de a fermenta lactoza cu producere de acid lactic, CO ₂ , H ₂ , în timp de 48 ore la 35°C		GOST 30518-97
Metode de analiză senzorială				
42	Aprecierea calității senzoriale în baza scării de punctaj	Evaluarea fiecărei caracteristici organoleptice prin comparare cu scări de punctaj de 0... 5 puncte și obținerea punctajului mediu al grupei de degustatori. Calculul punctajelor medii ponderate, însumarea acestora pentru obținerea punctajului mediu total și stabilirea calității organoleptice a produsului pe baza punctajului mediu total, prin comparare cu o scară de 0... 20 puncte.	$P_{mp} = P_{mnp} \times f_p, \quad (2.34)$ unde: P_{mnp} – punctajul mediu neponderat (media aritmetică a rezultatelor); f_p – factorul de pondere (arată cu cât participă o caracteristică senzorială la calitatea totală senzorială a produsului). $P_{tp} = \sum P_{mp}, \quad (2.35)$	ISO 6658:2005
Prelucrarea statistică a datelor experimentale				
43	Media aritmetică	–	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n}, \quad (2.36)$	[14]
44	Eroarea probabilă a valorii medii măsurate	–	$\Delta \bar{x} = t_{n-1, \alpha = 0,05} \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (2.37)$ ($t_{n-1, \alpha = 0,05}$ – coeficientul Student) $x = \bar{x} \pm \Delta \bar{x}, \quad (2.38)$	[14]

Concluzii parțiale

1. A fost elaborată metodologia de cercetare experimentală, au fost identificate, respectiv, procedee și tehnici analitice clasice (indicatori fizico-chimici, biochimici și microbiologici) sau moderne.
2. Au fost identificate metodele de prelucrare și interpretare matematico-statistică a datelor cercetării.

3. CARACTERISTICI GENERALE DE CALITATE, VALOAREA ALIMENTARĂ ȘI HIDRATAREA BOABELOR DE NĂUT

3.1. Caracteristici generale de calitate

Caracteristici tehnice ale boabelor de năut. Pentru cercetări au fost folosite boabe de năut, soiul „Volgogradski 10”, din recoltele anilor 2011-2013. Aprecierea calității boabelor de năut are o importanță deosebită pentru tratarea lor culinară și pentru calitatea preparatelor obținute din ele și determină în mod decisiv proprietățile de consum ale năutului.

Estimarea calității loturilor de boabe s-a efectuat, determinînd calitatea probei medii, care s-a selectat în conformitate cu standardele respective. Pentru caracteristica proprietăților boabelor s-au folosit indicii de calitate, ce se împart în: generali și specifici.

Indicii generali au inclus: gustul, mirosul, culoarea, umiditatea, infectarea cu dăunători, conținutul de impurități.

Indicii specifici au inclus: capacitatea de a se umfla, dimensiunile boabelor, prezența membranelor, conținutul de boabe calitative.

Calitatea boabelor s-a apreciat prin metode organoleptice și fizico-chimice de laborator. Prin analize organoleptice s-au dedus următoarele caracteristici: aspectul exterior, culoarea, mirosul și gustul, iar prin analize de laborator-forma, dimensiunile și volumul boabelor, umiditatea, conținutul de impurități.

Caracteristicile tehnice ale boabelor de năut folosite pentru cercetări și cele stipulate în standardul în vigoare sînt prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Caracteristicile tehnice ale boabelor de năut, determinate în laborator și cele stipulate în GOST 8758-76; Codex Standard 171-1989, rev. 1-1995.

Caracteristici	Caracteristicile tehnice după GOST 8758-76		Caracteristicile tehnice după Codex Standard 171-1989, rev. 1-1995	
	Condiții de admisibilitate	Condiții reale	Condiții de admisibilitate	Condiții reale
Aspectul	Boabe uniforme ca mărime, formă sferică	Boabe uniforme ca mărime, formă sferică	Boabe uniforme, specifice speciei	Boabe uniforme, specifice speciei
Culoarea	De la albă la roz-gălbuie	Albă-gălbuie	Albă- gălbuie	Albă-gălbuie
Mirosul	Caracteristic, fără miros străin: de mucegai, de rozătoare etc.	Caracteristic, fără miros străin: de mucegai, de rozătoare etc.	Caracteristic, fără miros străin	Caracteristic, fără miros străin

continuare tabelul 3.1				
Umiditatea, % max.	14,0	12,0-13,0	14,0-16,0	12,0-13,0
Corpuri străine, impurități, % max. inclusiv:	1,0	0,1	1,0	0,1
– impurități minerale, % max.	0,1	Lipsă	0,25	Lipsă
– praf, pietricele, crenguțe, fragmente sau resturi de insecte, și / sau alte impurități de origine animală, % max.	Nu se admit	Lipsă	0,1	Lipsă
– impurități nocive / substanțe străine contaminate, % max.	0,2	Lipsă	Lipsă	Lipsă
Impurități ale boabelor / tegumente, boabe ale altor specii, % max.	2,0	0,3	–	–
Boabe infestate, atacate de insecte sau mucegai	Lipsă	Lipsă	Lipsă	Lipsă
Boabe care prezintă defecte grave. Boabe afectate sau atacate de dăunători, boabe care posedă urme de mucegai, boabe cotiledoanele cărora sînt pătate (colorate), % max.	–	–	1	0,1
Boabe care prezintă mici defecte, care nu au ajuns pînă la maturitate, tegumentul puțin ridat cu o pronunțată pliere fără să fie atacat cotilidonul, boabe zdrobite, % max.	–	–	7	0,5
Boabe cu culori similare, dar varietăți comerciale diferite, % max.	–	–	3	Lipsă
Boabe cu culori diferite (altele decît boabele decolorate), % max.	–	–	6	0,1
Boabe cu modificări ale culorii inițiale (decolorate), % max.	–	–	3	0,1

Parametrii fizici ai boabelor de năut. Principalii parametri fizici ai boabelor de leguminoase, stipulați în documentele normative sînt următorii:

1. M^r_{1000} – **masa relativă a 1000 de semințe, g.** Acest indicator permite aprecierea mărimii boabelor, fiind mult mai relevant comparativ cu masa hectolitrică. Masa a 1000 de boabe este influențată de masa specifică, proporțiile părților anatomice ale bobului și de umiditatea lor. Masa absolută a 1000 de semințe exclude influența umidității.

2. M^a_{1000} – **masa absolută a 1000 de boabe, g.** Pentru determinarea masei absolute a 1000 de boabe se determină umiditatea lor. Calculul și exprimarea rezultatelor:

$$M_{A1000} = \frac{100-u}{100} M_{R1000}, \text{ [grame]} \quad (3.1)$$

3. V_{1000} – **volumul a 1000 de semințe, ml.** Volumul a 1000 de boabe se determină folosind lichide neabsorbite de boabe (petrolul lampant).

4. M_s – masa specifică, g/ml (M^r_{1000} / V_{1000}). Masa specifică sau masa unității de volum prezintă o importanță deosebită pentru obținerea produselor derivate din năut, în special a făinii de năut. Diferența de masă specifică între boabe și impurități permite curățirea boabelor în secțiunile de pregătire în vederea prelucrării, iar diferența de masă specifică între componentele anatomice (învelișuri, cotiledoane, embrion) este relevantă în procesele tehnologice de prelucrare.

Valorile parametrilor fizici ai boabelor de năut sînt prezentate în tabelul 3.2.

Tabelul 3.2. Valorile parametrilor fizici ai boabelor de năut

Nr.	Denumirea soiului	M^r_{1000} , g	M^a_{1000} , g	V_{1000} , g	M_s , g/ml
1	Ichel	$264,2 \pm 2,6$	$230,7 \pm 2,3$	$200 \pm 2,0$	$1,321 \pm 0,013$
2	Volgogradski 10	$310,0 \pm 3,1$	$275,9 \pm 2,7$	$220 \pm 2,2$	$1,409 \pm 0,014$
3	Botna	$268,2 \pm 2,6$	$228,2 \pm 2,2$	$200 \pm 2,0$	$1,341 \pm 0,013$

Parametrii geometrici ai boabelor de năut. Parametrii geometrici ai boabelor de năut sînt necesari pentru proiectarea și fabricarea echipamentelor de manipulare, transport, prelucrare și depozitare, precum și pentru evaluarea calității năutului. Acestea determină în mare măsură și însușirile tehnologice – viteza și durata de hidratare și de tratare termică a boabelor.

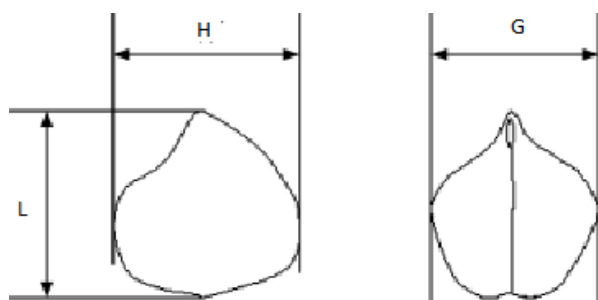


Fig. 3.1. Dimensiunile bobului de năut
L – lungimea bobului; H – lățimea bobului;
G – grosimea bobului

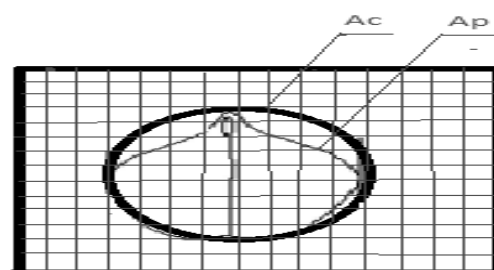


Fig. 3.2. Aria de proiecție (A_p) și aria cercului (minimal) de circumscriere (A_c) a bobului

Prin măsurări directe au fost determinate dimensiunile boabelor (lungimea, lățimea și înălțimea) (figura 3.1), iar în baza lor au fost calculați alți parametri geometrici [141] după cum urmează:

- diametrul geometric: $D_g = (LHG)^{1/3}$; (3.2)

- gradul de sfericitate: $S = (LHG)^{1/3} / L * 100, \%$; (3.3)

- suprafața ariei de proiecție a bobului, A_p (figura 3.2);

- suprafața ariei cercului de circumscriere (delimitare) a bobului, A_c (figura 3.2);

- gradul de rotundime: $R = A_p / A_c * 100\%$; (3.4)

- suprafața ariei calculate a bobului: $S_{ac} = \pi D_g^2$. (3.5)

Rezultatele măsurărilor dimensiunilor și a calculelor parametrilor geometrici ai boabelor de năut sînt prezentate în tabelele 3.3 și 3.4.

Tabelul 3.3. Valorile parametrilor geometrici ai boabelor de năut

Denumirea soiului	L, mm			H, mm			G, mm		
	min	max	med	min	max	med	min	max	med
Ichel	7,95	9	8,47	7	7,8	7,4	6,85	7,4	7,12
Volgogradski 10	8,9	9,9	9,4	7,4	8,3	7,85	7,2	8	7,6
Botna	8,4	8,9	8,65	6,5	7,2	6,85	6,4	7	6,7

Tabelul 3.4. Valorile parametrilor geometrici ai boabelor de năut

Denumirea soiului	D _g , mm	S, %	A _p , mm ²	A _c , mm ²	R, %	S _{ac} , mm ²
Ichel	7,25±0,72	91,1±9,11	57±5,7	38,46±3,84	148±14,8	165,04±16,0
Volgogradski10	8,65±0,86	87,7±8,77	68±6,8	54,07±5,40	125±12,5	237,12±23,1
Botna	7,65±0,76	85,9 ±8,59	65±6,5	40,69±4,06	159±15,9	183,76±18,3

3.2. Compoziția chimică generală

În literatura științifică și de specialitate există un număr semnificativ de publicații la nivel mondial privind compoziția chimică și valoarea nutritivă a năutului, însă majoritatea lor vizează soiuri de năut cultivate în India, Pakistan, SUA, Canada și unele țări africane [31, 115, 88].

Cît privește informațiile referitoare la compoziția chimică a soiurilor cultivate în R. Moldova acestea sînt foarte fragmentare ori lipsesc totalmente. Studiul dat prezintă o încercare de a acoperi acest decalaj de cunoștințe pentru unul din cele mai perspective soiuri de năut cultivate în Moldova – soiul Volgogradski 10. Compoziția chimică a boabelor este prezentată în tabelul 3.5.

Tabelul 3.5. Compoziția chimică a boabelor de năut – soiul Volgogradski 10

Nr. crt.	Indici	Valoare, %SU
1.	Umiditate	13,32 ± 0,4
2.	Proteine	23,81 ± 0,95
3.	Grăsime	6,57 ± 0,26
4.	Amidon	50,36 ± 2,0
5.	Zahăr	3,94 ± 0,19
6.	Cenușă	4,18 ± 0,13

Compoziția chimică a boabelor de năut este influențată de factori genetici și de mediu [56,156]. Pentru boabele de năut cercetat, ca și pentru alte culturi leguminoase, este specific conținutul înalt de proteine (cca 23-24%), grăsimile constituie 6-7%, cantitatea totală de hidrați de carbon este de 60%, inclusiv celuloză și hemiceluloză – 9%, iar conținutul de amidon și zaharuri este de 50% și, respectiv, 3,94%. Conținutul de cenușă este de 4,18%.

3.2.1. Aportul proteic și calitatea proteinelor

Proteinele constituie a doua, după amidon, componentă importantă a boabelor de năut cu un conținut de 23,81%.

Pentru extragerea și cuantificarea fracțiilor proteice ale năutului a fost folosită procedura de fracționare a diferitor categorii de proteine, bazată pe diferențele de solubilitate a lor [154].

Conținutul de proteină în fiecare fracție a fost determinat prin metoda Kjeldahl. Boabele de năut au fost în prealabil măcinate, iar făina obținută a fost degresată.

Rezultatele obținute sînt prezentate în tabelul 3.6. Globulinele (în principal, legumina și vicilina) constituie 66,60% din proteina totală, urmate de albumine (13,42%), gluteline (8,9%) și stromă (11,30%). Frațiunea de prolamine este foarte redusă și nu depășește cîteva zecimi de procente.

Tabelul 3.6. Conținutul mediu de proteină și raportul fracțiilor proteice și de azot în boabele de năut (determinate experimental de către autor)

Nr. crt.	Fracția proteică Fracția de azot	Conținutul în boabe de năut, % SU (determinate în laborator)	Distribuția fracțiilor proteice, % din proteina totală
1	Proteina totală, inclusiv:	23,81 ± 0,95	100
	• Albumine	3,18 ± 0,13	13,42
	• Globuline	15,81 ± 0,63	66,60
	• Gluteline	2,13 ± 0,13	8,90
	• Stromă (proteine constituționale)	2,69 ± 0,13	11,30
2	Azotul total, inclusiv:	3,81 ± 0,19	100
	• Azot proteic	2,97 ± 0,11	77,95
	• Azot extractiv	0,76 ± 0,03	19,94
	• Azotul stromei	0,08 ± 0,01	2,09

Calitatea proteinelor depinde în mare măsură de compoziția acestora în aminoacizi și, în special, în aminoacizi esențiali și este apreciată după indicele chimic (Chemical Score) [97].

Indicele chimic a fost determinat din relația:

$$IC = \frac{AAE_{proteina\ test}}{AAE_{proteina\ de\ referință}} 100, \% \quad (3.6)$$

unde: $AAE_{proteina\ test}$ – conținutul aminoacidului esențial în proteina test, mg/gN;

$AAE_{proteina\ de\ referință}$ – conținutul aceluiași aminoacid în proteina de referință (proteina FAO/OMS), mg/gN.

Indicele chimic a fost determinat pentru cei opt aminoacizi esențiali (IC_1 , IC_2 etc.). Compoziția de aminoacizi a proteinelor de năut și valorile indicelui chimic al aminoacizilor esențiali sînt prezentate în tabelul 3.7.

Tabelul 3.7. Compoziția de aminoacizi a proteinelor de năut în (g/100 g proteină) și indicele chimic al aminoacizilor esențiali

Nr. crt.	Aminoacizi	Conținutul, g/100g proteină		IC AAE năut, %	Proteina năut**
		Proteina năut*	Proteina FAO		
1	Izoleucină	4,4	4	110	4,4
2	Leucină	7,85	7	112	7,5
3	Lizină	7,0	5,5	127	6,8
**	Meteonină				1,0
**	Cisteină				1,1
4	Meteonină + cisteină	3,0	3,5	85,7	2,1
5	Fenilalanină	8,95	6	149	5,7
6	Treonină	3,7	4	92,5	3,8
7	Triptofan	1,1	1,0	110	-
8	Valină	4,75	5	95	4,5
10	Tirozină	2,21			2,9
11	Histidină	2,35			2,6
12	Arginină	6,46			9,4
13	Acid asparginic	11,52			11,6
14	Serină	6,55			5,1
15	Glicină	4,48			4,0
16	Alanină	4,51			4,3
17	Acid glutaminic	15,97			15,9
18	Prolină	5,13			4,2
19	Amoniac	0,37			
20	Suma totală a aminoacizilor	100,3			
21	Indicele metabolismului azotic	89,13			
22	Suma aminoacizilor neesențiali	59,55			
23	Suma aminoacizilor esențiali	40,75			
24	Suma aminoacizilor imunoactivi (acid asparagic, acid glutamic, glicină, alanină, valină, cisteină, triptofan)	43,27			
25	Suma aminoacizilor glucogeni (glicină, alanină, cisteină, serină, treonină, tirozină, arginină, acid glutaminic, acid asparginic, histidină, prolină, metionină, valină, fenilalanină, triptofan, izoleucină)	85,15			
26	Suma aminoacizilor ketogeni (leucică, lizină, fenilalanină, triptofan, tirozină, izoleucină)	31,51			
27	Suma aminoacizilor cu sulf (metionină, cisteină)	3,0			

* Valori determinate experimental.

** Sursa: www.fao.org/docrep/005/AC854T/AC854T00.htm#TOC. Accesat 10.01.2015 [30].

Din datele prezentate rezultă că valoarea biologică a proteinelor năutului este înaltă, fiind destul de echilibrată în aminoacizi esențiali. Compoziția de aminoacizi se caracterizează prin conținutul relativ înalt de leucină, lizină, izoleucină. Aminoacizii limitanți sînt: cisteina + metionina cu scorul chimic de 85,7%, treonina – 92,5% și valina – 95%. Studiile anterioare au arătat că globulinele năutului nu conțin metionină și cistină, în timp ce albuminele și glutelinele au un nivel mai ridicat al acestor doi aminoacizi [63, 83]. Prin urmare, valoarea nutritivă limitantă pentru aminoacizii menționați se datorează fracțiunilor de globuline [56].

Pentru ameliorarea valorii nutritive a preparatelor din năut pare rezonabilă combinarea năutului cu produsele cerealiere, ce conțin în exces aminoacizii în cauză [192].

3.2.2. Aportul de substanțe minerale

Conținutul de substanțe minerale este prezentat în tabelul 3.8.

Tabelul 3.8. Conținutul de substanțe minerale în boabele de năut, mg%

Tipul de boabe	Cantitatea de minerale totale, mg%						
	Mg	Ca	P	K	Fe	Zn	Cu
Năut nativ	110,5±5	79,2±3	379,3±18	930,0±37	5,2±0,2	2,9±0,1	0,7±0,03

Cea mai mare parte din substanțele minerale îi revin potasiului (cca 930 mg/100 g). Boabele conțin cantități însemnate de calciu, fier, zinc și cupru. Rezultatele obținute sînt în corelație satisfăcătoare cu cele raportate în alte surse bibliografice [31]. Aceste rezultate arăta că năutul poate furniza o cantitate semnificativă de minerale pentru a acoperi necesitățile zilnice recomandate de substanțe minerale stipulate în documentele de referință internaționale [145]. Cu toate acestea, excesul unui mineral poate împiedica absorbția și utilizarea în mod corespunzător a altor minerale. Astfel, pentru o adsorbție eficientă a calciului și fosforului, raportul conținutului lor (Ca/P) trebuie să fie mai mare de 1. În cazul năutului acest raport este mult mai mic. Acest rezultat confirmă cele raportate anterior [31].

Prin urmare, suplimentarea cu calciu a preparatelor din năut poate fi o abordare alternativă pentru a corecta acest dezechilibru.

3.3. Hidratarea boabelor de năut

Hidratarea prealabilă este o operațiune unitară fundamentală în industria alimentară pentru a facilita și a reduce durata tratamentelor tehnologice (germinare, tratamente termice etc.) a produselor seci (uscate), precum și, în special, a celor cerealiere și a boabelor leguminoase [19].

Această operație este, de asemenea, realizată la scara consumatorilor, pentru care facilitatea de realizare culinară și rapiditatea are deseori o importanță decisivă. Calitatea produselor hidratate este afectată în mare parte de condițiile de hidratare. Gradul și durata de hidratare sînt indici importanți ai calității tehnologice a produsului uscat, în special, în cazul leguminoaselor. Prin urmare, procesul de hidratare a boabelor de năut, ca și în cazul altor boabe leguminoase și cerealiere, prezintă un interes teoretic și practic vădit [204].

În cadrul procesului de hidratare în apă sau într-un alt mediu apos, leguminoasele sînt supuse simultan mai multor modificări fizico-chimice, inclusiv modificarea umidității și a conținutului de materie uscată, porozității, volumului și a texturii. Hidratarea boabelor este un proces complex, care include, pe de o parte, absorbția apei de către bob și, pe de altă parte, lesivarea (extragerea) substanțelor hidrosolubile a bobului în mediul apos [60].

Principali factori care influențează cinetica procesului de hidratare pot fi divizați în două grupe principale, inclusiv cele legate de [41]:

- particularitățile produsului (factori intrinseci): forme, dimensiuni, umiditate, porozitate, densitate, grosimea tegumentului etc;
- mediul de hidratare (factori extrinseci): temperatură, densitate, viscozitate, compoziția mediului, condițiile hidrodinamice etc.

Capacitatea și viteza de adsorbție a apei de către boabele leguminoase pot fi modificate prin tratamente termice, chimice ori fizice.

Pînă în prezent au fost studiate mai multe aspecte ale hidratării boabelor de grîu, orz, ale altor boabe leguminoase. Kang și Delwiche (2000) au stabilit izotermele de sorbție, au determinat coeficientul de difuzie și distribuția apei în bob, au descris relația dintre difuzia apei și forma, compoziția chimică a bobului și au propus unele ecuații analitice ce descriu procesul de difuzie [108].

Obiectivul acestui studiu este de a evidenția, a evalua și a interpreta procesul de hidratare a boabelor de năut și de a identifica condițiile optime de înmuiere.

3.3.1. Efectul duratei și temperaturii de înmuiere

Evoluția gradului de hidratare a boabelor de năut în funcție de durata hidratării τ_h (ore) la diferite temperaturi a mediului de hidratare (apă) este prezentată în figura 3.3.

După cum se vede din curbele prezentate, evoluția gradului de hidratare a boabelor în funcție de timp și temperatura mediului de hidratare are un caracter complex. După caracterul pantei curbelor, procesul de hidratare a boabelor poate fi divizat convențional în trei faze consecutive.

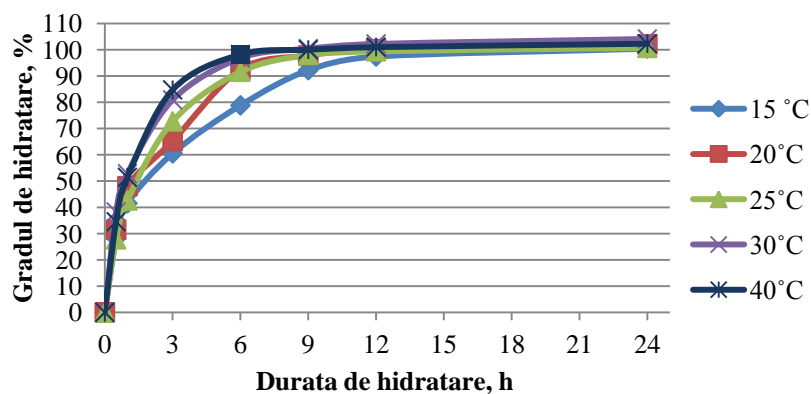


Fig. 3.3. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de durata hidratării τ_h (ore) și temperatura (°C: 15, 20, 25, 30, 40) mediului de hidratare (apă)

Conținutul de apă absorbită crește progresiv cu timpul, însă viteza de absorbție a apei este variabilă în timp la toate temperaturile. În primele 30-60 de minute (prima fază), absorbția apei este extrem de rapidă. Într-o oră, boabele înregistrează o creștere a masei de cca 40-50%, care, probabil, este guvernată de umectarea superficială și de îmbibiția capilară. Parametrii de hidratare în această fază sînt determinați de permeabilitatea cuticulei, de structura fizică a bobului și, în special, de porozitatea lui și mărimile porilor.

În a doua fază are loc o creștere a masei cu alte 40-50%, în care are loc hidratarea proteinelor, glucidelor și a altor substanțe macromoleculare a țesutului vegetal. A treia fază se caracterizează printr-o absorbție foarte lentă și continuă a apei, iar masa probei se apropie de cea a umidității de echilibru. După aproximativ 24 de ore de înmuiere a boabelor se stabilește un echilibru dinamic, gradul de hidratare atinge valoarea maximală și în continuare rămîne practic neschimbat.

Influența temperaturii asupra procesului de hidratare este destul de pronunțată. La orice moment dat al înmuierii boabelor, conținutul de apă crește odată cu creșterea temperaturii. Impactul creșterii temperaturii este determinat de diminuarea vîscozității apei și de modificarea structurii produsului. Acest fenomen a fost menționat și în alte studii similare [60, 109].

Prin urmare, aplicarea temperaturilor înalte poate reduce esențial timpul de înmuiere, necesar pentru a atinge gradul de hidratare dat. Caracterul de absorbție a apei în boabe de năut este similar cu hidratarea altor boabe și semințe [61].

3.3.2. Aplicarea modelului Peleg

Pentru a analiza mai exact influența temperaturii asupra hidratării boabelor, se utilizează mai multe modele matematice. Exprimarea matematică a cineticii de hidratare este importantă pentru proiectarea și optimizarea operațiunilor tehnologice de fabricare a produselor alimentare.

Într-o tentativă de a simplifica din punct de vedere matematic descrierea absorbției apei de substanțele alimentare, Peleg (1988) a propus o ecuație empirică neexponențială cu doi parametri, care are următoarea formă:

$$M_t = M_0 + \frac{t}{K_1 + K_2 t}, \quad (3.7)$$

dacă $t \rightarrow 0$

$$\frac{dM_t}{dt} = \frac{1}{K_1}, \quad (3.8)$$

dacă $t \rightarrow \infty$

$$M_e = M_0 + \frac{1}{K_2}, \quad (3.9)$$

unde:

M_t – umiditatea în momentul t (kg/kg s.u.);

M_0 – umiditatea inițială (kg/kg s.u.);

M_e – umiditatea de echilibru (kg/kg s.u.);

t – timp de hidratare (min);

K_1 – constanta de viteză Peleg ($\text{min}\%^{-1}$);

K_2 – constanta de capacitate Peleg ($\%^{-1}$).

Linearizarea primei ecuații duce la obținerea unei expresii mai explicite:

$$\frac{t}{M_t - M_0} = K_1 + K_2 t. \quad (3.10)$$

Relația grafică $t / (M_t - M_0)$ în funcție de timp (t) este o linie dreaptă, care arată că valoarea constantei de viteză K_1 este egală cu valoarea ordonatei în punctul de intersecție cu această dreaptă, iar valoarea constantei de capacitate K_2 este egală cu panta (tangenta) dreptei.

Rezultatele obținute sînt date sub formă de curbe ilustrate în figura 3.4. Exemplu de calcul este prezentat în tabelul 3.9.

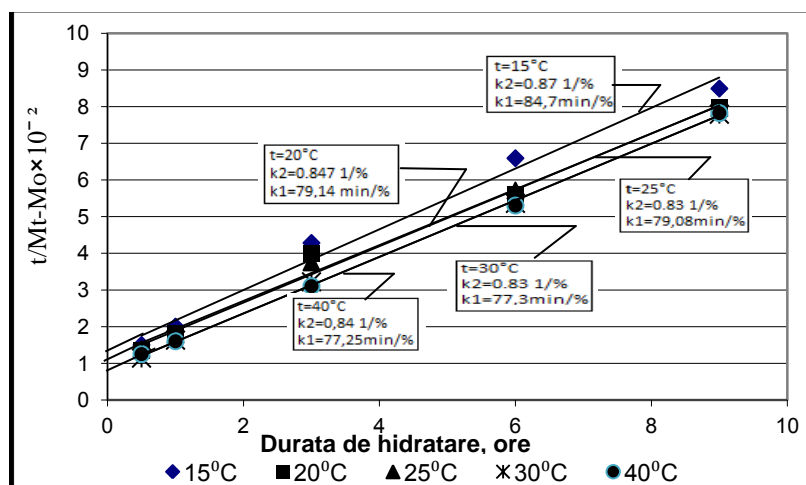


Fig. 3.4. Relațiile grafice $t / (M_t - M_0)$ în funcție de timp (t)

Tabelul 3.9. Exemplu de calcul al datelor experimentale de hidratare în termenii Modelului Peleg
($t=40\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Durata de hidratare, h	M_t – conținutul în apă în momentul t (kg kg^{-1})	$M_t - M_0$	$t / M_t - M_0$
0,5	0,55	0,40	1,25
1	0,75	0,60	1,66
3	1,13	0,98	3,10
6	1,28	1,13	5,30
9	1,30	1,15	7,80

Valorile constantelor lui Peleg ale boabelor de năut sînt prezentate în tabelul 3.10.

Tabelul 3.10. Dependența constantelor lui Peleg de temperatura mediului de hidratare a boabelor de năut

Temperatura mediului de hidratare, $^{\circ}\text{C}$	15	20	25	30	40
k_1 – constanta de viteză a lui Peleg ($\text{min}\%^{-1}$)	0,869	0,847	0,83	0,83	0,84
k_2 – constanta de capacitate a lui Peleg ($\%^{-1}$)	84,7	79,14	79,08	77,33	77,25

Rezultatele obținute arată ca valorile constantei de viteză K_1 sînt invers proporționale temperaturii de hidratare și definesc viteza inițială de hidratare (ecuația 3.10).

Valorile constantelor de capacitate K_2 sînt, de asemenea, în relație inversă cu temperatura de hidratare, însă această relație este puțin pronunțată. Prin urmare, K_2 poate fi considerat și un parametru de sorbție a apei, valoarea căreia este caracteristică pentru obiectul (materialul) alimentar supus hidratării. Modelul Peleg este unul simplu, descriind în mod adecvat procesul hidratării și este acceptabil pentru estimarea umidității boabelor de năut în timpul înmuierii lor. Evaluarea hidratării boabelor de năut prin modelul empiric Peleg calculat pentru temperaturile 15, 20, 25, 30 și $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ arată că k_1 – constanta de viteză a lui Peleg variază între 0,869 și 0,840 $\text{min}\%^{-1}$, iar K_2 – constanta de capacitate a lui Peleg între 84,70 și 77,25 $\%^{-1}$.

3.3.3. Coeficientul de difuzie

Coeficientul de difuzie este proprietatea fizico-chimică a apei, care caracterizează facilitatea de deplasare a acesteia în produse (boabe de năut) prin acțiunea gradientului de concentrații. Pentru determinarea coeficientului de difuzie a apei în boabele de năut s-a folosit modelul clasic de difuzie descris prin legea a doua a lui Fick:

$$\frac{\partial x^*}{\partial t} = D_{eff} \nabla^2 x^*, \quad (3.11)$$

unde: D_{eff} – coeficientul de difuzie moleculară efectivă ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$), care depinde de temperatura, umiditatea produsului și este afectat de modificarea (gradul de îmbibiție) al matricei solide.

Soluția analitică a unor aplicații concrete în ingineria alimentară a acestei legi a fost propusă de M. Haros prin introducerea unor ipoteze simplificatoare:

- coeficientul de difuzie moleculară efectivă nu depinde de umiditatea bobului;
- volumul bobului rămâne neschimbat în timpul absorbției apei;
- umiditatea de echilibru a suprafeței bobului se instalează imediat după imersia în apă.

Aceasta poate fi exprimată prin formula:

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \frac{6}{\pi^2} \exp\left(-\frac{D_e \pi^2 t}{R^2}\right), \quad (3.12)$$

unde:

MR – conținutul de apă;

Mt – umiditatea boabelor în momentul t;

Me – umiditatea de echilibru;

M₀ – umiditatea inițială;

D_{ef} – difuzia efectivă (m²/s);

R – raza echivalentă a bobului de năut (m), (4 mm).

Difuzia efectivă D_{eff} este, de obicei, calculată prin metoda grafică, reprezentînd datele experimentale de hidratare în termenii logaritmului natural al conținutului de apă (ln MR) în funcție de timpul de hidratare. Rezultatul este o dreaptă, pantă (tangentă) care este egală cu k, ceea ce permite de a calcula coeficientul de difuzie efectiv pentru diverse condiții termice:

$$D_{eff} = \frac{k \times r^2}{\pi^2}, \quad (3.13)$$

$$K = \frac{D_{ef} \cdot \pi^2}{r^2}. \quad (3.14)$$

Un exemplu de calcul a datelor experimentale de hidratare în termenii ln (MR) în funcție de timp (temperatura 30 °C, MS (SU a boabelor) = 86,7%) este prezentat în tabelul 3.3.

Tabelul 3.11. Calculul datelor experimentale de hidratare în termenii ln (MR) în funcție de timp T (temperatura 30 °C, MS = 86,7%)

T, h	W _{abs}	W _{tot}	W _{tot} /MS	(Mt-M _e)	(M ₀ -M _e)	(Mt-M _e)/(M ₀ -M _e)	ln (MR)
0	0	13,3	0,15 (M ₀)	-1,2	-1,2	1	0
0,5	38,2	51,5	0,59	-0,76		0,63	-0,46
1	52,8	66,1	0,76	-0,59		0,49	-0,71
3	80,9	94,2	1,08	-0,27		0,23	-1,46
6	96,8	110,1	1,27	-0,08		0,06	-2,81
9	100,4	113,7	1,31	-0,04		0,03	-3,5
12	102,2	115,5	1,33	-0,02		0,02	-3,91
24	104,1	117,4	1,35 (M _e)	0		0	0

În mod analogic au fost tratate și rezultatele hidratării boabelor de năut la 15, 20, 25 și 40 °C. Rezultatele calculelor efectuate sînt prezentate în figura 3.5.

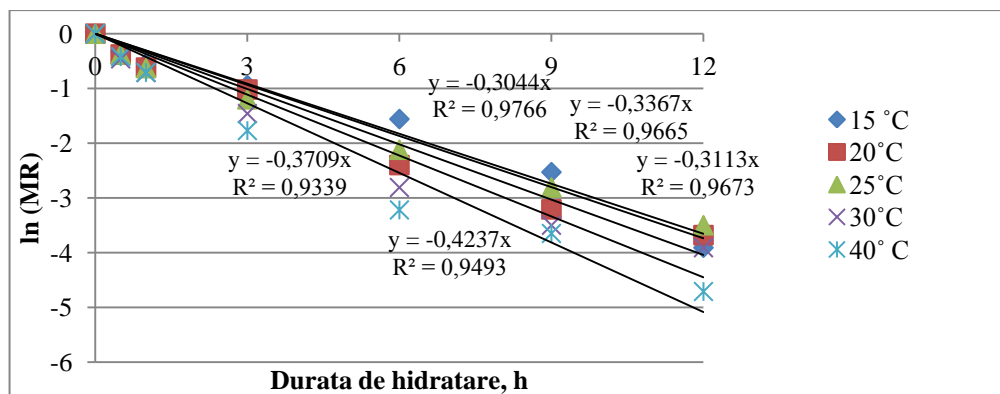


Fig. 3.5. Relațiile grafice $\ln(MR) = f(T)$ pentru hidratarea năutului la 15, 20, 25, 30 și 40 °C

Valorile coeficientului de difuzie moleculară efectivă a boabelor de năut sînt prezentate în tabelul 3.12.

Tabelul 3.12. Dependența coeficientului de difuzie a boabelor de năut de temperatura mediului de hidratare

Temperatura mediului de hidratare, °C	15	20	25	30	40
Ceficientul de difuzie, $10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$	1,38	1,38	1,4	1,75	2,25

Valorile coeficientului de difuzie crește odată cu creșterea temperaturilor de la 15 °C pînă la 40 °C și constituie, respectiv, $1,38 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ și respectiv, $2,25 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$.

3.3.4. Energia de activare

Coeficientul de difuzie depinde de temperatură conform legii lui Arrhenius:

$$D_{\text{ef}} = D_0 * \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right), \quad (3.15)$$

unde:

D_0 – factorul preexponențial al ecuației lui Arrhenius, ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$);

E_a – energia de activare care este echivalentă unei bariere de potențial ce se opune hidratării, ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$);

R – constanta gazului ideal ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$);

T – temperatura, °K.

Prin logaritmare expresiei (3.14) obținem:

$$\ln(D_{\text{eff}}) = \ln(D_0) - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T}\right). \quad (3.16)$$

Energia de activare poate fi calculată prin reprezentarea grafică a logaritmului neperien a valorilor experimentale ale coeficientului de difuzie moleculară efectivă ($\ln k$) în funcție inversă de temperatura absolută ($1/T, K$), care este o linie dreaptă (figura 3.6).

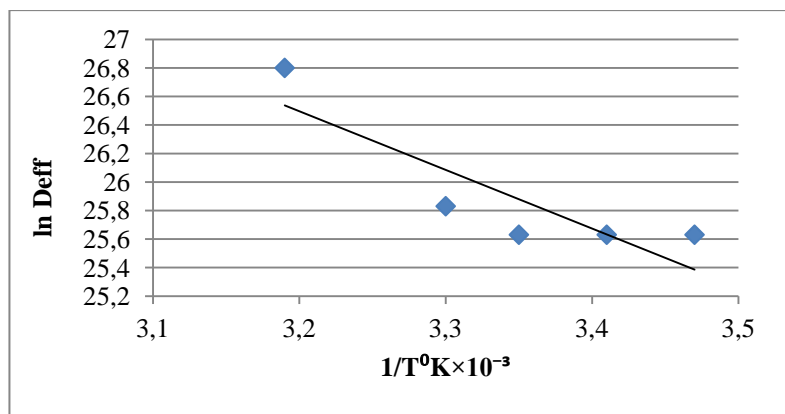


Fig. 3.6. Influența temperaturii mediului de hidratare (T , $^\circ K$) asupra coeficientului de difuzie moleculară efectivă a boabelor de năut

Energia de activare a procesului de hidratare a năutului calculată după ecuația lui Arrhenius constituie $34,64 \text{ kJ mol}^{-1}$ și este mai mare decât energia de activare a hidratării boabelor cerealiere (de ex.: porumb – $10,39 \text{ kJ/mol}^{-1}$; grâu – $11,979 \text{ kJ mol}^{-1}$; sorg – $24,21 \text{ kJ mol}^{-1}$), dar asemănătoare cu cea a boabelor plantelor proteaginoase (ex.: soia – $37,18 \pm 1,57 \text{ kJ mol}^{-1}$; fasole albe – $37,96 \text{ kJ mol}^{-1}$; lupin – $60,44 \text{ kJ mol}^{-1}$).

Se poate presupune că procesul de hidratare a năutului este unul complex și include adsorbția apei în micropori și interacțiunea apei adsorbite cu elementele structurale ale năutului. Valoarea relativ mare a energiei de activare indică că procesului de hidratare a năutului este controlat în măsură mai mică de procesul de difuzie în micropori (energie de activare mică) și este guvernat de difuzia moleculelor apei prin stratul lipidic al membranelor celulare ($E_a = 48-64 \text{ kJ mol}^{-1}$) și de interacțiunea apei cu componenții năutului (proteine – $E_a = 30-100 \text{ kJ mol}^{-1}$, glucide simple – $E_a = 50-70 \text{ kJ mol}^{-1}$ etc).

3. 3. 5. Hidratarea în soluții de săruri

Hidratarea năutului a fost efectuată în soluții de săruri: NaCl, KCl, CaCl₂ și NaHCO₃ la temperatura de $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ și cu concentrații normale între 0,03-0,34 mol echiv./l. Curbele experimentale care descriu evoluția gradului de hidratare a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare sînt prezentate respectiv în figura 3.7.

Curbele experimentale obținute au arătat o alură de hidratare în creștere. Viteza de hidratare și gradul de hidratare de echilibru sînt în funcție de natura și de concentrația sării utilizate (figura 3.8).

Explicația acestui fenomen rezidă în comportamentul specific al proteinelor. Proteinele au multiple grupări polare, care interacționează cu apa și cu ionii prezenți în mediul de hidratare.

Hidratarea proteinelor depinde de concentrația sărurilor solubilizate în mediul de hidratare, care se exprimă prin forța ionică și care se descrie prin următoarea relație:

$$I = \frac{1}{2} \sum C_i Z_{i2} ; \quad (3.17)$$

unde:

I – forța ionică;

C_i – concentrația molară a diferitor specii ionice;

Z_i – sarcina ionilor.

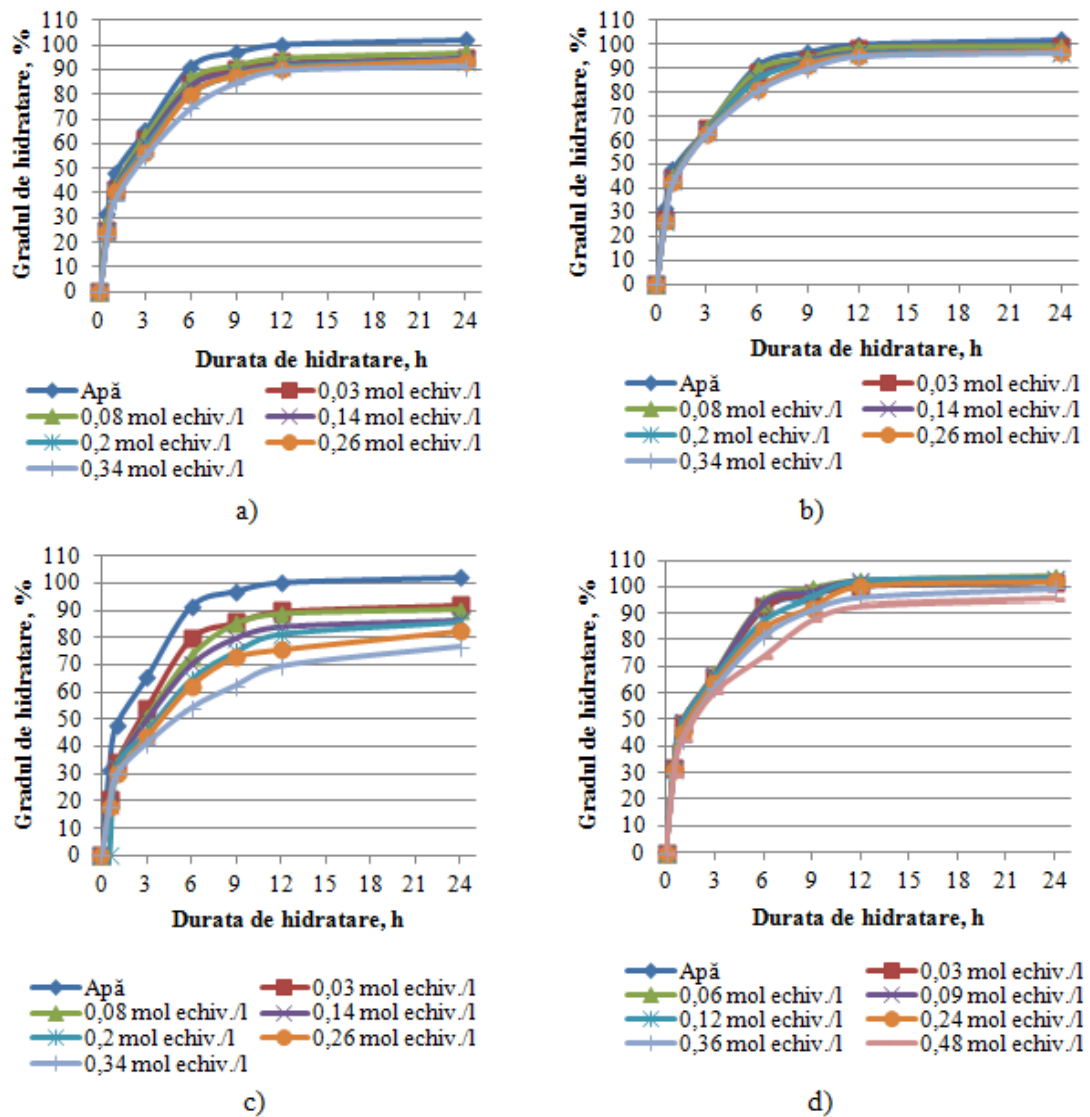


Fig. 3.7. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare în soluții de săruri: a) NaCl; b) KCl; c) CaCl₂; d) NaHCO₃

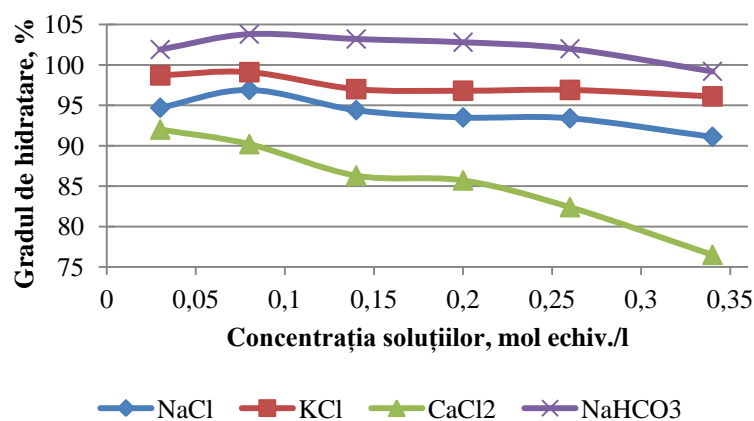


Fig. 3.8. Dependența gradului de hidratare a boabelor de năut de concentrația sărurilor în mediul de hidratare ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 24\text{ h}$)

La o anumită forță ionică gradul de hidratare a proteinelor depinde de natura ionilor și, în particular, de mărimea și sfera de hidratare a lor. La valori reduse ale concentrației ionilor (mai puțin de 0,075 mol echiv./l) gradul de hidratare a proteinelor crește odată cu creșterea concentrației sărurilor. Acest fenomen, numit „salting-in”, se explică prin faptul că ionii sărurilor interacționează cu site-urile polare ale proteinelor și, prin urmare, măresc hidratarea proteinelor pînă la solubilizare. Însă, mai sus de o anumită concentrație a sărurilor ($\geq 0,075$ mol echiv./l), apare o anumită competiție pentru solvant (apa) între ionii sărurilor din soluție și grupările hidrofile ale proteinelor. Drept rezultat, cantitatea de apă disponibilă pentru solvatarea grupărilor hidrofile ale proteinelor scade și, prin urmare, se reduce și procesul de hidratare a boabelor. Acest fenomen se numește „salting-out” [37].

Referitor la impactul bicarbonatului de sodiu, acesta are un efect dublu: modifică forța ionică și majorează esențial pH-ul mediului. Creșterea pH-ului pînă la 8-9 are un impact mult mai pronunțat asupra hidratării proteinelor decît creșterea forței ionice, conducînd la reducerea semnificativă a hidratării boabelor de năut.

3.3.6. Hidratarea în leșie de cenușă (soluție de cenușă)

Leșia de cenușă este o soluție alcalină obținută prin fierbere cu apă a cenușii de lemn. În tehnologia alimentară și culinară ea este folosită pentru înmuierea boabelor de sorg la pregătirea unor varietăți de tortilla (Mexic), linteii (Etiopia), porumbului (India). Se afirmă că înmuierea boabelor cerealiere în leșie accelerează procesul de hidratare, reduce conținutul de tanine și ameliorează calitatea nutrițională a preparatelor alimentare din ele [86, 208].

Rezultatele obținute prezentate în tabelul 3.13 arată că gradul de hidratare a năutului în leșie de cenușă este cu 3-7% mai mare decît în apă și se datorează în special mediului alcalin al leșiei, care favorizează, în primul rînd, hidratarea proteinelor, dar și a unor poliglucide, cum sînt pectinele.

Tabelul 3.13. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare în leșie de cenușă

Durata, ore	Concentrațiile soluției de leșie de cenușă, %				
	Apă	2,5%	5,0%	7,5%	10,0%
0,5	27,1	28,4	28,2	28,4	29,2
1	45,3	47,2	49,2	42,3	39,3
3	74,2	75,9	76,1	75,8	72,4
6	91,5	90,8	93,1	91,4	91,1
9	94,4	94,6	96,6	95,9	95,1
12	96,3	97,5	99,6	97,5	96,1
24	97,1	98,3	99,9	98,2	97,7

3.3.7. Hidratarea în soluții de acizi

Hidratarea năutului a fost efectuată în soluții de acizi: oxalic, acid lactic, acid acetic și citric la temperatura de 20 °C. Concentrația acizilor a variat între 0,04-0,25 mol echiv./l. Rezultatele obținute sunt prezentate în figurile de mai jos:

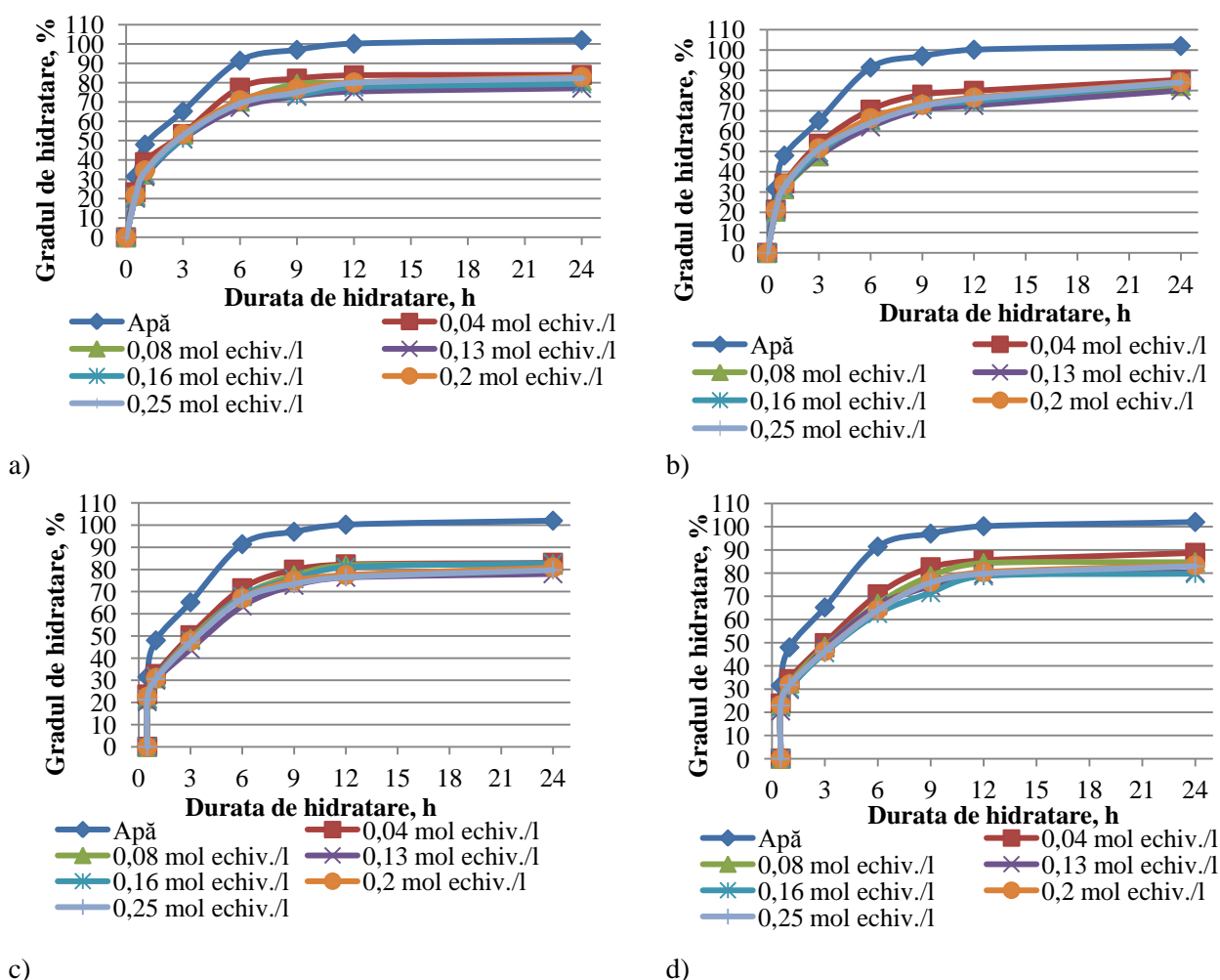


Fig. 3.9. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare în soluții de acizi alimentari: a) acid lactic; b) acid oxalic; c) acid acetic; d) acid citric

După cum a fost menționat mai sus, proteinele năutului sunt constituite în cea mai mare parte de globuline – solubile în soluții tampon saline și albumine – solubile în apă. Există, de asemenea, circa 10-15% de proteine insolubile. Globulinele reprezintă 55-65% din proteinele totale a năutului și includ legumina (pI = 4,8) și vicilina (pI = 5,5).

Proteinele au numeroase grupe ionizabile, iar valorile punctelor lor izoelectrice sînt diferite. În punctul izoelectric (pI) moleculele proteinelor au o sarcină netă egală cu zero. Gradul de hidratare a proteinelor crește pe măsura îndepărtării de la punctul lor izoelectric (figura 3.11).

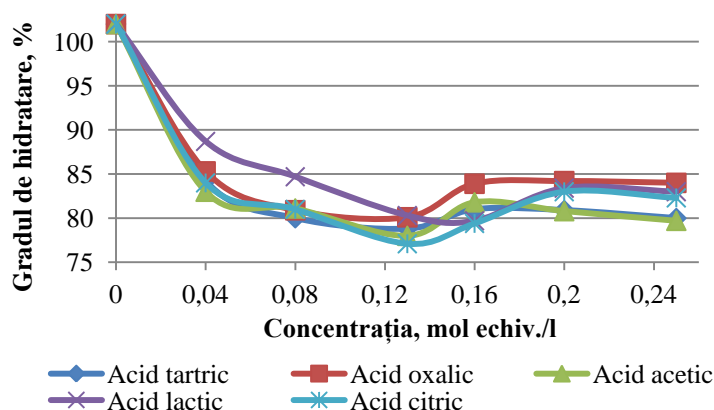


Fig. 3.10. Dependența gradului de hidratare a boabelor de năut de concentrația acizilor alimentari în mediul de hidratare ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 24\text{ h}$)

Pe măsură ce valoarea pH-ului se îndepărtează de pI al proteinei, crește numărul grupărilor pozitive ($\text{pH} \leq \text{pI}$) ori a celor negative ($\text{pH} \geq \text{pI}$) și, prin urmare, crește hidratarea macromoleculilor.

3.3.8. Hidratarea în soluții de zaharuri

Rezultatele hidratării boabelor de năut în soluții de zaharuri sînt reprezentate în figura 3.11 și anexa 1, tabelele A 1.1-1.2.

S-a constatat, că hidratarea boabelor de năut în soluții cu concentrații mici de zaharuri duce la creșterea gradului de hidratare. O creștere mai evidentă se observă în soluții de fructoză apoi zaharoză și glucoză. Odată cu creșterea concentrației de zaharuri peste 2,5-3% gradul de hidratare a boabelor de năut scade.

Este cunoscut că glucidele simple în concentrații mici au capacitatea de stabilizare a proteinelor. Acest fenomen se datorează hidratării preferențiale a proteinelor în soluțiile de zaharuri [163]. În aceste condiții glucidele joacă rolul de cosolvent și nu interacționează cu moleculele de proteine direct și, prin urmare, sînt substanțe osmolite nonperturbante. Există cazuri însă, mai ales în timpul uscării și congelării, cînd molecule de zaharuri interacționează direct cu moleculele de proteine prin legături de hidrogen.

O creștere a concentrației glucidelor simple în mediul apos implică mai multe molecule de apă în procesul de solubilizare a lor. La concentrații mari de glucide procesul de hidratare a proteinelor scade din cauza indisponibilității parțiale a apei. În aceste condiții macromoleculele proteinelor rămân mai compacte și mai puțin sensibile la factorii de destabilizare a lor cum ar fi temperatura, prezența ureei sau a substanțelor osmolite.

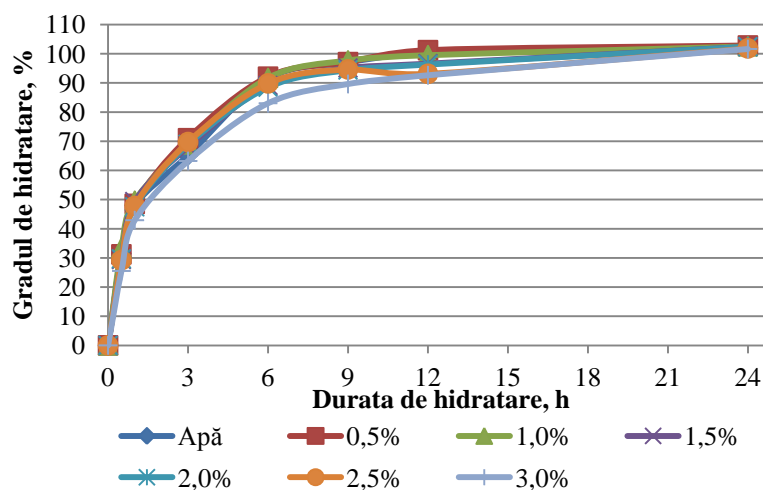


Fig. 3.11. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare (h, ore) în concentrații diferite de zaharoză

3.3.9. Efectul cuticulei

Tegumentul seminal al năutului (figura 3.12) include straturile periferice (cuticula; celule palisadice; celule mosor; parenchima) formate din celule cu pereții îngroșați și strâns unite între ele, adesea greu permeabile pentru apă și gaze. Ca urmare, boabele de năut sînt adesea tari și germinează cu întîrziere.

Cuticula reprezintă un strat constituit dintr-o componentă structurală polimerică, insolubilă și un amestec complex de lipide, inclusiv cutină, suberină, ceară cu diferite compoziții de acizi grași. Scheletul cuticulei este constituit din cutină-un poliester cu greutate moleculară mare, compus din acizi hidroxicanoici (C16 și C18) interesterificați [52].

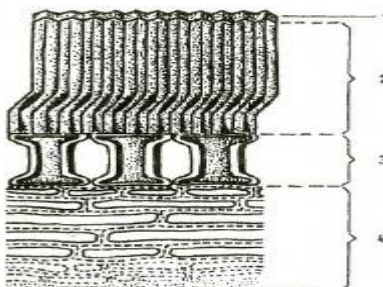
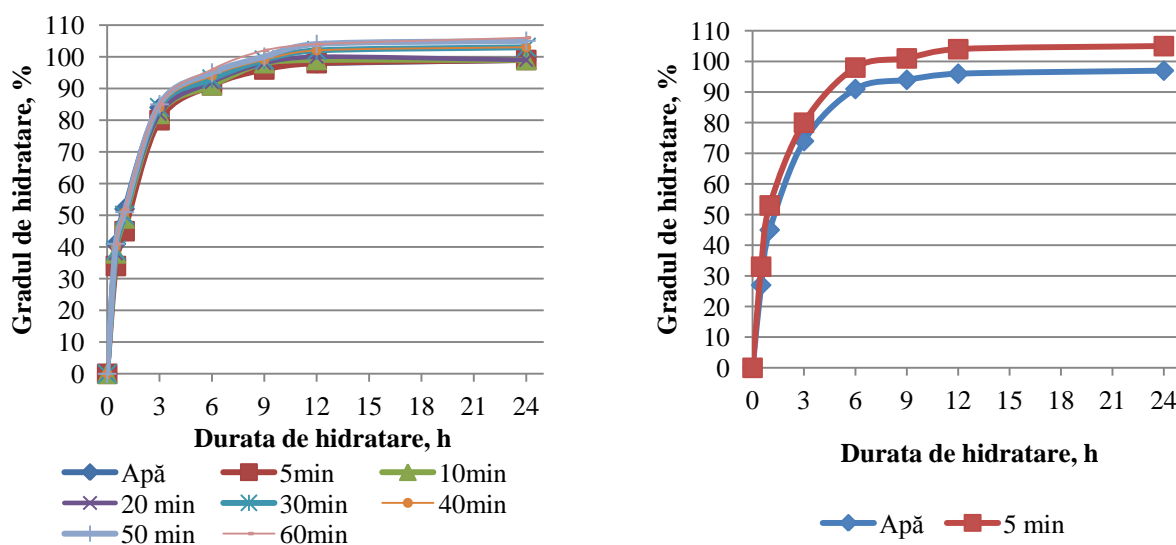


Fig. 3.12. Secțiune prin tegumentul seminal la năut: 1 – cuticula; 2 – celule palisadice; 3 – celule mosor; 4 – parenchima

Shao ș.a. (2007) au constatat că boabele de soia, care au în staraturile exterioare un conținut redus de acizi grași hidroxilați, se hidratează mai repede decât cele cu conținut mare de acizi sus-numiți.

Pentru a aprecia rolul cuticulei în procesul de hidratare și, ținând cont de faptul că o parte din componentele hidrofobe ale cuticulei (în primul rând, ceara) sînt puțin solubile în alcool și solubile în cloroform, au fost realizate experimente care vizează influența tratamentului preliminar al boabelor de năut cu acești agenți și a blanșării. Rezultatele obținute sînt prezentate în graficele de mai jos:



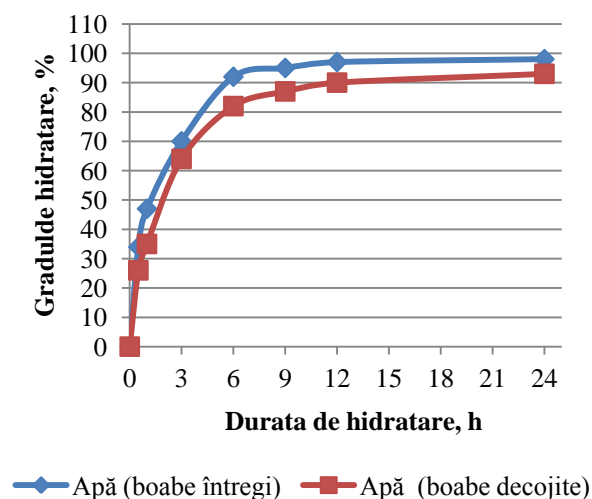
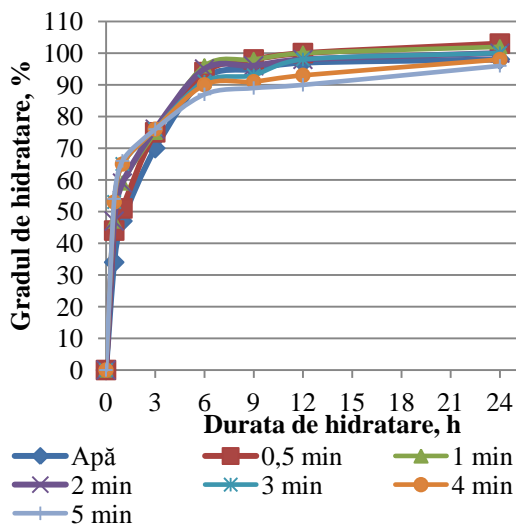
a) b)
Fig. 3.13. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut tratate cu alcool și cloroform în funcție de timpul de hidratare. Tratamentul boabelor: a) alcool etilic; b) cloroform.

S-a constatat că gradul de hidratare a boabelor menținute în alcool etilic în decurs de 5-20 min practic este identic gradului de hidratare fără tratament preliminar. Odată cu creșterea în continuare a duratei de menținere în alcool pîna la 60 min, gradul de hidratare crește cu pîna la 5-7%. Același efect se observă la boabele de năut tratate cu soluție de cloroform timp de 5 min.

În figurile 3.14 (a și b) este prezentat efectul proceselor de blanșare și decojire asupra gradului de hidratare a boabelor de năut.

Blanșarea afectează, de asemenea, procesul de hidratare a năutului. S-a constatat că blanșarea preliminară a boabelor timp de 0,5-1,0 min mărește gradul de hidratare cu 3-4%, iar dacă durata de blanșare este mai mare, gradul de hidratare scade. Rezultate asemănătoare au fost raportate pentru hidratarea fasolei [24].

Blanșarea produce topirea cearii și îndepărtarea parțială a acesteia împreună cu alte lipide de pe suprafața bobului – fapt care micșorează hidrofobicitatea suprafeței și mărește permeabilitatea pentru apă a cuticulei.



a) b)
Fig. 3.14. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de durata de hidratare (h, ore) tratate inițial prin: a) blanșare; b) decojire.

În plus, există unele informații, care indică că un alt factor care reține hidratarea boabelor este prezența substanțelor fenolice. Pe parcursul blanșării conținutul de fenoli scade, iar permeabilitatea pentru apă a țesuturilor vegetale crește [173].

Efectul negativ al blanșării mai îndelungate (peste două minute) este probabil determinat de denaturarea parțială a proteinelor, care reduce capacitatea de hidratare a lor.

Boabele decorticate (figura 3.14, b) au o capacitate de hidratare semnificativ mai redusă decât boabele întregi. Acest lucru se poate datora reducerii conținutului de fibre alimentare, în special, a substanțelor pectice din învelișului bobului (capacitatea de hidratare a cărora este destul de semnificativă), care constituie pînă la 8% în învelișul seminal și doar 3,3% în boabele întregi de năut [35].

Concluzii parțiale

1. A fost investigată hidratarea năutului la 15, 20, 25, 30 și 40 °C, folosind modelul Peleg. Valoarea constantei K_1 scade odată cu creșterea temperaturii, iar la o temperatură dată este cu atît mai mică cu cît este mai mare cantitatea de apă absorbită. Valoarea constantei K_2 este puțin afectată de temperatură și este, probabil, dependentă în mare măsură de compoziția și structura bobului și, în special, de grosimea și structura învelișului. Modelul Peleg exprimă suficient de bine caracteristicile de hidratare a năutului și poate fi utilizat pentru determinarea umidității de echilibru a năutului.
2. La valori reduse ale concentrației sărurilor alimentare (sub 0,075 mol echiv./l) ionii sărurilor interacționează cu site-urile polare ale proteinelor și măresc hidratarea boabelor.

Însă la concentrații mai mari sărurile inhibă procesul de hidratare probabil din cauza efectului liotropic asupra proteinelor.

3. Dependența gradului de hidratare a năutului în funcție de concentrația acizilor alimentari în mediul de hidratare se prezintă sub forma unei curbe în „U” cu o valoare minimală la concentrația acizilor de cca 0,12 mol echiv./l, care este probabil determinată de caracterul amfoter al proteinelor năutului.
4. În concentrații mici de până la 3% prezența zaharurilor simple în mediul de hidratare joacă rolul de cosolvenți și amplifică procesul de hidratare, iar la concentrații mai mari, zaharurile indisponibilizează parțial apa și rețin hidratarea boabelor.
5. A fost confirmat rolul specific în procesul de hidratare al cuticulei tegumentului seminal. Tratarea prealabilă a boabelor cu alcool etilic ori cloroform și blanșarea produc solubilizarea ori topirea (și îndepărtarea) cerei de pe suprafața cuticulei – fapt care micșorează hidrofobicitatea suprafeței și mărește permeabilitatea pentru apă a cuticulei. Blanșarea îndelungată (peste două minute) are un impact negativ asupra absorbției apei, probabil din cauza denaturării parțiale a proteinelor, care reduce capacitatea lor de hidratare.

4. IMPACTUL TRATAMENTELOR TEHNOLOGICE ASUPRA CALITĂȚII NUTRIȚIONALE ȘI TEXTURII BOABELOR DE NĂUT

4.1. Introducere

Pentru utilizare în alimentația umană boabele leguminoase sînt supuse unor tratamente tehnologice preliminare și termice. Ca și alte boabe leguminoase, năutul este procesat prin înmuiere (hidratare), germinare, fierbere în apă și cu aburi, prăjire, tratare cu microunde etc. Tratamentele tehnologice menționate afectează esențial textura, compoziția chimică și valoarea nutrițională a boabelor.

Germinarea este un proces metabolic foarte complex, pe parcursul căruia proteinele, glucidele și lipidele de rezervă sînt degradate pentru a furniza energia necesară pentru dezvoltarea germenului și ulterior a radicelei. Germinarea boabelor leguminoase este o procedură aplicată în mod deliberat pentru a crește în mod semnificativ biodisponibilitatea substanțelor nutritive, dar și pentru a diminua conținutul constituenților antinutritivi și/sau toxici – flavoniodi, taninuri, fitați, alcaloizi, inhibitori ai tripsinei ș.a. [81].

În timpul germinării (după înmuiere prealabilă) boabele trec din starea de viață latentă în stare activă, are loc neutralizarea inhibitorilor de enzime, activarea enzimelor inactive în bobul uscat și sintetizarea „de novo” / generarea enzimelor, în principal, a hidrolazelor: β -glucanaze, α -amilază, enzime proteolitice (peptidaze și proteinaze), fosfataze, β -amilază și al. Acest proces determină o serie de transformări biochimice și de structură, prin care se realizează o creștere importantă a valorii nutritive prin mărirea biodisponibilității compușilor nutritivi, a conținutului de vitamine, de bioelemente și a altor substanțe biologice active [116].

Toate aceste transformări biochimice, induse prin germinare, constituie argumente hotărîtoare în favoarea utilizării în alimentație a boabelor leguminoase germinate, inclusiv a năutului și a produselor obținute din el în condiții de procesare care să nu afecteze negativ compoziția chimică complexă a acestora.

Tratamentele hidrotermice ale năutului se realizează prin fierbere la presiune atmosferică – în condiții casnice în vase speciale, ce mențin o presiune crescută, sau în autoclave la conservarea industrială. Modificările care intervin la tratamentul termic depind în mare măsură de temperatura și durata tratamentului.

Tratamentele hidrotermice ameliorează digestibilitatea proteinelor și amidonului, ceea ce face să crească conținutul de fibre alimentare solubile [35].

4.2. Metode de tratare tehnologică

Înmuierea / hidratarea năutului. Condițiile de hidratare a năutului și unele aspecte procesuale ale hidratării au fost expuse în compartimentul 3.3. „Hidratarea boabelor de năut”.

Germinarea năutului. Germinarea năutului a fost realizată în modul următor: boabele au fost în prealabil dezinfectate prin înmuierea lor într-o soluție de 1% hipoclorit de sodiu timp de 20 de minute, apoi clătite de două ori cu apă distilată.

Boabele igienizate au fost înmuiate ulterior în apă distilată în raport de 1 : 3 m/v timp de 10 ore. După extragerea din mediul de înmuiere, surplusul de apă de pe suprafața boabelor a fost înlăturat cu hîrtie absorbantă. Pentru germinare boabele au fost plasate pe hîrtie de filtru umedă în vase Petri. Germinarea propriu-zisă a fost realizată pentru perioada de 10, 20, 30, 40, 50, 60, și 70 de ore în întuneric la 25 ± 2 °C. Pentru menținerea umidității boabele au fost spălate periodic la intervale de 10 ore cu apă distilată. După intervale predeterminate de timp, boabele germinate au fost colectate, apoi uscate în etuvă ventilată la 40 ± 2 °C. Probele uscate au fost măcinate, iar făina rezultată a fost păstrată în frigider și ulterior folosită pentru analize chimice.

Fierberea năutului. Fierberea năutului a fost realizată în apă distilată și în soluții cu diferită concentrație de săruri alimentare (NaCl, KCl, CaCl₂, NaHCO₃, soluție de cenușă (leșie), zaharuri simple (fructoză, glucoză și zaharoză) și acizi alimentari (tartric, oxalic, lactic, citric). Raportul dintre mediul apos și năut a constituit 2,5:1. Durata de fierbere a variat de la 1 pînă la 4 ore. Particularitățile modificărilor năutului la fierberea în diferite medii sînt prezentate în compartimentul 4.3.

4.3. Impactul tratamentelor tehnologice asupra calității nutriționale

4.3.1. Modificarea proteinelor

Pe parcursul tratamentelor tehnologice proteinele de rezervă ale boabelor leguminoase suportă unele modificări profunde. Proteinele leguminoaselor, la fel ca și toate proteinele, sub influența temperaturii denaturează cu modificarea proprietăților lor, inclusiv: solubilitatea, capacitatea de hidratare ș.a.

Hidratarea boabelor este însoțită de trecerea parțială în apă a proteinelor solubile. Cantitatea de proteine solubilizate este direct proporțională cu durata de contact al boabelor cu apa [19]. Modificările conținutului de proteine și raportul fracțiilor proteice și de azot pe parcursul tratamentelor tehnologice ale năutului sînt prezentate în tabelul 4.1.

Astfel, conținutul de proteină scade cu 0,19% – pierderile prin lesivare fiind ne semnificative. În general, difuzia proteinelor în mediul de hidratare este determinată, pe de o parte, de solubilitatea lor în apă și, pe de altă parte, de proprietățile de barieră a învelișurilor bobului de năut. În bobul de năut albuminele hidrosolubile constituie doar 13,42 % din totalul proteinelor, restul 86,58%

(globulinele, glutelinele și stroma) fiind proteine insolubile în apă. Învelișurile bobului de năut au proprietăți de barieră impermeabilă bine pronunțate (confirmat și de rezultatele studiului hidratării boabelor).

Sub aspect cantitativ evoluția conținutului de proteine pe parcursul germinării este determinată de două procese de bază:

- degradarea proteinelor și utilizarea produselor rezultate la germinare;
- sinteza proteinelor specifice.

Prin urmare, conținutul proteinelor din boabe pe parcursul germinării lor poate să crească ori să scadă în funcție de raportul vitezelor proceselor menționate.

Germinarea năutului a determinat o ușoară scădere în conținut de proteina brută, dar efectul a fost nesemnificativ. La germinarea altor boabe leguminoase conținutul de proteină brută se mărește cu cca 10% [28, 143].

Germinarea năutului nu a modificat esențial conținutul de azot proteic, în timp ce conținutul de azot neproteic în această perioadă a crescut. O scădere ușoară a conținutului azotului proteic și o creștere a azotului neproteic la germinare a fost raportată de King și Puwastein (1987) pentru boabele de fasole.

Tabelul 4.1. Conținutul mediu de proteină și raportul fracțiilor proteice și de azot în boabele de năut native, hidratate, germinate și fierte

Nr. crt.	Fracția proteică Fracția de azot	Conținut, %SU			
		Năut nativ	Năut hidratat	Năut germinat	Năut fiert
1	Proteina brută	23,81 ± 0,95 (100%)	23,62 ± 0,71 (100%)	23,56 ± 0,94 (100%)	23,56 ± 1,18 (100%)
	• Albumine	3,18 ± 0,13 (13,42%)	3,00 ± 0,12 (12,77%)	2,56 ± 0,06 (10,96%)	1,63 ± 0,06 (6,93%)
	• Globuline	15,81 ± 0,63 (66,60%)	15,56 ± 0,81 (66,22%)	15,5 ± 0,88 (66,31%)	4,25 ± 0,25 (18,13%)
	• Gluteline	2,13 ± 0,13 (8,90%)	2,06 ± 0,19 (8,78%)	2,0 ± 0,12 (8,56%)	1,44 ± 0,06 (6,13%)
	• Stromă (proteine constituționale)	2,69 ± 0,13 (11,30%)	2,88 ± 0,13 (12,23%)	3,31 ± 0,19 (14,17%)	16,13 ± 0,31 (68,8%)
2	Azotul total, inclusiv:	3,81 ± 0,19 (100%)	3,78 ± 0,18 (100%)	3,79 ± 0,15 (100%)	3,77 ± 0,11 (100%)
	• Azot proteic	2,97 ± 0,11 (77,95%)	2,82 ± 0,14 (74,60%)	2,64 ± 0,13 (69,66%)	0,42 ± 0,02 (11,14%)
	• Azot extractiv	0,76 ± 0,03 (19,94%)	0,86 ± 0,01 (22,75%)	1,02 ± 0,02 (26,91%)	0,91 ± 0,01 (24,14%)
	• Azotul stromei	0,08 ± 0,01 (2,09%)	0,10 ± 0,01 (2,65%)	0,11 ± 0,01 (2,90%)	2,44 ± 0,02 (64,72%)

Autorii explică creșterea conținutului de azot nonproteic prin majorarea conținutului de aminoacizi ca urmare a activității proteolitice și a creșterii conținutului de acizi nucleici ca urmare a activității metabolice.

Fierberea provoacă denaturarea termică a proteinelor condiționată de temperatură, durata de tratare termică și umiditate. Ca urmare a denaturării, proteinele pierd capacitatea de hidratare și solubilizare. Ca rezultat al tratamentului hidrotermic, conținutul de proteină brută a rămas practic intact, însă s-a modificat compoziția fracțională a proteinelor, a scăzut drastic conținutul de albumine, globuline și gluteline și a crescut conținutul stromei.

În urma tratamentelor tehnologice aplicate năutului s-a modificat și conținutul de aminoacizi liberi. Germinarea boabelor a condiționat o mică creștere a conținutului de aminoacizi, excepție fiind doar scăderea cu cca 13% a conținutului de meteonină și cisteină (tabelul 4.2).

Tabelul 4.2. Modificarea aminoacizilor esențiali în proteinele boabelor de năut

Aminoacizii esențiali	Conținutul aminoacizii esențiali, g/100 g S.U.			
	Boabe native	Boabe hidratate	Boabe germinate	Boabe fierte
Izoleucină	1,15 ± 0,09	1,14 ± 0,09	1,12 ± 0,08	1,10 ± 0,11
Leucină	2,05 ± 0,19	2,04 ± 0,19	2,16 ± 0,17	2,16 ± 0,17
Lizină	1,83 ± 0,14	1,81 ± 0,16	1,77 ± 0,15	1,72 ± 0,14
Meteonină+ cisteină	0,78 ± 0,06	0,77 ± 0,06	0,77 ± 0,06	0,68 ± 0,05
Fenilalanină+ tirozină	2,34 ± 0,21	2,33 ± 0,2	2,33 ± 0,23	2,25 ± 0,23
Treonină	0,97 ± 0,09	0,96 ± 0,08	1,21 ± 0,09	1,15 ± 0,09
Triptofan	0,29 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,34 ± 0,03	0,29 ± 0,02
Valină	1,24 ± 0,11	1,24 ± 0,11	1,27 ± 0,1	1,17 ± 0,1
Suma	10,65 ± 0,95	10,58 ± 0,95	10,97 ± 0,98	10,52 ± 1,05

Aceste rezultate sînt în concordanță cu un alt studiu publicat anterior de Ziena (1989), în care se arată că la fierberea bobului (*Vicia faba L.*), se modifică conținutul aminoacizilor care conțin sulf.

În boabele germinate de năut s-a marcat o creștere a conținutului de leucină, treonină și triptofan (în comparație cu boabe native), iar conținutul altor aminoacizi s-a modificat nesemnificativ.

4.3.2. Modificarea grăsimilor

Conținutul total de lipide în boabele de năut întregi și decorticate variază între 3,1 și 6,9% și respectiv, între 4,5 și 7,5%.

Năutul nativ conține 6,57% de grăsimi. Tratamentele tehnologice au modificat nesemnificativ conținutul de grăsimi (figura 4.1).

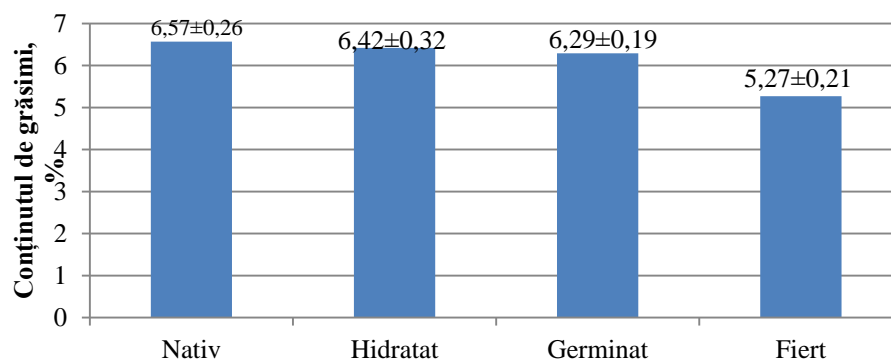


Fig. 4.1. Conținutul de grăsimi în boabele de năut, %

Reducerea maximală cu cca 20% a conținutului de lipide a fost constatată la fierberea năutului. Germinarea boabelor a provocat o reducere a lipidelor de cca 3%. Această reducere este, probabil, cauzată de degradarea grăsimilor pentru a furniza energia necesară dezvoltării germenului. Rezultate similare au fost raportate de El Adway (2002) și Mubarek (2005).

4.3.3. Modificarea glucidelor

Principalele glucide în năut sînt amidonul și zaharurile simple, care constituie 50,36% și, respectiv, 3,94%.

Modificarea conținutului de glucide la tratarea tehnologică a boabelor de năut este prezentată în figura 4.2.

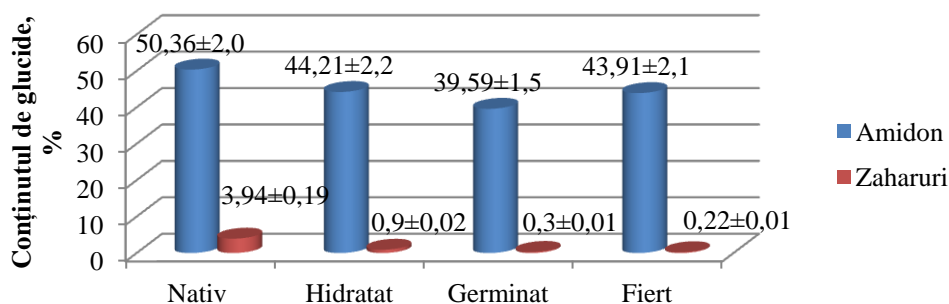


Fig. 4.2. Conținutul de amidon și zaharuri simple în boabele de năut, %

Modificarea amidonului la înmuierea și germinarea ulterioară a boabelor este determinată de activitatea amilazelor.

Rolul principal în mecanismul de activare a amilazelor le revin giberelinelor – substanțe biologice active, ce stimulează germinarea semințelor, grăbind apariția plantulelor în primele stadii de dezvoltare. Pe parcursul înmuierii boabelor, giberilinele (inițial prezente în germeni) se repartizează în tot bobul și stimulează apariția α -amilazei în endosperm și în stratul aleuronic. În procesul de germinare propriu-zisă crește esențial și activitatea β -amilazei [23].

La fierberea boabelor pierderile de amidon constituie cca 15%. Aceste pierderi rezultă din gelatinizarea și solubilizarea amidonului în mediul de fierbere. Pierderile de zaharuri simple hidrosolubile sunt mult mai mari.

4.3.4. Modificarea conținutului de substanțe minerale (a cenușii)

În figura 4.3 și tabelul 4.3 sunt prezentate datele experimentale privind conținutul de cenușă și cantitatea de elemente minerale în boabele de năut nativ și modificările ce au loc la tratarea tehnologică.

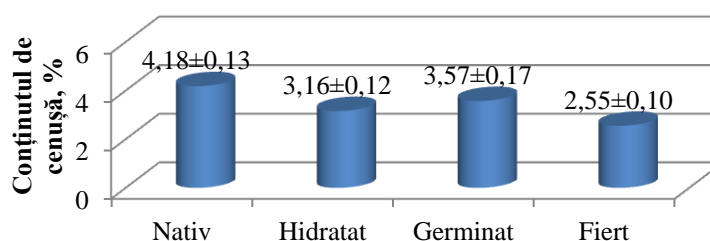


Fig. 4.3. Modificarea conținutului de cenușă la tratarea tehnologică a boabelor de năut, %

Datele obținute arată, că conținutul de cenușă în probele hidratate, germinate și fierte se reduce cu 24%, 14% și 39%, respectiv.

Motivul reducerii mai însemnate a conținutului de cenușă la hidratare și fierbere în comparație cu modificarea la germinare este solubilizarea elementelor minerale în timpul înmuierii și fierberii cu trecerea lor în mediul apos / hidric [197].

Tabelul 4.3. Modificarea cantității totale de substanțe minerale din boabele de năut hidratate

Tipul de boabe	Cantitatea de substanțe minerale totale, mg%						
	Mg	Ca	P	K	Fe	Zn	Cu
Boabe de năut nativ	110,5±5,0	79,2±3,0	379,3±18,0	930,0±37,0	5,2±0,2	2,9±0,1	0,7±0,03
Boabe hidratate 12 ore	110,1±4,4	79,1±3,9	378,2±18,9	911,8±36,5	4,0±0,1	2,8±0,1	0,7±0,02

4.3.5. Modificarea conținutului de substanțe antinutritive și substanțe toxice naturale

4.3.5.1. Modificarea fitaților

În stare brută boabele de năut conțin o serie întreagă de factori antinutritivi naturali.

Printre aceștia un interes deosebit îl prezintă acidul fitic (acidul inozitol-hexafosforic) și fitații – sărurile acidului fitic [122].

Acidul fitic și fitații sînt substanțe care influențează nivelul absorbției diferitor substanțe minerale. Avînd sarcini negative (în condiții de pH fiziologic), moleculele fitaților interacționează cu cationii bivalenți (Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+}), formînd complexe insolubile și reducînd astfel

disponibilitatea matalor pentru absorbție. Fitații formează, de asemenea, substanțe complexe cu proteinele și amidonul inhibând astfel digestibilitatea lor [148].

Defosforilarea fitaților este o precondiție pentru ameliorarea valorii nutritive, deoarece îndepărtarea grupărilor fosfate din inelul inozitolului diminuează esențial capacitatea de legare a substanțelor mineralelor și astfel ameliorează biodisponibilitatea lor. Printre factorii care afectează conținutul de fitați sînt și tratamentele tehnologice ale produselor alimentare [214].

Conținutul de fitați în boabele de năut a constituit în medie 0,59 g/100 g de substanță uscată (168 mg P/100 g SU), iar conținutul de fosfor anorganic a fost de 3,76 mg/100 g SU). Evoluția degradării fitaților a fost urmărită după conținutul de fosfor anorganic, format în urma defosforilării lor [8].

Efectul înmuierii. Pe parcursul înmuierii boabelor în apă distilată, conținutul de fitați a rămas practic neschimbat, iar conținutul de fosfor anorganic a scăzut continuu în timp (figura 4.4). Pierderile de fosfor anorganic după 12 ore de înmuiere au depășit 30% din conținutul lor inițial (3,76 și, respectiv, 2,56 mg P/100 g SU) și s-au datorat exclusiv lesivării lor din boabe în mediul apos. Rezultate similare au fost raportate de Deshpande (1983) și Ologhobo (1984).

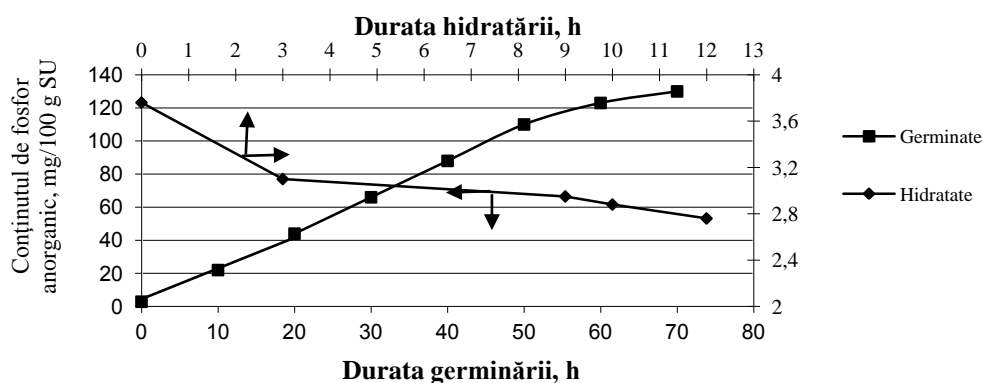


Fig. 4.4. Evoluția conținutului de fosfor anorganic pe parcursul hidratării și germinării boabelor de năut ($t = 20^{\circ}\text{C}$)

Efectul germinării. Germinarea este un proces biologic natural pentru toate plantele superioare, prin care semințele ies din faza lor de latență. Procesul de germinare este practicat ca o soluție alternativă de anihilare a unor dezavantaje ale boabelor leguminoase, cum sînt mirosurile nedorite, prezența inhibitorilor tripsinei și a fitaților.

Kumar ș.a. (2010) au constatat că, în timpul germinării boabelor de cereale și a leguminoaselor, fitații sînt degradați de fitaza intrinsecă. Semințele de plante utilizează fitații ca o sursă de fosfor anorganic în timpul germinării și, astfel, în consecință, se ameliorează palatabilitatea (gustul plăcut) și valoarea nutritivă a semințelor.

Rezultatele obținute (figura 4.4) indică o creștere semnificativă a conținutului de fosfor anorganic în boabe și, prin urmare, o reducere a fitaților. După 70 de ore de germinare conținutul de fosfor anorganic ajunge până la 130 mg P/100g SU.

Astfel, reducerea conținutului de fitați, datorită germinării timp de 70 de ore a depășit 70% din conținutul lor inițial (130/168 mg). Indiscutabil, această degradare masivă este datorată creșterii activității fitazei în timpul germinării boabelor, care hidrolizează acidul fitic și fitații până la inozitol și acid fosforic ori săruri ale acidului fosforic. Rezultate similare au fost raportate de Shimelis și Rakshit (2007). Autorii au constatat că la germinarea unor varietăți de fasole roșii timp de patru zile conținutul de acid fitic se reduce cu peste 75% din cel stabilit în boabele netratate.

Efectul tratamentului termic (fierbere). Tratamentele termice aplicate boabelor leguminoase (inclusiv năutului) sînt fierberea la presiune atmosferică și ridicată, fierberea cu microunde de frecvență înaltă HF [26], prăjirea, extrudarea – texturarea [139] ș.a. De cele mai multe ori însă se practică fierberea în apă împreună cu alte ingrediente alimentare, inclusiv săruri și acizi alimentari, zaharuri.

Rezultatele impactului duratei de fierbere a boabelor de năut înmuiate preliminar timp de 10 ore în apă și în soluții slabe de acizi (citric și oxalic), săruri (NaCl și NaHCO₃, extract de cenușă) și zaharuri (zaharoză și fructoză) și a concentrațiilor lor (pentru o durată de fierbere de două ore sînt prezentate în figura 4.5.

Rata de creștere a conținutului de fosfor anorganic (figura 4.6) depinde de compoziția mediului de fierbere, fiind destul de mică la fierberea în apă distilată și mare în mediile cu acizi, săruri și zaharuri.

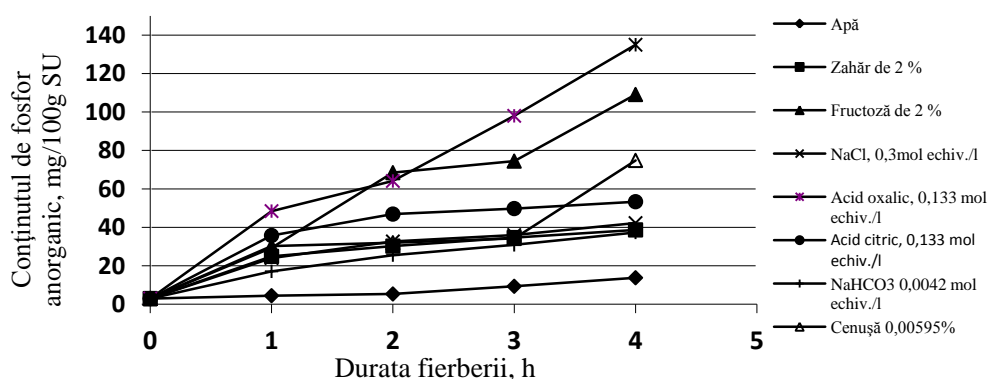


Fig. 4.5. Impactul duratei de fierbere a boabelor de năut (înmuiate preliminar 10 ore) în apă și în soluții de diferite substanțe asupra conținutului de fosfor anorganic

Prezența acizilor alimentari este asociată cu scăderea pH-ului, care inhibează protonarea ionilor bivalenți și reduce astfel afinitatea (capacitatea de chelatare) a grupărilor de fosfat pentru

legarea lor. Mecanismul de legare a cationilor bivalenți de grupările de fosfat la diferite valori de pH nu este cunoscut. Constantele de protonare a ionilor bivalenți scad și la creșterea forței ionice [70].

Zaharurile interacționează cu ionii de calciu prin stabilirea unor legături coordinative cu grupările hidroxil ale zaharurilor. Ionii de calciu coordonează cu trei atomi de oxigen ale aceleiași molecule de zahăr sau cu atomii de oxigen a două sau mai multe molecule de zahăr [159].

Astfel, prezența sărurilor, acizilor și zaharurilor în mediul de fierbere afectează stabilitatea moleculelor de fitați și măresc ușor rata de defosforilare a lor.

Procesul de defosforilare a fitaților la fierbere poate fi influențat și de formarea de complexe insolubile cu alți componenți cum ar fi complexele fitat-proteină, fitat-proteină-minerale etc. [190]. Astfel, procesele de tratare hidrotermică (înmuiere, germinare, fierbere) a năutului intervin în procesul de defosforilare a fitaților și reduc astfel efectul lor antinutrițional. Reducerea maximală de peste 70% a fitaților are loc la germinarea boabelor, iar la fierbere gradul lor de descompunere variază între 21 și 80% și depinde de durata și compoziția mediului de fierbere [8].

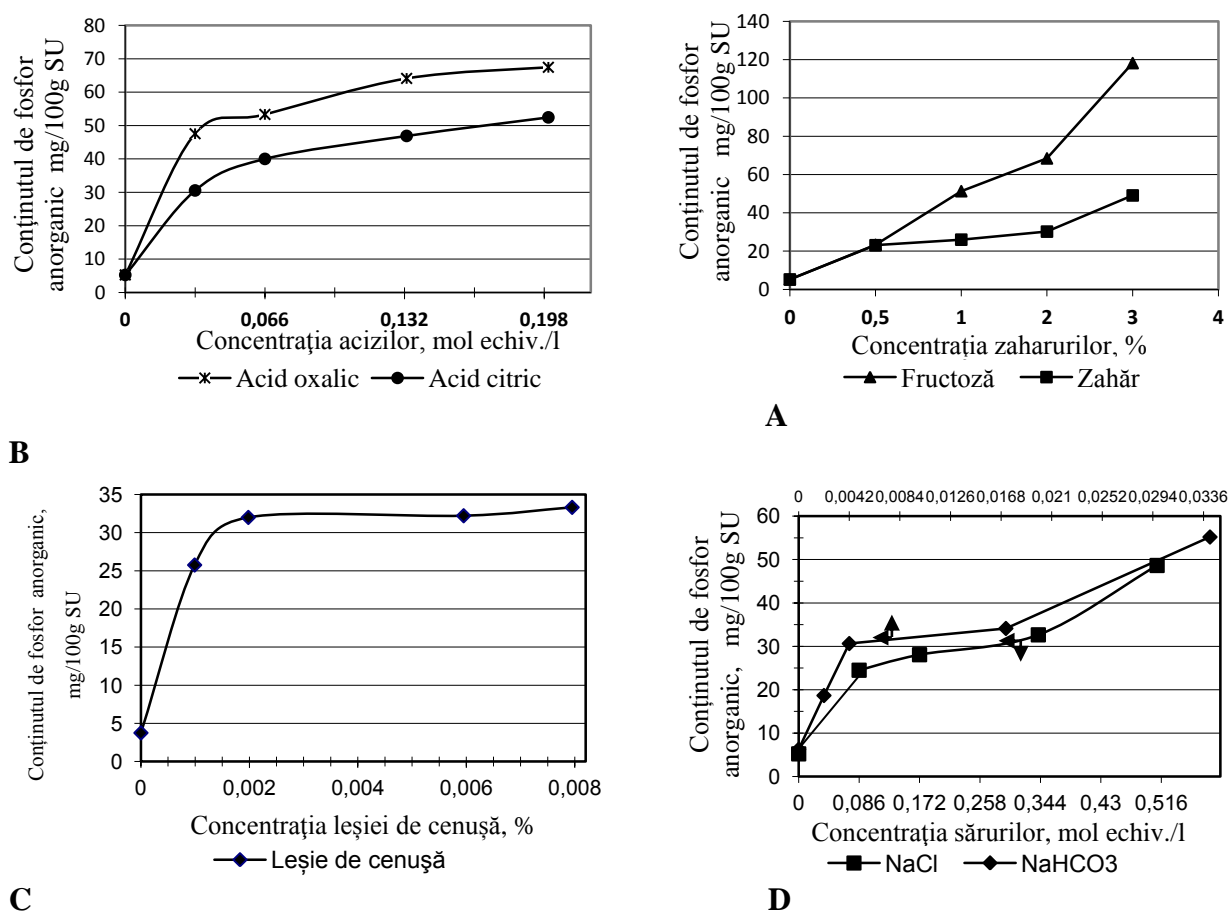


Fig. 4.6. Impactul mediului de fierbere (2 h) asupra conținutului de fosfor anorganic în boabele de năut. Medii de fierbere: A) soluții de acizi; B) soluții de zaharuri; C) leșie de cenușă; D) soluții de săruri

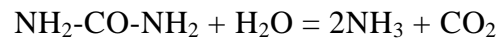
4.3.5.2. Modificarea activității inhibitorului activ al tripsinei

Asimilarea proteinelor năutului și ale altor boabe leguminoase este limitată de prezența așa-numitor factori antitripsici. Aceștea sînt compuși proteici cu activitate antienzimatică, care afectează activitatea tripsinei și a chimotripsinei produse la nivelul pancreasului exocrin. Ei se leagă la un reziduu aminoacid al enzimei blocînd centrul activ, ceea ce perturbă formarea complexului enzimă-substrat și, astfel, digestia proteinelor. Tratamentele tehnologice ale năutului prin efectele conjugate ale temperaturii, umidității, încolțirii / germinării ar putea conduce la diminuarea factorului antitripsic și la ameliorarea performanțelor nutritive ale boabelor [127].

Inhibitorul natural din soia (Bowman-Birk), descoperit în anul 1946, formează, împreună cu tripsina, un complex ireversibil, indiferent de cantitatea totală de tripsină din sistem.

Deoarece determinarea activității antitripsice este destul de complicată și anevoioasă, prezența și activitatea inhibitorului activ al tripsinei sînt adesea determinate indirect prin măsurarea activității ureazei. Această enzimă este prezentă în boabele leguminoase, iar impactul factorilor tehnologici asupra ratei de inactivare a ureazei corelează bine cu impactul acelorași factori asupra inhibitorului tripsinei [121].

Ureaza (E.C.3.5.1.5) este o metaloenzimă dependentă de nichel (Ni) care catalizează hidroliza ureei pînă la amoniac și dioxid de carbon:



Cinetica de degradare enzimatică a ureei depinde de specificitatea și activitatea ureazei, concentrația enzimei și a substratului, afinitatea enzimei față de substratul său de reacție și de factorii de mediu – temperatură, pH, prezența electroliților, activatorilor ori a inhibitorilor [160].

Activitatea ureazică a boabelor native de năut constituie 1,16 mg N/g.min.30°C și este mult mai mică decît cea a boabelor de soia (5-10 mg N/g.min.30°C), dar mai mare decît valoarea admisă pentru preparatele proteice (max 0,5 mg N/g.min.30°C) [160].

Impactul temperaturii. Rezultatele impactului temperaturii mediului asupra activității ureazei sînt prezentate în figura 4.7 [7].

Astfel, odată cu creșterea temperaturii de la 0 pînă la 60 °C (picul activității ureazice) activitatea ureazei crește, iar la temperaturi mai mari de 60 °C, relația dintre activitatea catalitică și temperatura este inversă. O scădere rapidă a activității ureazei se constată între 60 și 80 °C cu păstrarea unei activități reziduale între 80 și 100 °C. Prin urmare ureaza năutului este o enzimă relativ termostabilă.

Temperatura activității optime a ureazei din năut este asemănătoare cu cea a ureazelor din unele varietăți de fasole, fungii *Rhizopus*, specia de bacterii *Yersinia enterocolitica* [106], frunzele de talpa gîștii *Chenopodium album*, care constituie 60, 55, 65 și, respectiv, 60 °C.

Rezistența termică relativ înaltă a ureazei este, probabil, determinată de conformația structurală stabilă a enzimei și de legăturile puternice ale nichelului cu centrul ei activ. În consecință, se poate conchide că inactivarea totală a enzimei s-ar putea produce doar la temperaturi înalte de peste 100 °C.

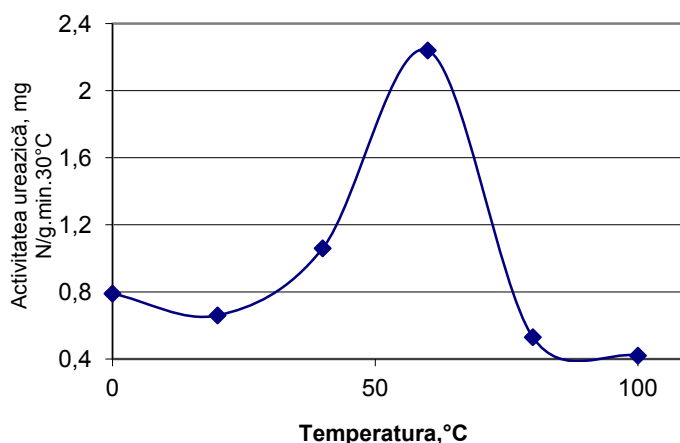


Fig. 4.7. Dependența activității ureazice a boabelor de năut înmuiate în funcție de temperatură

Impactul înmuierii și germinării. Evoluția activității ureazice pe parcursul înmuierii și germinării boabelor de năut este prezentată în figura 4.8.

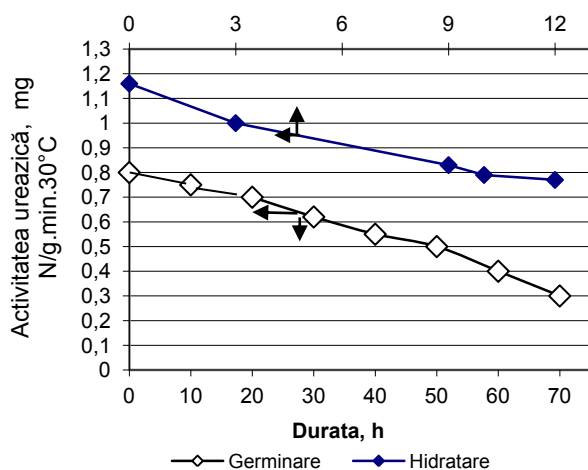


Fig. 4.8. Dependența activității ureazice de durata de înmuier și de germinarea boabelor de năut

Activitatea ureazei scade gradual atât la înmuerea boabelor, cât și la germinarea lor. O reducere mai importantă a activității ureazei are loc la germinarea năutului: după 70 de ore de germinare activitatea reziduală constituie doar 25% din cea inițială. Rezultate asemănătoare au fost relatate pentru boabele de soia [39], linte și mazăre. Scăderea activității enzimice poate fi determinată, pe de o parte, de legivarea enzimei în mediul de înmuier și de modificările biochimice și fizico-chimice care intervin în procesul germinării.

Orf și colegii (2007) au arătat că în timpul germinării are loc dezintegrarea enzimelor în subunități cu masă moleculară redusă, dar care, din punct de vedere imunochimic, sînt identice cu cele de origine inițială [153].

Acestea au solubilitate mărită și difuzează ușor în mediul apos. Drept rezultat, activitatea ureazică a boabelor scade.

Impactul duratei tratamentului termic și al compoziției mediului de fierbere. Rezultatele studiului impactului duratei tratamentului termic și al compoziției mediului de fierbere asupra activității enzimice inhibitoare sînt prezentate în figurile 4.9. și 4.10.

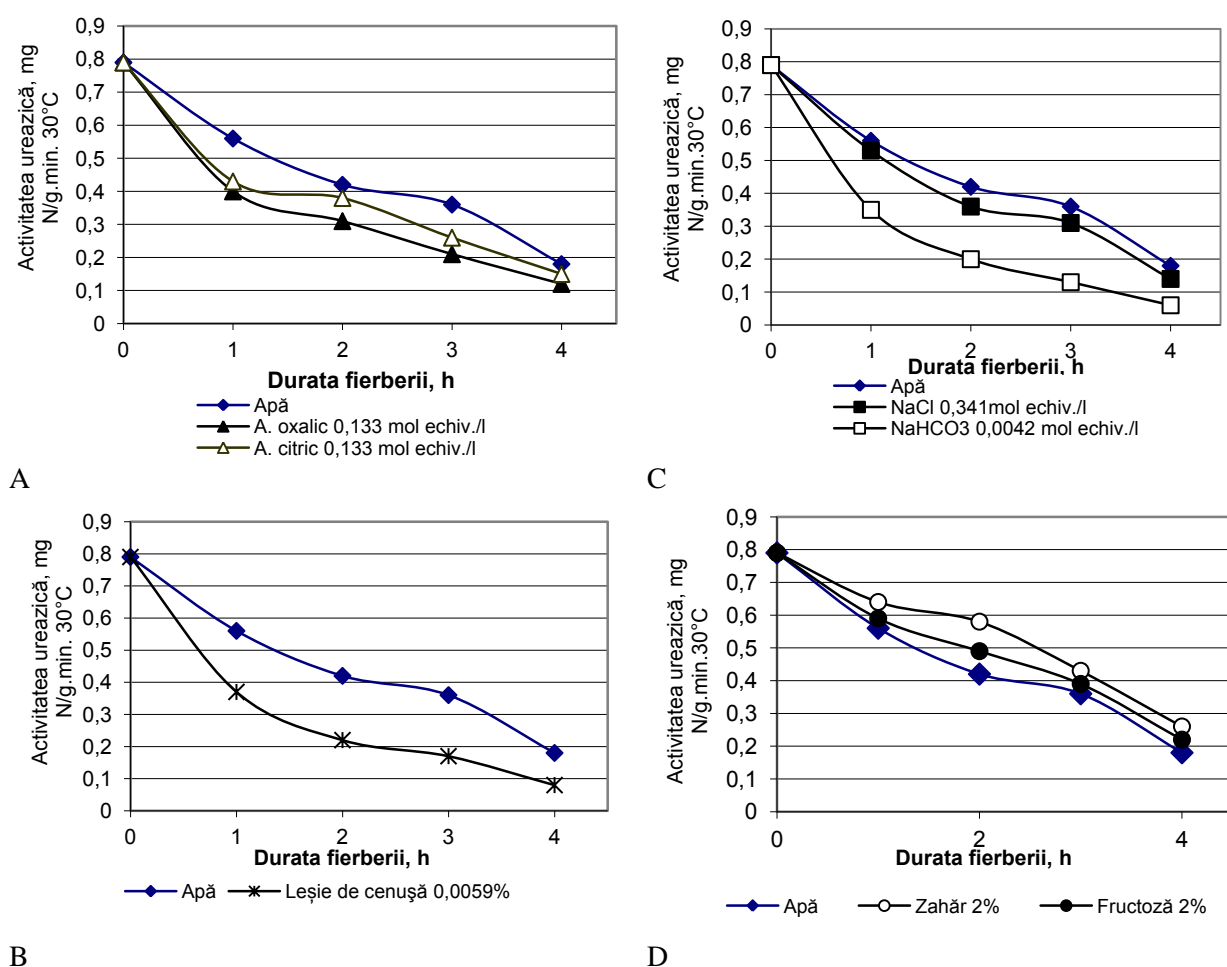


Fig. 4.9. Impactul duratei de fierbere a boabelor de năut (înmuiate preliminar 10 ore) în apă, soluții de acizi alimentari (A), leșie de cenușă (B), săruri (C) și zaharuri (D) asupra activității ureazice

Fierberea boabelor în apă distilată în decurs de 4 ore antrenează o reducere semnificativă a activității ureazice de la 0,79 mg N/g.min.30°C până la 0,18 mg N/g.min.30°C [7]. Valoarea activității ureazice reziduale după fierbere depinde de prezența aditivilor în mediul de fierbere.

Prezența acizilor (citric și oxalic) și a sărurilor (NaCl, NaHCO₃ și extract de cenușă) accelerează viteza de inactivare și diminuează activitatea reziduală a ureazei după fierbere, iar zaharurile (zaharoza și fructoza) au un impact protector asupra inactivării și măresc valoarea activității reziduale a ureazei.

Dependența activității ureazice de concentrația și natura acizilor din mediu este determinată de modificarea pH-ului și poate fi explicată de schimbările structurale care au loc în proteina enzimatică odată cu variația pH-ului. Structura terțiară a enzimei depinde de multiple interacțiuni intramoleculare, în primul rând, de legăturile de hidrogen dintre grupările funcționale ale aminoacizilor enzimei. Modificarea pH-ului afectează și gradul de ionizare a catenelor laterale a aminoacizilor, structura terțiară, perturbă conformația nativă și provoacă denaturarea enzimei [81].

Prezența sărurilor mărește forța ionică a mediului – un alt parametru important, care influențează conformația proteică și activitatea enzimelor, în special în cazul în care enzimele și substratul au sarcini electrice. Această influență este destul de complexă și specifică fiecărei enzime.

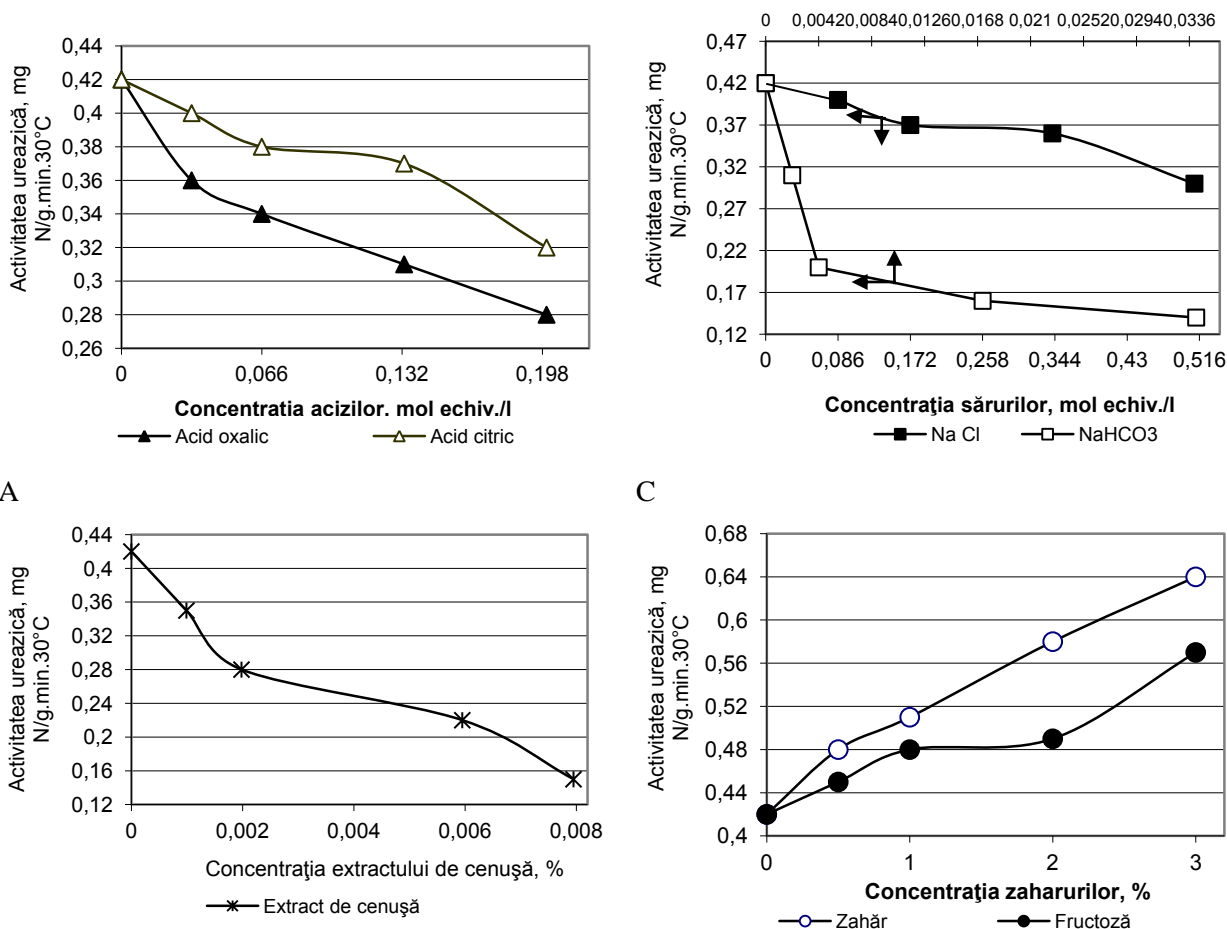


Fig. 4.10. Impactul compoziției mediului de fierbere (2 h) a boabelor de năut asupra activității ureazice: A) acizi alimentari; B) leșie de cenușă; C) săruri; D) zaharuri

Modificarea forței ionice a mediului afectează natura polară a proteinelor și solubilitatea lor. În același timp, prezența sărurilor intervine și în stabilitatea grupărilor hidrofobe ale proteinelor. Apa interacționează cu regiunile hidrofobe, iar prezența ionilor solvatați provoacă expunerea lor la suprafață și precipitarea enzimelor. Toate acestea conduc la scăderea activității enzimelor.

Zaharurile au un impact protector asupra activității enzimatică și denaturării chimice și termice a proteinelor.

Natura exactă a interacțiunilor care guvernează stabilitatea mediată de zaharuri asupra proteinelor nu este încă foarte clară. Xie și Timasheff (1997) consideră că hidratarea preferențială a zaharurilor (care sunt și cosolvenți) limitează hidratarea și stabilizează structura pliată a proteinelor.

Aceiași autori afirmă că un alt factor care ar provoca hidratarea preferențială a proteinelor poate fi creșterea tensiunii superficiale a mediului. Bolen și colaboratorii [44] au arătat că interacțiunile cumulative dintre aminoacizii catenelor laterale și substanțele osmolite (inclusiv zaharoză) favorizează desfășurarea proteinelor, iar efectul stabilizator al lor este determinat de interacțiunile peptidă-osmolit.

Concluzii. Activitatea ureazică a boabelor native de năut constituie 1,16 mg N/g.min.30°C și este mai mică decât cea a boabelor de soia (5-10 mg N/g.min.30°C), dar mai mare decât valoarea admisă pentru preparatele proteice (max. 0,5 mg N/g.min.30°C). La înmuierea și germinarea boabelor activitatea ureazică scade cu 25 și, respectiv, 74%. Valoarea activității reziduale a ureazei după fierberea boabelor depinde de durata fierberii și compoziția mediului de fierbere.

Prezența sărurilor și acizilor în mediul de fierbere accelerează procesul de inactivare a ureazei, iar zaharurile au efect protector asupra inactivării.

4.3.5.3. Modificarea conținutului de acid cianhidric

Glicozidele cianogene, care în general nu sînt toxice, după hidroliză generează acidul cianhidric (HCN) – substanță extrem de toxică ce produce rapid dispnee, tahipnee, cefalee, amețeli, pierderea cunoștinței, stop cardiac ș.a. [40].

Conținutul acestui factor toxic în boabele de năut native este de 0,029%.

Hidratarea năutului timp de 3, 6, 9 și 12 ore reduce conținutul de HCN pînă la 0,023, 0,020, 0,019 și, respectiv, 0,019% (figura 4.11) [7]. Scăderea conținutului de acid cianhidric în timpul înmuierii boabelor este cauzată de hidroliza cianurilor și lesivarea (difuzia) acidului cianhidric format în mediul de înmuiere [111]. Se observă o reducere progresivă a conținutului

de acid cianhidric și în timpul germinării de la 0,019% în năutul înmuiat 10 ore pînă la 0,014% în boabele germinate timp de 70 de ore.

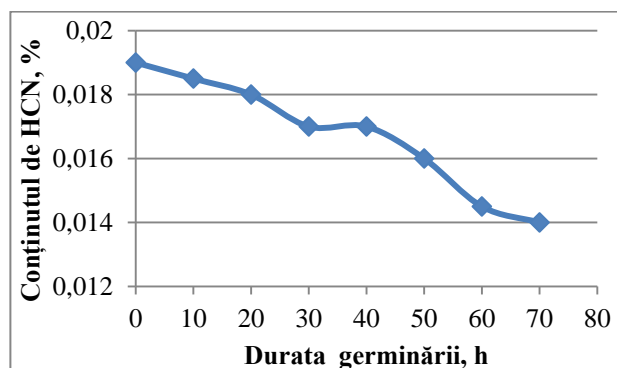
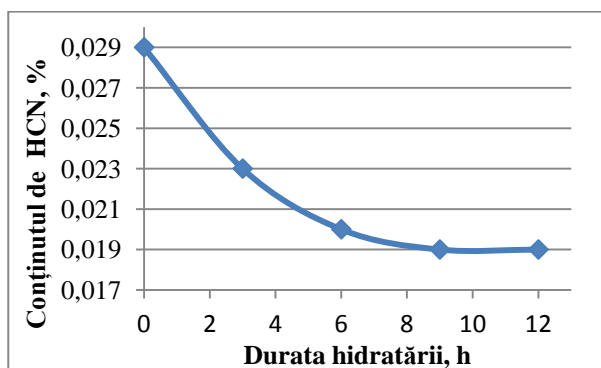


Fig. 4. 11. Conținutul de acid cianhidric (HCN) în boabele de năut hidratate, %

Fig. 4.12. Conținutul de acid cianhidric (HCN) în boabele de năut germinate, %

Rezultatele impactului duratei de fierbere a boabelor de năut (înmuiate preliminar 10 ore) în apă asupra conținutului de acid cianhidric sînt prezentate în figura 4.13.

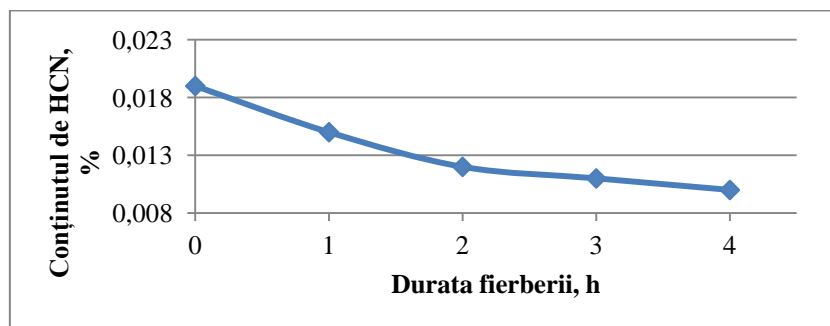


Fig. 4.13. Conținutul de acid cianhidric (HCN) în boabe de năut fierte, %

Analizînd curba din diagrama de mai sus, se observă o scădere a conținutului de HCN în boabele de năut. Tratamentul tehnologic (fierberea) timp de patru ore în apă distilată reduce conținutul de HCN maxim pînă la 0,01% (de 65 de ori). Acest fapt poate fi rezultatul dizolvării moleculelor solubile de HCN în apă.

Concluzii. Acest studiu a arătat că conținutul de cianuri (exprimat în HCN) din boabele de năut este relativ redus și constituie 2,9 mg/100 g, fiind mai mic decît nivelul acceptat de Codex Alimentarius (> 5 mg de cianură / 100 g de produs). Scăderea conținutului de cianuri în timpul tratamentelor tehnologice este datorită, în cea mai mare parte, lesivării lor în mediul apos (la înmuiere și fierbere) și, în mai mică măsura, degradării enzimatice (la germinare).

4.3.6. Impactul tratamentelor tehnologice asupra digestibilității *in vitro* a proteinelor cu proteaze digestive

După masticarea alimentelor bolul alimentar rezultat trece în punga stomacală, unde hrana este amestecată cu sucii gastrici. Digestia proteinelor începe cu pepsina din sucii gastrici și

se termină cu proteazele sucului pancreatic (tripsina, chimotripsina, elastaza, carboxipeptidaze) și a celulelor mucoasei intestinale (aminopeptidaze, dipeptidaze) [174].

Ațiunea pepsinei este relativ limitată în partea principală al stomacului, dar mai importantă în canalul piloric. Ulterior, în intestinul subțire, proteinele sînt expuse digestiei sub ațiunea unei mari varietăți de enzime, inclusiv de tripsină și chimotripsină [133].

Carboxipeptidazele și aminopeptidazele (exopeptidaze) acțiunează la extremitățile lanțurilor -COOH și -NH₂ a proteinelor, iar pepsina, tripsina și chemotripsina (endopeptidaze) atacă legăturile peptidice situate de-a lungul lanțurilor și sunt responsabile de degradarea proteinelor în peptide mai mici și aminoacizi [50].

Mai mulți factori au un rol important în activitatea enzimelor. Factori intrinseci proprii produselor alimentare includ prezența substanțelor antinutritive (inhibitori de protează, lectine, fitați și polifenoli ș.a.), conformația proteinelor, interacțiunea proteinelor cu alte componente ale alimentelor.

Inhibitorii tripsinei, de exemplu, sînt proteine cu greutate moleculară mică, capabile să inactiveze tripsina [170].

Taninurile pot interacționa cu proteinele prin formarea legăturilor de hidrogen și hidrofobe, din care rezultă complexe responsabile pentru digestibilitatea redusă a proteinelor [98].

Factorii extrinseci includ tratamentele tehnologice ale alimentelor, în primul rînd, tratamentul termic, care poate reduce conținutul substanțelor antinutritive și mări digestibilitatea proteinelor.

Studiul digestibilității *in vitro* cu tripsină a proteinelor boabelor de năut a relevat că tratamentele tehnologice ale boabelor de năut modifică esențial digestibilitatea lor. Valorile digestibilității *in vitro* cu tripsină ale proteinelor năutului, supus tratamentelor tehnologice, sunt date în figurile 4.14-4.16.

S-a constatat, că în cazul tuturor tratamentelor tehnologice (hidratare, germinare și fierbere în diferite medii) digestibilitatea proteinelor se îmbunătățește și crește (de la 70,8% pentru năutul nativ) odată cu durata tratamentului, cu excepția fierberii în mediu acid.

Pe parcursul înmuierii boabelor în decurs de 12 ore gradul de digestie a proteinelor crește neesențial pînă la 72,3%. Digestibilitatea proteinelor boabelor germinate este cea mai mare pentru năutul germinat în decurs de 70 de ore (84,9%).

Digestibilitatea năutului fiert timp de patru ore variază între 73,2 și 82,1% (în funcție de caracterul mediului de fierbere).

Impactul negativ al duratei de fierbere în mediu acid este determinat de faptul că

valoarea joasă a pH-ului poate provoca denaturarea profundă a proteinelor (pe de o parte) și inhiba activitatea tripsinei (pe de altă parte), care, după cum a fost arătat mai sus, are activitate maximală la valori pH între 8,0 și 9,0.

Prezența sărurilor modifică forța ionică a mediului, care este un parametru important și care afectează activitatea enzimei. Impactul sărurilor este determinat, în primul rând, de raportul sarcinilor electrice ale substratului și ale enzimei. În cazul în care sarcinile electrice sînt opuse, atunci există o scădere a vitezei reacției enzimatică odată cu creșterea forței ionice, iar atunci cînd acestea sînt identice, va avea loc o creștere a vitezei reacției.

În cazul tripsinei, care are două grupări pozitive (histidina⁺ și arginina⁺) are loc o creștere ușoară a gradului de digestibilitate a proteinelor boabelor de năut fierte în soluții de sare în raport cu cele fierte în apă.

Rezultate asemănătoare au fost relatate de Negi și colab. (2001) și Archana, Sehga și Kawatra (2001).

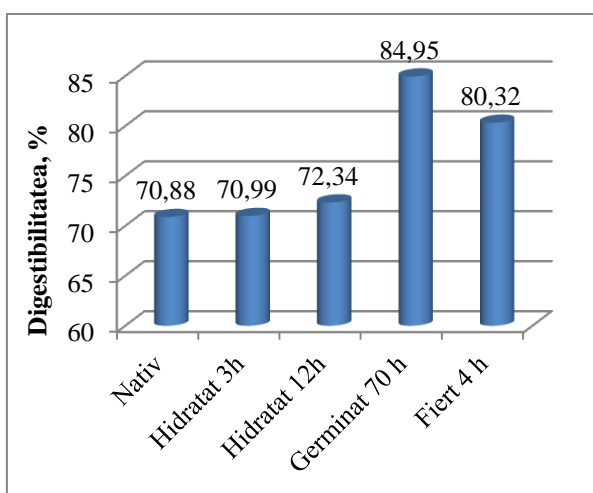


Fig. 4.14. Gradul de digestibilitate a proteinelor boabelor de năut în funcție de tratamentul tehnologic

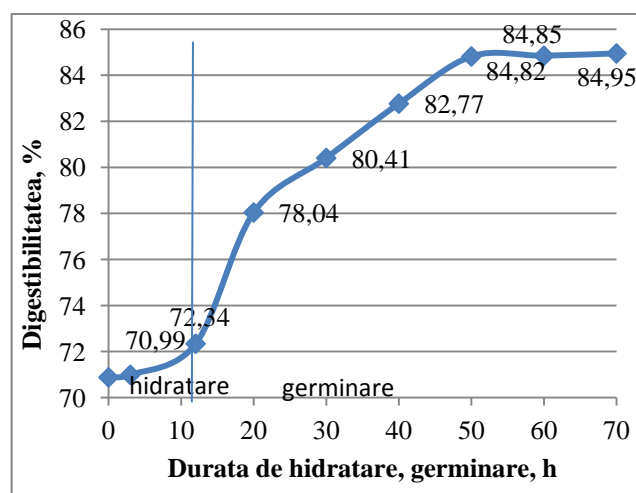


Fig. 4.15. Dependența digestibilității proteinelor boabelor de năut în funcție de durata de hidratare și germinare

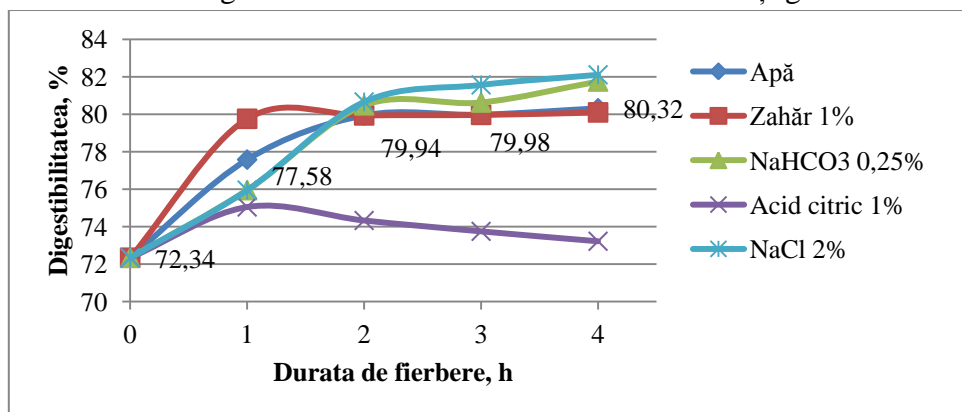


Fig. 4.16. Dependența digestibilității proteinelor boabelor de năut în funcție de durata de fierbere în diferite medii

Tratamentele tehnologice provoacă degradarea și denaturarea proteinelor, astfel încât acestea pot fi: 1) mai ușor digerabile grație ruperii legăturilor intermoleculare și desfășurării ulterioare a structurii proteinelor, facilitând astfel accesibilitatea enzimelor digestive sau 2) mai dificil digestibile prin formarea de noi interacțiuni moleculare (reticulări-crosslinks), care sînt puțin sau deloc atacabile de enzimele sistemului digestiv.

Digestibilitatea proteinelor este în mare măsură influențată și de structura conformațională a proteinelor. Yu (2005) a demonstrat că structura în straturi pliante (β -structură) ar putea fi responsabilă pentru lipsa de acces a enzimelor proteolitice și, prin urmare, ar putea reduce digestibilitatea proteinelor.

Carbonaro și colab. (2000) au arătat că polipeptidele bazice ale leguminei 11S (proteina globulară) boabelor leguminoase sînt caracterizate prin structură foarte ordonată și au o hidrofobicitate ridicată. Avînd structură hexameră, polipeptidele bazice formează nucleul subunității (sau globulina) și sînt, astfel, protejate de atacul proteazelor.

Conform Tanga și colab. (2009), tratamentul termic dincolo de 95 °C are o influență atît benefică, cît și inhibitoare asupra digestibilității proteinelor. Efectele benefice includ inactivarea inhibitorilor enzimelor digestive și desfășurarea structurii proteinelor induse de căldură, în timp ce agregarea proteinelor denaturate rezultată din interacțiuni moleculare noi (puțin sau deloc atacabile de enzime digestive) și au efect invers. Agregarea proteinelor este strîns legată de stabilitatea lor conformațională, care, la rîndul ei, depinde în mare măsură de raportul dintre numărul de radicali laterali hidrofobi și hidrofilii ai aminoacizilor.

Astfel, digestibilitatea, totuși relativ redusă a proteinelor (globulare) ale năutului ar putea fi legată de hidrofobicitatea mare a polipeptidelor bazice. Pe parcursul tratamentului termic aceste polipeptide ar putea forma macromolecule complexe de greutate moleculară foarte mari, probabil stabilizate prin formarea de legături S-S în regiunile hidrofobe și care au o rezistență mare la proteaze [51]. Otterburn și colab. (1977) consideră că formarea unei rețele tridimensionale ce rezultă din interacțiuni electrostatice, hidrofobe și legături de reticulare (sub acțiunea termică ori a sărurilor) ar putea împiedica pătrunderea enzimelor sau masca site-urile de atac ale enzimelor digestive.

Se consideră, de asemenea, că un impact major asupra digestibilității o are și microstructura gelurilor, formate de proteine, amidon ș.a. care afectează difuzia enzimelor în sistemul alimentar și, prin urmare, degradarea enzimatică a proteinelor [169].

Concluzii. Procesarea tehnologică (hidratarea, germinarea, fierberea) a boabelor ameliorează digestibilitatea in vitro cu tripsină a boabelor de năut. Această ameliorare poate fi atribuită reducerii sau eliminării efectelor factorilor antinutriționali, care inhibă activitatea

enzimelor sau interacționează cu proteinele (acidul fitic, taninurile – măresc gradul de reticulare a proteinelor) și limitează accesul proteazelor la legăturile peptidice. Germinarea induce degradarea parțială a proteinelor, iar tratamentul termic provoacă modificarea structurală a proteinelor, care ameliorează flexibilitatea și accesibilitatea proteazelor și, prin urmare, digestibilitatea proteinelor.

4.4. Impactul tratamentelor hidrotermice asupra texturii năutului

Definiția și aprecierea texturii produselor vegetale. Textura produselor alimentare este unul dintre factorii importanți ce condiționează însușirile calitative ale unui produs, îndeosebi cele senzoriale. Au definit textura o serie de autori [202, 76], dar definiția dată de standardul IOS 5492/3, 1979 este cea care prezintă cel mai bine noțiunea de textură a unui produs alimentar: „*Totalitatea proprietăților reologice și structurale (geometrice și de suprafață ale unui produs alimentar, perceptibile cu ajutorul simțului mecanic, tactil și, unde este cazul, vizual sau auditiv*”.

Prin urmare, conceptul de textură reprezintă un grup de proprietăți fizice, nu doar o caracteristică izolată, care derivă din structura produsului alimentar. Din totalitatea proprietăților fizice sînt însă considerate doar cele aparținînd grupului de caracteristici mecanice și reologice.

Textura este strîns legată de microstructura și compoziția produselor alimentare – dimensiunea pereților celulari, compuși din celuloză și polizaharide; calitatea lamelor mijlocii, care prezintă stratul exterior al pereților și sînt constituite din substanțe pectice; cantitatea și dimensiunea meatului (spațiul între celulele țesutului vegetal) ș.a. Un rol important în modificarea texturii alimentelor vegetale îi revine tratamentului termic, care are un efect profund asupra lamelor mijlocii și pereților celulari [80].

Sub acțiunea căldurii (≥ 55 și 60 °C) substanțele pectice ale lamelor medii degradează, iar coeziunea dintre elementele țesutului vegetal și, prin urmare, fermitatea acestuia scad. Caracterul texturii este influențat și de modificările proteinelor, amidonului și ale altor componente ale matricei structurale (în special, ale boabelor leguminoase).

Pentru aprecierea obiectivă a parametrilor de textură a boabelor leguminoase sînt folosite diferite procedee și metode, care sînt bazate, în cea mai mare parte, pe măsurarea și analiza răspunsului lor la aplicarea unor constrîngeri mecanice, în special, a testelor de compresie-foarfecare-extruzie.

În figura 4.17 este prezentată curba tipică obținută drept rezultat al unui test de retro-extruzie, care include trei faze principale.

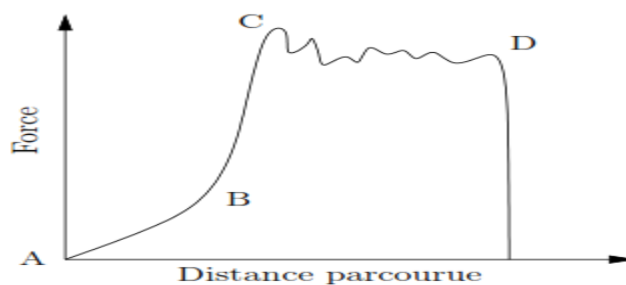


Fig. 4.17. Profilul curbei de retro-extruzie (după Bourne, 2002)

În prima fază (AB), forța necesară pentru avansarea elementului mobil crește ușor odată cu distanța parcursă de acesta. Alimentul (boabele leguminoase) se deformează și se compresează, iar spațiul dintre fragmentele produsului se reduce. În continuare (BC) forța crește rapid pînă la valoarea maximală, iar alimentul se dispersează pînă la particule de mărime minimală. Pe segmentul CD, care este mai mult sau mai puțin lung, are loc extruzia produsului, iar forța aplicată scade ușor.

Pentru aprecierea texturii se operează cu valoarea forței maxime, înălțimea medie a platoului ori cu aria de sub curba de retro-extruzie.

Fenomenul rezistenței HTC (Hard-to-cook). Printre însușirile culinare ale produselor alimentare una importantă este așa-numita „dificultatea de fierbere” (Hard-to-cook, HTC), care determină creșterea timpului de gătit necesar pentru o textură acceptabilă. Această însușire este caracteristică, în special, pentru boabele leguminoase și crește la păstrarea (depozitarea) lor la temperatură și umiditate relativă ridicată [67]. Dificultatea de fierbere a boabelor leguminoase limitează utilizarea lor în consumul uman, deoarece boabele fierte prezintă o textură și modificări nedorite ale culorii și aromei. Pentru explicarea fenomenului HTC au fost dezvoltate mai multe ipoteze. Teoria cea mai recentă „lamela mediană-cationi-fitat-fitază”, susține că la fierbere ioni monovalenți ai pectatilor din lamela mediană (Figura 4. 18) sînt substituiți de ioni bivalenți de calciu (Ca^{2+}) și magneziu (Mg^{2+}) [89].

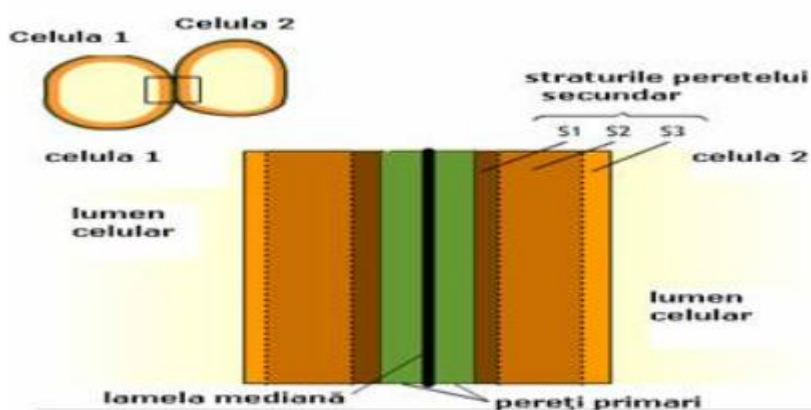


Fig. 4.18. Ultrastructura peretelui celular

La păstrarea îndelungată a boabelor fitaza hidrolizează fitații, iar cationii bivalenți eliberați difuzează în lamela mediană și se combină cu pectații și substanțele proteice [67].

Un alt factor important care determină fenomenul HTC este prezența și activitatea pectin-metil-esterazei (PME)-enzimă a pereților celulari, care demetilează acizii pectici și mărește conținutul acidului uronic, care leagă ionii bivalenți de calciu și induce fenomenul „dificultatea de fierbere” (afectează textura boabelor). Activitatea enzimelor pereților celulari crește, în special, la înmuierea boabelor [136].

În sfârșit, această proprietate este influențată și de compoziția mediului de hidratare și de fierbere a boabelor. Creșterea raportului ionilor monovalenți (Na^+ și K^+) și a ionilor bivalenți (Ca^{2+} și Mg^{2+}) în aceste medii scade semnificativ timpul de gătire a boabelor. Onwuka și Okala (2003) au arătat că adăugarea sărurilor de calciu în mediul de fierbere crește semnificativ timpul de gătire.

Obiectivul acestui studiu a fost de a investiga impactul fierberii în diferite medii (apă distilată, soluții de săruri, de acizi alimentari, zaharuri) asupra consistenței năutului și evoluției substanțelor pectice cu scopul de a stabili condițiile optime de tratare termică, care asigură palatabilitatea acceptabilă a năutului fiert. Fermitatea structo-texturală a boabelor de năut fierte a fost determinată cu finometrul de laborator F-2 (Kohusz, Ungaria). Principiul de lucru al acestuia se bazează pe indicarea presiunii maxime de străpungere a boabelor fierte de năut de un piston cu mai multe poansoare, care vin în contact cu produsul. Pe cadranul aparatului se citește forța maximă de străpungere în unități sau grade finometru (F°).

4.4.1. Impactul duratei fierberii

Modificarea fermității boabelor leguminoase este rezultatul evoluției componentelor pereților celulari, în special al polizaharidelor. În același timp din cauza complexității compoziției pereților celulari este dificil să se coreleze plener modificările de textură cu modificările chimice specifice ale polizaharidelor. După cum a fost menționat mai sus, un rol important în schimbarea texturii îl are evoluția substanțelor pectice. În timpul operațiilor de depozitare și prelucrare pectinele pot fi demetilate și depolimerizate prin reacții enzimatică și nonenzimatică.

În figura 4.19 este prezentată evoluția fermității boabelor de năut în funcție de durata fierberii în apa distilată. Convențional, această evoluție poate fi împărțită în două perioade. În prima perioadă (până la 60 min) are loc o scădere accentuată a fermității (până la cca 100 °F). În a doua perioadă (60-240 min) înmuierea texturii este mai lentă și are un caracter asimptotic. La fierberea în continuare (după 240 min) consistența boabelor se modifică foarte lent.

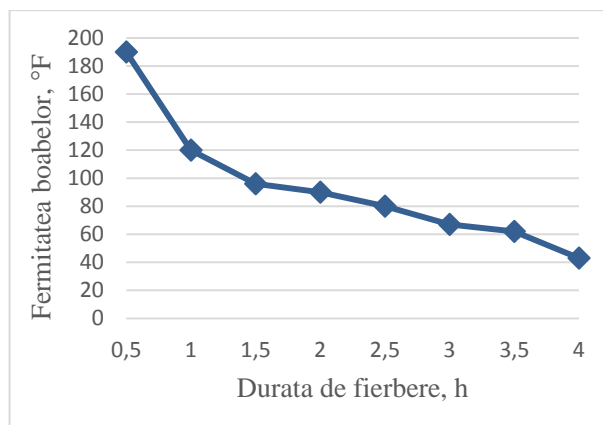


Fig. 4.19. Evoluția fermității năutului în dependență de durata fierberii în apă distilată

Probabil că modificarea consistenței năutului la fierbere este, de asemenea, corelată cu gelatinizarea amidonului, denaturarea proteinelor, permeabilitatea învelișului, dimensiunea boabelor ș.a.

4.4.2. Impactul sărurilor alimentare

Curbele experimentale care descriu evoluția fermității boabelor de năut în funcție de timp în diferite soluții de săruri sînt prezentate în figurile 4.20-4.22.

Rezultatele prezentate în figurile de mai jos arată că toate curbele cu săruri sînt inferioare curbei cu apă, cu excepția clorurii de calciu CaCl_2 în cazul căreia fermitatea este mai mare cu 360°F față de proba fiartă în apă. Aceasta se datorează probabil comportamentului specific al proteinelor. Pe măsură ce concentrația sărurilor din mediile de fierbere crește, ionii sărurilor înconjoară multiplele legături ionice ale moleculelor proteice, astfel crește hidratarea și scade fermitatea.

În același timp, evoluția fermității în soluțiile sărurilor NaHCO_3 , NaCl , KCl este practic identică. În soluții de CaCl_2 inițial are loc o scădere urmată apoi de o creștere bruscă. Calciul are două efecte contrare asupra texturii. Pe de o parte, poate să înmoaie țesutul și să amelioreze degradarea β -eliminare, iar de cealaltă parte, să consolideze țesutul cu substanțe pectice. Probele fierte în soluții de KCl și leșie de cenușă au modificat cel mai mult fermitatea boabelor în care fermitatea a scăzut cu 63,4%.

În figurile 4.23, 4.24 și 4.25 este prezentată curba de dependență a fermității boabelor de năut în funcție de concentrația soluțiilor de săruri. Astfel, fermitatea boabelor crește odată cu concentrația sărurilor în mediul de fierbere. În cazul soluției de NaHCO_3 se prezintă două faze de evoluție a curbei. În prima fază are loc o creștere a fermității boabelor, pînă la 160°F , iar în a doua scade odată cu creșterea concentrației pînă la $0,3^\circ\text{F}$.

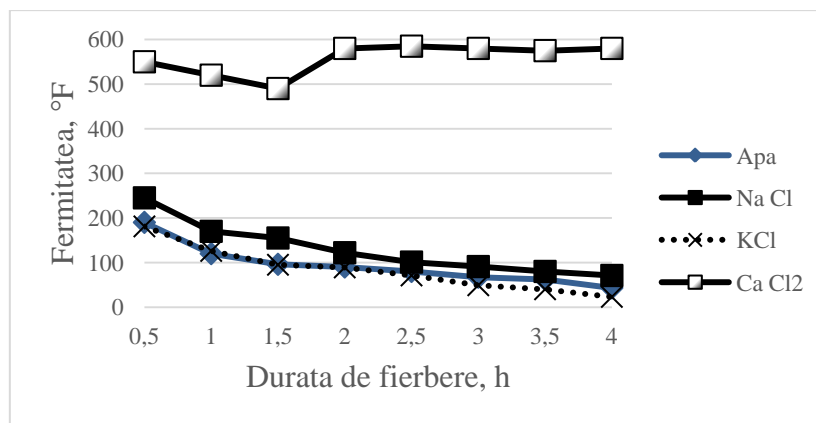


Fig. 4.20. Evoluția fermității năutului în funcție de durata de fierbere în soluții de săruri (concentrația sărurilor – 0,341 mol echiv./l)

Prin urmare, prezența sărurilor monovalente în mediul de fierbere scade fermitatea boabelor odată cu creșterea concentrației lor. Rezultate similare au fost raportate de Berrios, Swanson și Cheong (1999), care au constatat o reducere semnificativă a duratei de fierbere a fasolelor după înmuierea lor într-o soluție de NaCl. Autorii consideră că scăderea fermității după înmuierea fasolelor în soluții de săruri monovalente ar fi atribuită efectului de înmuiere, exercitat de cationii monovalenți. Efectul benefic al cationilor monovalenți, prezenți în mediul de înmuiere și de fierbere a mai multor leguminoase a fost semnalat și de De Leon, Elias și Bressani (1992), care au demonstrat că scăderea fermității boabelor este datorită schimbului ionic între Na^+ din mediul apos și cationii bivalenți (Mg^{2+} și Ca^{2+}) din lamelele mediane ale țesutului vegetal.

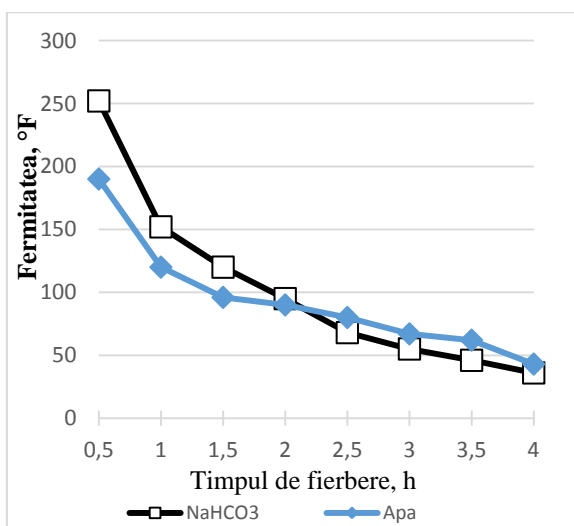


Fig. 4.21. Evoluția fermității năutului în funcție de durata de fierbere în soluție de NaHCO_3 cu concentrația 0,0042 mol echiv./l

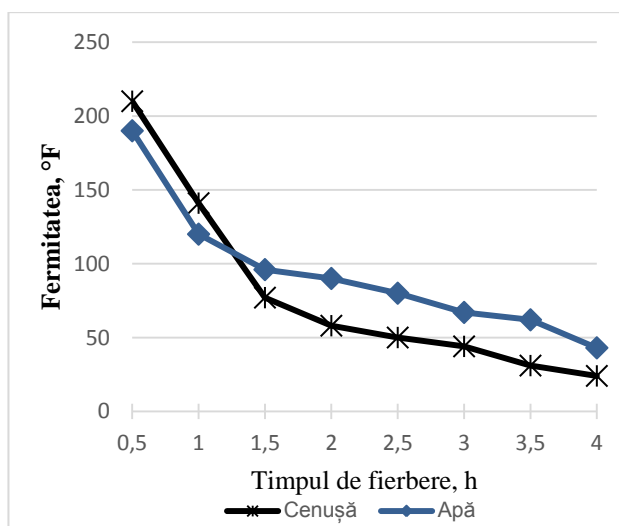


Fig. 4.22. Evoluția fermității năutului în funcție de durata de fierbere în leșie de cenușă cu concentrația 0,059%

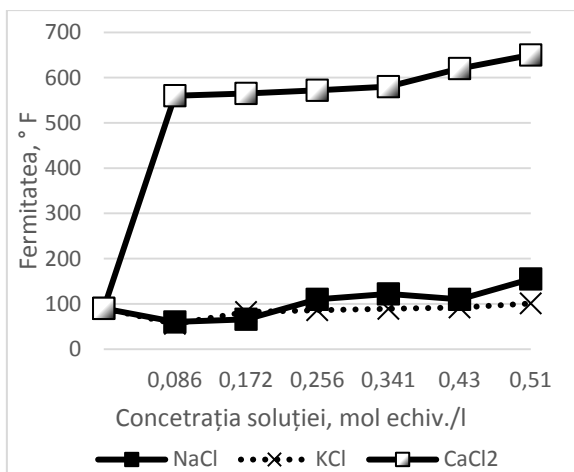


Fig. 4.23. Dependenta fermității năutului în funcție de concentrația soluțiilor de săruri, durata fierberii 2 h

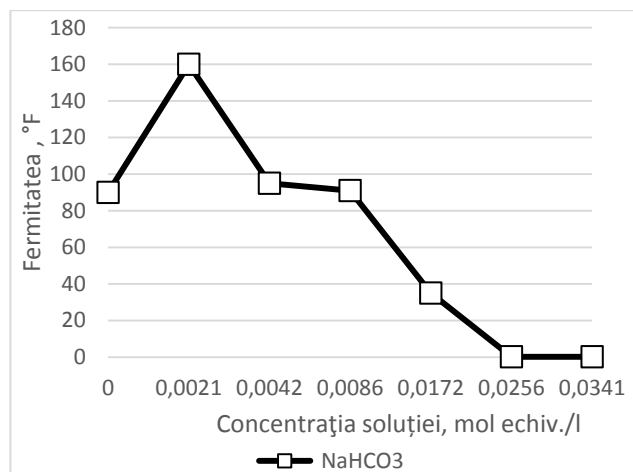


Fig. 4.24. Dependenta fermității năutului în funcție de concentrația soluției de NaHCO₃, durata fierberii 2 h

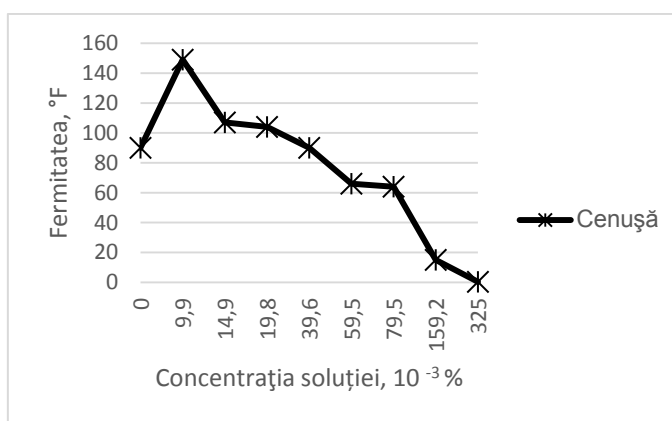


Fig. 4.25. Dependenta fermității năutului în funcție de concentrația leșiei de cenușă, durata fierberii 2 h

Astfel, se poate afirma că prezența sărurilor în mediul de fierbere mărește rata de înmuiere a țesutului vegetal al boabelor și reduce durata de gătire a năutului.

4.4.3. Impactul acizilor alimentari

Rezultatele obținute la fierberea boabelor de năut efectuată în soluții de acizi alimentari (tartric, lactic, oxalic și citric), cu concentrația acidului 0,133 mol echiv./l, sînt prezentate în figura 4.26.

Pe parcursul fierberii în toate soluțiile de acizi utilizați are loc o scădere a fermității boabelor, dar fermitatea lor este mai mare decît la fierberea în apă (cu excepția acidului oxalic). Aceasta indică că mediul acid reduce procesul de hidroliză a protopectinei. În același timp, a fost demonstrat că creșterea pH-ului induce o accelerare a procesului de degradare a structurii și reduce consistența boabelor. Acest lucru ar putea fi atribuit capacității ionilor de hidroxil (în condiții alcaline) de a promova reacția de β -eliminare [120].

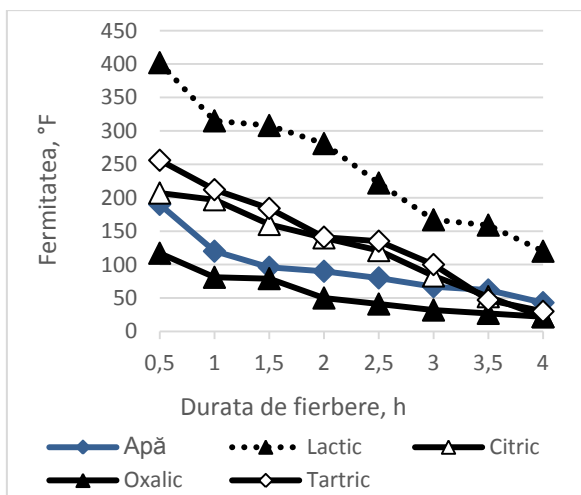


Fig. 4.26. Dependenta fermității năutului în funcție de timpul de fierbere în medii acide (concentrația acizilor – 0,133 mol echiv./l)

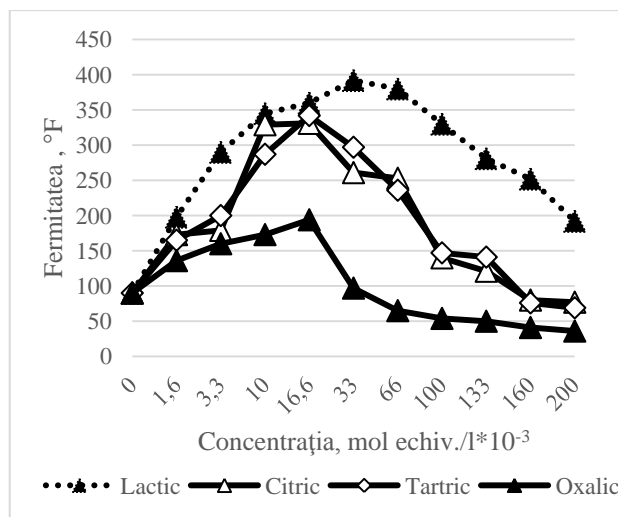


Fig. 4.27. Dependenta fermității năutului în funcție de concentrația soluțiilor de acizi (durata fierberii – 2h)

Cît privește înmuierea avansată a texturii la fierberea boabelor în soluție de acid oxalic, aceasta este determinată de faptul că acidul oxalic (acid dicarboxilic) se combină cu ionii de calciu, formînd oxalat de calciu. Astfel, acidul oxalic joacă rolul unui agent de chelatare, care extrage ionii de calciu din lanțurile reticulate ale protopectinei, favorizează degradarea pectinei insolubile și prin urmare scăderea fermității boabelor.

În figura 4.27 este prezentată dependența fermității boabelor de năut (fierte timp de două ore) de concentrația acizilor în mediul de fierbere. Se observă că toate curbele au un caracter extremal și la concentrații mici fermitatea boabelor se mărește odată cu creșterea concentrației acizilor, mai apoi scade. Aceasta poate fi explicat prin faptul că la valori mari ale concentrației acizilor are loc hidroliza acidă a substanțelor pectice. Prin urmare, la valorile mari ale pH-ului scăderea fermității este determinată de degradarea pectinei prin β -eliminare, iar în mediul acid pronunțat – prin hidroliza acidă a pectinei.

4.4.4. Impactul zaharurilor

Fierberea năutului a fost realizată în soluții de glucoză, fructoză și zaharoză cu concentrația de 2,0%. Curbele experimentale care descriu evoluția fermității boabelor de năut în funcție de timp sînt prezentate în figura 4.28.

După cum se vede în figura 4.28, evoluția fermității boabelor la fierbere în soluție de zaharoză este practic identică cu cea în apa distilată, iar la fierberea în soluții de glucoză și de fructoză fermitatea este mai mare.

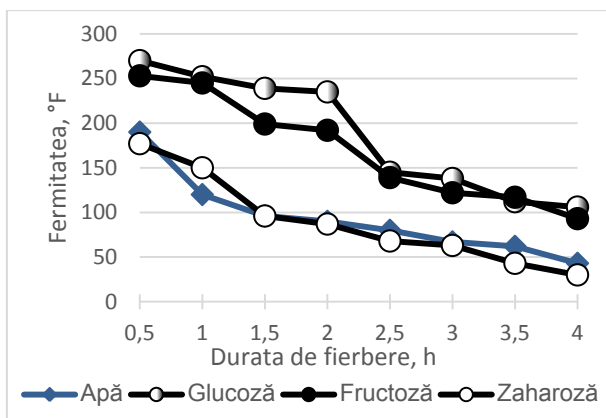


Fig. 4.28. Dependenta fermității năutului în funcție de durata de fierbere în soluții de zaharuri (concentrația zaharurilor – 2%)

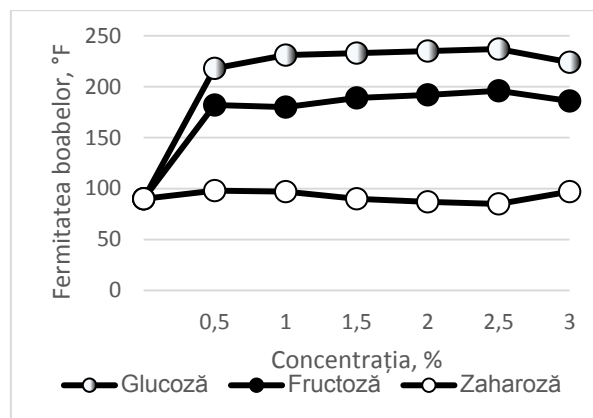


Fig. 4.29. Dependenta fermității năutului de concentrația soluției de zaharuri (durata fierberii – 2 h)

Efectul inhibitor al monozaharidelor asupra procesului de înmuiere la fierbere a boabelor este determinat probabil de faptul că zaharurile simple sînt agenți dehidranți și favorizează apropierea lanțurilor de pectină, stabilizînd legăturile de hidrogen și hidrofobe dintre ele și, prin urmare, rețin procesul de degradare a pectinei [147].

În figura 4.29 este prezentată dependența fermității boabelor de năut fierți în soluții de glucoză, fructoză și zaharoză la diverse concentrații.

Rezultatele arată că fermitatea boabelor practic nu depinde de concentrația zaharozei. La fierberea în soluții de glucoză și fructoză fermitatea boabelor crește odată cu concentrația zaharurilor pînă la 0,5%, iar la concentrații mai mari fermitatea rămîne practic constantă.

4.5. Impactul tratamentelor tehnologice asupra substanțelor pectice

Din punct de vedere fizico-chimic evoluția texturii boabelor leguminoase la fierberea lor este guvernata de trei procese de bază: (I) degradarea și/sau solubilizarea substanțelor pectice, (II) gelatinizarea amidonului și (III) denaturarea proteinelor. Predispoziția acestor macromolecule pentru tranzițiile termice este influențată de caracteristicile structurale și compoziția chimică a lor, compoziția mediului în care au loc tranzițiile, adică prezența ionilor anorganici, zaharurilor, valoarea pH-ului ș.a. Se consideră însă că factorul determinant pentru modificarea texturii este depolimerizarea și solubilizarea pectinei din lamelele mediane, care joacă un rol crucial în adeziunea celulelor adiacente [172].

Una dintre principalele componente structurale ale pectinei este homogalacturonanul – o catenă liniară de α -(1,4) – acid galacturonic, grupările carboxilice ale cărora pot fi mai mult sau mai puțin metilate.

La temperaturi ridicate pectina metoxilată este predispusă la conversii nonenzimatice:

depolimerizare și demetoxilare. Depolimerizarea β -eliminatoare este, în cea mai mare parte, responsabilă pentru înmuierea extinsă a fructelor și legumelor cu aciditate scăzută în timpul tratamentelor termice [147].

Efectul înmuierii, germinării și fierberii. Conținutul total de pectină în boabele native de năut a constituit în medie 9,45%, inclusiv 2,76% pectine solubile și 6,69% protopectină (pectine insolubile). Pe parcursul înmuierii boabelor în apă distilată timp de 12 ore conținutul de pectină solubilă crește de două ori, adică pînă la 5,52%. Germinarea ulterioară a boabelor, prealabil hidratate 10 ore, conduce la creșterea în continuare a pectinei solubile (figura 4.30). După 70 de ore de germinare, conținutul de pectină solubilă crește pînă la 5,82% [6].

Degradarea protopectinei și creșterea conținutului de pectină solubilă pe parcursul înmuierii și germinării năutului este datorită activării enzimelor pectolitice – poligalacturonazei și, în mai mică măsură, a pectinmetilesterazei. Poligalacturonazele sînt enzime care catalizează hidroliza legăturilor glucozidice 7(1 \rightarrow 4) a pectinelor și sînt specifice pectinelor neesterificate ori parțial esterificate. Odată cu creșterea gradului de esterificare a pectinei viteza de hidroliză scade [177].

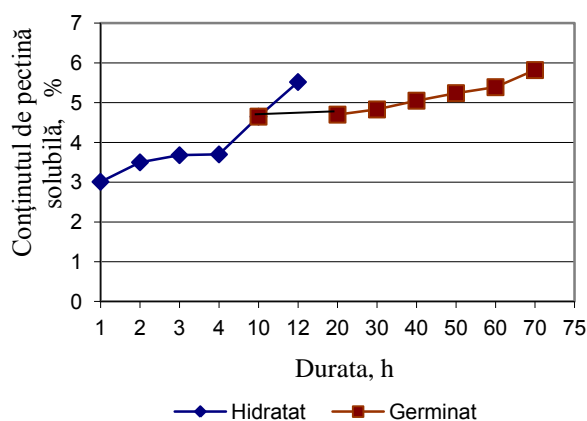


Fig. 4.30. Evoluția conținutului de pectină solubilă, pe parcursul hidratării și germinării boabelor de năut

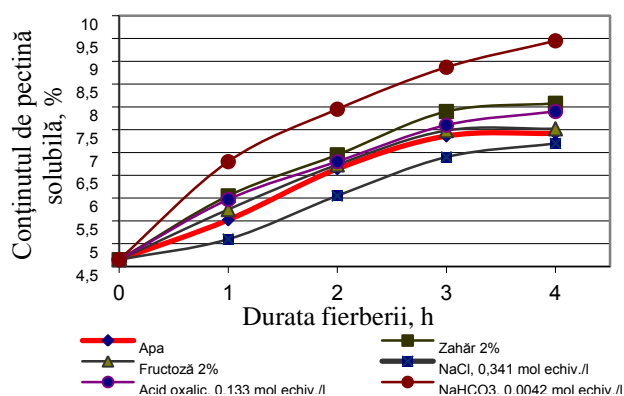


Fig. 4.31. Evoluția conținutului de pectină solubilă pe parcursul fierberii (4 h) în diferite medii (t = 20 °C)

Polimetilesteraza îndepartează grupările metil din catena acidului galacturonic al carcăsei de pectină și provoacă scăderea gradului de metilare a acesteia. Procesele de hidroliză și de demetilare enzimatică a pectinei depind în mare măsură de temperatura și de aciditatea mediului.

Rezultatele impactului duratei de fierbere a boabelor de năut în apă și soluții de zaharuri, acizi, săruri timp de patru ore sunt prezentate în figura 4.31. Rata de creștere a conținutului de pectină depinde de regimul și compoziția mediului de tratare termică. Astfel, conținutul de pectină solubilă după patru ore de fierbere în apă și în soluție de sare este de cca 6,5%, iar în cazul fierberii în soluție de NaHCO₃ – sodă de bucătărie – este maximal și constituie 9,45%. Prezența zaharozei și a acidului oxalic în mediul de fierbere favorizează nesemnificativ rata de creștere a pectinei solubile.

Degradarea termică a protopectinei este nonenzimatică (prin β -eliminare) și depinde, în mare măsură, de pH-ul mediului și de gradul de esterificare a acesteia.

Depolimerizarea eliminativă este determinată de rupura legăturilor glucozidice (adiacente unei grupări esterificate) dinte unitățile monomerice ale acidului poligalacturonic și apariția unei legături duble C4 și C5 [76]. Această depolimerizare este puternic influențată de pH-ul mediului, ea este considerabilă în medii alcaline și crește odată cu creșterea temperaturii și a gradului de esterificare a pectinei [120].

O altă cale de dedegradare este hidroliza acidă a legăturilor glucozidice a pectinei, care urmează după degradarea eliminativă. Această depolimerizare are loc în medii acide ($\text{pH} < 3$) și este cu atât mai pronunțată cu cât este mai mic gradul de esterificare a pectinei [120].

Schema generală și itinerarele posibile de degradare enzimatică și termică a pectinei în funcție de condițiile de mediu (temperatură, pH) sînt prezentate în figura 4.32.

Mecanismul depolimerizării β -eliminatoare a pectinei este următorul. Grație grupei ester metilice, hidrogenul din C5 are un caracter mai acid și este atacat de un ion de hidroxil, din care rezultă un transfer electronic, ce duce la ruperea legăturii glicozidice și formarea unei legături duble între C4 și C5 (conjugată cu cea a grupei carboxilice), în secvența terminală nonreducătoare a macromoleculei.

Această reacție conduce la diminuarea masei molare a pectinei și este sensibil gradul de metilare a pectinei, la temperatura, $\text{pH} (\geq 5,5-6,0)$, prezența ionilor (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- ș.a.). [177].

Demetoxilarea chimică are loc în același timp, în aceleași condiții de temperatură și pH și influențează semnificativ β -eliminarea.

Pentru a îmbunătăți sau a păstra textura fructelor și legumelor (în special la conservarea lor) se recurge la procesul de demetoxilare avansată, deoarece pectina demetoxilată este mai puțin susceptibilă la β -eliminare și poate fi reticulată ionic cu cationi bivalenți (de regulă, calciu), formînd, astfel, rețele fortifiante.

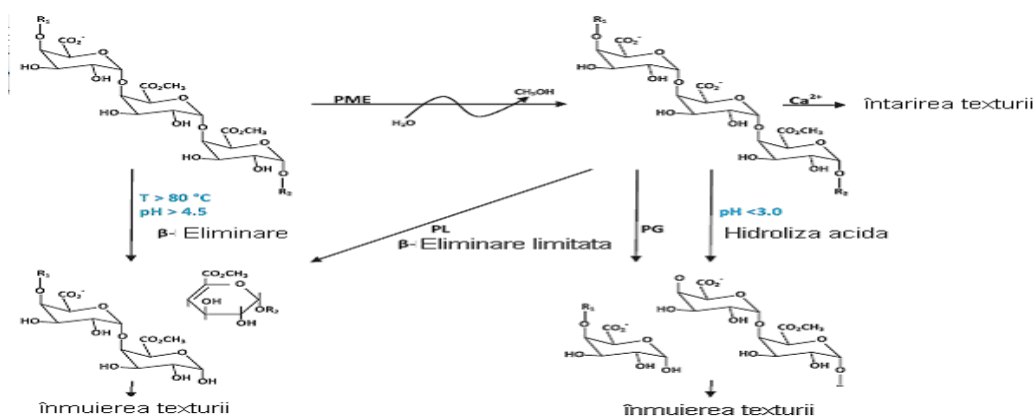


Fig. 4.32. Reprezentarea schematică a mecanismelor de degradare a pectinei la germinare și tratare termică (*PME* – pectinmetilesteraza; *PG* – poligalacturonaza)

Cît privește influența sării de bucătărie asupra degradării pectinei, aceasta este neesențială în medii neutre și alcaline, dar destul de pronunțată în medii acide.

Prezența zaharului în concentrații mici favorizează procesul de degradare termică a pectinei. Explicația rezidă în faptul că ionii de calciu prezenți în mediul de fierbere formează cu două sau mai multe molecule de zaharoză agregate lineare [59] și, astfel, diminuează duritatea apei, pe de o parte, și disponibilitatea ionilor de Ca pentru chelatarea pectinei, pe de altă parte.

Concluzii parțiale

Tratamentele tehnologice (hidratare, germinare și fierbere) afectează, mai mult sau mai puțin, compoziția chimică și valoarea nutrițională a boabelor. Hidratarea boabelor a condus la modificarea neesențială a conținutului de proteine și de lipide, însă conținutul de glucide s-a modificat cu 11-12%, iar sarurile minerale – cu aproximativ 24%. Germinarea boabelor a avut un efect pozitiv care a condus la creșterea conținutului de aminoacizi ca cel al leucinei, triptofanului și treoninei. Procesarea hidrotermică (fierberea) a provocat cele mai mari modificări nu atât asupra conținutului de proteine, dar asupra raportului fracțiilor proteice. În urma hidratării și fierberii conținutul aminoacizilor a rămas practic neschimbat, excepție fiind doar scăderea cu cca 13% a conținutului de metionină + cisteină. Datele obținute arată că conținutul de cenușă în probele fierte se reduce cu 39%.

Toate procesele de tratare tehnologică (înmuiere, germinare, fierbere) a năutului conduc la modificarea substanțelor pectice – degradarea protopectinei insolubile și formarea pectinei solubile în apă. Gradul de depolimerizare a protopectinei depinde de compoziția și temperatura mediului de tratare tehnologică. Prezența bicarbonatului de sodiu (NaHCO_3), acidului oxalic și zaharozei favorizează degradarea protopectinei, iar prezența fructozei și a sării de bucătărie (NaCl) practic nu afectează procesul de degradare a protopectinei.

Degradarea substanțelor pectice ale boabelor de năut în urma tratamentelor tehnologice poate fi explicată prin solubilizarea pectinei (la înmuiere), degradarea enzimatică (la germinare), reacția de β -eliminare (la fierbere în medii neutre și alcaline) și hidroliza acidă (la fierbere în mediu acid). Depolimerizarea pectinei este puternic corelată cu modificarea texturii boabelor.

Studiul efectuat a arătat că cunoașterea impactului tratamentelor tehnologice asupra modificărilor pectinei poate fi un element important pentru optimizarea texturii și palatabilității boabelor procesate de năut.

5. CARACTERISTICA FIZICO-CHIMICĂ, PROPRIETĂȚILE FUNCȚIONALE ȘI TEHNOLOGICE ALE FĂINII DE NĂUT

5.1. Introducere

Cercetările recente au arătat că adaosul făinii de boabe leguminoase are impact pozitiv la fabricarea unui șir de produse, inclusiv: produse extrudate – ameliorarea proprietăților de expandare; produse de panificație și paste făinoase – ameliorarea calității proteice, mărirea conținutul de fibre, vitamine și săruri minerale; produse din carne – reducerea conținutului de grăsimi și ameliorarea texturii, biscuiți aglutenici ș.a.

În acest context, prezintă interes studiul indicilor de calitate, al proprietăților fizico-chimice și funcționale ale făinii de năut și impactul adaosului făinii de năut asupra caracteristicilor nutriționale, senzoriale și texturale ale unor produse alimentare, în special, ale produselor de panificație și din carne tocată.

Alegerea cu titlu de exemplu a acestor doua produse a fost determinată de următoarele considerente. Produsele de panificație, în special pâinea, sînt alimente de bază, pe care le consumă zilnic oamenii din întreaga lume la fiecare masă și în diverse feluri. De aceea, sînt necesare eforturi considerabile pentru a dezvolta produse noi de panificație care ar avea proprietăți organoleptice bune și ar oferi beneficii de sănătate sporite. Ținînd cont de particularitățile compoziției chimice ale făinurilor de grâu și de năut, se consideră [134] că asocierea făinii de năut cu cea de grâu și folosirea făinii mixte obținute pentru fabricarea produselor de panificație ar putea conduce la ameliorarea valorii nutriționale și a calităților de consum ale produselor de panificație.

Substituirea parțială a cărnii cu făina de năut la fabricarea produselor din carne tocată ar permite reducerea costului, reducerea conținutului de grăsimi, ameliorarea capacității de reținere a apei și grăsimilor (prin urmare, mărirea randamentului), ameliorarea indicilor de consum ale preparatelor finite.

În lumina celor expuse mai sus, obiectivele urmărite în acest compartiment au fost:

- obținerea și caracterizarea proprietăților fizico-chimice și funcționale ale făinii de năut;
- impactul adaosului de făină de năut asupra procesului de panificație și a calității produselor de panificație;
- impactul substituirii parțiale a cărnii tocate cu făina de năut asupra proprietăților funcționale ale semifabricatelor și ale calității de consum a preparatelor din amestec de carne și făină de năut.

5.2. Obținerea și caracteristica organoleptică și fizico-chimică a făinii de năut

Făina de năut se obține prin măcinarea boabelor de năut și cernerea făinii obținute. Boabele de năut (după GOST 8758-760) s-au măcinat la moara de laborator V1 EMJI 75.

Operația de fracționare, după măcinare, s-a realizat în site speciale pentru obținerea făinurilor cu granulație diferită: 500 μm, 250 μm, 180 μm.

Caracteristicile organoleptice și fizico-chimice ale făinurilor influențează calitatea produselor obținute din ele și depind de soiul leguminoaselor, intensitatea de măcinare, gradul de extracție etc. Indicii organoleptici și fizico-chimici ai făinii de năut (tabelul 5.1) corespund cerințelor stipulate în documentația normativă (TY 9293-081-10514645-43).

Aciditatea titrabilă. Aciditatea este un indice, care permite de a obține rezultate referitoare la prospețimea și condițiile de păstrare a făinurilor. Aciditatea făinii de năut a fost cuprinsă între 16,0 grade aciditate (făina cu dimensiunile particulelor 180 μm) și 16,2 grade aciditate (dimensiunea particulelor 500 μm). Valorile obținute sînt superioare valorilor de aciditate pentru făina de grîu grișată și de calitate I (3,5 grade aciditate), precum și pentru făina de secară (4,0-5,5 grade aciditate) [2].

Tabelul 5.1. Indici de calitate și fizico-chimici ai făinii de năut

Indici	Descriere	
	Conform TY 9293-081-10514645-43	Proba experimentală
Culoare	Albă-cremă	Albă-cremă caracteristică produsului de măcinat
Miros	Fără miros specific de leguminoase	Specific făinii de năut, fără miros străin, rînced sau de mucegai
Gust	Fără senzații gustative de leguminoase, fără gust străin	Caracteristic năutului, dulceag, fără gusturi străine
Umiditate, % min	12	11,5
Grasimi totale, % S.U.	7	6-7
Proteina brută, %	26,2	24
Granulozitatea, % – rest pe sită nr. 35 (180 μm) max., – cernut prin sită nr. 25 (315 μm) min.	5	4,0
	65	78
Infestarea cu dăunători	Nu se admit	Nu s-au depistat

5.3. Proprietățile funcționale

Proprietățile funcționale ale alimentelor sînt proprietăți fundamentale, care reflectă interacțiunea complexă dintre compoziția, structura, conformația moleculară și proprietățile fizico-chimice ale componentelor alimentare și care depind în mare măsură de natura mediului cu care acestea sînt asociate [110, 193].

Caracteristicile funcționale includ solubilitatea, absorbția și retenția apei, capacitatea de spumare, capacitatea de absorbție a grăsimilor ș.a.

Cunoașterea proprietăților funcționale este necesară pentru a evalua și, eventual, a prezice comportamentul alimentelor (și al componentelor lor) în sisteme specifice, inclusiv al făinurilor mixte, constituite din făină de grâu și făinuri de boabe leguminoase.

Capacitatea de absorbție a apei. Hidratarea (adsorbția apei) făinii de năut este un parametru tehnologic ce depinde de mai mulți parametri intrinseci (compoziție, granulozitate etc.) și extrinseci (temperatură, modalitatea de încorporare a apei ș.a.) a făinii.

Capacitatea de absorbție a apei este o proprietate funcțională, care indică cantitatea de apă reținută de o unitate de masă a făinii în condiții specifice.

Capacitatea de adsorbție a apei depinde de dimensiunea capilarelor și porilor, precum și de sarcinile electrice ale moleculelor de proteine. Această proprietate este în strînsă corelație cu gradul de hidratare atît a proteinelor și al altor constituenți polari, cît și de interacțiunile hidrofile ale lor prin legături de hidrogen. Conținutul avansat de proteine în făină ar putea fi responsabil pentru formarea unui număr mare de legături de hidrogen și de repulsii electrostatice. În cazul făinii de năut procesul de absorbție este influențat și de cantitatea și calitatea amidonului făinii. Halbrook și Kurtzman (1975) relatează că capacitatea de absorbție a apei a amidonului din boabe leguminoase este invers proporțională cu solubilitatea și direct legată de umflarea acestuia.

Hidratarea făinii de năut este, de asemenea, unul dintre atributele funcționale importante pentru utilizarea ei ca ingredient alimentar, deoarece influențează foarte mult și alte proprietăți, cum ar fi emulsionarea, gelifierea și spumarea [118]. Hidratarea este, de asemenea, o proprietate importantă ce guvernează comportamentul funcțional al proteinelor și aplicarea potențială a lor la prelucrarea produselor alimentare.

Pentru determinarea capacității de adsorbție a apei, mostrele de făină au fost dispersate în exces de apă distilată (ori soluții de săruri, zaharuri, acizi) în cuvele de centrifugare timp de 15 min la temperatura prestabilită, apoi centrifugate la 3000 rot/min timp de 30 min. Cantitatea de apă reținută de făina a fost determinată prin cîntărirea sedimentului după decantarea supernatantului format la centrifugare [110].

Rezultatele care arată variația hidratării în funcție de mărimea particulelor făinii și de caracterul mediului de hidratare sînt prezentate în figurile 5.1-5.4.

S-a constatat că capacitatea de absorbție a apei este în corelație directă cu granulozitatea făinii. Creșterea acestui indice odată cu micșorarea mărimilor particulelor de făina este determinată aproape exclusiv de solubilizarea mai pronunțată a componentelor hidrosolubile pentru că difuzia lor în mediul apos este direct proporțională cu gradul de dispersie (suprafața de contact) a făinii.

Absorbția apei este influențată și de aciditatea mediului (figura 5.2). Creșterea capacității de absorbție odată cu creșterea concentrației de acid citric (micșorarea pH-ului) ori de bicarbonat de sodiu (mărirea pH-ului) este marcată de modificarea sarcinilor electrice nete ale proteinelor [185].

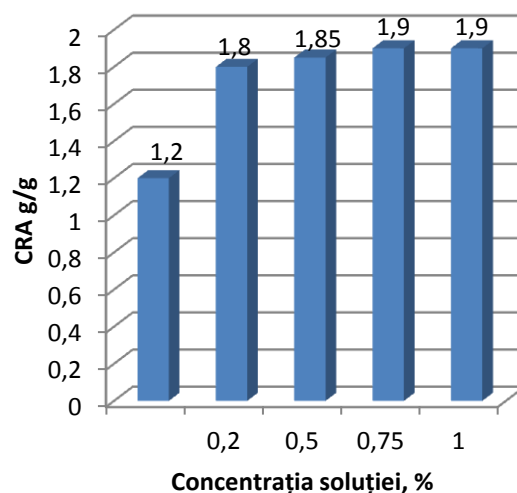
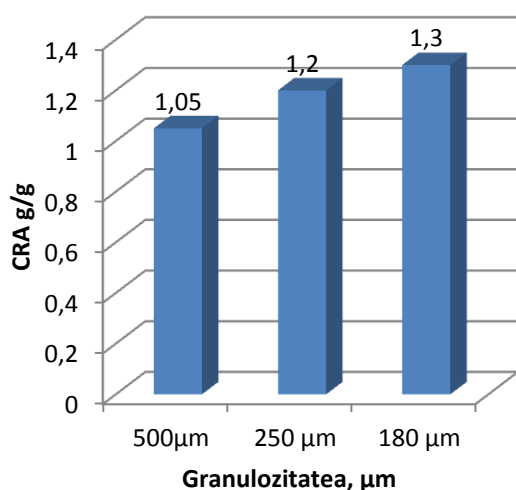


Fig. 5.1. Capacitatea de reținere a apei de către făina de năut de diferite granulozități

Fig. 5.2. Capacitatea de reținere a apei de către făina de năut în soluții de acid citric

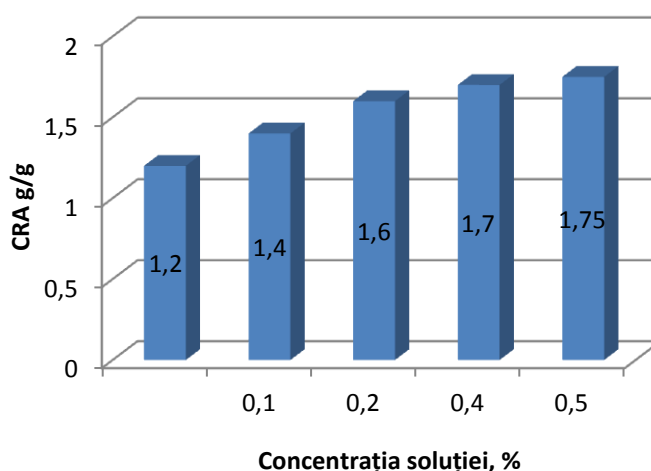


Fig. 5.3. Capacitatea de reținere a apei de către făina de năut în soluții de NaHCO₃

Mărirea sarcinii nete (electropozitivă – în mediul acid și electronegativă – în mediul bazic) induce desfășurarea spațială a proteinelor grație respingerii electrostatice a grupărilor ionogene laterale ale proteinelor. La hidratarea făinii în apa distilată (valorile pH 4,0- 6,0, apropiate de punctul izoelectric) are loc atragerea și neutralizarea reciprocă a grupărilor cu sarcină electrică opusă care conduce la limitarea gradului de hidratare a proteinelor [142].

Proteinele năutului au un conținut apreciabil de aminoacizi polari cu sarcină opusă (aspartic și glutamic - electronegativă, lizină și arginină - electropozitivă). Prin urmare, este rezonabil să presupunem că aminoacizii sînt implicați în fenomenele de asociere și disociere a subunităților proteinelor, care stau la baza proprietăților de hidratare a lor.

Hidratarea mai scăzută în apă distilată ar putea fi atribuită și formării complexelor de proteine cu acidul fitic.

Aceste rezultate arăta ca una din căile de ameliorare a hidratării pentru aplicații alimentare ar putea fi tratamentul în medii acide sau alcaline.

Dependența capacității de absorbție a apei de către făina de năut în soluții saline de NaCl are un caracter de extremă, valoarea maximală fiind la concentrația sării de 0,5%, (figura 5.4). Creșterea hidratării făinii în soluții cu concentrație mică este probabil determinată de fenomenul salting-in al proteinelor. În aceste condiții ionii Cl^- sunt legați de proteină, sarcina electrică a moleculelor proteinelor crește și, prin urmare, crește și hidratarea lor.

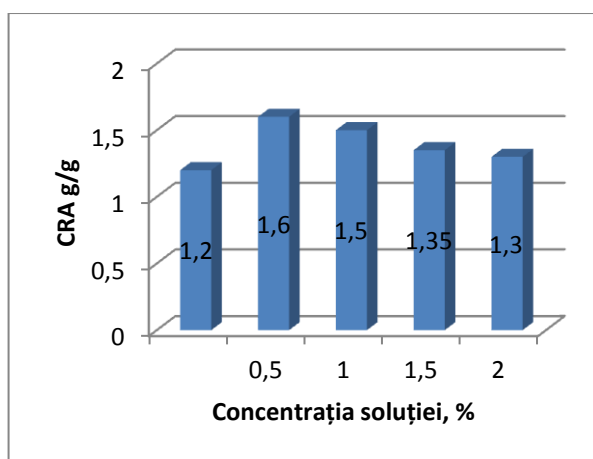


Fig.5.4. Capacitatea de reținere a apei de către făina de năut în soluții de NaCl

La concentrații mai mari de sare are loc efectul de salifiere (salting-out) în care o parte din moleculele de apă sînt atrase de ionii de sare, devenind, astfel, indisponibile pentru a interacționa cu grupările încărcate ale proteinelor. Ca urmare, se intensifică interacțiunile hidrofobe proteină-proteină și hidratarea lor scade [36].

Capacitatea de absorbție a uleiului. Capacitatea făinii de a reține uleiul este importantă, în special, în cazurile când aceasta este utilizată ca adaos pentru umpluturile din carne tocată ori ca substituent al făinii de grâu în făinurile compozite și are un impact sensibil asupra calităților senzoriale și reologice ale semifabricatelor și produselor finite. Rezultatele prezentate în figura 5.5 arată o capacitate de absorbție a uleiului a făinii de năut variată între 2,1 și 2,55 g/g. Capacitatea de absorbție a uleiului este determinată de mărimea și porozitatea (densitatea) particulelor, conținutul de amidon, concentrația, precum și de caracterul hidrofob al proteinelor făinii [182].

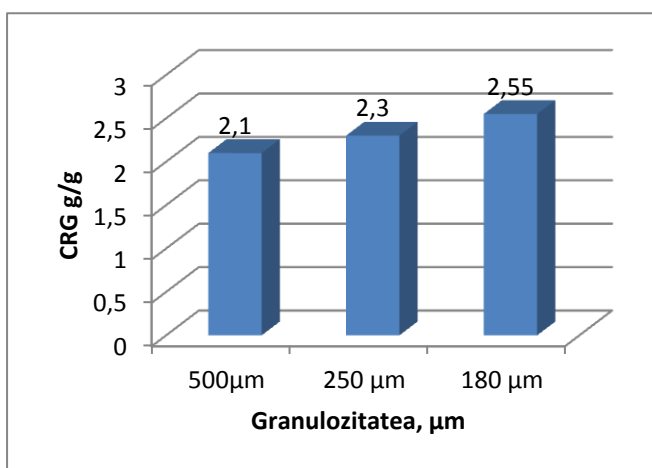


Fig. 5.5. Capacitatea de reținere a uleiului de către făina de năut de diferite granulozități

Un rol deosebit îi revine proporției radicalilor aminoacizilor nonpolari de pe suprafața moleculelor de proteină [55]. Kinsella (1976) afirmă că proteinele hidrofobe au proprietăți mai pronunțate de absorbție și legare a lipidelor, menționând faptul că anume aminoacizii nepolari interacționează cu catenele alifatiche ale lipidelor.

5.3.3. Capacitatea de spumare și stabilitatea spumei

Din punct de vedere fizico-chimic spumele alimentare sînt medii multifazice constituite dintr-o fază dispersată (aerul) și o fază continuă ce poate conține mai mulți ingredientți (proteine, polizaharide, particule solide). Prin urmare, spumele sînt structuri foarte eterogene și aparțin familiei coloizilor alimentari, în care gazul dispersat este considerat faza coloidală (mărimea bulelor cuprinsă între 10-100 μm).

Capacitatea de spumare a făinii este definită de raportul dintre volumul spumei formate și volumul total (inițial) al suspensiei de făină. Stabilitatea spumei exprimă raportul dintre volumului spumei restante (după 30 min) și volumul inițial al spumei.

Formarea și stabilitatea spumelor implică difuzia proteinelor și a altor substanțe solubile la interfața aer / apă și este condiționată de mai mulți factori: vîscozitatea stratului la suprafața bulelor de aer, care este determinată de denaturarea și asocierea proteinelor, concentrația proteinelor în stratul de la suprafața bulelor de aer, pH-ul fazei continue, prezența lipidelor care cauzează destabilizarea stratului proteic, prezența agenților denaturanți.

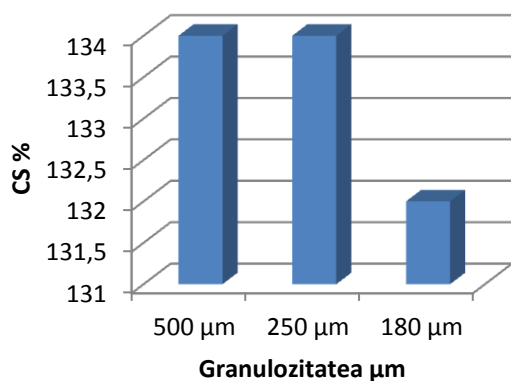


Fig. 5.6. Capacitatea de spumare a făinii de năut de diferite granulozități (faza lichidă – apă distilată)

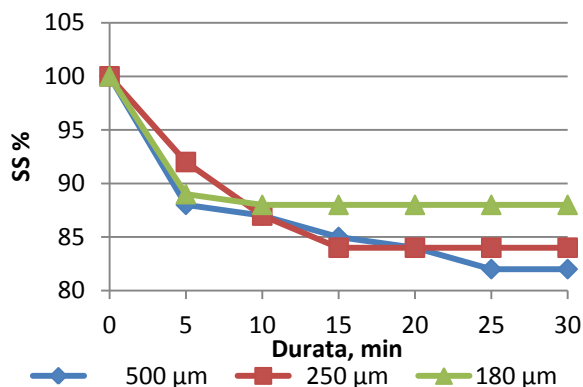


Fig. 5.7. Stabilitatea spumei făinii de năut de diferite granulozități (faza lichidă – apă distilată)

Valorile capacității de spumare și ale stabilității spumelor făinii de năut, precum și impactul cosolvanților (acidu citric, sare de bucătărie, zahăr) sînt prezentate în figurile 5.6-5.15.

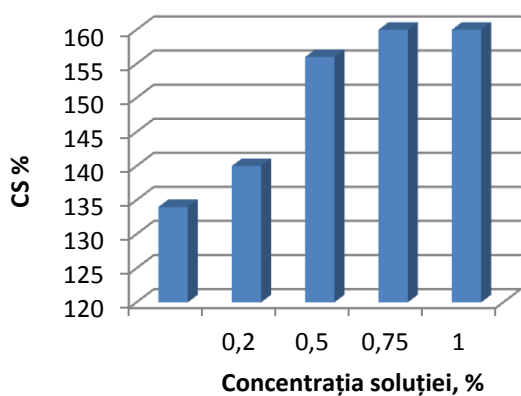


Fig. 5.8. Capacitatea de spumare a făinii de năut (faza lichidă – soluții de acid citric)

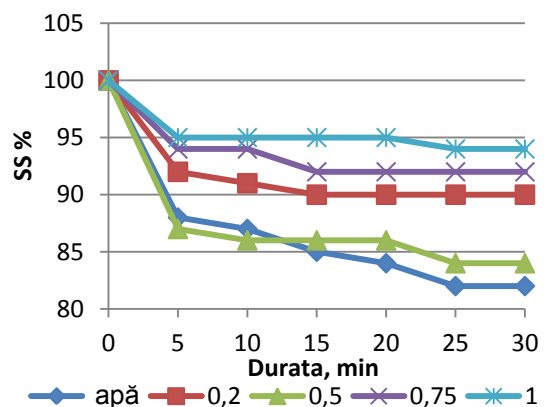


Fig. 5.9. Stabilitatea spumei făinii de năut (faza lichidă – soluții de acid citric)

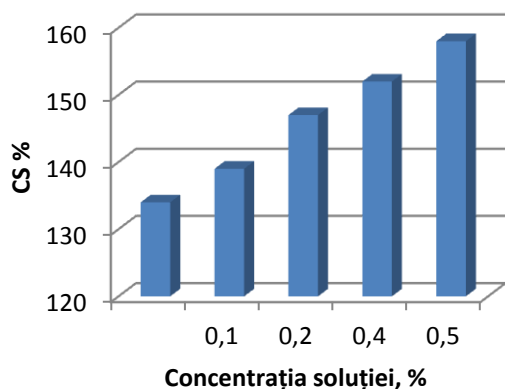


Fig.5.10. Capacitatea de spumare a făinii de năut (faza lichidă – soluții de NaHCO_3)

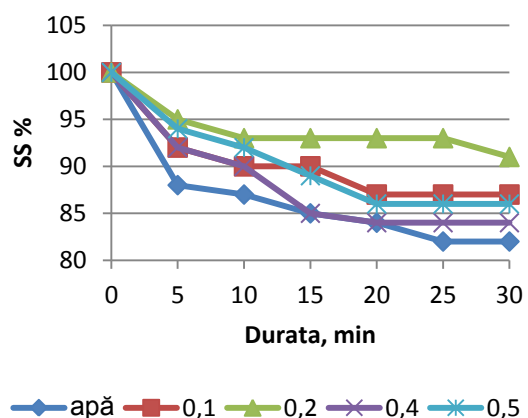


Fig. 5.11. Stabilitatea spumei făinii de năut (faza lichidă – soluții de NaHCO_3)

Creșterea capacității de spumare în prezența acidului citric și a bicarbonatului de sodiu poate fi cauzată de mărirea solubilității proteinelor, desfășurarea rapidă a lor la interfața aer-apă și de limitarea agregării intermoleculare și a flexibilității moleculelor proteice [118]. Îndepărtarea din punctul izoelectric în zonele acide sau alcaline conduce la creșterea sarcinii nete a moleculelor proteice și slăbirea interacțiunilor hidrofobe, care rezultă în creșterea flexibilității proteinelor, difuzia mai rapidă la interfața aer-apă și sporirea capacității de formare a spumei [29].

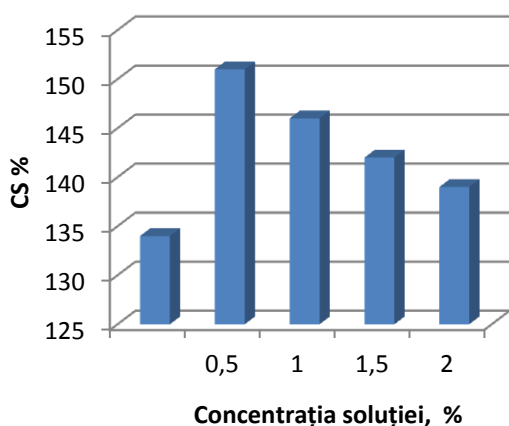


Fig. 5.12. Capacitatea de spumare a făinii de năut (faza lichidă – soluții de NaCl)

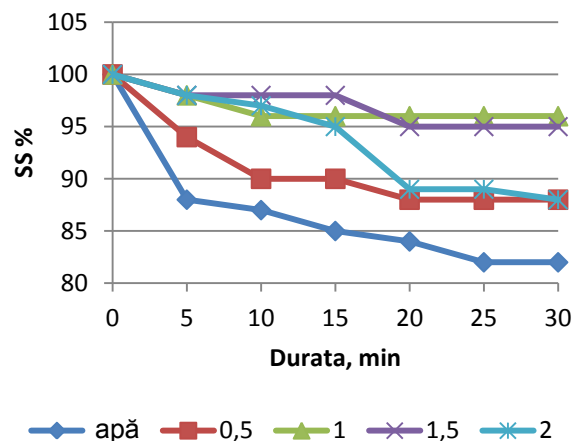


Fig. 5.13. Stabilitatea spumei făinii de năut (faza lichidă – soluții de NaCl)

Efectul prezenței sări de bucătărie poate fi explicat prin faptul că ionii de Na^+ și Cl^- ecreanează moleculele proteice și reduc repulsia electrostatică între ele. Aceasta facilitează adsorbția lor la interfața aer-apă și amplifică capacitatea de spumare.

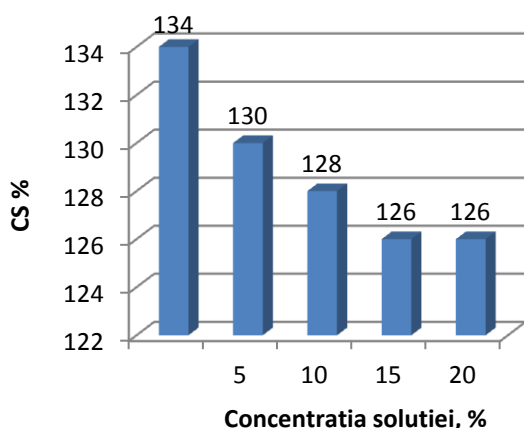


Fig. 5.14. Capacitatea de spumare a făinii de năut (faza lichidă – soluții de zahăr)

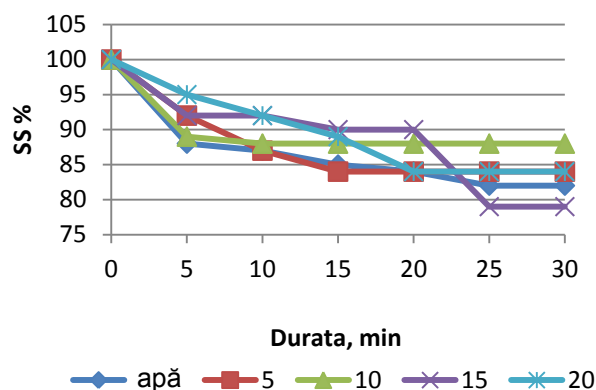


Fig. 5.15. Stabilitatea spumei făinii de năut (faza lichidă – soluții de zahăr)

Zaharoza, dimpotrivă, reține procesul de formare a spumei și scade capacitatea de spumare a făinii. S-a constatat că prezența zahărului afectează proprietățile termodinamice și funcționale ale proteinelor alimentare, în special, cele de absorbție și agregare [125].

Odată cu creșterea concentrației de zaharoză cantitatea de aer încorporat scade, iar valorile capacității de spumare a probelor cu zaharoză sînt mai mici comparativ cu cele ale probei martor. Lau și Dickinson (2005) relatează că adăugarea zahărului mărește vîscozitatea fazei continue, care, la rîndul ei, este dezavantajoasă pentru încorporarea aerului, difuzia și desfășurarea rapidă a moleculelor proteinelor în apropierea imediată a interfeței.

Antipova, Semenova și Belyakova (1999) afirmă că adsorbția proteinelor la interfață scade datorită faptului că proteinele formează legături de hidrogen cu zahărul, ceea ce conduce la creșterea hidrofiliei și scăderea proprietăților tensioactive ale proteinelor.

Astfel, moleculele de proteină, care participă la formarea legăturilor de hidrogen cu zaharoza, ramîn în faza apoasă și nu se adsorb la interfața aer-apă.

Capacitatea de emulsionare. Proprietățile de emulsionare sînt, de obicei, atribuite flexibilității substanțelor tensioactive dizolvate și expunerii lor în domeniile hidrofobe. Formarea și stabilitatea emulsiei este foarte importantă în sistemele alimentare cum ar fi cele din tocătura fină de carne, sosuri ș.a. Capacitatea de emulsionare reflectă abilitatea substanțelor tensioactive de a fi absorbite la interfața apă-ulei în timpul formării emulsiei și de prevenire a floclării și coalescenței grăsimii în emulsia formată [217].

Capacitatea de emulsionare a probelor de făina de năut a constituit 27-28 g ulei/g făină.

Ca și în cazul spumării, capacitatea de emulsionare este dependentă de valoarea pH-ului mediului apos. Cea mai mică valoare a capacității de spumare este în intervalul pH de 4,0-6,0. În aceste condiții (zona punctului izoelectric) sarcina netă și solubilitatea proteinelor este minimală, iar hidrofobicitatea suprafeței lor scăzută. Odată cu îndepărtarea de la punctul izoelectric spre valori pH alcaline ori pH acide, capacitatea de emulsionare a făinii crește [114].

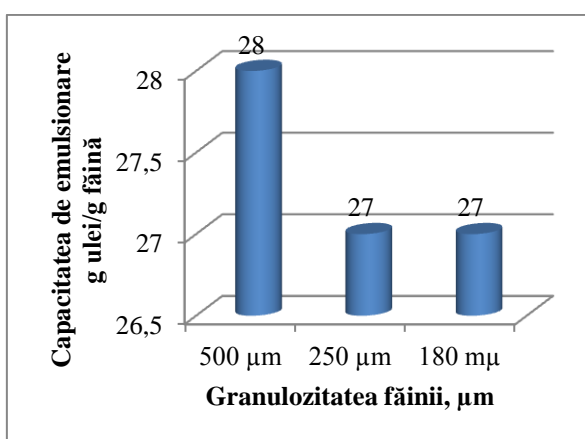


Fig. 5.16. Capacitatea de emulsionare în dependență de granulozitate

Capacitatea de emulsificare a făinii crește și la adăugarea în faza apoasă a sări de bucătărie pînă la 0,5%. Acest rezultat este în corelație cu cel obținut de Ragab (2004), care consideră că prezența sării ameliorează solubilitatea și alte proprietăți funcționale ale proteinelor. La creșterea ulterioară a concentrației de sare, capacitatea de emulsionare scade gradual datorită efectului de salifiere a proteinelor. Rezultate asemănătoare au fost raportate de Ogungbenle ș.a. (2009).

Concluzii. Au fost determinați indici organoleptici și fizico-chimici ai făinii de năut și s-a constatat că acestea corespund cerințelor normative în vigoare. Proprietățile funcționale ale făinii – *capacitatea de absorbție a apei, a grăsimilor, de spumare și de emulsificare* – sînt semnificativ influențate de prezența în mediul apos a cosolvaților (sarea de bucătărie, bicarbonat de sodiu, acid citric și zahăr) și corelează parțial cu capacitatea de absorbție a apei. Cele mai mici valori ale proprietăților funcționale au fost observate în mediul neutru sau puțin acid și la concentrații de sare peste 0,5%.

5.4 Fermentarea aluatului din făina mixtă de grâu și năut: factorii de impact

Grație conținutului înalt de carbohidrați, vitamine hidrosolubile (în special din complexul B), elemente minerale (calciu și fier), adăugarea făinii de năut în produsele cerealiere (inclusiv cele de panificație) ar ameliora esențial calitatea lor nutrițională. În plus, proteinele năutului sînt bogate în lizină, dar sărace în aminoacizi cu conținut de sulf, iar în proteinele de cereale situația este inversă. Astfel, combinarea proteinelor cerealelor cu cele ale năutului ar oferi un echilibru global mai bun de aminoacizi esențiali.

În lucrările recente sînt raportate rezultatele aplicării făinii de leguminoase ca ingredient funcțional în unele alimente pe bază de cereale, cum ar fi pâinea, prăjituri, spaghete, biscuiți [100] etc.

Scopul acestui studiu a fost de a investiga impactul substituției parțiale a făinii de grâu cu făina de năut și cercetarea efectului făinii compozite de grâu și năut asupra procesului de panificație (în special, asupra fermentării aluatului), de a cerceta proprietățile tehnologice și reologice ale aluatului și ale indicilor de consum ale preparatelor obținute.

Fermentarea aluatului este operația cuprinsă între sfârșitul operației de frămîntare și operația de divizare, pe parcursul căreia, în urma unor procese biochimice, microbiologice, coloidale și fizice, se obține un aluat cu volum mare, extensibil și rezistent. Pentru realizarea fermentării este utilizată drojdia de panificație ce aparține speciei *Saccharomyces cerevisiae*. Dinamica dezvoltării aluatului la fermentare depinde de calitatea tehnologică a drojdiei, conținutul de zaharuri, temperatură, pH, conținutul în oxigen, activitatea apei etc., care trebuie să fie bine stabilite, astfel încît să se producă o cantitate cît mai mare de gaze și să se asigure o fermentație cît mai uniformă pe parcursul fermentării aluatului.

Avînd în vedere perspectiva stabilirii oportunității de aplicare a făinii de năut și a relaționării cu diferiți factori (făină de năut, sare, zahăr, grăsimi) din mediul aluat a fost urmărit procesul de fermentare a aluatului în baza dinamicii de formare a gazului carbonic.

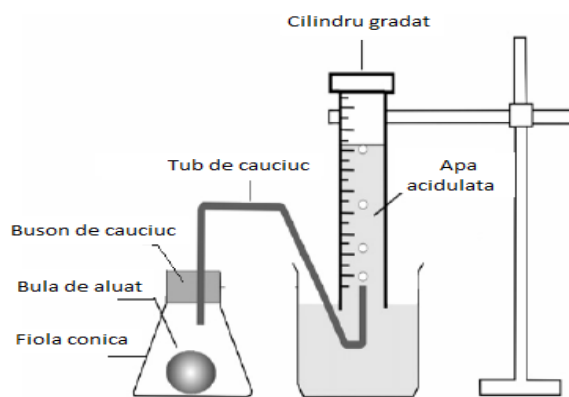


Fig. 5.17. Schema instalației pentru măsurarea producerii gazului la fermentarea aluatului

Pentru determinarea volumului de gaz degajat la fermentare a fost folosită o instalație, schema căreia este prezentată în figura 5.17.

Pentru a determina capacitatea aluatului de a forma gaze în timpul fermentării, s-a recurs la studierea dezvoltării probei de aluat care fermentează la parametri impuși de un protocol ales prin măsurarea volumului de gaz degajat.

5.4.1 Impactul adaosului de făină de năut

Rezultatele impactului proporției făinii de năut asupra volumului de gaz produs la fermentarea aluatului din făinuri mixte de grâu și năut sînt prezentate în figurile 5.18 și 5.19, iar cele care vizează creșterea volumului aluatului – în tabelul 5.2.

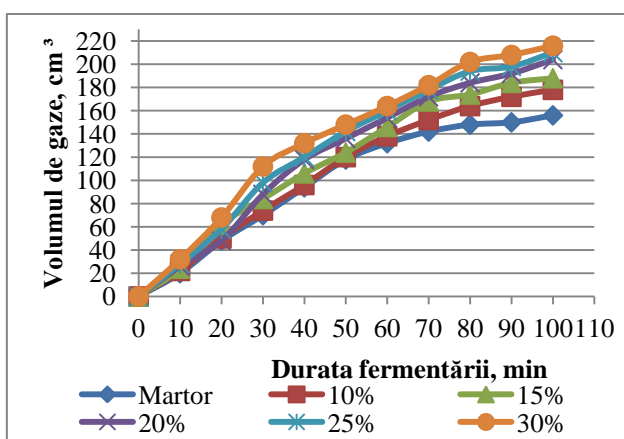


Fig. 5.18. Dependența volumului de gaz carbonic produs de durata fermentării aluaturilor din făinuri mixte și de proporția făinii de năut

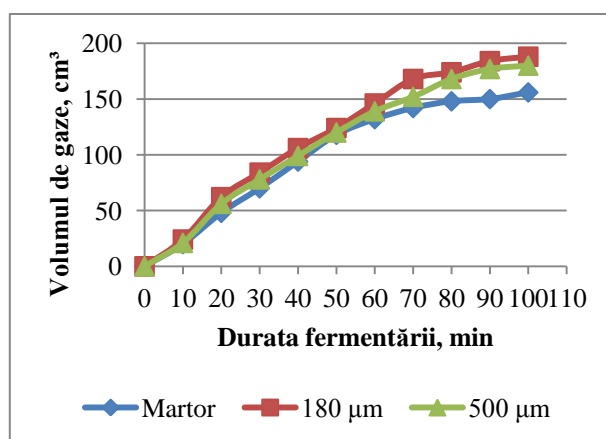


Fig. 5.19. Dependența volumului de gaz carbonic produs de durata fermentării aluaturilor din făinuri mixte și de finețea făinii de năut (15% făină de năut)

Datele obținute arată că volumul de gaz produs de aluaturile din făinuri mixte este mai mare (creștere pînă la 40%) și se află în relație directă cu ponderea făinii de năut. Ameliorarea capacității de formare a gazelor este determinată, în primul, rînd de faptul că făina de năut conține o cantitate mai mare de zaharuri față de făina de grâu. În al doilea rînd, făina de năut este bogată în substanțe azotoase, săruri minerale, vitamine, care sînt elemente importante pentru nutriția, multiplicarea și activitatea drojdiilor. Capacitatea făinii de a forma gaze este influențată și de granulozitatea (finețea) făinii de năut, volumul gazelor formate fiind mai mare pentru făina cu granulozitate mai fină.

Tabelul 5.2. Evoluția volumului aluatului din făina de grâu și din făina mixtă pe parcursul fermentării

Durata de fermentare, min	Făina de grâu	Gradul de substituire a făinii de grâu cu făina de năut				
		10%	15%	20%	25%	30%
		Creșterea volumului aluatului la fermentare, %				
30	63	71	72	71	68	67
60	144	149	153	148	147	126
90	164	170	175	172	152	142
120	172	174	177	175	167	151
150	176	178	179	176	171	154
180	180	179	181	177	173	157

5.4.2. Impactul adaosului de sare de bucătărie

Rezultatele obținute (figura 5.20) arată că prezența sării de bucătărie pînă la 1,5% nu afectează esențial activitatea drojdiilor și producerea gazului carbonic, constatîndu-se doar o scădere ușoară de 1-2%. La concentrații de sare mai mari degajarea gazului carbonic scade esențial. Impactul nesemnificativ al prezenței în aluat a clorurii de sodiu în concentrații mici nu este surprinzător, pentru că soluțiile de sare de 1-2% sînt în esență soluții izotonice saline fiziologice. Creșterea ulterioară a concentrației de sare influențează deja semnificativ (negativ) activitatea drojdiilor: scade creșterea și multiplicarea celulelor (se reduce numărul de celule viabile), crește durata fazei de latență, se intensifică dehidratarea celulelor prin osmoză și se reduce pătrunderea substanțelor nutritive în celulă.

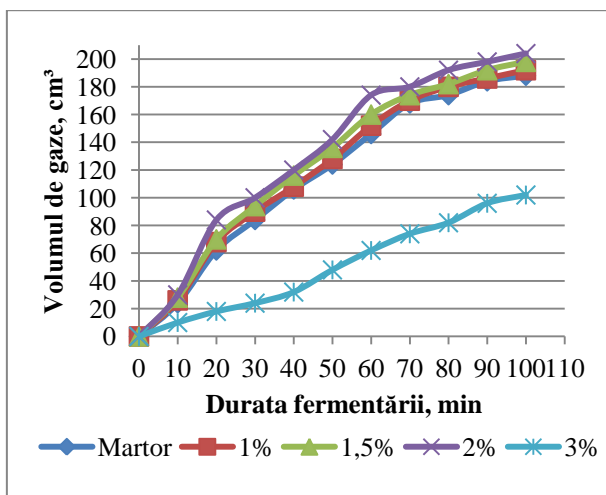


Fig. 5.20. Dependența volumului de gaz carbonic produs de durata fermentării aluatului din făină mixtă (15% făină de năut) și de conținutul de sare de bucătărie

Drept rezultat, se modifică concentrația de produse metabolice (alcool și gaz carbonic), dar se înregistrează o creștere a concentrației de alte produse de fermentație (cum ar fi glicerol, acetaldehidă etc.).

În același timp, conținutul redus de sare conduce la fermentarea foarte rapidă a aluatului, care nu asigură repartizarea uniformă a gazelor în aluat și conduce la formarea unei coji groase la coacere. Astfel, conținutul de sare poate fi considerat un element esențial de control al fermentării, iar concentrația optimală poate fi considerată la nivel de 1,8-2%.

5.4.3. Impactul adaosului de zahăr

Formarea gazelor în aluat la fermentare are loc datorită fermentării zaharurilor sub acțiunea enzimelor eliminate de drojdie. Celulele de drojdie pot fermenta toate zaharurile pe care le conține aluatul, și anume, zaharoza (după hidroliză în glucoză și fructoză cu invertază), glucoza, fructoza și maltoza (după hidroliză în glucoză de maltaza din drojdie). Sunt fermentate atât zaharurile proprii ale făinii, cât și zaharurile care se formează în aluat din amidon sub acțiunea enzimelor amilolitice.

În aluatul cu drojdie, producerea de maltoză are loc în primele etape ale fermentației până la momentul când conținutul în glucoză este epuizat, după care conținutul de maltoză scade treptat. Aluatul preparat numai din făină, apă, drojdie și sare conține inițial aproximativ 0,5% de glucoză și de fructoză care provin din făină – cantitate suficientă pentru a începe fermentarea și pentru a activa sistemul de adaptare a drojdiei și a produce maltozimaza, care este responsabilă de fermentarea maltozei. Fermentarea este menținută de activitatea α - și β -amilazei, care convertesc amidonul în maltoză.

Activitatea fermentativă a drojdiilor, exprimată de emisia de dioxid de carbon pentru diferite cantități de zaharoză adăugată, este indicată în figura 5.21. Introducerea unei cantități suplimentare de zaharoză (până la 3%) în aluat stimulează fermentația, dar reține metabolizarea maltozei și provoacă acumularea ei în aluat.

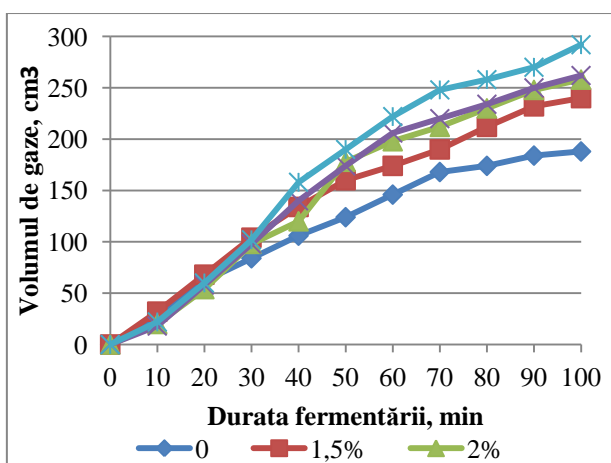


Fig. 5.21. Dependența volumului de gaz carbonic produs de durata fermentării aluatului din făină mixtă (15% făină de năut) și de conținutul de zahăr

Zaharoza ca atare nu se consumă imediat, dar după o scurtă perioadă de adaptare a drojdiilor. Ulterior, drojdiile produc invertaza, care hidrolizează zaharoza. Astfel, drojdiile transformă în prima perioadă glucoza și fructoza prezente în făină, mai apoi zaharoza și, în cele din urmă, maltoza. Se consideră că viteza mai mare de fermentație a zaharozei în raport cu cea a maltozei este determinată de modificarea permeabilității membranei celulare care intervine în perioada de adaptare a drojdiilor [211].

La concentrațiile de zaharoză de peste 3% rata fermentației scade proporțional cu cantitatea de zahăr adăugată din cauza creșterii presiunii osmotice în faza lichidă a aluatului și plasmoliza celulelor de drojdii. Impactul zaharozei asupra plasmolizei drojdiilor este însă mai puțin pronunțat decât impactul sării de bucătărie.

5.4.4. Impactul adaosului de grăsimi

Adaosul de grăsime încetinește procesul de fermentare a aluatului (figura 5.22).

Fiind substanțe neutre, grăsimile nu modifică caracteristicile fizico-chimice ale aluatului (presiunea osmotică, aciditatea, forța ionică) și nu afectează în mod direct fermentarea. În același timp, ele învăluiesc celulele de drojdie și particulele de făină, condiționând hidrofobizarea lor și astfel complică, pe de o parte, accesul și absorbția nutrienților necesari activității vitale a drojdiilor, iar pe de altă parte, difuzia nutrienților din făină în faza apoasă. Prezența unor cantități mari de grăsimi poate determina formarea incompletă a rețelei de gluten, lipsa unei continuități a rețelei proteice în aluat și ca urmare o elasticitate redusă a aluatului, cauzată de reducerea cantității de apă absorbită de proteine. Natura grăsimii utilizate și calitatea făinii influențează acest proces.

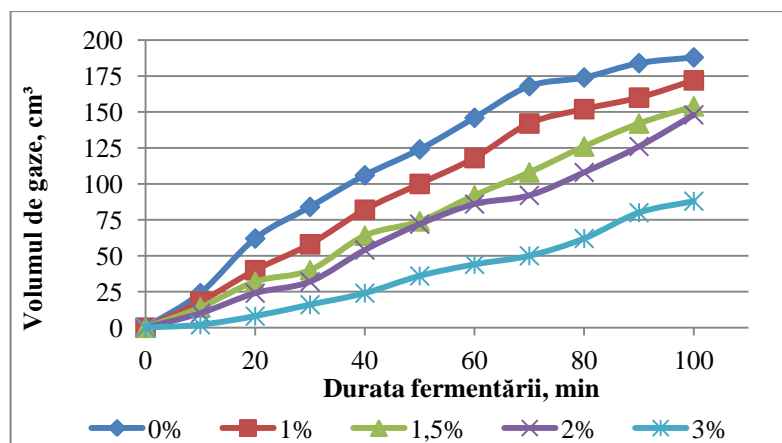


Fig. 5.22. Dependența volumului de gaz carbonic produs de durata fermentării aluatului din făină mixtă (15% făină de năut) și de conținutul grăsimii

El este mai pronunțat pentru grăsimile lichide. Aluatul preparat cu adaos de grăsimi este mai extensibil în comparație cu aluatul simplu. Adăugarea grăsimilor în aluat îmbunătățește prelucrabilitatea lui mecanică prin reducerea aderenței la organele de lucru ale mașinilor de prelucrat. Grăsimile adăugate în aluat în cantități care nu depășesc 5% din masa făinii, acționează întotdeauna favorabil asupra calității produselor.

Acestea au volum mai mare, porozitate mai fină și mai uniformă, coajă mai elastică, mai puțin sfărâmicioasă, miez cu elasticitate îmbunătățită față de produsele fără grăsimi. Grăsimile măresc durata de păstrare a prospețimii pâinii și îmbunătățesc gustul și aroma ei.

5.5. Descriptorii de calitate a aluatului

Din punct de vedere tehnologic prezintă interes evaluarea comportamentului făinurilor în faza de aluat proprietățile lor de panificație, care exprimă toate proprietățile intrinseci ale făinii (inclusiv a făinurilor mixte) și comportamentul aluatului constituind o sinteză a tuturor interacțiunilor care au loc între diversele componente ale făinii.

Cele mai importante proprietăți de panificație ale făinii sunt următoarele:

- randamentul aluatului, care este determinat de capacitatea de absorbție a apei pentru obținerea unui aluat cu consistența prestabilită;
- prelucrabilitatea aluatului la diferite etape ale procesului de panificație pînă la coacere (implică proprietățile de elasticitate, aderența, capacitatea de deformare și întindere ș.a.)
- dezvoltarea aluatului (capacitatea de emisie a gazului carbonic, capacitatea de retenție a gazului, abilitatea de deformare);
- calitatea organoleptică a pînii (culoare, miros, textură).

Rezultatele formalizate ale acestei abordări pentru aluatul din făina de grîu și cel din făina mixtă (făină de grîu – 85% și făină de năut – 15%) sînt prezentate în anexa 2, tabelul A.2.1. Descriptorii de calitate a pînii sînt prezentați mai jos.

Concluzii. Rezultatele obținute au arătat că suplimentarea făinii de grîu cu făina de năut accelerează procesul de fermentare, iar volumul de gaz produs de aluatul din făină mixtă este în relație directă cu ponderea făinii de năut. Adaosul sării de bucătărie pînă la 1,5-2,0% și a zaharozei pînă la 3,0% nu afectează esențial fermentarea aluatului, iar la concentrații mai mari inhibă activitatea drojdiilor în urma plasmolizei celulelor lor. Introducerea în aluat a grăsimilor vegetale implică hidrofobizarea drojdiilor și a particulelor de făină și micșorează viteza de formare a gazului carbonic, dar ameliorează proprietățile reologice a aluatului.

Modificarea neesențială a descriptorilor de calitate a aluatului cu adaos de făină de năut în raport cu cel de făină de grîu este probabil determinată, în principal, de faptul că proteinele năutului și ale făinii de grîu au capacitate diferită de adsorbție a apei, fapt care afectează dezvoltarea rapidă a glutenului și proprietățile rețelei glutenice formate.

5.6. Calitatea pînii din făină mixtă de grîu și năut

5.6.1. Obținerea pînii

Cercetările au vizat șase variante de rețete (tabelul 5.3), urmărindu-se influența cantitativă a adosului de făină de năut asupra calității pînii obținute.

Diagrama de flux tehnologic în procesul de obținere a pînii a fost una tradițională, iar

prepararea aluatului s-a realizat prin metoda directă (monofazică). Aceiași parametri tehnologici au fost aplicați la prepararea probei martor și ai probelor cu adaos de năut. Parametrii tehnologici de preparare a pâinii sînt prezentați în tabelul 5.4.

Tabelul 5.3. Variante experimentale pentru obținerea pâinii din făină mixtă de grâu și de năut

Variante experimentale	Componente pentru 500 g de făină				
	Făina de grâu (g)	Făină de năut (g)	Sare (g)	Drojii (g)	Apă, aluat (ml)
PM	500,0	–	7,5	15,0	254,04
P10%	450,0	50	7,5	15,0	254,93
P15%	425,0	75	7,5	15,0	255,35
P20%	400,0	100	7,5	15,0	255,81
P25%	375,0	125	7,5	15,0	256,24
P30%	350,0	150	7,5	15,0	256,70

PM – Proba martor; P + probele cu năut.

Tabelul 5.4. Parametrii tehnologici de preparare a pâinii din făinuri mixte de grâu și năut

Probele	Parametrii tehnologici				
	Timp de frământare, min.	Timp de dospire, min.	Timp de predospire, min.	Timp de coacere, min.	Temperatura de coacere, °C
Proba martor, P10 – P30%	10-15	45	35	30	220

5.6.3. Caracteristici calitative ale pâinii

Pentru evaluarea impactului adaosului de făină de năut asupra calității pâinii au fost realizate probe de coacere. Pîinile obținute au fost evaluate sub aspectul raportului înălțime / diametru, volumului specific, porozității, al elasticității miezului ș.a. De asemenea, s-a efectuat și o evaluare senzorială a caracteristicilor pîinilor obținute (aspectul cojii, porozitatea miezului, caracteristica lui).

Adaosul de făină de năut a condus la îmbunătățirea caracteristicilor produselor, efectul lor fiind diferit în funcție de cantitățile adăugate. Unii parametrii calitativi ai pâinii din făinurile mixte și valorile lor sînt prezentați în tabelul 5.5.

Substituirea făinii de grâu cu făina de năut pînă la 15% conduce la creșterea volumului specific și al porozității pâinii, mai apoi valorile acestor indici scad odată cu creșterea gradului de substituție (anexa 3, figurile A.3.1-3.3.4). Ameliorarea volumului specific și al porozității pâinii din făină mixtă ar putea fi determinată de creșterea ușoară a conținutului de materii grase. Se consideră că adaosul materiilor grase în cantități mici (pînă la 1-2%) ameliorează indicii sus-numiți [54].

Aciditatea pâinii este dată de substanțele cu reacție acidă din făina cu care s-a preparat aluatul și de acizii care apar în aluat, ca rezultat al activității drojdiilor și bacteriilor: bioxidul de carbon, acidul lactic, succinic, malic și acizii volatili – acetic și formic.

Sub acțiunea acizilor formați se intensifică procesele de hidratare și de peptizare a aminoacizilor, cu formarea gustului și aromei specifice pâinii. Datorită apariției acestor acizi se produce o creștere a acidității aluatului în timpul dospirii. Circa 60% din aciditatea aluatului se datorează acidului lactic. Aciditatea inițială și finală a aluatului este influențată de gradul de extracție a făinii, de consistența sa, de temperatura și durata dospirii. Aciditatea finală a semifabricatelor constituie un indice al maturității lor, fiind un parametru important, controlabil, în elaborarea produselor de panificație, care influențează în mod direct proprietățile finite ale acestora [15].

Aciditatea aluatului cu adaos de făină din năut, înainte și după 45 minute de fermentare, a fost cuprinsă între 2,2 și 3 grade aciditate pentru aluatul proaspăt și între 2,6 și 3,6 grade aciditate pentru aluatul fermentat. Aciditatea pâinii a avut valori de la 1,8 până la 2,4 grade aciditate – cu 0,3-0,9 grade mai mult decât în proba martor. Aciditatea sporită a pâinii cu adaos de făină de năut în comparație cu proba martor ar putea avea implicații favorabile asupra absorbției fierului.

Tabelul 5.5. Parametrii calitativi ai pâinii din făinurile mixte de grâu și năut

Indici	Proba martor	Proporția făinii de năut în făinurile mixte				
		10%	15%	20%	25%	30%
Volumul specific, cm ³ /g	2,57	2,8	3,1	2,9	2,6	2,4
Aciditatea, grade T	1,5	1,8	2,1	2,2	2,4	2,4
Umiditatea, %	40,2	41,4	42,0	42,2	42,1	42,1
Porozitatea miezului, %	65	67	70	62	60	56
Scăzămintele de masă la coacere, %	10, 5	9,7	8,5	8,8	9,2	9,5

Umiditatea mostrelor de pâine a fost cuprinsă între 41,4 și 42,2%. Umiditate redusă (circa 40,2%) au avut probele de pâine obținute doar din făină de grâu și probele cu cantități reduse de făină de năut (sub 10%). Creșterea ușoară a umidității în probele de pâine din făină mixtă se datorează capacității ei de legare a apei de proteinele năutului.

Evaluarea **raportului înălțime / diametru** (H/D) al pâinii se face cu scopul de a aprecia gradul de dezvoltare a pâinii. O înălțime redusă a probei, precum și un diametru mai mare, constituie un indiciu că pâinea nu este corespunzătoare datorită calităților de panificație proaste a făinii ori din cauza nerespectării (depășirii) timpului de fermentare.

Valorile H/D ale mostrelor de pâine din făină mixtă cu gradul de substituire a făinii de grâu cu cea de năut cuprins între 0 și 30% sînt prezentate în figura 5.23. Valoarea acestui indice crește odată cu creșterea proporției făinii de năut pînă la 15% și scade la valori mai mari ai gradului de substituire.

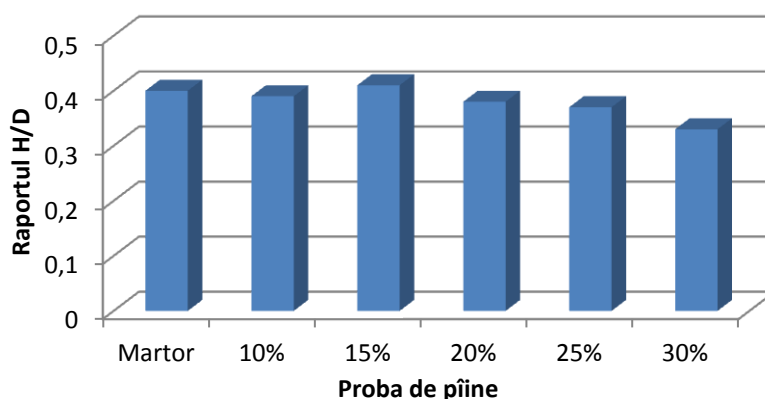


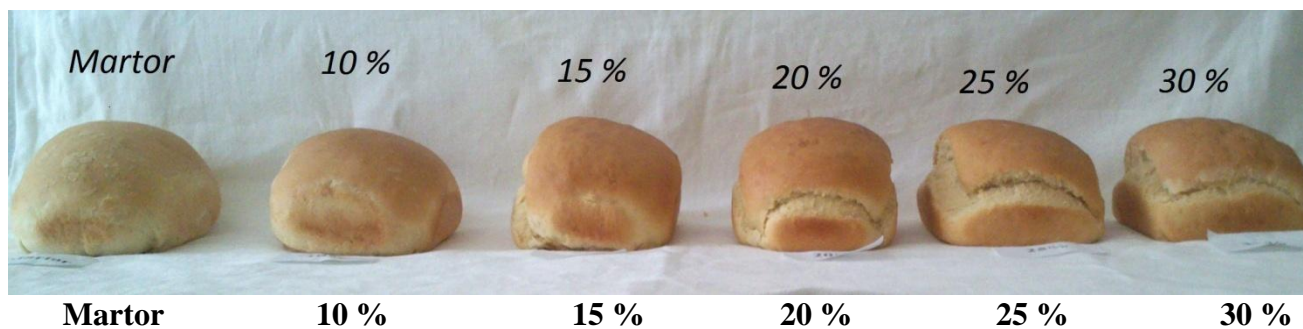
Fig. 5.23. Raportul înălțime / diametru al pâinii din făină mixtă de grâu și năut

Scăzămintele de masă la coacere sînt formate din pierderi de umiditate și pierderi de substanță uscată. Pierderile în umiditate au loc în stratul superficial al aluatului care se transformă în timpul coacerii în coajă, iar pierderile de substanță uscată se traduc prin pierderile de alcool, CO₂ și alte substanțe volatile din aluat care au rezultat la fermentarea zaharurilor și care se pierd în spațiul de coacere. Scăzămintele prin coacere variază între 5-20% și depind, în special, de mărimea și forma produsului, de gradul coacerii și felul cuptorului, dar și de compoziția aluatului. Pentru pâinea cu adaos de făină de năut pierderile de masă la coacere au fost mai mici (circa 8,5-9,7%) în comparație cu proba martor, în care pierderile de masă au fost de 10,5%.

Aprecierea organoleptică a calității pâinii a inclus aprecierea aspectului exterior al pâinii, simetria formei, volumul, culoarea și structura cojii, culoarea, elasticitatea și porozitatea miezului, gustul, mirosul, semnele de alterare microbiană și prezența corpurilor străine. Rezultatele evaluării organoleptice au arătat calități destul de bune pentru pâinea cu adaos de făină de năut pînă la 20%, iar probele de pâine din făină mixtă cu un conținut de făină de năut peste 20% au avut indici organoleptici mai scăzuți – forma și volumul mai mic, suprafață cu crăpături, miros mai pronunțat de năut.

Aspectul exterior (a) și în secțiune (b) al pâinii cu conținut diferit de făină de năut este prezentat în figura 5.24, iar analiza comparativă a descriptorilor de calitate a pâinii din făină de grâu și din făină mixtă (15% făina de năut) – în anexa 2, tabelul A.2.2.

a)



b)



Fig. 5.24. Aspectul exterior (a) și în secțiune (b) al pâinii cu diferit conținut de făină de năut

Concluzii. Acest studiu a demonstrat posibilitatea și oportunitatea producerii pâinii din făina mixtă de grâu și năut. Analiza caracteristicilor calitative ale pâinii obținute ca rezultat al probelor de coacere, a arătat că substituirea făinii de grâu cu făină de năut în proporție de 15% ameliorează parametrii fizico-chimici și organoleptici, precum și valoarea nutritivă a pâinii – conținutul de proteine, substanțe minerale, fibre alimentare ș.a. Astfel, făina de năut poate fi considerată ca o sursă bună de fortificare a produselor de panificație și, în special, a pâinii.

5.7. Obținerea preparatelor din carne mărunțită cu făină de năut

Compoziția de carne mărunțită este considerată un sistem complex, alcătuit din următoarele componente:

- o soluție *electrolitică-gelică*, formată din apă adăugată, în care este dizolvată clorura de sodiu, solubilizate și extrase din carne, proteine sarcoplasmice și miofibrilare, substanțe extractive azotate și neazotate. Cantitatea de proteine solubilizate și extrase este mărită prin distrugerea mecanică a țesutului muscular. Proteinele solubilizate și extrase, în special, cele miofibrilare, au roluri în emulsionarea globulelor de grăsime prin formarea unei matrice proteice la suprafața acestora și stabilizarea emulsiei;

- un amestec format din particule de țesut muscular, conjunctiv și gras, precum și din condimentele adăugate. Particulele de țesut muscular, conjunctiv și gras, precum și din condimentele mărunțite adăugate sînt în parte dispersate în soluția gelică în timpul mărunțirii;

- o spumă formată din soluția gelică care înglobează aer în timpul mărunțirii fine;
- o emulsie în care o parte din grăsime este expulzată din țesutul gras și este emulsionată. Emulsia se realizează deoarece o parte din proteinele solubilizate joacă rolul atât de emulgator, cât și de stabilizator. Adaosul de NaCl mărește capacitatea de emulsionare și stabilizare prin faptul că determină extracția și solubilizarea unei cantități mai mari de proteine structurale în soluția gelică.

Numeroase preparate culinare și industriale din carne, obținute din carne de porc și grăsime sau carne de vită, pasăre, curcan sau vînat, conțin pînă la 30% grăsime, fie sub formă de cubulețe, fie mărunțită fin împreună cu carnea.

Preocupările din ultimele decenii referitoare la o alimentație mai sănătoasă care să prevină riscul obezității, bolilor cardiovasculare, infarctului sau cancerului, programele nutriționale care promovează o alimentație sanătoasă (15-30% din totalul de calorii din grăsimi nesaturate și doar 0-10% din grăsimi saturate) au determinat apariția preparatelor din carne cu conținut redus de grăsime.

Reducerea conținutului de grăsime în produse determină obținerea unui produs mai ferm, mai puțin suculent, cu o culoare închisă și mai scump. Alte probleme tehnologice asociate cu scăderea conținutului de grăsime sînt reducerea legăturilor între particule și a randamentului la preparare, interior moale și siropos, formarea unui înveliș cauciucos, eliminarea excesivă de suc și reducerea termenului de valabilitate. Conținutul de grăsime al preparatelor din carne poate fi redus prin înlocuirea grăsimii cu apă, adaosul de carbohidrați și/sau proteine sau folosirea unor ingrediente funcționale.

Înlocuirea grăsimii cu apă reduce conținutul de grăsime, însă are ca rezultat modificări concomitente ale texturii și ale capacității de a reține apa – astfel este limitată la valori scăzute.

Adaosul în produsele din carne cu conținut redus de grăsimi al unor ingrediente funcționale provenite din diferite surse vegetale și animale ca materiale de umplură, lianți, emulgatori sau agenți de diluare poate îmbunătăți capacitatea de a reține / a lega apa și a modifica textura. De asemenea, crește randamentul și scad pierderile la gătire.

Înlocuitorii de grăsime pe bază de proteine sînt imitații de grăsime fiindcă nu au capacitatea de a suplini complet funcționalitatea grăsimilor. Înlocuitorii de grăsime pe bază de carbohidrați stabilizează apa adăugată sub forma unui gel care conferă produselor onctuozitate și umiditate similară cu cea a produselor cu conținut ridicat de grăsime.

Exemple de utilizare a înlocuitorilor de grăsime cuprind: făina de grîu și cazeinații în chifteluțe, făina de soia în burgerii. Aceste adaosuri au și rol de material de umplură contribuind la valoarea nutritivă ridicată a produselor și asigurînd anumite proprietăți

funcționale, precum ar fi solubilitatea, viscozitatea și capacitatea de legare a apei.

Avînd proprietăți asemănătoare cu făina de soia (care se folosește larg la fabricarea industrială a preparatelor din carne tocată), fiind bogată în proteine și amidon, făina de năut a fost propusă și testată în această lucrare pentru utilizare în preparate din carne cu conținut scăzut de grăsime.

Obiectivul urmărit a fost obținerea unor preparate din carne tocată cu calități de consum ameliorate și preț redus. Pentru atingerea acestui scop și stabilirea rețetelor optime ale produselor din carne tocată cu adaos de făina de năut a fost evaluat impactul adaosului de făină atît asupra capacității semifabricatelor de reținere a apei și grăsimilor, randamentului (rata pierderilor) preparatelor la gătire, cît și asupra calităților organoleptice ale preparatelor finite.

Literatura de specialitate prezintă numeroase studii în care s-au experimentat adaosurile de făină, concentrate și izolate proteice din soia, mazăre, fasole boabe, linte, grîu (gluten denaturat) ș.a. [79, 181].

Influența adaosului de făină din năut asupra unor proprietăți fizico-chimice și organoleptice ale pastei din carne tocată și ale pîrjoalelor gătite din această pastă sînt prezentate mai jos.

5.7.1. Capacitatea de reținere a apei a tocăturii din carne cu făină de năut

Capacitatea de reținere a apei de către masa de carne mărunțită este un factor determinant pentru randamentul cantitativ, consistența și suculența preparatelor din carne tocată.

În experiențe a fost folosită făina de năut cu granulometrie cuprinsă în limitele ≤ 226 și ≤ 500 μm , uscată sau, în prealabil, hidratată. În figurile de mai jos sînt prezentate valorile gradului de reținere a apei (GRA) în pasta de carne (figura 5.25), în funcție de cantitatea de făină de năut adăugată.

Rezultatele arată că gradul de reținere a apei este în relație directă cu cantitatea de făină în masa de carne mărunțită și este mai mare în cazul făinii cu granulometrie fină ≤ 226 , care, de altfel, are un conținut mai mare de proteine. De asemenea, trebuie remarcat faptul că cele mai înalte valori ale GRA sînt înregistrate de probele cu făina fină (≤ 226 μm), prealabil hidratată în raportul de 1 : 1,5 [102].

Creșterea gradului de reținere a apei este determinată, în primul rînd, de proteinele năutului, care au o afinitate sporită pentru apă și pot absorbi pînă la 200-300% apă raportată la masa proteinei, formînd astfel o rețea vascoelastică [181].

În preparatele din masă tocată odată cu creșterea fracțiunii de masă a componentelor vegetale, se mărește și pH-ul tocăturii. Aceasta sporește caracterul hidrofîl al proteinelor din carne, provocînd o creștere a capacității de reținere a apei.

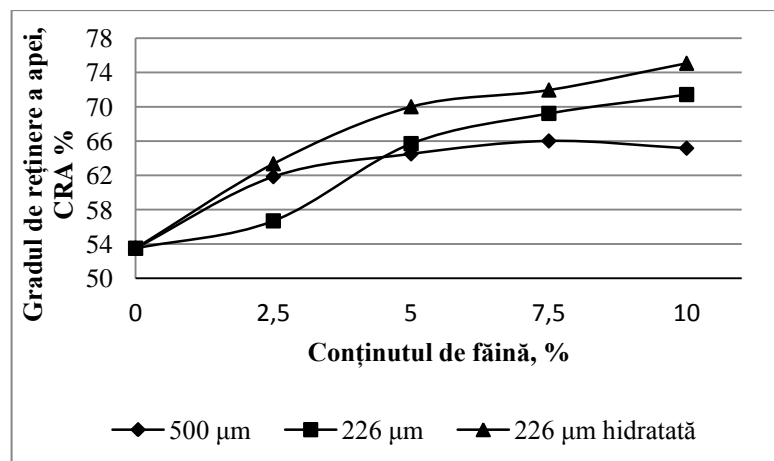


Fig. 5.25. Dependența gradului de reținere a apei de conținutul făinii de năut din carnea tocată

Interacțiunea proteinelor cu apa depinde, de asemenea, de pH-ul mediului. La valori mai mari sau mai mici decât punctul izoelectric, proteinele se prezintă sub formă de polianioni ori policationi ce au un grad mai pronunțat de hidratare, iar hidratarea în medii alcaline este mai mare decât în cele acide.

Un alt factor care afectează hidratarea proteinelor este forța ionică a mediului. Ionii sărurilor interacționează cu grupele ionogene ale proteinelor și diminuează interacțiunea electrostatică între grupările învecinate cu sarcini opuse. Însă la concentrații saline mari, apa este în mare măsură imobilizată de săruri și procesul de hidratare a proteinelor scade [102].

5.7.2. Randamentul în produs / rata pierderilor la tratarea termică

Tratamentul termic al preparatelor din pastă de carne mărunțită induce dehidratarea și denaturarea proteinelor, care influențează esențial randamentul produselor finite [128]. Rezultatele prezentate în tabelul 5.6 și figura 5.26 arată că încorporarea făinii de năut reduce pierderea în greutate la gătire și dimensiunile parjoalelor și, astfel, conduce la creșterea randamentului tehnologic al pârjoalelor.

Pe parcursul tratamentului termic proteinele miofibrilare, care asigură reținerea apei, se coagulează și își pierd solubilitatea. Capacitatea de reținere a apei scade și au loc pierderi de suc, în care se găsesc și săruri minerale, vitamine, peptide, aminoacizi și al.

Degajarea sucului se produce în doua faze:

- faza de dezlegare a apei fixată de proteinele miofibrilare în stare nativă sub acțiunea efectului termic (denaturarea proteinelor);
- faza de expulzare a sucului drept rezultat al contractării țesutului endomisial. Gelatinizarea colagenului (asociată cu adsorbția apei) are un efect moderat asupra pierderii sucului.

Tabela 5.6. Randamentului tehnologic al pîrjoalelor din carne tocată cu făină de năut la tratamentul termic (coacere la 180 °C)

Durata tratamentul -ui termic, min	Cantitatea de făină de năut adăugată (%) și randamentul în produs (%)														
	Făină 500 μm					Făină 226 μm					Făină 226 μm, înmuiată				
	0	2,5	5	7,5	10	0	2,5	5	7,5	10	0	2,5	5	7,5	10
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10	86,0	88,3	90,3	89,3	90,4	86,6	88,3	89,6	90,8	90,5	86,0	89,1	90,7	90,0	90,6
20	76,5	77,1	81,2	80,1	82,8	76,5	80,9	82,3	82,5	83,1	73,5	81,4	82,5	84,9	84,2
30	70,8	72,5	73,6	74,4	76,8	70,8	75,0	76,5	78,0	81,4	70,8	73,6	78,4	79,6	80,5
40	59,8	69,8	63,8	67,0	69,3	59,8	68,8	70,5	72,9	73,0					

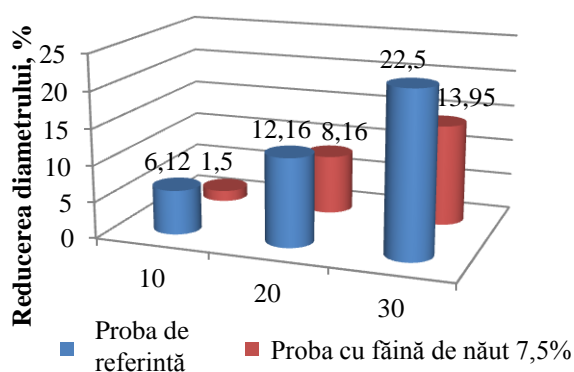


Fig. 5.26. Reducerea diametrului parjoalelor la gătire (coacere la 180 °C)

În funcție de conținutul de făină de năut, randamentul tehnologic al pîrjoalelor crește de la cca 60% (în proba de referință) pînă la 80%. La încălzire (70-100 °C), proteinele năutului se coagulează și formează un gel, care fixează apa în proporție diferită, în funcție de durata încălzirii, temperatura și caracterul mediului [102, 123].

5.7.3. Capacitatea de reținere a grăsimilor la gătirea preparatelor din tocătură de carne cu făină de năut

Grăsimile din masa marunțită de carne contribuie la formarea texturii și gustului preparatelor și sînt o sursă semnificativă de energie. Capacitatea de reținere a grăsimilor în timpul tratamentului termic al alimentelor depinde de conținutul și proprietățile emulsifiante ale proteinelor, dar și de prezența altor ingrediente.

Rezultatele prezentate în figura 5.27. arată că adăugarea făinii de năut pînă la 7,5% conduce la creșterea semnificativă a gradului de reținere a grăsimilor de la 75 (în proba de referință) pînă la 90%.

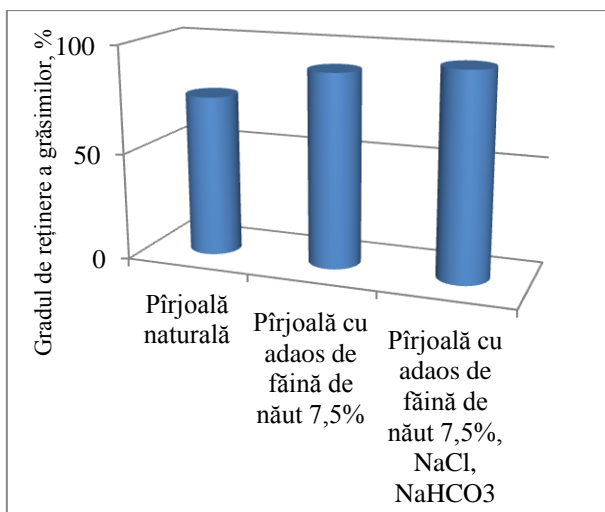


Fig. 5.27. Gradului de reținere a grăsimilor la gătitul pârjoalelor din carne tocată și năut

În sfârșit, făina de năut conține cantități importante de fibre alimentare, care sînt considerate ingrediente interesante pentru dezvoltarea produselor alimentare cu capacitate mare de reținere a grăsimilor la tratamente termice înalte [102].

5.7.4. Tehnologia preparatelor din carne tocată cu făină de năut

Sortimentul preparatelor de bază din structura meniurilor întreprinderilor de alimentație publică cuprinde preparate din carne tocată, care se pregătesc din tocătură simplă sau tocătura asociată cu diferite adaosuri. Caracteristica principală a tocăturii este finețea, care diferă în funcție de preparat, și este determinată de diametrul ochiurilor sitei folosite la mașina de tocat (între 2 și 8 mm). Preparatele din carne tocată se caracterizează prin:

- valoare nutritivă și gustativă ridicată, provenită din carnea utilizată la obținerea tocăturii și a adaosurilor folosite pentru afinare, legătură, gust;
- aspect plăcut datorită procedeelor termice aplicate preparatelor;
- diversificare sortimentală mare datorită atît materiei prime de bază folosită, cît și procedeelor tehnologice aplicate fiecărui preparat;
- digestibilitate ușoară datorită atît fragmentării fibrei de carne, cît și tratamentului termic aplicat (fierbere, frigere pe tigaie, frigere la cuptor).

Tocătura se realizează din carne de bovine (greabăn, fleică, gît, piept, rasol anterior), porcine (margine de fleică, fleică, mijloc de piept), ovine, pasăre sau din amestecul acestora.

S-a constatat că adăugarea sării și bicarbonatului de sodiu mărește acest indicator pînă la 95%. Aceasta se datorează parțial faptului că încorporarea făinii de năut modifică consistența tocăturii din vîscoasă în vîscoasă-plastică.

În al doilea rînd, proteinele năutului (și ale altor boabe leguminoase) au o capacitate emulsifiantă asemănătoare cu cea a caseinatului de Na și formează emulsii destul de stabile la tratamentul termic, inclusiv la sterilizare.

Materialele auxiliare (ceapă, condimente, ouă, apă, lapte ș.a.) se utilizează ca adaosuri la tocătură avînd rol tehnologic de legare și afinare a acesteia, de îmbunătățire a calității gustative și nutritive a produsului finit.

După cum a fost menționat mai sus, adaosul de făină de năut ameliorează substanțial capacitatea de reținere a apei a semifabricatelor crude și capacitatea de reținere a grăsimilor la gătirea preparatelor din carne tocată cu făină de năut. Ținînd cont de aceste rezultate au fost realizate experiențe tehnologice pentru stabilirea rețetei optime și a procesului tehnologic de obținere a pîrjoalelor din carne tocată de porc cu adaos de făină de năut.

Rețetele preparatelor experimentate sînt prezentate în tabelul 5.7.

Tabelul 5.7. Variantele rețetelor pîrjoalelor din carne de porc tocată cu făină de năut

Denumirea materiilor prime și auxiliare	Cantitatea, g				
	Referință (rețeta nr.657(II))	Conținutul făinii de năut în variantele experimentale			
		2,5%	5%	7,5%	10%
Carne de porc, calitatea a IIa: piept, ceafă	80	78	76	74	72
Făină de năut	-	2	4	6	8
Ouă	4	4	4	4	4
Lapte	7	7	7	7	7
Pesmeți	12	12	12	12	12

Procesul tehnologic de obținere a pîrjoalelor este prezentată în figura 5.28. Pîrjoalele crude au fost rumenite pe ambele părți în tigaie cu grăsime, apoi date la cuptor pînă la atingerea temperaturii de 85 °C în centrul lor. În calitate de referință de control au servit pîrjoalele pregătite după rețeta clasică (rețeta nr. 657/II, «Сборник рецептур», 1982).

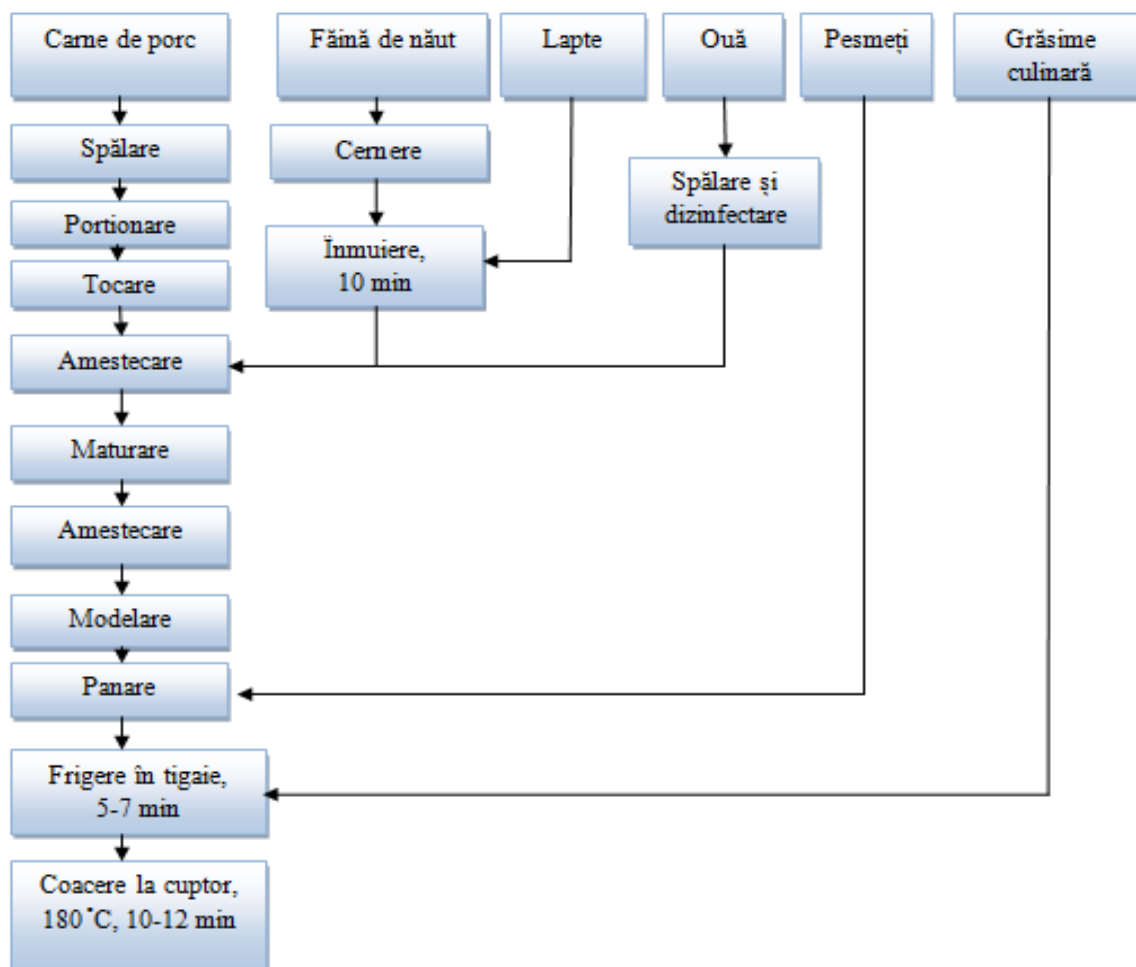


Fig. 5.28. Schema tehnologică de obținere a pîrjoalelor din carne tocată cu făină de năut

5.7.5. Calitatea organoleptică a pîrjoalelor

Calitatea organoleptică a pîrjoalelor a fost apreciată după următorii indici: aspect, gust, miros, culoare și consistență. Analiza rezultatelor (tabelul 5.8) arată că indicii organoleptici ai pîrjoalelor cu adaos de făină de năut sînt practic similari cu indicii pentru pîrjoalele de referință și, ca cel mai înalt punctaj, au acumulat probele ce conțin 7,5% de făină de năut.

Tabelul 5.8. Indicii de calitate organoleptică ai pîrjoalelor din carne de porc tocată cu făină de năut

Indici de calitate	Valorile indicilor				
	Control (rețeta nr. 657/II)	Conținutul făinii de năut			
		2,5%	5%	7,5%	10%
Aspect exterior	4,6	4,8	5	5	4,9
Miros	4,8	5	5	5	4,2
Culoare	5	5	5	5	5
Gust	5	4,5	4,7	5	4
Consistență	4,4	4,5	4,5	4,8	4
Valoare medie	4,76	4,76	4,84	4,96	4,42

5.7.6 Valoarea nutritivă și biologică a pîrjoalelor

Compoziția chimică a pîrjoalelor de referință și a celor cu adaos de făină de năut, calculată în baza rețetelor respective și a compoziției chimice a componentelor rețetelor este prezentată în tabelul 5.9.

Complementarea cu făină de năut produce o ușoară creștere a conținutului de proteine, glucide și substanțe minerale, o scădere însemnată a conținutului de grăsimi, iar conținutul de vitamine și valoarea calorică rămân practic neschimbate. Scorul aminoacidului esențial deficitar – fenilalanina – crește de la 88,3 pînă la 93,2% (tabelul 5.10).

Digestibilitatea cu tripsină a proteinelor pîrjoalelor crește odată cu creșterea duratei de tratare termică, iar valorile finale sînt practic identice pentru ambele preparate (tabelul 5.11).

Tabelul 5.11. Dependența digestibilității proteinelor preparatelor din carne tocată în funcție de durata de tratare termică

Durata tratării termice, min	Digestibilitatea, %	
	pîrjoală naturală	pîrjoală cu adaos de făină de năut 7,5%
0	73,4 ± 3,6	73,3 ± 3,6
10	80,7 ± 4,0	81,8 ± 4,0
20	83,0 ± 4,1	83,8 ± 4,2
30	86,4 ± 4,3	85,6 ± 4,2

Tabelul 5.9. Compoziția chimică a preparatelor din carne tocată (100 g)

Produsul	Apă	Proteine	Lipide	Glucide	Cenușă	Substanțe minerale, mg/100g						Vitamine, mg/100g					Valoarea energetică, (kcal/100g)	
						Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	β -caroten	B ₁	B ₂	PP		C
Pîrjoală naturală	85,6	21,6	36,6	-	1,2	75,2	358,6	10,53	31,6	240	2,26	0	0	0,79	0,2	3,3	Urme	416,0
Pîrjoală cu adaos de făină de năut 7,5%	68,2	16,5	22,0	5,41	1,86	82,4	466,6	29,86	44,13	284	2,52	0	0,013	0,8	0,2	3,3	Urme	418,4

Tabelul 5.10. Conținutul și scorul aminoacizilor proteinelor preparatelor din carne mărunțită

Aminoacizi esențiali	Conținutul de aminoacizi, g/100g proteină			Scorul aminoacizilor, %	
	pîrjoală naturală	pîrjoală cu adaos de făină de năut 7,5%	FAO, [30]	pîrjoală naturală	pîrjoală cu adaos de făină de năut 7,5%
Izoleucină	6,23	6,07	4	155,75	151,75
Leucină	10,80	10,50	7	154,28	150,0
Lizină	11,79	11,35	5,5	214,36	206,0
Meteonină	3,51	3,47	3,5	100,28	99,14
Fenilalanină	5,30	5,59	6	88,33	93,16
Treoninaă	5,67	5,48	4	141,75	137,0
Triptofan	1,29	1,24	1.0	129,0	124,0
Valină	6,60	6,44	5	132,0	128,8
Total	51,19	50,14	36	-	-

5.7.7. Calitatea microbiologică a pîrjoalelor

Factorul principal care limitează termenul de valabilitate al produselor culinare din carne tocată este nivelul de contaminare cu microorganisme. Prin urmare, evaluarea cantitativă a contaminării preparatelor cu microorganisme este necesară pentru stabilirea siguranței producției pe durata întregii perioade de păstrare [20].

Cinetica de creștere a numărului de microorganisme a fost urmărită în toate probele de semipreparate cercetate (proba martor, proba cu adaos de făină de năut și proba cu adaos de făină de năut + sare și piper) după însămînțarea lor în mediu agar, prin incubare la temperatura de 37 °C timp de 24 ore. S-a constatat că parametri microbiologici ai preparatelor studiate au fost în limitele acceptabile [21].

În conformitate cu documentele normative, durata maximală de păstrare ai preparatelor din carne tocată nu trebuie să depășească 12 ore. Rezultatele obținute sînt prezentate în tabelul 5.12.

Tabelul 5.12. Evoluția numărului total de microorganisme la păstrarea preparatelor din carne tocată

Denumirea probei	Numărul total de microorganisme, ufc/g produs x 10 ² , durata păstrării, h						
	normativul	0 h	2h	4h	6h	10h	24h
Pîrjoală de referință	≤1 x 10 ³	1,2	1,4	2,2	2,4	2,7	3,5
Pîrjoală cu adaos de făină de năut 7,5%	≤1 x 10 ³	1,5	1,8	2,2	2,6	2,9	4,0
Pîrjoală cu adaos de făină de năut 7,5%, sare și piper	≤1 x 10 ³	1	1,3	2	2,1	2,4	3,4
Toate probele	Numărul total de drojdii și mucegaiuri (<i>mediul Sabouraud</i>)						
	Nu se admit	0	0	0	0	0	0
Toate probele	Numărul total de <i>Eschirechia Coli</i> și <i>Salmonella</i> (<i>mediul Endo</i>)						
	Nu se admit	0	0	0	0	0	0

În urma analizei caracterelor microscopice, s-a constatat că microorganismele identificate aparțin genurilor *Pseudomonas*, *Proteus vulgaris* și *Bacillus subtilis*, iar celulele de drojdii, mucegaiuri, *Eschirechia Coli* sau *Salmonella* lipsesc.

Concluzii parțiale

Adaosul de făină de năut a mărit (pînă la 20%) capacitatea de reținere a apei a tocăturii din carne și cea de reținere a grăsimii în preparatele culinare gătite din această tocătură. Drept rezultat, randamentul de producere a preparatelor culinare a fost mai mare decît pentru proba de referință. Calculul compoziției chimice și a scorului aminoacizilor esențiali, rezultatele digestibilității proteinelor, precum și analiza organoleptică au evidențiat că valoarea nutritivă, biologică și calitatea senzorială a pîrjoalelor cu conținut de făină de năut în proporție de 7,5% sînt bune. Rezultatele investigațiilor microbiologice obținute au confirmat că criteriile microbiologice ale pîrjoalelor nu depășesc valorile stabilite de legislația în domeniul alimentar și de instrucțiunile emise de către autoritățile competente.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

1. Informațiile prezentate în analiza bibliografică arată că tehnologiile de procesare și valorificare a năutului cultivat în Republica Moldova sînt foarte limitate și implică necesitatea de cercetare a compoziției chimice, proprietăților tehnologice și de promovare a alimentelor din ori cu năut.
2. Au fost stabilite cele mai importante proprietăți fizico-chimice și tehnologice ale boabelor și făinii de năut și identificate condițiile optime și eficiente de tratare tehnologică și utilizare a lor.
3. A fost studiat procesul de hidratare a năutului la 15-40 °C. S-a constatat că modelul Peleg exprimă suficient de bine caracteristicile de hidratare și poate fi utilizat pentru determinarea umidității de echilibru a năutului. Procesul de hidratare este puternic influențat de structura specifică a tegumentului seminal și de compoziția mediului de hidratare (prezența sărurilor, acizilor alimentari și a zaharurilor).
4. Transformările suportate de principalele nutrimente în urma tratamentelor tehnologice aplicate boabelor de năut pot fi sintetizate astfel:
 - la hidratare se observă o ușoară diminuare a conținutului de proteine și de lipide, dar relativ mare a conținutului de glucide (cca 12%) și săruri minerale (cca 24%);
 - la germinarea boabelor se atestă o scădere esențială a glucidelor (cu cca 10%) și o creștere a conținutului de aminoacizi esențiali – în special, a leucinei, treoninei și triptofanului;
 - la fierbere conținutul de proteină brută rămîne practic intact, însă se modifică compoziția fracționară a proteinelor – scade drastic conținutul de albumine, globuline și gluteline și crește conținutul stromei. S-a redus conținutul aminoacizilor cu sulf – meteonină + cisteină (cu cca 13%) – și a substanțelor minerale (cu cca 39%).
5. Toate procesele de tratare tehnologică a năutului intervin în modificarea conținutului de substanțe antinutritive după cum urmează:
 - se reduce efectul antinutrițional al fitașilor în rezultatul defosforilării lor. Reducerea maximală a fitașilor (peste 70%) are loc la germinarea boabelor, iar la fierbere gradul de descompunere a lor variază între 21 și 80% și depinde de durata și compoziția mediului de fierbere;
 - la înmuierea și germinarea boabelor scade activitatea ureazică a boabelor cu 25 și, respectiv 74%. Valoarea activității reziduale a ureazei după fierberea boabelor depinde de durata fierberii și compoziția mediului de fierbere;
 - scade conținutul de cianuri (exprimat în HCN) în urma lesivării lor în mediul apos (la înmuiere și fierbere) și, în mai mică măsură, a degradării enzimatică (la germinare).

6. Procesarea tehnologică ameliorează digestibilitatea *in vitro* cu tripsină a proteinelor. Această ameliorare poate fi atribuită reducerii sau eliminării efectelor factorilor antinutriționali, care inhibă activitatea enzimelor sau interacționează cu proteinele (acidul fitic, taninurile). Germinarea induce degradarea parțială a proteinelor, iar tratamentul termic provoacă modificarea structurală a lor, ameliorează flexibilitatea și accesibilitatea proteazelor și, prin urmare, digestibilitatea proteinelor.
7. Toate procesele de tratare tehnologică a năutului conduc la modificarea substanțelor pectice: solubilizarea pectinei (la înmuiere), degradarea enzimatică (la germinare), reacția de β -eliminare (fierbere în medii neutre și alcaline) și hidroliza acidă (fierbere în mediu acid). Depolimerizarea pectinei este puternic corelată cu modificarea texturii boabelor.
8. Au fost determinați indici organoleptici și fizico-chimici ai făinii de năut și s-a constatat că acestea corespund cerințelor normative în vigoare. Valorile indicilor proprietăților funcționale ale făinii – capacitatea de absorbție a grăsimilor, de spumare și de emulsificare – sunt semnificativ influențate de prezența în mediul apos al cosolvaților (sare de bucătărie, bicarbonat de sodiu, acid citric și zahăr) și corelează parțial cu valoarea capacității de absorbție a apei. Cele mai mici valori ale proprietăților funcționale au fost observate în mediul neutru sau puțin acid și la concentrații de sare de peste 0,5%.
9. A fost demonstrată posibilitatea de utilizare a făinii de năut pentru suplimentarea produselor de panificație și a preparatelor din carne tocată:
 - substituirea făinii de grâu cu făina de năut în proporție de 15% accelerează procesul de fermentare și ameliorează descriptorii de calitate a aluatului și parametrii fizico-chimici (conținutul de proteine, substanțe minerale, fibre alimentare ș.a.), organoleptici și valoarea nutritivă a pâinii;
 - adaosul de făină de năut în tocătura de carne în proporție de 7,5% mărește capacitatea de reținere a apei de către tocătură, capacitatea de reținere a grăsimilor în preparate culinare gătite din această tocătură, precum și randamentul de producere (în raport cu proba de referință). Criteriile microbiologice ale pîrjoalelor nu depășesc valorile stabilite de legislația în domeniul alimentar și de instrucțiunile emise de către autoritățile competente.

Recomandări

1. Pentru reducerea duratei de înmuiere se recomandă blanșarea boabelor de năut înainte de înmuiere (1-2 min) și înmuierea ulterioară în soluție de sare de 0,5 %.
2. Se recomandă utilizarea făinii de năut în calitate de supliment funcțional pentru ameliorarea valorii nutritive și a calității de consum a produselor de panificație și a preparatelor din carne grasă tocată.

BIBLIOGRAFIE

1. Axinte M., Roman Gh., Borcean I., Muntean L.S. Fitotehnie. Iași: Ion Ionescu de la Brad, 2006, p. 284-285.
2. Bantea-Zagareanu V. Analize fizico-chimice ale alimentelor: produse de panificație și ambalaje. Chișinău: UTM, 2011, 92 p.
3. Celac V. Plantele leguminoase – Actualitate și viitor. Științe agroindustriale, nr. 2 (13), 2009, p. 77-79.
4. Celac V., Budac A. Soiuri de leguminoase pentru boabe create pentru Republica Moldova. Conf. naț. Chișinău: Cercetarea și inovarea în parteneriat cu mediul de afaceri, 2011, p. 63-67.
5. Celac V., Machidon M. Cultura năutului. Chișinău, 2010. 1-18 p.
6. Gutium Olga. Efectul hidrotermic asupra evoluției substanțelor pectice din boabe de năut. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Chișinău: UTM, 2013, p. 21-24.
7. Gutium Olga, Ciurac Jorj. Impactul tratamentelor tehnologice asupra activității ureazice a boabelor de năut. Meridian ingineresc, 2014, p. 108-112.
8. Gutium Olga, Ciurac Jorj. Impactul tratamentelor tehnologice asupra degradării fitaților din boabele de năut. Papers of the Sibiu „Alma Mater” University Conference. Vol. 2, România, 2014, p. 107-111.
9. Mincu I. Elemente de biochimie și fiziologie a nutriției. București: Medicală, 1985, 240 p.
10. Roman Gh., Tabara V., Robu V. Fitotehnie – Cereale și leguminoase pentru boabe. București: Universitară, 2011, 413 p.
11. Горбачук В.В., Загуменнов В.А., Сироткин В.А., Суслов Д.А., Никитин Е.В. Практическое руководство к лабораторным работам по коллоидной химии. Казань, КГУ, 2001, 80 с .
12. Ермаков, А. И., Арасимович, В. В., Ярош, Н. П. Методы биохимического исследования растений. Ленинград: В.О. Агропромиздат, 1987, 408 с.
13. Казаренко Т. Д. Ионнообменная хроматография аминокислот. Новосибирск, 1975.
14. Корнеев В. В., Гареев А. Ф., Васютин С. В. Интеллектуальная обработка информации, Москва: Издатель Молгачева С. В., 2001, 494 с.
15. Кузнецова Л. И., Научные основы технологий хлеба с использованием ржаной муки на заквасках с улучшенными биотехнологическими свойствам. Автореферат д.т.н. Москва, 2010, 54 с.
16. Мельников Е. Технология крупяного производства. - М.: Агропромизда., 1991, с.111-114.

17. Меркулов Н. Г. и др. Производственный контроль в молочной промышленности. Практическое руководство, Санкт-Петербург: Профессия, 2009, 653 с.
18. Пучкова Л. И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. 4-е издание, Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004, 264 с.
19. Ратушный А. С., Хлебников В. И., Баранов Б. А. и др. Технология продукции общественного питания: учебник: в 2 т. Москва: Мир. Т. 1 Физико-химические процессы, протекающие в пищевых продуктах при их кулинарной обработке. Т. 2 Технология блюд, закусок, напитков, мучных кулинарных изделий, 2004.
20. Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание пер. с англ. В. Широкова; под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006, 480 с.
21. ТР ТС 021. Технический регламент таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», – 2011, с. 242.
22. Устинова А.В. Перспективная технология производства: паштеты для детей дошкольного и школьного возраста. В: Мясная индустрия. № 2, 2000, с. 21-22.
23. Шмалько Н.А. Биохимические процессы при проращивании зерна. V Международная научно-практическая Интернет конференция "Молодежь.Наука.Инновации", Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства (Пензенский филиал), 2012.
24. Abu-Ghannam N., McKenna B. Hydration kinetics of red kidney beans. *Journal of Food Science*, 62, 1997, p. 520–523.
25. Akinjayeju O., Ajayi O. Effects of Dehulling on Functional and Sensory Properties of Flours From Black Beans (*Phaseolus Vulgaris*) *Food and Nutrition Sciences*, 2, 2011, p. 334-44.
26. Alajaji S. A., El-Adawy T. A. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 2006, p. 806–812.
27. Ali R., Staub H., Coccodrilli G., Schanbacher L. Nutritional significance of dietary fiber: Effect of nutrient bioavailability and selected gastrointestinal functions. *J Agric. Food Chem.* 29, 1981, p. 465-472.
28. Alonso R., Aguirre E.A. and Marzo F. Effect of extrusion and traditional processing methods, on antinutritional and in vitro digestibility of protein and starch in faba bean and kidney bean. *Food Chem.*, 68, 2000, p.159-165.
29. Aluko R.E. and Yada R.Y. Structure-function relationships of cowpea (*Vigna unguiculata*) globulin isolate, influence of pH and NaCl on physicochemical and functional properties. *Food Chem.*, 53, 1995, p.259-265.

30. Amino-acid content of foods and biological data on proteins. <http://www.fao.org/docrep/005/AC854T/AC854T00.htm#TOC>, (vizitat 4.01.2015).
31. Amjad L., Khalil A. L., Ateeq N., Khan M. S. Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry*, 97, 2006, p.331–335.
32. Anderson E. T., Berry B. W. Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef. *Food research international*, vol. 34, n 8, 2001, p. 689-694.
33. Antipova A. S., Semenova M. G., Belyakova L. E. Effect of sucrose on the thermodynamic properties of ovalbumin and sodium caseinate in bulk solution and at air–water interface. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 12, 1999, p.261–270.
34. Archana S., Kawatra A. In vitro protein and starch digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) as affected by processing techniques. *Nahrung*, 45(1), 2001, p. 25–27.
35. Attia R.S., EI-Tabey S. A., Aman M. E., Hamza M. A. Effect of cooking and decortication on the physical properties, the chemical composition and the nutritive value of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chem*, 50, 1994, p. 125-131.
36. Badifu G.I. Influence of pH and sodium chloride on selected functional and physical properties of African breadfruit kernel flour. *Plant Foods for Human Nutrition* 56, 2001, p. 105–115.
37. Badoud R., Löliger J., Etourna A. *Science et technologie des aliments: Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés*. PPUR Presses polytechniques, 2010, p. 720.
38. Badshah A., Khan M., Bibi N. Quality studies of newly evolved chickpea cultivars. *Advances in Food Sciences* 25, 2003, p. 95-99.
39. Banda P.T. Rumosa-Gwaze F. I. *The role of fermentation and sprouting in the reduction of protease inhibitors in raw soyabeans*, 2009.
40. Belitz H. D., Grosch W., Schieberle P. *Legumes. Food Chemistry* 4th revised and extended Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, p. 746-748.
41. Bello M., Tolaba M.P., Suarez C. Factors affecting water uptake of rice grain during soaking, *Lebensm. Wiss. Technol.* 37, 2004, p. 811-816.
42. Berrios J. D. J., Swanson B. G., Cheong W. A. Physico-chemical characterization of stored black beans (*Phaseolus vulgaris*L.). *Food Research International*, 32, 1999, p. 669-676.
43. Bibi N., Aurang Z., Amal B.K., Mohammad S.K. Effect of germination time and type of illumination on proximate composition of chickpea seed (*Cicer arietinum* L.). *Am. J. Food Technol.*, 3, 2008, p. 24-32.
44. Bolen D. W. The osmophobic effect: natural selection of a thermodynamic force in protein folding. *J. Mol. Biol* 310, 2001, p. 955–963.

45. Burne R.A., Chen Y.Y. Bacterial ureases in infectious diseases. *Microbes. Infect.*, 2, 2000, p. 533– 542.
46. Bourne M.C. *Food Texture and Viscosity; Concept and Measurement*, 2nd Ed., 2002, p. 257–290.
47. Bourne M.C., Szczesniak A.S. Sensory evaluation-texture. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Academic Press, London, 2003, p. 5167–5174.
48. Bressani R. Effect of chemical changes during storage and processing on the nutritional quality of common beans. *Food Nutr. Bull* 5, 1983, p. 23-34.
49. Bressani T. Grain quality of common beans. *Food Reviews International* 9, 1993, p. 237-297.
50. Bublin M., Radauer C., Knulst A., Wagner S., Scheiner O., Markie A. R., Mills E.N.C., Breiteneder H. Effects of gastrointestinal digestion and heating on the allergenicity of the kiwi allergens Act d 1, actinidin, and Act d2, a thaumatin-like protein. *Molecular Nutrition and Food Research*, 52, 2008, p. 1130-1139.
51. Carbonaro M., Grant G.M., Cappelloni P. A. Perspectives into factors limiting in vivo digestion of legume proteins: antinutritional compounds or storage proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2000, p. 742-749.
52. Casado C.G., Heredia A. Specific Heat Determination of Plant Barrier Lipophilic Components: Biological Implications. *Biochimica et Biophysica Acta* Vol.1511, 2001, p. 291-296.
53. Casey R., Domoney C., Smith A. M. Peas: genetics, molecular biology and biotechnology. In: *Biotechnology in agriculture series*, 10 Wallingford, Oxon, UK: CAB International, 1993, p.121-164.
54. CEA. *Manuel technique des farines composees, transformations des farines tropicales*. Singapore: Bradford Press, 1998, 173 p.
55. Chau C.F., Cheung P.C.K. and Wong Y.S. Functional properties of protein concentrate from three Chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 1997, p. 2500-2503.
56. Chavan J. K., Kadam S. S., Salunkhe D. K. Biotechnology and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 25, 1986, p. 107-158.
57. Chavan J. K., Shore D. M., Jawale H. K., Salunkhe D. K. Effect of soak treatment to legume seeds on the cooking quality of resultant dhal. *Ind. J Nutm. Dietet.* 20, 1983, p. 249-254.
58. Chen L. H., Wells C. E., Fordham J. R. Germmated seeds for human consumption. *J Food Sci*, 40, 1975, p. 1290-1294.

59. Chia-jenn W., Tanner R. D., Malaney G. W. Effect of Sodium Chloride on Bakers' Yeast Growing. *Applied and environmental microbiology*, Vol. 43, No. 4, 1982, p. 757-763.
60. Chiang P.Y., Yeh A.I. Effect of Soaking on Wet-milling of Rice. *Journal of Cereal Science*, Volume 35, Issue 1, 2002, p. 85–94.
61. Chien-Kuo L. Sanboh L., Wei-Jen C., Chia-Jung W., and I-Fan L. Water absorption in dried beans. *J Sci Food Agric*, 85, 2005, p. 1001–1008.
62. Chitra U., Vimala V., Singh U., Geervani P. Variability in phytic acid content and protein digestibility of grain legumes. *Plant Foods Human Nutr.* 47, 1995, p. 163-172.
63. Clemente A., R. Sánchez-Vique, J. Bautista and Millan F. Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. *Food Chemistry* 62,1998, p.1-6.
64. Clemente A., Sanchez Vioque J. R., Pedroche J., Bautista J. & Millan F. Factors affecting the in vitro protein digestibility of chickpea albumins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80, 2000, p.79-84.
65. Clemente A., Sanchez Vioque J. R., Pedroche J., Bautista J., Millan F. Efect of Processing on Water Absorptionand Softening Kinetics in Chickpea (*Cicer arietinum* L) Seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture: 2*, volume: 78, 1998, p. 169 – 174.
66. Codex stadard for certain pulses, legumes. CODEX STAN 171-(1989). (Rev. 1-1995). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) or of the World Health Organization (WHO), Rome, 2007.
67. Coelho C.M., Bellato C.M., Santos J.C., Ortega E.M., Tsai S.M. Effect of phytate and storage conditions on the development of the 'hard-to-cook' phenomenon in common beans. *J Sci Food Agric*, 87,2007, p. 1237–1243.
68. Copley M. J. Dry bean research - some accomplishments and unsolved problems. In Dickson, M. H., éd., *Proceedings of the Bean Improvement Cooperative and National Dry Bean Research Association Conference*, Genève, New York, 1994, p. 53.
69. Cowan J. W., Esfahani M. Nutritive value of middle eastern foodstuffs. III.—Physiological availability of iron in selected foods common to the middle east. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 18(6), 1967, p. 227-231.
70. Crea F., De Stefano C., Porcino N., Sammartano S. Sequestering ability of phytate towards protonated BPEI and other polyammonium cations in aqueous solution. *Biophysical Chemistry*, 136, 2008, p. 2-3.
71. Crévieu I., Guéguen J., Bérot S. Large scale procedure for fractionation of albumins and globulins from pea seeds. *Nährung*, 40, 1996, p. 237-244.
72. Cserhalmi Z.S., Márkus Z., Czukor B., Baráth A. and M. Tóth. Physico-chemical properties

- and food utilization possibilities of RF-treated mustard seed. *Innovative Food Sci. and Emerging Technol.*, 1, 2001, p. 251-254.
73. Davis J. P., Foegeding E. A. Foaming and interfacial properties of polymerised whey protein isolate. *Journal of Food Science*, 69, 2004, p. 404–410.
 74. De la Hera E., Talegón M., Caballero P. and M. Gómez. Influence of maize flour particle size on gluten-free breadmaking *Journal of the Science of Food and Agriculture* Volume 93, Issue 4, 2013, p. 924–932.
 75. De León L. F., Elias L. G. Bressani R. Effect of salt solutions on the cooking time, nutritional and sensory characteristics of common beans (*Phaseolus vulgaris*). *Food Research International*, 25, 1992, p. 131-136.
 76. De Man J. M. Texture of foods. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 8, 1975, p. 101—107.
 77. Deshpande S.S., Cheryan M. Changes in phytic acid, tannin and trypsin inhibitor activity in soaking of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *Nutrition Reports International*, 27 (2), 1983, p. 371-377.
 - 77 a. Dosage des cyanures totaux et libres.(S-II-5.1V3). Institut Scientifique de Service Public (ISSeP)/ Compendium Wallon des méthodes d’Echantillonnage et d’Analyse (CWEA), Liege, Belgique, 2014, 12 p.
 78. Duranti M. Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia* 77, 2006, p. 67-82.
 79. Dzudie T., Scher J., Hardy J. Common bean flour as an extender in beef sausages. *Journal of Food Engineering*, 52, 2002, p. 143–147.
 80. Edwards M. Vegetables and fruits, Dans *Food texture: Measurement and perception*, Aspen Publishers, Gaithersburg chap. 9, 1999, p. 259-281.
 81. Egwim C. Activatory Effect of Germination on Catalytic Capacity of Urease Extracted from Beans Samples. *International Journal of Biochemistry Research & Review* 3(1), 2013, p. 21-38.
 82. El-Adawy T. A. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods Human Nutrition* 57(1), 2002, p. 83-97.
 83. Emami S., Tabil L.G. Processing of starch-rich and protein-rich fraction from chickpeas – a review. Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 2002, p. 21.
 84. Fadeyi O.A., Tabil L.G., and Zhang Y. Effect of postharvest treatment and storage time on the dehulling efficiency and cooking quality of red lentils. *Amer Soc Agric Biol Engin*, 5, 2009, p. 4030-4057.
 85. Fagbemi T.N. Oshodi N.A., Ipinmoroti K.O. Effect of processing on the functional properties

- of full fat and defatted fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) seed flours. *J. Food Technol.*, 4: 2006, p. 70-79.
86. FAO. Le sorgho et les mils dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. 1995.
 87. Fenwick D. E., Oakenfull D. Saponin content of food plants and some prepared foods. *J. Sci Food Agric.* 34, 2003, p. 186-191.
 88. Ferial M. A., Esmat A. A. Physico-chemical properties of tempeh produced from chickpea seeds. *Journal of American Science*, 2011;7 (7), 2011, p.107-118.
 89. Galiotou-Panayotou M., Kyriakidis N.B., Margaris I. Phytase–phytate–pectin hypothesis and quality of legumes cooked in calcium solutions. *J Sci Food Agric*, 88, 2007, p. 355–361.
 90. Geervani P., Theophilus F. Effect of home processing on nutrient composition of certain high yielding legume varieties. *Ind. J Nutr. Diet.* ,17, 1980, p. 443-446.
 91. Géhin B., Guéguen J., Bassot P., Seger A. Répondre aux besoins spécifiques de qualité pour augmenter l'utilisation des légumineuses en transformation industrielle. *Innovations Agronomiques* 11, 2010, p. 115-127.
 92. Gestener B., Assa Y., Henis Y. Interaction of lucerne saponins with sterols. *Biochimica Biophysica Acta* 270, 1972, p. 181-187.
 93. Ghiradi P., Marzo A., Ferrari G. Lipid classes and total fatty acids pattern of *Cicer arietinum*. *Phytochemistry*, 13, 1974, p. 755- 756.
 94. Grau R., Hamm R. *Natur wissens chaffen*, 40 (1). 29-30, 1953, p. 535-536.
 95. Guezlane L. Abecassis J. Méthodes d'appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur. *IAA Novembre*, 1991, p. 966-71.
 96. Guezlane L., Selselet-Attou G. Senator A. Etude comparée de couscous de fabrication industrielle et artisanale. *Industrie des céréales* 43, 1986, p. 25-29.
 97. Hackler L.R. Methods of measuring protein quality. A review of bioassay procedures. *Cer. Chem.* 54, 1977, p. 984–995.
 98. Hahn D.H., Rooney L.W., Earp C.F. Tannins and phenols of sorghum, *Cereal Foods World*, 29, 1994, p. 776-779.
 99. Halbrook W. V. and Kurtzman R. H. Water uptake of beans and other starches at high temperatures and pressures. *Cereal Chemistry* 52, 1975, p. 156 – 159.
 100. Hefnawy T. M. H., El-Shourbagy G. A. and Ramadan M. F. Impact of adding chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour to wheat flour on the rheological properties of toast bread *International Food Research Journal* 19(2), 2012, p. 521-525.
 101. Ilic D., Forbes K.M., Hased C. Lycopene for the prevention of prostate cancer (Review). In

- The Cochrane Collaboration, John Wiley & Sons. 2011, p. 1-23.
102. Inghels S. Contribution a l'étude des liants dans les produit a base viande. Thèse. UPS, Toulouse, 2007, p.93.
 103. ISO 5492-3. Analyse sensorielle – Vocabulaire. 1979.
 104. Jayaraman J. Laboratory Manual in Biochemistry, 1st ed. Wiley Eastern Ltd. New Delhi, India, 1981.
 105. Jianshen Z., Xianquan S, John S., Sanja I. Biological Properties and Characterization of Lectin from Red Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*). *Food Reviews International*, 25, 2009, p. 1–16.
 106. Jugsharan S.V., Neeru B. Molecular and biochemical characterization of urease and survival of *Yersinia enterocolitica* biovar 1A in acidic pH in vitro. *Biomed Cent. Microbiol.* 9, 2009, p. 262.
 107. Jukanti K., Gaur P. M., Gowda C. L., Chibbar R. N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, Vol. 108, S1, 2012, p. 11-26.
 108. Kang S., Delwiche S.R. Moisture diffusion coefficient of single wheat kernels with assumed simplified geometrics: analytical approach, *Trans. ASAE* 43, 2000, p. 1653-1659.
 109. Kaptso K.G., Njintang Y.N., Komnek A.E., Hounhouigan J., Scher J. and Mbofung C.M.F. Physical properties and rehydration kinetics of two varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*) and bambara groundnuts (*Voandzeia subterranea*) seeds, *Journal of Food Engineering*, 86, 2008, p. 91-99.
 110. Kaur M., Singh U. Relationships between selected properties of seeds, flours, and starches from different chickpea cultivars. *Int. J. Food Prop.* 9, 2006, p. 597-608.
 111. Kayembe N. C., Jansen van Rensburg C. Germination as a processing technique for soybeans in small-scale farming. *South African Journal of Animal Science* (No. 2), 2013, p. 43.
 112. Kennedy A.R. Cancer prevention by protease inhibitors. *Preventative Med* 22, 1993, p. 796-811.
 113. Kerem Z., Lev-Yadun S., Gopher A. Chickpea domestication in the Neolithic Levant through the nutritional perspective. *J. Archaeological Sci.* 34, 2007, p. 1289-1293.
 114. Khalid E.K., Babiker E.E., El Tinay A.H. Solubility and functional properties of sesame seed properties as influence by pH and/or salt concentration. *Food Chem.*, 82, 2003, p. 361-366.
 115. Khattak A. B., Khattak G. S. S., Mahmood Z., Bibi N., & Ihsanullah I. Study of selected quality and agronomic characteristics and their interrelationship in Kabuli-type chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Food Science and Technology*(Supplement 2), 2006, p. 1-5.

116. Khattak A.B., Zeb A., Khan M., Bibi N., Ihsanullah I., M.S. Khattak. Influence of germination techniques on sprout yield, biosynthesis of ascorbic acid and cooking ability, in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chem.* 103, 2007, p. 115-120.
117. Khokhar S., Chauchan B. Effect of domestic processing and cooking on in vitro protein digestibility of moth bean. *Journal of Food Science* 51, 1986, p. 1083-1084.
118. Kinesella J.E., Damodaran S., Geman B. Physico-chemical and functional properties of oilseed proteins with emphasis on soy proteins. In: A.M. Altschul and H.L. Wilcke (eds) *New Protein Foods*, New York, Academic Press, Inc. 1985, p. 107-179.
119. King R.D., Puwastein P. Effect of germination on the proximate composition and nutritional quality of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) seeds. *J Food Sci* 52, 1987, p.106–108.
120. Krall S, McFeeters R. Pectin hydrolysis: effect of temperature, degree of methoxylation, pH and calcium on hydrolysis rates. *J Agric Food Chem* 46, 1998, p. 1311–5.
121. Krička T., Jurišić V., Voća Curić N., Brlek Savić D., Matin A. Amino Acid Composition, Urease Activity and Trypsin Inhibitor Activity after Toasting of Soybean in Thick and Thin Layer. *Agriculturae Conspectus Scientificus* , Vol. 74, No. 3, 2009, p. 209-213.
122. Kumar V. A., Sinha K. H., Makpkar P. S., Becker K. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition. A review. *Food Chemistry*, 120, 2010, p. 945–959.
123. Kurt Ş. The effects of cereal and legume flours on the quality characteristics of beef patties. In: *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*, Vol. 18, No. 5, 2012, p. 725–730.
124. Larson S., Ogden P. Effects of long-term storage on quality of retail-packaged pinto beans. *IFT Annual Meeting Abstract*, 54, 2005.
125. Lau C. K., Dickinson E. Instability and structural change in an aerated system containing egg albumen and invert sugar. *Food Hydrocolloids*, 19, 2005, p. 111–121.
126. Lawrence M.C., Izard T., Beuchat M., Blagrove R. J., Colman P.M. Structure of phaseolin at 2-center-dot-2 angstrom resolution. Implication for a common vicilin/legumin structure and the genetic-engineering of seed storage proteins. *J. Mol. Biol.*, 238, 1994, p.748-77.
127. Lessire M., Leclercq B. Variabilité de la valeur énergétique de la graine de soja traitée pour les volailles. *INRA Prod. Anim.*, 1(4), 1988, p. 265-270.
128. Lin K., Mei M.Y. Influences of gums, soy protein isolate, and heating temperatures on reduced-fat meat batters in a model system. *J Food Sci*, 65 (1), 2000, p.48-52.
129. Lin K.C., Luh B. S., Schweigert B. S. Folic acid content of canned garbanzo beans. *J Food Sci* 40, 1995, p. 562-565.
130. Liu L. H. Chickpea proteins for food applications. PhD Thesis. Australia, Victoria University of Technology, 1996.

131. Liu L.H., Hung T.V., L. Bennett. Extraction and Characterization of Chickpea (*Cicer arietinum*) Albumin and Globulin. *J. Food Sci.*, Volume 73, Issue 5, 2008, p. 299–305.
132. Lui K. Storage proteins and hard-to-cook phenomenon in legume seeds. *Food Techn*, 5, 1997, p. 59-61.
133. Mackie A., Macierzanka A. Colloidal aspects of protein digestion. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, Vol 15, (1-2), 2010, p. 102-108.
134. Manonmani D., Bhol S. S., Bosco J. D. Effect of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Flour on Bread Quality, 2014.
135. Marioli Nobile C. G., Carreras J., Grosso R., Inga M., Silva M., Aguilar R., José Allende M., Badini R., José Martinez M. Proximate composition and seed lipid components of “kabuli”-type chickpea (*Cicer arietinum* L.) from Argentina. *Agricultural Sciences* Vol.4, No.12, 2013.
136. Martínez-Manrique E.M., Jacinto- Hernández C., Garza-García R., Campos A., Moreno E., Bernal-Lugo I. Enzymatic changes in pectic polysaccharides related to the beneficial effect of soaking on bean cooking time. *J Sci Food Agric*, 91 (13), 2011, p. 2394-8.
137. Masood T., Shah H. U., Zeb A. Effect of sprouting time on proximate composition and ascorbic acid of chickpea (*Cicer Arietinum* L.) seeds. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 24(3), 2014, p. 850-859.
138. McIntosh G., Wong A. Nutrition and health benefits of pulses. Paper presented at the 'Pluses of Pulses' forum held at AFISC, Melbourne, 1996.
139. Meng X., Threinen D., Hansen M., Driedger D. Effects of extrusion conditions on system parameters and physical properties of a chickpea flour-based snack. *Food Research International*. Volume 43, Issue 2, 2010, p. 650–658.
140. Modi J. D., Kulkarni P. R. Relationship between amylose content and setting property of starch, *J Food Sci. Techn.*, 12, 1975, p. 264.
141. Mohsenin N N. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publisher, 1986.
142. Molina M.R., Argueta C.E. and Bressani R.J. Extraction of nitrogenous constituents from the jackbean (*Canavalia ensiformis*). *J. Agric. Food Chem.*, 22, 1974, p. 309-312.
143. Mubarek A.E. Nutritional Composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional processes. *Food Chem.*, 89, 2005, p. 489-495.
144. Negi A., Boora P., Khetarpaul N. Starch and protein digestibility of newly released moth bean cultivars: Effect of soaking, germination and pressure-cooking. *Nahrung*, 45(4), 2001, p. 251–254.

145. NRC/NAS B. Recommended dietary allowances (10th ed.). Washington DC, USA: National Academy Press, 1989, p. 302.
146. Oakenfull D. Saponins in food - A review. *Food Chem*, 7, 2011, p. 19-40.
147. Oakenfull J. G ; Scott A. G, *Food technology in Australia*, 37 (4), 1985, p. 156.
148. Oatway L., Vasanthan T., Helm J. H. Phytic acid. A Review. *Food Reviews International*, 17, 2001, p. 419–431.
149. Ocampo B., Robertson L.D. Singh K.B. Variation in seed protein content in the annual wild Cicer species. *J Sci Food Agric* 78, 1998, p. 220-224.
150. Ockerman H.W. *Quality Control of Postmortem Muscle Tissue*, 2nd edn, Vol. 2, The Ohio State University, Columbus, 1985.
151. Ogungbenle H.N., Oshodi A.A. and M.O. Oladimeji. The proximate and effect of salt applications on some functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(1), 2009, p. 49-52.
152. Ologhobo A.D., Fetuga B.L. The effect of processing on the trypsin inhibitor, haemagglutinin, tannic acid and phytic acid contents of seeds of ten cowpea varieties. *Journal Food Process Presser*, 8, 1984, p. 31-34.
153. Orf J.H., Hzmowitz, T. Inheritance of a second SBTI-A2 variant in seed protein of soybeans. *Crop Sci.* 17, 2007, p. 811-813.
154. Osborne T.B. *The Vegetal Proteins*, second ed., Longeant, Green W., London, 1994.
155. Otterburn M., Healy M., Sinclair W. The fermentation isolation and importance of isopeptides in heated proteins. In: M. Friedman (ed) Press, New York, 1977, p. 239.
156. Owusu-Ansah Y. J., McCurdy S. M. Pea proteins: a review of chemistry, technology of production, and utilization. *Food Reviews International* 7, 1991, p.103-134.
157. Paloma M., Souza P., Simeoni L., Magalhães P., Damaris S. α -Amylase Inhibitors: A Review of Raw Material and Isolated Compounds from Plant Source. *J Pharm Pharmaceut Sci.* 15(1), 2012, p. 141 – 183.
158. Pan W., Ikeda K., Takebe M. Genistein, daidzein and glycitein inhibit growth and DNA synthesis of aortic smooth muscle cells from stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *J Nutr* 131, 2001, p. 1154-1158.
159. Pannetier N., Khoukh A., Francois J. Physico-chemical study of sucrose and calcium ions interactions in alkaline aqueous solutions. *Macromol. Symp.*, 166, 2001, p. 203-208.
160. Pervin M. S., Jahan M.G., Sarowar R., Masud A. K., Rahman M. H., Shaha R. K. Effects of Some Environmental Variables on Urease in Germinating Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seed. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, Vol. 9 No. 3, 2013, p. 345-356.

161. Poole S., West S. I. and C. L. Walters. Protein–protein interactions: their importance in the foaming of heterogeneous protein systems. *J. Sci. Food Agric.*, 35, 1984, p. 701–711.
162. Ragab D.M., Babiker E.E. and A.H. El Tinay. Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and/or salt concentration. *Food Chem.*,84, 200, p. 207-212.
163. Rahim A. Westh P. Effects of mannose, fructose, and fucose on the structure, stability, and hydration of lysozyme in aqueous solution. *Current Physical Chemistry*, Vol. 3, No. 1, 2013, p. 113-125.
164. Ranabhor M. K. Effect of soaking and germination on trypsin inhibitor activity in desi chickpea, Master's Theses, 2000.
165. Rao V. S., Leela R., Swammathan M., Parpia H. A. B. The nutritive value of the proteins of leguminous seeds. *J Nutm. Dietet*, 1964, p. 1304-321.
166. Reddy N. R., Pierson M. D. Reduction in antinutritional and toxic components in plant foods by fermentation. *Food Res. Int.*, 1994, p. 281-290.
167. Reddy N. R., Pierson M. D., Sathe S. K., Salunkhe D. K. *Phytates in cereals and legumes*, CRC Press, Boca Raton FL., 1989, p. 265.
168. Reihaneh A. G., Jamuna P. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds, *Food Science and Technology*, Volume 40, Issue 7, 2007, p. 1292–1299.
169. Remondetto G.E., Beyssac E., Subirade M. Iron Availability from Whey Protein Hydrogels: An in Vitro Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26), 2004, p. 8137-8143.
170. Report of the APO Seminar on Processing and Utilization of Legumes. Asian Productivity Organization, 2003, p. 295.
171. Rincón F., Martínez B. & Ibáñez M.V. Proximate composition and antinutritive substances in chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by the biotype factor. *J Sci Food Agric* 78, 1998, p. 382-388.
172. Roeck A., Duvetter T., Fraeye I., Van der Plancken I., Sila D. N., Loey A., Hendrickx M. Effect of high-pressure/high-temperature processing on chemical pectin conversions in relation to fruit and vegetable texture. *Food Chemistry*, 115, 2009, p. 207–213.
173. Ross K.A., Zhang L., Arntfield S.D. Understanding Water Uptake from Changes Induced During Processing: Chemistry of Pinto and Navy Bean Seed Coats. *International Journal of Food Properties*, Vol.13, No.3, 2010, p. 631-647.
174. Roufik S., Gauthier S.F., Turgeon S.F. Physicochemical characterization and in vitro

- digestibility of β -lactoglobulin. *International Dairy Journal*, Vol 17, Issue 5, 2006, p. 471-480.
175. Sabaathy N. D. Heat and mass transfer during cooking of chickpea – measurements and computational simulation. In the Department of Agricultural and Bioresource Engineering University of Saskatchewan Saskatoon, 2005, p. 170.
 176. Sadeghi M. A. and Bhagya S. Effect of recovery method on different property of mustard protein. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4 (2), 2009, p. 100-106.
 177. Sajjaanantakul T., Van Buren J. P., & Downing D. L. Effect of cations on heat degradation of chelator-soluble carrot pectin. *Carbohydrate Polymers*, 20(3), 1993, p. 207–214.
 178. Salunkhe D. K., Chavan J. K., Kadam S. S. *Dietary Tannins: Consequences and Remedies*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1989.
 179. Salunkhe D. K., Kadam S. S., Chavan J. K. *Postharvest Biotechnology of Food Legumes*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1989.
 180. Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. *Handbook of world food legumes, nutritional chemistry, processing technology and utilization*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1989, p. 231-44.
 181. Sanjeeva W.G., Wanasundara P.D. , Pietrasik Z., Phyllis J. S. Characterization of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flours and application in low-fat pork bologna as a model system. *Food Research International* 43, 2010, p. 617–626.
 182. Sathe S. K, Deshpande S.S. Functional properties of Lupin (*Lupinus mutabilis*) seed proteins and protein concentrates. *Journal of food science* 47, 1982, p. 491-498.
 183. Sathe S. K, Ponte J. G, Rangenekar P. D, Salunkhe D. K Effects of addition of great Northern bean flour and protein concentrates on rheological properties of dough and baking quality of bread. *Cereal Chem.* 58, 1981, p. 97-100.
 184. Sattar A., Durrani S.K., Mahmood F., Ahmad A. and I. Khan. Effect of soaking and germination temperatures on selected nutrients and antinutrients of mung bean. *Food Chem.* 34, 1989, p. 111-120.
 185. Saxena M. C., Singh K. B. *The Chickpea*. Wallingford: C A B International, 1987.
 186. Sedat S., Mahir T., Hamit K. Solid loss during water absorption of chickpea. *Journal of Food Process Engineering* Volume 34, Issue 4, 2011, p. 1172–11.
 187. Shao S., Meyer C.J., Ma F., Peterson C.A. Bernards M.A. The Outermost Cuticle of Soybean Seeds: Chemical Composition and Function During Imbibition. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No.5, 2007, p. 1071-1082.
 188. Shimelis E.A. and Rakshit S.K. Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. *Food Chemistry* 103, 2007, p. 161-172.

189. Shyam S. Y., Redden R. R., Chen W., Balram S. Chickpea Breeding and Management. CAB International North Americarch, 2007, p. 638.
190. Siddhuraju P., Becker K. Effect of various domestic processing methods on antinutrients and in vitro-protein and starch digestibility of two indigenous varieties of Indian pulses, *Mucuna pruriens* var *utilis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 2001, p. 3058–3067.
191. Siegel A., Fawcentt B. Food legume processing and utilization. Int. Dev. Res. Cent., Canada. IDRC.
192. Singh U. , Jambunathan R. Studies on desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars: levels of protease inhibitors, levels of polyphenolic compounds and in vitro protein digestibility. *J Food Sci* 46, 1981, p. 1364-1367.
193. Singh U. Functional properties of grain legume flours. *J. Food Sci. Technol.* 38, 2001, p. 191-199.
194. Singh U., Jambunathan R. Distribution of seed protein fractions and amino acids in different anatomical parts of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pigeonpea (*Cajanus cajan* L.). *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*, 31, 1982, p. 347-354.
195. Singh U., Jambunathan R. Relationship between non-protein nitrogen and total nitrogen in chickpea (*Cicer arietinum* L.) seed. *J Agric. Food Chem* 29, 1981, p. 423.
196. Singh U., Kherdekar M. S., Jambunathan R. Studies on Desi and Kabuli Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars. The Levels of Amylase Inhibitors, Levels of Oligosaccharides and In Vitro Starch Digestibility. *Journal of Food Science*, 47(2), 2006, p. 510 - 512.
197. Singhai B. Shrivastava S.K. Nutritive value of new chickpea (*Cicer arietinum*) varieties. *J. Food Agric. Environ.* 4(1), 2006, p. 48-53
198. Srinivas H. and M.S. Rao Narasinga. Functional properties of poppy seed meal. *J. Agri.Food Chem* 34, 1986, p. 222-224.
199. Su L., Bui M., Kardinaal A. Differences between plasma and adipose tissue biomarkers of carotenoids and tocopherols. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 7, 1998, p. 1043–8.
200. Subirade M., Guéguen J., Pézolet M. Conformational changes upon dissociation of a globular protein from pea: a Fourier transform infrared spectroscopy study. *Biochem. Biophys. Acta*, 1205, 1994, p. 239-247.
201. Swinburn B.A., Caterson I., Seidell J.C. Diet, nutrition and the prevention of excess weight gain and obesity. *Public Health Nutr* 7, 2004, p.123-146.
202. Szczesniak S. Instrumental methods of texture measurements, *Dans Texture measurements of foods*, Reidel Publishing Company, chap. 6, 1973, p. 71-108.

203. Tabil L. G., Sokhansanj Jr.,S., Tyler R. T. Processing of pulses. Proceedings of the Pulse Cleaning and Processing Workshop. Saskatoon, SK: Agricultural and Bioresource Engineering and the Extension Division, University of Saskatchewan, 1995.
204. Taiwo K.A., Akanbi C.T., Ajibola O.O. Regression relationships for the soaking and cooking properties of two cowpea varieties, *J. Food Eng.* 37, 1998, p. 331-344.
205. Tanga C.H., Chena L., Mab C.Y. Thermal aggregation, amino acid composition and invitro digestibility of vicilin-rich protein isolates from three *Phaseolus* legumes: A comparative study. *Food Chemistry*, 113 (4), 2009, p. 957-963.
206. Tharanathan R. N., Mahadevamma S. Grain Legumes - a boon to human nutrition. *Trends Food Sci Technol* 14, 2003, p. 507-518.
207. Tiwari B. K., Singh N. *Pulse Chemistry and Technology*. RSC Publishing, 2012, 310 p.
208. Urga K., Fufa H., Biratu E., Gebretsadik M. Effets du blanchissement et du trempage (immersion) sur certaines caractéristiques physiques de la gesse blanche (*lathyrus sativus*). *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, Vol. 6, No. 1, 2006.
209. Vidal-Valverde C., Frias J. Legume processing effects on dietary fiber components. *J Food Sci*, 56, 1991, p. 1350-1352.
210. Vioque J. Sánchez-Vioque R. Clemente A. Pedroche J. Bautista J. & Millán F. Purification and partial characterization of chickpea 2S albumin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1999, p. 1405–1409.
211. Voica D., Codină G. The influence of sucrose addition on the fermentative activity of compressed yeast and on the quality of bread obtained from weaker-average flour quality în breadmaking . *USAMV Iași, Lucrari stiintifice, Volumul 52 (2) - Seria agronomie*, 2009, p. 121-124.
212. Voisin A.S., Guéguen J., Huyghe C. Les légumineuses dans l'Europe du XXIè siècle: Quelle place dans les systèmes agricoles et alimentaires actuels et futurs . Quels nouveaux défis pour la recherche. *Innovations Agronomiques*, 30, 2013, p. 283.
213. Wafula E. N., Wacu V. K., Sila D. N., Kahenya P. K., Njoroge D. M., Onyango A. N. Influence of storage conditions on development of hard to cook defect in common beans and the subsequent, 2014, p.712-719.
214. Wang, N., Hatcher, D.W., Tyler, R.T., Toews, R., Gawalko, E.J. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.), *Food Research International*, 43, 2010, p. 589-594.
215. Webley D. Jackson K. L., Mullinis J. D. Mycotoxins in food: A review of recent analyses. *Food Aus.* 49, 1997, p. 375-379.

216. Wheeler E. L., Ferrel R. E. A Method for Phytic Acid Determination in Wheat and Wheat Fractions. *Cereal Chemistry*, Vol. 48, 1971, p. 312-316.
217. Williams P. A. *Emulsions and foams: Interfaces, interactions and stability*. Cambridge Press. Royal Soc. Chem., 1999, p. 360-396.
218. Williams P., Singh U. Nutritional quality and the evaluation of quality in breeding programs. In *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, Oxon, 1987, p. 329-356.
219. Wood J.A., Grusak M.A. Nutritional value of chickpea, in: S.S. Yadav, B. Redden, W. Chen, B. Sharma (Eds.), *Chickpea Breeding and Management*, CAB International, Wallingford, UK, 2007, p. 101-142.
220. Yagoub Abu E.G. Effect of soaking and cooking on chemical composition bioavailability of minerals and in vitro protein digestibility of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seed, *Pakistan Journal of Nutrition*. 7. 1, 2008, p. 50-56.
221. Yanagihara K., Ito A., Toge T. Antiproliferative effects of isoflavones on human cancer cell lines established from the gastrointestinal tract. *Cancer Res* 53, 1993, p. 5815-5821.
222. Yang Y., Zhou L., Gu Y. Dietary chickpea reverse visceral adiposity, dyslipidaemia and insulin resistance in rats induced by a chronic high-fat diet. *Br J Nutr* 98, 2007, p. 720-726.
223. Yettou N., Ghezlane L., Ounane G. Mise au point d'une méthode instrumentale d'évaluation de la délitescence du couscous de blé dur. *Symposium blé, enjeux et stratégies*. Alger 7-9, 2000, p. 271-276.
224. Yu P. Protein secondary structures α -helix and β -sheet at a cellular level and protein fractions in relation to rumen degradation behaviours of protein: a novel approach. *British Journal of Nutrition*, 94, 2005, p. 655-665.
225. Yu-Wei C., Intez A., Molina A. T., Konish Y., Joyce I. Boye Isolation and Characterization of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seed Protein Fractions. *Food Bioprocess Technol.*, 5, 2012, p. 618-625.
226. Ziena H.M. *Hard-to-Cook Phenomenon in Relation to Physical, Chemical and Biological Properties of Faba Beans (*Vicia faba* L.)*. PhD Thesis, Alexandria University, Egypt, 1989.

ANEXE

ANEXA 1. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare (h, ore) în concentrații diferite de glucoză și fructoză

Tabelul A.1.1. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare (h, ore) în concentrații diferite de glucoză

Durata, ore	Concentrațiile soluției de glucoză, %						
	Apă	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %	2,5 %	3,0 %
0,5	24,5	24,9	26	28,3	29,6	27,3	29,1
1	42,9	44,2	44,2	45,3	47,3	44,2	45
3	63,2	67,9	67,1	66,8	66,4	65,9	65,1
6	83,0	87,8	89,1	88,4	88,2	87,2	86,7
9	89,6	93,6	95,1	94,9	94,1	93,6	92,8
12	92,6	97,5	98,6	97,5	97,1	96,6	96,3
24	98,1	98,3	98,9	98,8	97,7	97,5	97,5

Tabelul A.1.2. Evoluția gradului de hidratare (%) a boabelor de năut în funcție de timpul de hidratare (h, ore) în concentrații diferite de fructoză

Durata, ore	Concentrațiile soluției de fructoză, %						
	Apă	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %	2,5 %	3,0 %
0,5	24,5	29,9	32,9	34,7	33,7	32,4	31,7
1	42,9	47,6	48,4	50,3	48,9	47,6	45,4
3	63,2	68,7	69,9	72,4	69,7	67,4	66,9
6	83,0	89,1	89,4	89,8	88,5	87,3	87,0
9	89,6	93,7	94,6	94,8	94,9	93,9	91,6
12	92,6	96,4	96,6	98,7	98,3	95,3	93,7
24	98,1	98,9	98,5	99,9	99,5	97,5	97,0

ANEXA 2. Descriptorii de calitate a aluatului și pâinii din făină de grâu și mixtă grâu-năut

Tabelul A.2.1. Descriptorii de calitate a aluatului din făină de grâu și mixtă grâu-năut

Indice	Definiție	Aluat din făină de grâu		Aluat din făină de grâu cu adaos de năut	
		Rezultatul	Factorii determinanți	Rezultatul	Interpretare
<i>Frământarea și formarea aluatului</i>					
Omogenitatea suprafeței	Caracter omogen, uniform și neted al suprafeței aluatului la sfârșitul frământării	Aspect neted, fără denivelări	Umiditatea aluatului, granulozitatea făinii, calitatea glutenului	Aspect neted, cu denivelări ne semnificative	Partiucule cu granulozitate excesivă a făinii de năut
Rapiditatea de formare (dezvoltare) a structurii aluatului	Timpul necesar aluatului pentru a avea aspect neted; este un indicator al formării structurii glutenice.	Apariția aspectului neted după 10-12 min, durata normală	Calitatea glutenului, temperatura, umeditatea aluatului	Apariția aspectului neted după 12-15 min, puțin mai greu decât în proba de grâu	Diluarea conținutului de gluten
Adezivitatea	Capacitatea și intensitatea de lipire între două suprafețe identice sau diferite (de mână și masă)	Puțin lipicios	Umiditatea aluatului, conținutul de sare, framântarea	Lipicios	Creșterea conținutului de proteină în aluat
Consistența	Rezistentă la deformări	Normală	Umiditatea și temperatura aluatului, framântarea	Mărită	Creșterea conținutului de proteină în aluat
Extensibilitatea (tenacitatea)	Capacitatea de întindere (alungire) a aluatului	20-30 cm, bună	Calitatea glutenului	20-27 cm, bună	Ruperea parțială a rețelei de gluten
Rezistența elastică	Capacitatea aluatului de a reveni la forma inițială după deformare	Retur normal	Calitatea glutenului	Retur puțin mai redus	Efect plastifiant al făinii de năut
Fluajul	Curgerea (intensiata sau viteza) aluatului sub greutatea proprie	Fluaj puțin avansat	Calitatea glutenului, cantitate de amidon vătămat, durata frământării	Fluaj mai redus	Reducere a proprietăților vasco-elastice ale aluatului

Culoarea	Percepția luminii emise de către aluat	Crem-deschisă	Compoziția aluatului	Crem-galbenă	Contribuția culorii făinii de năut
<i>Fermentarea aluatului</i>					
Viteza de fermentare	Expansia aparentă a aluatului într-un timp anume (27°C, 1 oră)	2,4-2,6; normal	Umiditatea aluatului, cantitatea și calitate drojdiilor, temperatura	2,5; normal	
Stabilizarea	Se exprimă prin evoluția diferenței între înălțimea aluatului la periferie și centrul cuvei raportată la raza cuvei de fermentare (buna: 3,3-2,7)	2,4-2,6; puțin redusă	Gradul de aerare a făinii, oxidarea proteinelor care mărește rigiditatea structurii glutenice	2,2-2,4; puțin redusă	Diluarea și ruperea parțială a rețelei de gluten
<i>Divizarea, premodelarea (rotunjirea) aluatului și repaosul intermediar</i>					
Stabilitatea	Gradul de lasare în timpul repaosului a bucaților de aluat depuse pe suprafața de lucru – raportul între înălțime și diametru la baza bilei de aluat (norma: 0,6-0,7)	0,58-0,59 (aplatizare ușoară)	Calitatea glutenului, duritatea fermentării	0,62-0,63 (stabilitate normală)	Efect pozitiv asupra rigidității
<i>Modelarea finală a bucaților de aluat</i>					
Umiditatea suprafeței exterioare	Percepția cantității de apă absorbită sau degajată de aluat (uscarea suprafeței)	Uscare ușoară a suprafeței (apariția unei pojghițe uscate)	Compoziția și umiditatea aluatului, umiditatea și temperatura aerului	Suprafața umedă	Creșterea conținutului de proteine și pentozani
Alungirea (tenacitatea, fluiditatea)	Lungimea aluatului obținută după modelarea mecanică a bucaților de aluat	Normală	Calitatea glutenului	Puțin mărită	Scăderea ușoară a forței glutenului

Aspectul suprafeței	Percepția uniformității suprafeței	Suprafața netedă, fără asperități, cocoloașe, fisuri sau defecte	Calitatea glutenului, procesele de hidroliza la fermentare	Suprafața netedă, cu mici asperități, cocoloașe, fisuri sau defecte de modelare	Granulozitatea neomogenă a făinii de năut
Relaxarea și refacerea structurii aluatului	Contractia aluatului după o deformație continuă, care conduce la eliminarea deformației	Revenire la poziția inițială, caracter normal	Calitatea glutenului, temperatura aluatului, calitatea frământării	Revenire (puțin mai accelerată) la poziția inițială	Formarea mai activă a gazului carbonic
Regularitatea secțiunii	Variația diametrului aluatului de-a lungul aluatului modelat	Fară modificări vizibile	Calitatea glutenului și a frământării	Fără modificări vizibile	
<i>Fermentarea finală</i>					
Creșterea volumului	Gradul de deformare (creștere) a aluatului sub acțiunea gazului carbonic rezultat din fermentare (3,1-2,9)	2,9-3,0 (normal)	Umiditatea aluatului, cantitatea de sare, cantitatea și calitatea drojdiilor, temperatura, formarea gazului carbonic	3,1-3,2 (normal)	Producere de gaz și reținerea gazului ameliorate
Ruperea suprafeței aluatului	Prezența rupturilor pe suprafața netedă a aluatului la sfârșitul fermentării	Absența de fisuri, cracheluri	Calitatea glutenului	Absența de fisuri, cracheluri	Cantitatea de făină de năut adăugată nu afectează sensibil calitatea glutenului
Stabilitatea structurii alveolare	Rupturi la suprafața netedă a aluatului sub forma de găuri mici	Absența	Calitatea glutenului, umiditatea și temperatura aluatului, frământarea	Absența	
<i>Crestarea – (aplicarea unor tăituri pe suprafața aluatului)</i>					
Lăsarea	Lăsarea aluatului după crestare	Fară modificări vizibile	Consistența și porozitatea aluatului, calitatea glutenului	Fără modificări vizibile	

Tabelul A. 2. 2. Descriptori de calitate ai pâinii de grâu și din făină mixă grâu-năut

Indice	Definiție	Pâine din făină de grâu		Pâine din făină mixtă (făina de năut, 15%)	
		Rezultatul	Factori determinanți	Rezultatul	Interpretarea
Modificarea volumului la coacere	Spațiul ocupat de pâine în raport cu volumul aluatului	Mărire cu $14 \pm 1\%$	Producerea de gaz datorită activității drojdiilor și produceri de gaz carbonic, grosime și structura cojii	Mărire cu $13 \pm 1\%$	Diluarea conținutului de gluten
Pierderi de masă la coacere	Greutatea pâinii în raport cu cea a aluatului	Scădere $12 \pm 1\%$	Regimul termic, compoziția și mărimea preparatelor	Scădere $11 \pm 1\%$	Normală
Porozitatea	Volumul total, mărimea și repartizarea în miezul pâinii a porilor	Mai mare în partea superioară și mai mică în partea inferioară, goluri mici în miez	Calitatea scheletului glutenic	Mai mare în partea superioară și mai mică în partea inferioară	
Brunificarea cojii	Intensitatea de colorare a cojii	Nuanța pală	Regimul termic, capacitatea făinii de formare a glucidelor reducătoare	Rumenită bine	Prezența mărită de aminoacizi liberi
Carbonizarea cojii	Reacția de colorare în negru după transformarea carbonului din materia organică de către căldură	Lipsa de zone carbonizate	Regimul termic, conținutul de glucide reducătoare	Lipsa de zone carbonizate	
Strălucirea	Aspect lucios.	Caracter insuficient de lucios	Umiditatea aerului din cuptor	Insuficient de lucios, nuanță pală	
Grosimea cojii	Grosimea părții periferice a pâinii cu culoare mai întunecată decât cea a miezului	Cca 1,5 mm, puțin mărită	Umiditatea aerului din cuptor, durata coacerii	Cca 1,0 mm, normală	
Duritatea	Fermitatea pâinii înainte de rupere	Caracter ferm, rezistență medie	Umiditatea aluatului, umiditatea aerului din cuptor, durata coacerii	Rezistența medie	

Friabilitatea	Percepția aparentă a numărului de rupturi	Senzația de mici rupturi, caracter normal	Conținutul de sare și levuri în aluat, umiditatea și temperatura aerului din cuptor	Mici rupturi, caracter normal	
Formarea de basici la suprafață	Fenomen de formare de mici basici ori pistule la suprafața pâinii cu dimensiuni mai mici de 5-10 mm	Absență	Conținutul de sare și levuri în aluat, fermentarea finală a bucăților de aluat	Absență	
Formarea de crăpături în coajă	Fenomen de formare de mici crăpături la suprafața pâinii	Absență	Insușirile reologice ale aluatului, umiditatea aerului din cuptor		
Culoarea miezului	Percepția luminii emise de către miez	Culoare normală	Conținutul de sare și calitatea frământării	Culoarea tinde spre galben	
Formarea de crăpături în miez	Incapacitatea miezului de a prelua tensiunile de întindere care apar în timpul coacerii	Absență	Frământarea aluatului înainte de modelare	Absență	
Suplețea	Aptitudinea și rezistența la deformări	Rezistență ușoară, fara rupturi	Porozitatea miezului și caracterul porilor	Rezistența puțin mai mare, fără rupturi	
Elasticitatea	Revenire la poziția inițială a miezului după o deformare, care conduce la eliminarea deformației	Retur lent	Conținutul și calitatea glutenului în aluat și regimul coacerii	Retur normal (puțin mai rapid)	
Structura alveolară	Uniformitatea dimensiunilor alveolelor	Alveole mici cu unele iregularități	Umiditatea aluatului, conținutul de proteine, frământarea	Alveole mici cu unele iregularități	
Marimea alveolelor	Diametrul mediu aparent al alveolelor	1-2 mm, normal.	Umiditatea aluatului, conținutul de proteine, frământarea	1-2 mm, normal	

Densitatea alveolara	Numărul alveolelor pe unitate de suprafață	Cca 10-15 la 1 cm ²	Umiditatea aluatului, conținutul de proteine, frământarea	Cca 10-13 la 1 cm ²	
Gustul	Percepția senzației de organul gustativ a substanțelor solubile	Gust de pâine cu senzație ușoară de sărat	Compoziția aluatului, cantitatea de drojdii, condițiile de fermentare a aluatului și de coacere	Gust de pâine cu senzație ușoară de sărat	
Mirosul	Percepția senzației de organul olfactiv al substanțelor volatile	Caracter normal, suficient de intens, fără agresivitate	Compoziția aluatului, cantitatea de drojdii, condițiile de fermentare a aluatului și de coacere	Caracter normal, suficient de intens, fără agresivitate	

ANEXA 3. Aspectul în secțiune al probelor de pâine

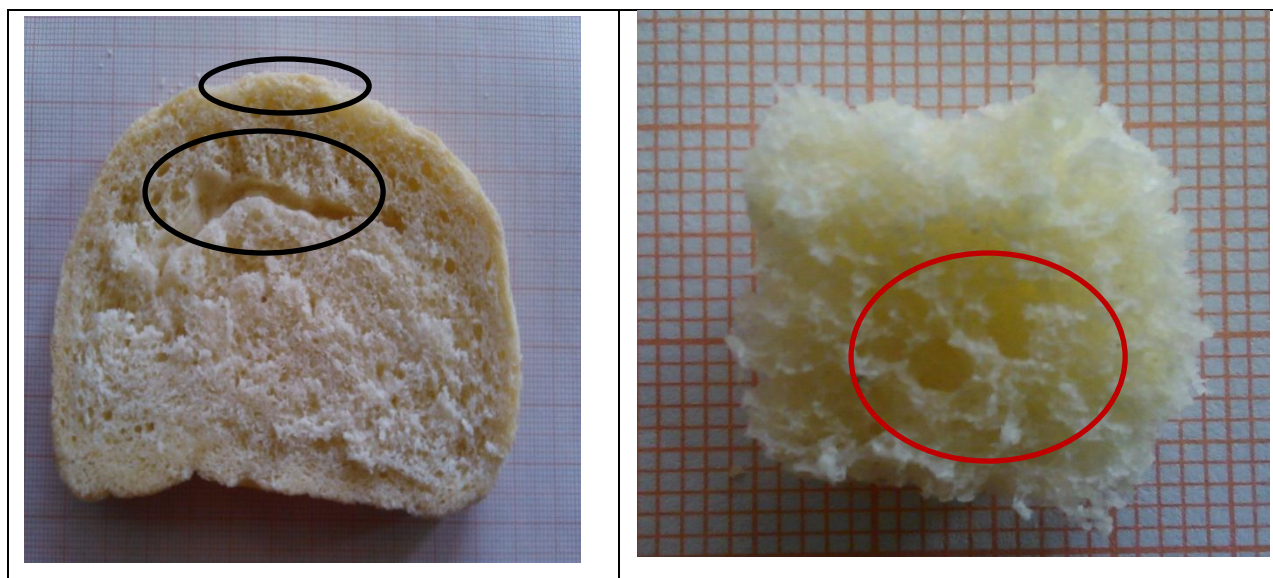


Fig. A. 3.1. Aspectul în secțiune al pâinii din făină de grâu (proba martor)

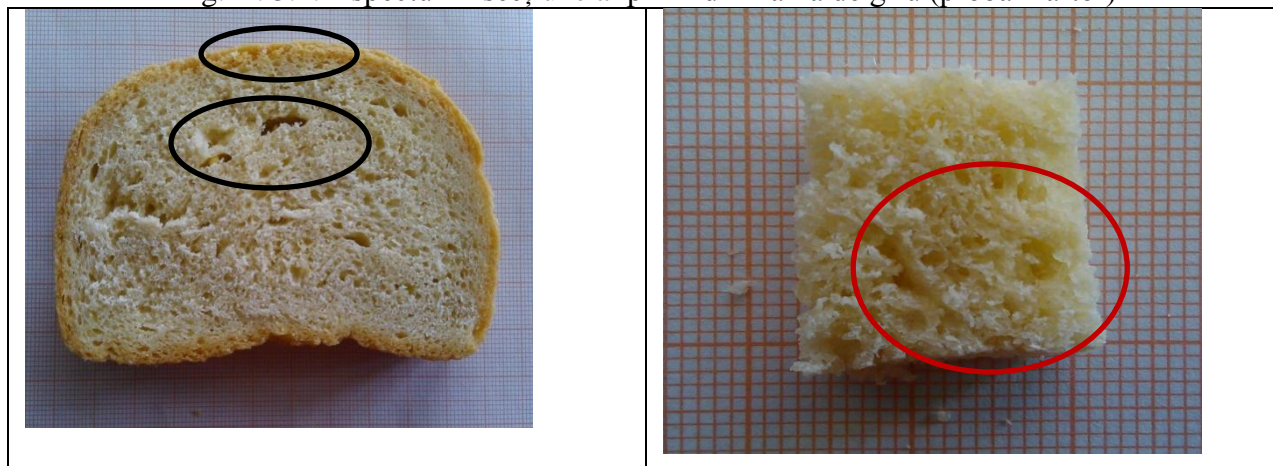


Fig. A. 3.2. Aspectul în secțiune al pâinii din făină mixtă (făină de năut, 15%)

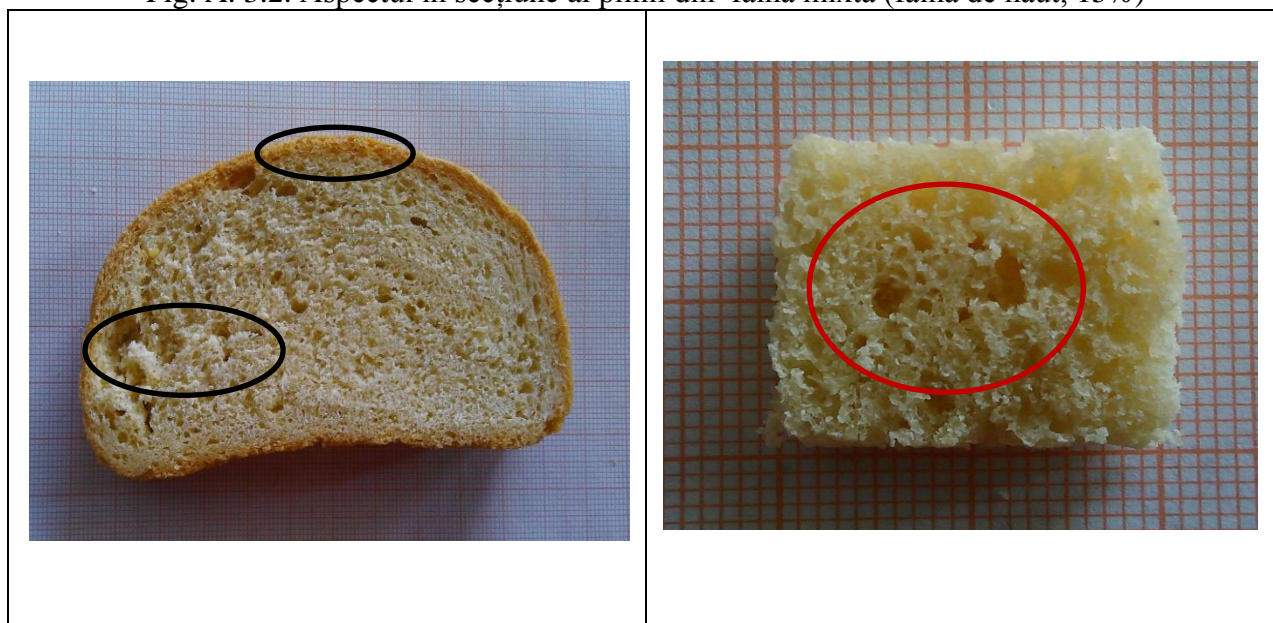


Fig. A. 3.3. Aspectul în secțiune al pâinii din făină mixtă (făina de năut, 20%)

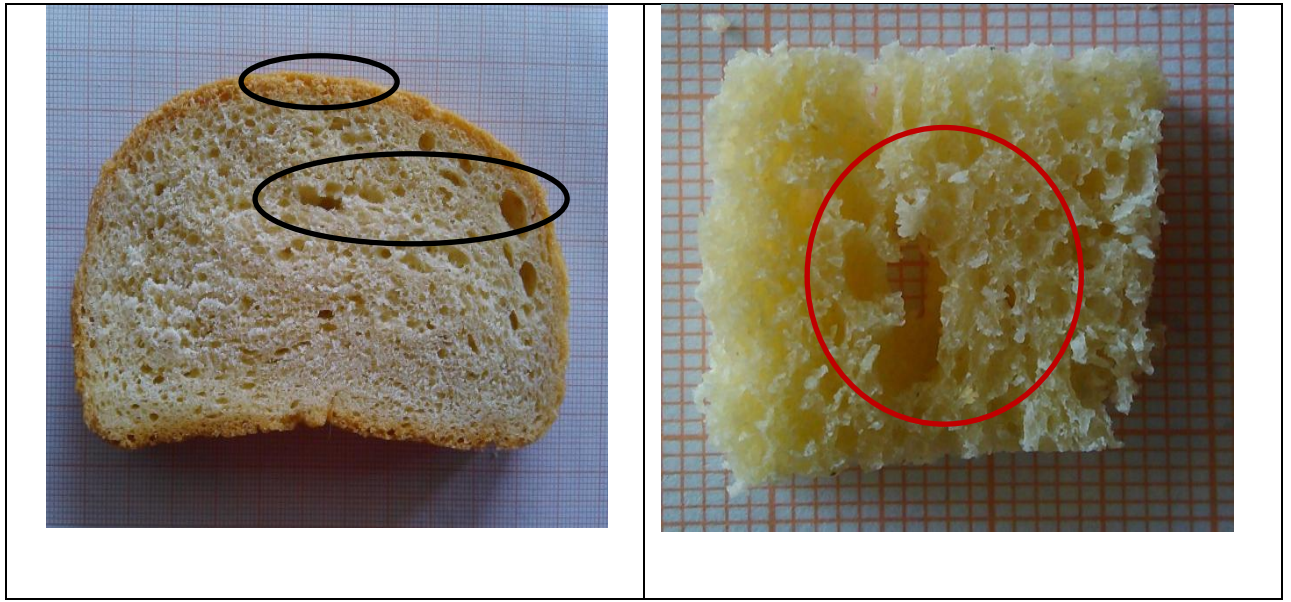


Fig. A. 3.4. Aspectul în secțiune al pâinii din făină mixtă (făina de năut, 25%)

ANEXA 4. Pîine din făină mixtă de grâu și năut. Condiții tehnice.

PÎINE DIN FĂINĂ MIXTĂ DE GRÂU ȘI NĂUT

CONDIȚII TEHNICE

PROIECT

1. Domeniul de aplicare

1.1. Prezentul standard de firmă se referă la produsul de panificație „Pîine din făină mixtă de grîu și năut”, fabricat din făină mixtă de grîu și năut (cu adaos de drojzii comprimate, sare, zahăr și ulei). Pîinea din făină mixtă de grîu și năut este destinată consumului nemijlocit în alimentație.

2. Referințe

CBP 1-9:2007. Principiile și metodologia standardizării. Modul de elaborare a standardelor de firmă.

RGML 12:2007. Verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare. Organizarea și modul de efectuare.

SM 8-21:2003. Sistemul Național de Metrologie. Atestarea utilajului de încercări. Principii generale.

GOST 8758-76. *Codex Standard 171-1989, rev. 1-1995. Boabe de năut.*

HG nr. 205 din 11.03.2009, „Produse de leguminoase proaspete și uscate. Cerințe de comercializare.

TY 9293-081-10514645-43. Făină de năut. Cerințe de admisibilitate și de achiziționare.

GOST P 52189-2003. Făină de grîu. Condiții tehnice generale.

Hotărîrea nr. 68 din 29.01.2009. Cu privire la aprobarea reglementării tehnice „Făina, grișul și tărîța de cereale”.

STAS 985- 1979 – Drojdie pentru panificație.

CODEX STAN 210. Uleiuri vegetale comestibile.

GOST 13830-97. Sare de uz alimentar. Condiții tehnice generale.

HG nr. 774 din 03.07.2007. cu privire la aprobarea reglementări tehnice „Zahăr. Producerea și comercializarea”. În: Monitorul Oficial al R. Moldova, art: 821, 20.07.2007 nr. 103-106.

GOST 22-94 Zahăr rafinat. Condiții tehnic.

HG nr. 775 din 03.07.2007. Cu privire la aprobarea reglementării tehnice „Produse de panificație și paste făinoase”.

SM 1-19:1999. Principiile și metodologia standardizării. Elaborarea, coordonarea și aprobarea descrierilor tehnice, instrucțiunilor tehnologice și rețetelor.

SM 8-21:2003. Sistemul Național de Metrologie. Atestarea utilajului de încercări. Principii generale.

Legea nr. 625 din 02.07.1991. Cu privire la protecția muncii. În: Monitorul Oficial al R. Moldova, 02.07.1991, nr. 6. Data intrării în vigoare : 02.07.1991. *Abrogată prin LP280-XVI din 14.12.07, MO94-96/30.05.08, art.349, modificare LP177-XVI din 20.07.07, MO117-126/10.08.07 art.534.*

Codul muncii al RM nr. 154 din 28.03.2003. În: Monitorul Oficial al R. Moldova, 29.07.2003, nr. 159-162, art. nr.: 648.

GOST 12.1.004-91. Sistemul standardelor pentru securitatea muncii. Securitate antiincendiară. Condiții generale.

GOST 12.1.005-88. Sistemul standardelor pentru securitatea muncii. Cerințe generale de sanitarie și igienă pentru aerul din zona de lucru.

GOST 12.2.003-91. Sistemul standardelor pentru securitatea muncii. Utilaj de producere. Condiții generale de securitate.

GOST 12.3.002-75. Sistemul standardelor pentru securitatea muncii. Procese de producere. Condiții generale de securitate.

GOST 12.4.021-75. Sistemul standardelor pentru securitatea muncii. Sisteme de ventilație. Condiții generale.

Legea RM nr. 1515-XII din 16.06.1993 privind protecția mediului înconjurător.

Legea RM nr. 1422-XIII din 17.12.1997 privind protecția aerului atmosferic.

Legea RM cu privire la apa potabilă nr.272-XIV din 10.02.99, Monitorul Oficial al R. Moldova nr. 39-41 din 22.04.1999.

SM GOST R 51301:2003. Produse alimentare și materie primă de uz alimentar. Metode voltamperometrice prin inversiune de determinare a conținutului de elemente toxice (cadmiului, plumbului, cuprului și zincului).

SM GOST R 51962:2005. Produse alimentare și materii prime alimentare. Metoda voltamperometrică prin inversiune de determinare a concentrației masice a arsenului.

GOST 5667-65. Pâine și produse de panificație. Reguli de recepționare, metode de prelevare a probelor, metode de determinare a indicatorilor organoleptici și a masei produselor.

GOST 5668-68. Pâine și produse de panificație. Metode de determinare a fracției masice de grăsime.

GOST 5669-96. Produse de panificație metode de determinare a porozității.

GOST 5670-96. Produse de panificație. Metode de determinare a acidității.

GOST 5672-68. Pâine și produse de panificație. Metode de determinare a fracției masice de zahăr.

GOST 8227-56. Pâine și produse de panificație. Așezare, păstrare și transportare.

GOST 21094-75. Pâine și produse de panificație. Metoda de determinare a umidității.

GOST 30518-97/GOST R 50474-93. Produse alimentare. Metode de identificare și determinare a bacteriilor coliforme.

GOST 30538-97. Produse alimentare. Determinare elementelor toxice prin metoda de emisie atomică.

GOST 30178-96. Materii prime și produse alimentare. Determinarea elementelor toxice prin metoda de absorbție atomică.

GOST 26934-86. Materii prime și produse alimentare. Metoda de determinare a zincului.

GOST 26932-86. Materii prime și produse alimentare. Metoda de determinare a plumbului.

GOST 10444.8-88. Produse alimentare. Metoda de determinare a Bacillus cereus.

GOST 10444.12-88. Produse alimentare. Metoda de determinare a drojdiilor și ciupercilor de mușcăi.

GOST 13512-91. Lăzi din carton ondulat pentru produse de cofetărie. Condiții tehnice.

GOST 14192-96. Marcarea încărcăturilor.

GOST 24104-2001. Balanțe de laborator. Condiții tehnice generale.

GOST 26668-85. Produse alimentare și gustative. Metode de prelevare a probelor pentru analize microbiologice.

GOST 26669-85. Produse alimentare și de gust. Pregătirea probelor pentru analize microbiologice.

GOST 26927-86. Materii prime și produse alimentare. Metode de determinare a mercurului.

GOST 30711 – 2001. Produse alimentare. Metode de relevare și determinare a conținutului de aflatoxine B₁ și M₁.

PG 29-02-98-99. Evaluarea organoleptică a calității produselor alimentare și alcoolice Normele privind etichetarea produselor alimentare, aprobate prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 996 din 20 august 2003.

San PiN 42-128-4690-88. Reguli sanitare privind întreținerea teritoriului centrelor populate, aprobate de Ministerul Sănătății al URSS din 05.08.88 și ratificate de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova prin ordinul nr. 232 din 02.07.92.

San PiN 2.1.6.575-96. Reguli sanitare privind protecția aerului atmosferic contra emisiilor de substanțe nocive, aprobate de Ministerul Sănătății al Federației Ruse și ratificate de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, prin ordinul nr. 03-00 din 06.08.2001.

San PiN 2.3.2.560-96. Cerințe igienice privind calitatea și inofensivitatea materiei prime alimentare și produselor alimentare, aprobate de Comitetul Sanitaro-epidemiologic de Stat al

Federației Ruse din 24.10.96 prin nr. 27 și ratificate de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova cu ordinul nr. 03-00 din 06.08.2001.

San PiN 2.3.4.545-96. Reguli și norme sanitare. Producerea pâinii, produselor de panificație și de cofetărie, aprobate prin Hotărîrea Comitetului de Stat de Supraveghere sanitară a Rusiei, nr 20 din 25.09.96 și ratificate de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova prin ordinul nr. 03-00 din 06.08.2001.

СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

MU 4082-90. Indicații metodice pentru depistarea, identificarea și determinarea conținutului de aflatoxină în materia primă de uz alimentară și produsele alimentare prin metoda cromatografică în stare lichidă, aprobate de Ministerul Sănătății al URSS la 20.03.86 și ratificate de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, prin ordinul nr. 232 din 02.07.92.

MU 5178-90 Indicații metodice privind depistarea și determinarea conținutului total al mercurului în produsele alimentare prin metoda de absorbție atomică fără încălzire, aprobate de Ministerul Sănătății al URSS și ratificate de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova prin ordinul nr. 232 din 02.07.92.

Regulament igienic privind protecția bazinelor de apă contra poluării nr. 06.6.3.23, aprobat de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova pe 03.07.97.

Norme și reguli sanitare privind aditivii alimentari nr. 06.10.3.46, aprobate de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova pe 17.12.2001.

Concentrații limite admise a substanțelor poluante în atmosfera aerului centrelor populate, nr. 3086, aprobate de Ministerul Sănătății al URSS la 27.08.84 și ratificate de Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, prin ordinul nr. 232 pe 02.07.92.

3. Terminologie

Pentru interpretarea corectă a prezentului standard de firmă se utilizează termenii:

3.1. Produse de panificație – produse alimentare fabricate din materia primă de bază pentru panificație sau din materia primă de bază și materia primă auxiliară pentru panificație. Produsele de panificație includ: pâinea, chiflele, produsele de franzelărie, produsele de panificație cu umiditate redusă, copturile, pateurile și gogoșele.

Produse de panificație în forme – produse de panificație coapte în forme pentru panificație.

Consistența miezului – caracteristica miezului pâinii, chiflelor și produselor de franzelărie, inclusiv omogenitatea amestecării, gradul de coacere, porozitatea.

Omogenitatea amestecării – consistența miezului produselor de panificație, fără urme de cocoloși și făină nefrământată.

Gradul de coacere a produselor de panificație – consistența miezului produselor de panificație, caracteristică pentru tipul concret de produs de panificație.

Porozitatea produselor de panificație – consistența internă a miezului produselor de panificație, care se caracterizează prin prezența porilor de diferite dimensiuni, care se determină organoleptic sau prin metode instrumentale.

Materia primă de bază pentru produsele de panificație – materia primă care este parte componentă necesară pentru produsele de panificație (făină, produse cerealiere, drojzii pentru panificație, sare și apă).

Materia primă auxiliară pentru produsele de panificație – materia primă pentru produsele de panificație, care se utilizează cu scopul asigurării indicatorilor organoleptici și fizico-chimici stabiliți pentru produsele concrete (uleiuri, zahăr, condimente etc.).

Miezul produselor de panificație – partea interioară a produselor de panificație, care se formează din aluat în timpul coacerii.

3.2. Făinurile composite (făină mixtă) – sînt un amestec de diferite făinuri vegetale bogate în amidon sau proteine, cu sau fără făină de grâu, pentru anumite grupe de produse de panificație.

Produse de panificație mixte – produse de panificație cu adăugarea ingredientelor naturale, folositoare pentru organismul omului.

Pîine din făină mixtă de grâu și năut – produs de panificație cu adăugarea făinii mixte de grâu și năut cu caracteristicile organoleptice și fizico-chimice și microbiologice ca și pîinea obișnuită.

3. Clasificare, notare

Pîinii din făină mixtă de grâu și năut îi pot fi atribuite, în corespundere cu „Normele privind etichetarea produselor alimentare”, denumiri individuale de firmă cu indicarea lor în instrucțiunea tehnologică, rețete și pe etichetă.

5. Cerințe tehnice de calitate și inofensivitate

5.1 Produsul trebuie să corespundă cerințelor reglementării tehnice „Produse de panificație și paste făinoase” (HG nr. 775 din 03.07.2007), prezentului standard de firmă și să fie fabricat conform rețetelor și instrucțiunii tehnologice, elaborate conform SM 1-19:1999, CBP 1-9 2007 și GOST 15.015, cu respectarea regulilor sanitare San PiN 2.3.4.545, San PiN 2.3.2.1078-01.

5.2 Caracteristici

5.2.1 Caracteristicile organoleptice sînt prezentate în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1. Caracteristicile organoleptice ale pîinii din făină mixtă de grâu și năut

Indicatorii	Condiții de admisibilitate pentru pîine, produse de franzelărie și cozonac
Aspect exterior:	
Forma	Specifică produsului respectiv, nedeformată, fără impurități, crăpături mari pe coaja și rupturi laterale, bășici mășcate, ieșituri de miez
Suprafața	Netedă, lucioasă, făinoasă sau presărată cu diferite ingrediente (condimente, miez de nuci, de semințe, fulgi de cereale etc.), cu creștături, înțepături sau alt desen, conform rețetei corespunzătoare
Culoarea	De la auriu-deschis pînă la brună, fără arsuri
Consistența miezului	Bine copt, elastic, nu este umed la pipăit, cu porozitate dezvoltată, fără urme de cocoloși și făină nefrămîntată
Gust și aromă	Plăcută, caracteristică produsului bine copt, specifice produsului respectiv, fără gust acru sau amar, fără miros străin
Incluziuni străine, scrâșnet de la impurități minerale-nu se admit	

Caracteristicile fizico-chimice trebuie să corespundă cerințelor stipulate în tabelul 5.2.

Tabelul 5.2. Caracteristicile fizico-chimice ale pâinii din făină mixtă de grâu și năut

Denumirea produsului	Umiditate a, %	Aciditatea miezului, grade, minim	Porozitatea, %, minim	Partea masică de zahăr raportată la s.u., %, minim	Partea masică de grăsime raportată la s.u., %
Pâine din făină mixtă de grâu și năut	33-50	1,5	> 51	1,5 ± 1,0 Conform valorii calculate stabilite în rețetă, cu abatere în minus de maximum 1,0	2,5 ± 0,5 Conform valorii calculate stabilite în rețetă, cu abatere în minus de maximum 0,5

5.2.2. Caracteristicile microbiologice sînt prezentate în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3. Caracteristicile microbiologice ale pâinii din făină mixtă de grâu și năut

Caracteristici	Condiții de admisibilitate pentru produsul
Numărul total de microorganisme UFC/g, max.	10 ³
Staphylococcus aureus la 1 g	Nu se admit
Mucegaiuri, UFC/g, max.	50
Microorganisme patogene, inclusiv Salmonella, la 25 g	Nu se admit
Bacterii coliforme în 1 g sau cm ³	Nu se admit

5.2.3. Conținutul de elemente toxice nu trebuie să depășească limitele admise, stabilite conform San PiN 2.3.2.1078-01, și cele indicate în tabelul 5.4.

Tabelul 5.4. Conținutul de elemente toxice în pâinea din făină mixtă de grâu și năut

Caracteristici	Limite admisibile, mg/kg, max.
Conținutul de elemente toxice:	
• plumb	0,35
• cadmiu	0,07
• arsen	0,15
• mercur	0,015
Radionuclizi:	
• cesiu-137	40
• stronțiu-90	20

5.2.3.1 Conținutul de pesticide și aflatoxine se determină în materia primă și nu trebuie să depășească limitele indicate de San PiN 2.3.2.1078-01, SanPiN 2.3.2.560.

5.3 Condiții privind materia primă

5.3.1 Pentru fabricarea produsului se utilizează următoarele materii prime și materiale:

- făină de grâu, conform GOST P 52189-2003;
- făină de năut conform TY 9293-081-10514645-43;
- sare, conform GOST 13830-97;
- ulei, conform GOST P 52465-2005;
- drojzii comprimate conform GOST P 54731-2011;
- apă potabilă conform GOST 2874-82.

Cerințe de admisibilitate și de achiziționare.

5.3.2 Materiile prime și materialele utilizate trebuie să corespundă DN de produs indicate și cerințelor SanPiN 2.3.2.560, San PiN 2.3.2.1078-01.

5.3.3 Materiile prime și materialele provenite din import trebuie să dețină certificatul de calitate, eliberat de întreprinderea producătoare, certificatul de origine și certificat igienic și să fie autorizate pentru utilizare de serviciul de stat de supraveghere a Sănătății Publice al Republicii Moldova.

6. Etichetare

6.1. Etichetarea ambalajelor de desfacere trebuie să corespundă cerințelor legii Republicii Moldova privind produsele alimentare, prezentului standard de firmă, normelor privind etichetarea produselor alimentare, normelor și regulilor sanitare nr. 06.10.3.46, San PiN 2.3.2.560, SM 196.

6.2. Pe fiecare ambalaj de desfacere cu produs trebuie să fie aplicată următoarea informație:

- inscripția „Fabricat în Moldova”;
- denumirea întreprinderii producătoare, marca (dacă este stabilită), adresa, telefonul;
- denumirea completă a produsului;
- data fabricării (ziua, luna, anul);
- lista ingredientelor, inclusiv aditivii alimentari;
- masa netă, kg;
- data limită de consum: „A se consuma de preferință pînă la sfîrșitul ... (luna, anul)”;
- condițiile de păstrare;
- codul cu bare (dacă este stabilit);
- valoarea nutritivă și energetică per 100 g de produs;
- informația cu privire la certificare;
- indicativul prezentului SF;
- specificația: pîine din făină mixtă de grâu și năut.

Nu se admite aplicarea informației care conferă produsului proprietăți curative sau profilactice fără acordul Serviciul de stat de supraveghere a sănătății publice al Republicii Moldova. Informația se aplică cu vopsea tipografică nelavabilă, autorizată pentru utilizare de Serviciul de stat de supraveghere a sănătății publice al Republicii Moldova.

6.3 Pe fiecare unitate de ambalaj de transport cu produs în ambalaj de desfacere pe partea laterală a lăzii se aplică următoarea informație:

- inscripția „Fabricat în Moldova”;
- denumirea produsului;

- denumirea, adresa, telefonul întreprinderii producătoare;
- masa netă, kg;
- numărul unităților de ambalaj de desfacere, masa netă a unei unități de ambalaj (pentru produsele preambalate);
- data fabricării;
- data limită de consum: “A se consuma de preferință pînă la ...”
- condițiile de păstrare;
- semnele de manipulare conform GOST 14192 „Produs perisabil”.
- indicativul prezentului standard;
- codul cu bare (în cazul cînd este stabilit);
- informația privind certificarea.

6.4. Etichetarea ambalajului se efectuează prin oricare procedeu, care să asigure claritatea și integritatea informației.

6.5. Eticheta trebuie să fie aplicată astfel încît să nu poată fi separată de ambalaj. Informația trebuie să fie clară, vizibilă, indelebilă și lizibilă de către consumator în condiții normale de cumpărare și consumare.

7. Ambalare

7.1 Pîinea din făină mixtă de grîu și năut se comercializează preambalată în pungi din hîrtie de pergament (GOST 16711).

7.2. Aranjarea pîinii conform GOST 8227.

Se admite pentru ambalare utilizarea altor tipuri de peliculă, loturi, cutii din carton și alte materiale de ambalaj, admise de Serviciul Sanitaro-Epidemiologic de Stat al Republicii Moldova pentru contact cu produse alimentare.

8. Reguli pentru verificarea calității

Pîinea se fabrică în loturi. Lot se consideră cantitatea producției destinată controlului, de o singură denumire, ambalată într-un singur tip de ambalaj, cu aceeași dată de fabricație și documentată, cu un singur certificat de calitate.

Fiecare lot trebuie să fie însoțit de un certificat de calitate cu indicațiile:

- data și numărul documentului;
- numărul lotului;
- denumirea, adresa, telefonul întreprinderii producătoare;
- denumirea produsului;
- data fabricării;
- masa netă a lotului, kg;
- rezultatele investigațiilor de laborator;
- temperatura de păstrare;
- termenul de valabilitate;
- indicativul prezentelor prescripții tehnice;
- informația cu privire la certificare.

Caracteristicile organoleptice și fracția masică de umiditate, masa netă, calitatea ambalării, etichetării se determină pentru fiecare lot.

Periodicitatea controlului elementelor toxice și aflatoxinei se stabilește în conformitate cu modalitatea stabilită de producător și coordonată cu Ministerul Sănătății al Republicii Moldova.

Periodicitatea verificării caracteristicilor microbiologice – o dată în 10 zile.

Indicii fizico-chimici se determină pe perioada termenilor stabiliți pentru realizarea pâinii, dar nu înainte cu o oră – pentru pâinea cu masa pînă la 200g , și nu înainte de trei ore pentru produsele cu mase ce depășesc 200 g.

Microorganismele patogene, inclusiv salmonelele, se determină nu mai rar de o dată în trimestru.

În cazul obținerii rezultatelor nesatisfăcătoare la analizele uneia din caracteristici, se efectuează analize repetate pe un număr dublu de unități de ambalaj, prelevate din același lot.

Rezultatele analizelor repetate se referă la lotul întreg.

9. Metode de încercări

9.1 Mijloacele de măsurare folosite pentru efectuarea analizelor trebuie să fie verificate metrologic conform SM 8-12, iar utilajul pentru încercări trebuie să fie atestat în conformitate cu SM 8-21. Asigurarea metrologică a încercărilor în conformitate cu SM 8-23.

9.2 Calitatea ambalajului, aspectul exterior, etichetarea și culoarea se determină vizual, gustul și mirosul – organoleptic.

9.3 Preluarea probelor se face – conform GOST 5667.

9.4 Determinarea masei și indicilor organoleptici – conform GOST 5667.

9.5 Determinarea umidității – conform GOST 21094.

9.6 Determinarea acidității – conform GOST 5670.

9.7 Determinarea porozității – conform GOST 5669.

9.8 Determinarea părții masice de zahăr GOST 5672.

9.9 Determinarea părții masice de grăsime GOST 5668.

9.10. Determinarea elementelor toxice:

Mercur – GOST 26927; Plumb – GOST 26932; Cadmiu – GOST 26933, GOST 30178, GOST 30538; Determinarea conținutului de micotoxine-GOST 30711.

9.11. Determinarea indicilor microbiologici:

Preluarea probelor – GOST 26668; Conținutul total de microorganisme – GOST 10 44415; Bacterii coliforme – GOST 30518; Staphylococcus aureus – GOST 10444.2; Microorganisme patogene – GOST 30519; Drojdii – GOST 1004.12.

10. Transport și depozitare

Transportarea pâinii se efectuează conform GOST 8227.

Mijloacele de transport trebuie să dețină pașaport sanitar.

Nu se admite transportarea pâinii cu produse alimentare cu miros înțepător și specific.

Păstrarea – GOST 8227 (temperatura păstrării – 18 ± 2 °C, umiditatea relativă a aerului de maxim 75%, termenul de păstrare – 72 de ore).

Reținerea pâinii la producător – nu mai mult de 4 ore.

Termenul de realizare prin comercializare a pâinii, maximum 72 de ore din momentul scoaterii din cuptor.

Anexa A (normativă)

Informații privind valoare nutritivă și energetică pentru 100 g de produs

	Proba	Proteine, g	Lipide, g	Glucide, g			VE, kcal
				Mono- și diglucide	Amido n	Fibr e	
1	Pâine din făină mixtă de grâu și năut	10,02	1,44	0,89	46,75	1,05	250,2

Notă. Abaterea la valoarea energetică admisă pînă la $\pm 10\%$.

Anexa B (normativă)

Informații privind etichetarea

„Fabricat în Moldova”

Producător

„Pâine din făină mixtă de grâu și năut”, este fabricată din amestec de făină de grâu calitate superioară și făină de năut.

Ingrediente: făină de grâu, făină de năut, drojzii comprimate, sare, ulei.

Masa: 0,35 kg.

Data fabricării (ziua, luna) este indicată pe ambalaj.

A se păstra la temperatura 18 ± 2 °C, umiditatea relativă a aerului de maxim 75%.

Termenul de valabilitate: maxim 72 de ore în ambalaj.

Valoare nutritivă în 100 g de produs, Pâine din făină mixtă de grâu și năut:

- proteine – 10,02 g;
- grăsimi – 1,44 g;
- glucide – 47,64 g.

Valoare energetică a 100 g de produs – 250,2 kcal.

Codul de bare

**ANEXA 5. Certificat de testare la scara semiindustrială a tehnologiei de fabricare a
„Pîinii din făină mixtă de grâu și năut”**

CERTIFICAT DE TESTARE
la scară semiindustrială a tehnologiei de fabricare a
PÎINII DIN FĂINĂ MIXTĂ DE GRÂU ȘI NĂUT

Noi, subsemnații:

Președinte al comisiei: Vasilachi Lidia, director,

Membrii comisiei:

- 1. Șeighiț Tatiana**, brutar-tehnolog;
- 2. Leșan Iurie**, brutar;
- 3. Cibotari Ludmila**, brutar;
- 4. Coșiu Galina** brutar;
- 5. Gutium Olga**, lector superior, catedra Tehnologia și Organizarea Alimentației Publice, Universitatea Tehnică a Moldovei.

Prin actualul act, confirmăm că produsul respectiv (Pâine din făină mixtă de grâu și năut), elaborate în cadrul Universității Tehnice a Moldovei, a fost realizat și testat (la nivel experimental) în secția de patiserie a ÎI „Vasilachi Lidia”, or. Florești.

Testările au fost efectuate în perioada 2-5 martie 2015, în conformitate cu documentația normativ tehnică (proiect) pentru pâine din făină mixtă de grâu și năut.

Tehnologia de obținere a pâine din făină mixtă de grâu și năut este identică tehnologiei clasice (metoda de preparare prin procedeu monofazic), iar produsul finit s-a bucurat de aprecieri pozitive din partea comisiei.

Confirmăm că indicii organoleptici și fizico-chimici ai probelor de pâine corespund condițiilor stipulate în proiectul prescripțiilor tehnice „Pâine din făină mixtă de grâu și năut”.

Concluzii:

Tehnologia de obținere a pînii din făină mixtă de grâu și năut (*Cicer arietinum*) prezintă interes practic și economic și ar putea fi implementată cu succes la întreprindere.

Președintele comisiei: Vasilachi Lidia, director

L. Vasilachi



Membrii comisiei:

1. **Șeighiț Tatiana**, brutar-tehnolog- *Șeighiț Tatiana*

2. **Leșan Iurie**, brutar- *Leșan Iurie*

3. **Cibotari Ludmila**, brutar; *Cibotari Ludmila*

4. **Coșiu Galina**- brutar; *Coșiu Galina*

5. **Gutium Olga**, lector superior UTM- *Gutium Olga*

ANEXA 6. Atestare de implementare în procesul de instruire a studenților UTM

ATESTARE

Prin prezenta confirmăm că rezultatele cercetărilor științifice, efectuate în cadrul tezei de doctor "STUDIUL INFLUENȚEI UNOR FACTORI TEHNOLOGICI ASUPRA VALORII NUTRITIVE ȘI BIOLOGICE A BOABELOR DE NĂUT", elaborate de Dna GUTIU Olga au fost implementate în procesul de instruire a studenților la catedra "Tehnologia și organizarea alimentației publice" a UTM după cum urmează:

I. În laboratoarele didactice au fost concepute și realizate metodele de apreciere a proprietăților funcționale (*capacitățile de hidratare, emulsionare și spumare*) și calității nutriționale (*digestibilitatea proteinelor prin metoda potențiometrică*) a produselor proteinogene.

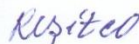
II. Au fost elaborate teze de licență și de master al studenților:

1. Studiul procesului de hidratare a năutului- st. Mihalachi Rodica, gr. TAP-072, 2012;
2. Influența procesării tehnologice asupra digestibilității in vitro a proteinelor boabelor de năut- st. Fonariuc Alexandru, gr. TAP- 073, 2012;
3. Impactul unor factori tehnologici asupra indicilor de calitate a proteinelor din năut- masteranda Gurmeza Irina, gr. MRSC -111, 2012;
4. Influența tratamentelor tehnologice asupra factorilor antinutriționali din boabele de năut- st. Plăcintă Cristina, gr. TAP – 082, 2013;
5. Impactul tratamentelor tehnologice asupra digestibilității proteinelor din năut- st. Hangan Dumitru, gr. TAP – 082, 2013;
6. Impactul mediului de tratare hidrotermică asupra texturii boabelor de năut- masteranda Herța Ana, gr. MRSC-121, 2014;
7. Calitatea nutrițională și microbiologică a preparatelor din carne tocată cu adaos de făină de năut- st. Profir Adrian, gr. TAP-091, 2014;
8. Efectul substituirii parțiale a cărnii cu făina de năut asupra calității preparatelor din carne tocată- st. Ivanova Alexandra, gr. TAP -093, 2014;
9. Caracteristica fizico-chimică, nutrițională și utilizarea culinară a făinii de năut- st. Zănoagă Tatiana, gr. TAP -091, 2014;
10. Cercetări privind utilizarea făinei de năut în produsele de panificație- masteranda Veșca Valentina gr. MRSC-131, 2015.

III. Produsele elaborate în cadrul cercetărilor au fost expuse la următoarele expoziții:

1. Expoziția dedicată jubileului de 50 ani a UTM, 2014
2. Expoziția dedicată zilei Europei, 2015
3. Expoziția dedicată zilei ușilor deschise a UTM, 2015

Decan FTMIA,
dr., conf. univ.



Vlad REȘITCA

Șef catedra TOAP
dr., prof. univ.



Olga DESEATNICOVA

ANEXA 7. Declarația privind asumarea răspunderii

DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

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

Gutium Olga

Semnătura

Data:

**INFORMAȚII
PERSONALE**



GUTIUM OLGA

📍 Str. Chișinăului 95, ap. 17, Cricova, MD-2075, Republica Moldova

☎ (+373 22) 43 01 51 📠 (+373) 793 10 14 8

✉ nicolaev_olga@bk.ru

Căsătorită, copii – 1

F | 30/12/1983 | MDA

**EXPERIENȚA
PROFESIONALĂ**

2015 – prezent

Lector superior
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară
Catedra „Tehnologia și Organizarea Alimentației Publice”

2009-2014

Lector universitar
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară
Catedra „Tehnologia și Organizarea Alimentației Publice”

2006-2009

Lector asistent
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară
Catedra „Tehnologia și Organizarea Alimentației Publice”

2006-2009

Inginer
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară
Catedra „Tehnologia și Organizarea Alimentației Publice”

**EDUCAȚIE ȘI
FORMARE**

2007-2013

Studii postuniversitare de doctorat. Universitatea Tehnică a Moldovei.
Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară.
Specialitatea: Tehnologia produselor alimentare (tema tezei: *Studiul influenței unor factori tehnologici asupra valorii nutritive și biologice a boabelor de năut*).

2006-2007

Studii de masterat. Universitatea Tehnică a Moldovei.
Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară.
Specialitatea: Calitatea și Securitatea Produselor Alimentare (tema tezei: *Contribuții alimentare în ameliorarea alimentației școlare*).

2001-2006 Studii de licență. Universitatea Tehnică a Moldovei.
Facultatea de Tehnologie și Management în Industria Alimentară.
Specialitatea: Tehnologia produselor alimentației publice (Teza: *Impactul alimentației asupra sănătății elevilor*).

2001-2006 Studii medii generale, școala nr. 78, or. Cricova.

COMPETENȚE PERSONALE

Limba maternă Limba română.

Alte limbi străine cunoscute
Autoevaluare
Nivel european*

Limba engleză

Limba franceză

Limba rusă

INȚELEGERE				VORBIRE				SCRIERE	
Ascultare		Citire		Participare la conversație		Discurs oral		Exprimare scrisă	
A2	Utilizator elementar	A2	Utilizator elementar	A2	Utilizator elementar	A2	Utilizator elementar	A2	Utilizator elementar
A2	Utilizator elementar	A2	Utilizator elementar	A2	Utilizator elementar	A2	Utilizator elementar	A2	Utilizator elementar
C2	Utilizator experimentat	C2	Utilizator experimentat	C2	Utilizator experimentat	C2	Utilizator experimentat	C1	Utilizator experimentat

- Cadrul european comun de referință pentru limbi străine

Competențe informatice Instrumentele Microsoft Office™ tools (Word™, Excel™, Paint™, PowerPoint™)

INFORMATII SUPLIMENTARE

Participare la conferințe / seminarii

- 2012** Conferința Internațională a Tinerilor Cercetători, ediția a X-a, 23 noiembrie 2012, Chișinău, R. Moldova.
- 2011** The 6th Meeting / Workshop of the UNU/SCN Network for Capacity Development in Nutrition in Central and Eastern Europe (NCDNCEE), 25-26 May 2011, Belgrade, Serbia.
- 2011** Conferința națională cu participare internațională, Universitatea Alma Mater din Sibiu, ediția a V-a, 25-27 martie 2011, Sibiu, România
- 2008** IFHE Jubilee-World Congress, Lucerne, Switzerland, July 26-31 2008, Lucerne, Elveția.
- 2007** Simpozionul Internațional „Euro-aliment-2007”, 20-22 septembrie 2007, Galati, România.

LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE

I. Articole în reviste de circulație internațională

1. **Gutium Olga**, Ciumac Jorj. *Impactul tratamentelor tehnologice asupra activității ureazice a boabelor de năut*. Meridian ingineresc, 24.01.2014, p. 108-112, **ISSN 1683-853X**.
2. Popescu Liliana, Ciumac Jorj, **Gutium Olga**. *Studiul hidratării boabelor de soriz*. Meridian ingineresc, 19.04.2012, p. 22-25, **ISSN 1683-853X**.

II. Articole în culegeri internaționale

3. Dupouy Eleonora, Pearson Joanne, **Gutium (Nicolaev) Olga**. *Improving nutritional health with school gardens in Moldova*. IFHE Jubilee-World Congress, Lucerne, Switzerland, July 26-31, 2008, p. 1–5, **ISBN 10:0-946791-30-9**.
4. **Gutium Olga**. *Nutritional value of chickpea seeds proteins*. International Conference “Modern Technologies in the Food Industry – 2012”, v. 1, Technical University of Moldova, Chișinău, 1-3 november 2012, p. 366-369, **ISBN 978-9975-80-645-9**.
5. **Gutium Olga**. *Influence of some technological factors on digestibility in vitro of chickpeas seeds proteins*. International Conference “Modern Technologies in the Food Industry – 2012”, v. 1, Technical University of Moldova, Chișinău, 1-3 november 2012, p. 370-372, **ISBN 978-9975-80-645-9**.
6. Ciumac Jorj, **Gutium Olga**. *Влияние технологической обработки на аминокислотный состав нута*. The Annals of the 80th 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, Kiev, Ukraine, 10-11 april 2014, p. 51-52.
7. **Gutium Olga**. *Влияние добавления нутовой муки на органолептические показатели изделий из рубленого мяса*. International Scientific Conference “NewIdeas in Food Science – New Products of Food Industry”, NUFT, Kiev, 13-16 October 2014, p. 238.
8. **Gutium Olga**. *Influence of chickpeas flour incorporation on the physicochemical and sensory properties of meat paste preparations*. International Conference “Modern Technologies in the Food Industry – 2014”, Technical University of Moldova, Chișinău, 16-18 october 2014, p. 190-195, **ISBN 978-9975-80-840-8**.
9. **Gutium Olga**, Ciumac Jorj. *Impactul tratamentelor tehnologice asupra degradării fitașilor din boabele de năut*. Papers of the Sibiu „Alma Mater” University Conference. Vol. 2, 27-29 march 2014, Sibiu, România, p. 107-111, **ISSN 2067-1423**.

10. **Gutium Olga**, Ciumac Jorj. *Hidratare a boabelor de năut după modelul Peleg*. Papers of the Sibiu „Alma Mater” University Conference. Vol. 2, 27-29 march 2014, Sibiu, România, p. 112-115, **ISSN 2067-1423**.
11. **Gutium Olga**, Ciumac Jorj, Eleonora Dupouy. *Valorisation du pois chiche a travers l'incorporation dans le pain*. The 7TH International Symposium “Euro-aliment 2015”, Galați, România, 2015.
12. **Gutium Olga**, Eleonora Dupouy, Ciumac Jorj. *International year of pulses 2016: framework for the promotion of nutritional benefits of chickpea beans for biodiversity and sustainable food consumption*. The 7TH International Symposium “Euro-aliment 2015”, Galați, România, 2015.

III. Articole în culegeri naționale

13. **Gutium Olga**, Ciumac Jorj. *Compoziția chimică și valoarea nutritivă a boabelor de năut*. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, vol. II, UTM, Chișinău, 15-17 noiembrie 2012, p. 39-42, **ISBN 978-9975-45-251-9**.
14. **Gutium Olga**. *Influența tratamentelor tehnologice asupra glicozidelor cianogenice din boabe de năut*. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, UTM, Chișinău, 15-23 noiembrie 2013, p. 19-21, **ISBN 978-9975-45-312-7**.
15. **Gutium Olga**. *Efectul hidrotermic asupra evoluției substanțelor pectice din boabe de năut*. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, UTM, Chișinău, 22 noiembrie 2013, p. 21-24, **ISBN 978-9975-45-312-7**.

IV. Materiale / teze la forurile științifice

16. **Gutium Olga**. *Studiul hidratării boabelor de năut*. Conferința Internațională a Tinerilor Cercetători, ediția X, 23 noiembrie 2012, p. 80, **SBN 978-9975-4434-4-9**.

V. Brevete de invenție

1. **Gutium Olga**, Cimac Jorj, Eleonora Dupouy. *Procedeu de obținere a pînii cu conținut de năut*. Nr. depozit S 2015 0088 din 03.07.2015.