

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI

UNIVERSITATEA "LUCIAN BLAGA" DIN SIBIU

FACULTATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE,

INDUSTRIE ALIMENTARĂ ȘI PROTECȚIA MEDIULUI



## TEZĂ DE DOCTORAT

**Studii asupra substanțelor biologice active folosite ca  
aditivi și nutrienți alimentari în scopul creșterii  
calității și securității alimentelor**

**- REZUMAT -**

**Conducător științific:**

**Prof. Univ. Dr. Ing. Vasile JÂSCANU**

**Doctorand:**

**Ing. Veronica Isabela CRĂCIUN**

**SIBIU**

**2011**

**CUPRINS**

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Cuprins.....  | 2                                   |
| Lista tabelor .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Lista figurilor .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Lista anexelor.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| I. OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT .....  | 5                                   |
| II. STUDIU DOCUMENTAR.....  | 8                                   |
| 1. Materii prime- noțiuni generale despre uleiul de cătină, germeni de grâu și pește.....                                       | 8                                   |
| 1.1. Uleiul de cătină .....   | 8                                   |
| 1.2. Uleiul din germeni de grâu .....   | 10                                  |
| 1.3. Uleiul de pește .....  | 10                                  |
| 2. Calitatea alimentelor – noțiuni generale .....   | 11                                  |
| 2.1. Caracteristici de calitate pentru uleiuri: .....   | 11                                  |
| 2.1.1. Indici de calitate.....  | 12                                  |
| 2.1.2. Precursori ai vitaminei A- beta carotenul .....  | 12                                  |
| 2.1.3. Vitaminele liposolubile A, D și E.....   | 12                                  |
| 2.1.4. Acizii grași.....  | 14                                  |
| 2.1.5. Microelementele .....  | 15                                  |
| 3. Siguranța alimentelor – noțiuni generale .....   | 16                                  |
| 3.1. Caracteristicile de siguranță ale uleiurilor .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1.1. Reziduurile de pesticide.....  | 17                                  |
| 3.1.2. Metalele grele .....   | 18                                  |
| 3.1.3. Poluarea radioactivă.....  | 19                                  |
| 4. Metode de analiză a caracteristicilor de calitate .....  | 20                                  |
| 4.1. Metode de determinare a indicilor de calitate .....  | 20                                  |
| 4.2. Metode de determinare a Beta carotenului și a vitaminelor liposolubile A, D și E.....                                      | 20                                  |
| 4.2.1. Metoda spectrofotometrică de determinare a beta carotenului .....  | 20                                  |
| 4.2.2. Metode de identificare și cuantificare semicantitativă a vitaminelor A, D și E prin cromatografie în strat subțire ..... | 21                                  |
| 4.2.3. Metode de dozare a vitaminelor A, D și E.....  | 21                                  |
| 4.2.4. Metode de dozare a acizilor grași .....  | 21                                  |
| 5. Metode de analiză folosite la determinarea caracteristicilor de siguranță .....  | 22                                  |
| 5.1. Spectroscopia de absorbție atomică (AAS) .....   | 22                                  |
| 5.2. Cromatografia gaz-lichid (GLC).....  | 23                                  |
| 5.3. Măsurări spectrometrice alfa-beta globale și gamma .....   | 23                                  |
| 5.3.1. Măsurări beta globale.....   | 24                                  |

|   |    |
|---|----|
| 5.3.2. Măsurări alfa globale .....  | 24 |
| 5.3.3. Măsurări gamma spectrometrice.....   | 24 |
| III. STUDIU EXPERIMENTAL .....  | 25 |
| 1. Caracteristicile și proveniența materiilor prime folosite.....   | 25 |
| 2. Determinarea cantitativă a caracteristicilor de calitate .....   | 27 |
| 2.1. Determinarea indicilor de calitate .....   | 27 |
| 2.1.1. Determinarea acidității libere.....  | 27 |
| 2.1.2. Determinarea indicelui de peroxid.....   | 27 |
| 2.1.3. Determinarea indicelui de saponificare .....   | 27 |
| 2.1.4. Determinarea indicelui de iod.....   | 28 |
| 2.2. Determinarea caracteristicilor de calitate din uleiul de cătină, germeni de grâu și pește .....  | 29 |
| 2.2.1. Determinarea beta-carotenului din ulei de cătină și ulei de germeni de grâu .....  | 29 |
| 2.2.2. Determinarea vitaminelor A, D <sub>3</sub> și E din ulei de pește, ulei de cătină și ulei de germeni de grâu prin cromatografie de lichide de înaltă performanță ..... | 30 |
| 2.2.3. Determinarea microelementelor (Cu, Zn).....  | 31 |
| 2.2.4. Determinarea compoziției în acizi grași a uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește.....  | 32 |
| 3. Caracteristicile de siguranță ale uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește .....   | 36 |
| 3.1. Determinarea conținutului de metale grele Pb, Cd, Hg.....  | 36 |
| 3.1.1. Determinarea conținutului de metale grele (Pb, Cd) prin AAS cu cuptor de grafit.....   | 36 |
| 3.1.2. Determinarea conținutului de Hg din uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește prin spectrometrie de absorbție atomică în flacără.....                              | 36 |
| 3.2. Determinarea contaminării cu reziduuri de pesticide organoclorurate .....  | 38 |
| 3.3. Determinarea contaminării radioactive.....   | 41 |
| 3.3.1. Determinarea contaminării alfa-beta radioactive.....   | 41 |
| 3.3.2. Determinarea contaminării gamma radioactive .....  | 42 |
| IV. CONCLUZII FINALE, ORIGINALITATEA STUDIILOR, DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE .....  | 44 |
| Lucrări publicate:.....   | 46 |
| Bibliografie: .....   | 48 |

## Lista tabelelor

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Tabelul nr. 1. Valori prag pentru efectele nestochastice.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabelul nr. 2. Efecte stochastice ale iradierii.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabelul nr. 3. Caracteristicile inițiale ale materiilor prime.....   | 25                                  |
| Tabelul nr. 4. Indicii de calitate ai uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește.....                                    | 28                                  |
| Tabelul nr. 5. Conținutul de beta-caroten al uleiurilor analizate .....  | 30                                  |
| Tabelul nr. 6. Vitaminele A, D3 și E din uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește .....                                 | 30                                  |
| Tabelul nr.7.Cantitățile de ulei de cătină, germeni de grâu și pește supuse calcinării în vederea determinării Cu, Zn .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabelul nr. 8. Conținutul de Zn și Cu din uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește.....                                 | 31                                  |
| Tabelul nr. 9. Compoziția în acizi grași a uleiului de cătină.....   | 32                                  |
| Tabelul nr. 10. Compoziția în acizi grași a uleiului de pește.....   | 33                                  |
| Tabelul nr. 11. Compoziția în acizi grași a uleiului din germeni de grâu.....  | 34                                  |
| Tabelul nr. 12. Clasificarea lipidelor pe clase nutriționale .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabelul nr. 13. Masele de uleiuri cântărite pentru determinarea Pb și Cd.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabelul nr. 14. Masele de uleiuri de cătină, germeni de grâu și pește cântărite pentru determinarea conținutului de Hg ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabelul nr. 15. Conținutul de Pb,Cd și Hg din uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește .....                            | 36                                  |
| Tabelul nr. 16. Caracteristicile etalonului de POC .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabelul nr. 17. Reziduuri POC din ulei de cătină.....  | 38                                  |
| Tabelul nr. 18. Reziduuri POC din ulei de germeni de grâu.....   | 38                                  |
| Tabelul nr. 19. Reziduuri POC din ulei de pește .....  | 39                                  |
| Tabelul nr. 20. Activitatea beta globală a uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește .....                              | 41                                  |
| Tabelul nr. 21. Masa, timpul de analiză, modul de preparare și geometria probelor analizate.....                             | 42                                  |
| Tabelul nr. 22. Radioactivitatea naturală.....   | 43                                  |
| Tabelul nr. 23. Radioactivitatea artificială .....   | 43                                  |

## INTRODUCERE

Lucrarea „Studii asupra substanțelor biologice active folosite ca aditivi și nutrienți alimentari în scopul creșterii calității și securității alimentelor” este structurată pe 4 capitole, expuse pe 176 pagini, conține 23 de tabele, 48 de figuri și 18 anexe. Textul cuprinde trimiteri către 159 referințe bibliografice din care mai mult de 50% din titluri sunt lucrări din ultimii 10 ani. Rezultatele obținute au fost diseminate în 7 lucrări care se regăsesc în Lista lucrărilor publicate.

În capitolul I „Obiectivele tezei de doctorat” s-au abordat obiectivele tezei de doctorat și motivele care au condus la efectuarea studiului prezentat în teză.

În capitolul II “Studiu documentar” au fost cuprinse informații generale despre uleiurile studiate, materiile prime din care se obțin și principiile active pe care le conțin. De asemenea s-au prezentat aspecte teoretice despre caracteristicile de calitate și siguranță ale alimentelor precum și metodele de identificare și caracterizare cantitativă ale acestor caracteristici.

În capitolul III “Studiu experimental” s-au prezentat caracteristicile și proveniența materiilor prime folosite la efectuarea experimentelor, metodele de analiză folosite pentru caracterizarea lor din punct de vedere al caracteristicilor de calitate și de siguranță, detalii despre modul de lucru, aparatura folosită și rezultatele obținute.

În capitolul IV “Concluzii finale” s-au sintetizat rezultatele teoretice și experimentale din această lucrare, originalitatea studiilor efectuate precum și posibilități de abordare a direcțiilor viitoare de cercetare.

În paginile următoare se prezintă principalele aspecte abordate în fiecare capitol al tezei de doctorat, urmărind cu rigoare cuprinsul tezei. Rezumatul lucrării respectă modul de numerotare a capitolelor, figurilor și tabelor precum și indicii bibliografici din teza de doctorat.

## I. OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT

Alimentația determină starea de sănătate și puterea de muncă începând chiar cu etapa de dezvoltare embrionară. De asemenea alimentația are un efect benefic asupra funcționării normale a tuturor organelor cât și a creierului, influențând bunăstarea generală și dispoziția psihică. Se spune că ceea ce mâncăm azi va vorbi și va umbla mâine. Alimentația determină desfășurarea optimă a proceselor metabolice. Deci pentru funcționarea în condiții optime a organismului și obținerea unei stări de sănătate foarte bună alimentele trebuie să aibă valoare nutritivă, exprimată prin calitatea și cantitatea nutrimenților de bază (glucide, proteine, lipide) și a substanțelor biologic active (minerale, vitamine).

De asemenea, alimentele trebuie să aibă siguranță, adică să fie sigure pentru consum, să nu pună în pericol organismul uman, să nu conțină microorganisme și substanțe chimice dăunătoare (metale grele, reziduuri de pesticide, micotoxine, etc), caracteristică exprimată prin inocuitate (calitate igienică).

Dar între necesitățile organismului și aportul de hrană prin alimentație nu este totdeauna un echilibru deoarece acest echilibru este perturbat de numeroși factori printre care cel mai important este carența de substanțe biologic active cum ar fi vitaminele și sărurile minerale, carența de nutrienți cu rol plastic (proteinele) și carența energetică ce duce la scăderea intensității proceselor metabolice și implicit la dereglări ale stării de sănătate.

Spre exemplificare menționăm că în țările în curs de dezvoltare se constată un deficit de substanțe cu rol plastic (proteine) care determină o greutate mică a nou-născuților față de medie. Un deficit foarte mare de substanțe proteice determină proasta funcționare a sistemului nervos central precum și a metabolismului în general. Rezultă de aici că în țările în curs de dezvoltare se pune accentul pe asigurarea unui aport optim de proteine.

Altfel stau lucrurile în țările dezvoltate unde creșterea nivelului de trai și a ușurinței de procurare a bunurilor a dus la un supraconsum de alimente caracterizat printr-un conținut caloric mare dar sărac în substanțe biologic active. Acest supraconsum asociat cu alți factori cum ar fi lipsa de activitate fizică (sedentarismul), poluarea, stresul a dus la dezechilibre ale reacțiilor metabolice manifestate prin apariția bolilor de nutriție (diabet zaharat, boli cardiovasculare, hipertensiune arterială, obezitate).

Ca urmare a acestor manifestări în starea de sănătate a populației din țările dezvoltate a apărut necesitatea suplimentării alimentației obișnuite cu alimente și suplimente alimentare bogate în antioxidanți și în substanțe minerale care poate ajuta mulți oameni în prevenirea unor boli cronice și afecțiuni legate de îmbătrânire precum și în menținerea unei stări optime de sănătate.

O altă condiție importantă pe care trebuie să o îndeplinească un produs alimentar este siguranța, deoarece altfel, din produs util organismului el devine un pericol pentru consumator, fiind o sursă de îmbolnăviri, în unele cazuri cu efect letal.

Globalizarea lanțului alimentar determină apariția constantă de noi provocări și riscuri pentru sănătatea și interesele consumatorilor europeni. Obiectivul principal al politicii Uniunii Europene privind siguranța alimentară este atingerea celui mai înalt grad posibil de protecție a sănătății umane și a intereselor consumatorilor în ceea ce privește alimentele. În acest sens, în Uniunea Europeană comerțul de mărfuri alimentare se face respectându-se anumite regulamente referitoare la:

- Nivelurile de reziduuri de pesticide în alimente (Regulamentul (CE) nr. 396/2005 al Parlamentului European și al Consiliului din 23 februarie 2005 privind conținuturile maxime aplicabile reziduurilor de pesticide din sau de pe produse alimentare și hrană de origine vegetală și animală pentru animale și de modificare a Directivei 91/414/CEE);
- Nivelurile de metale grele în alimente (Regulamentul (CE) nr. 1881/2006 al Comisiei din 19 decembrie 2006 de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare);
- Nivelurile de radionuclizi (Regulamentul (CE) nr. 733/2008 al Consiliului din 15 iulie 2008 privind condițiile de import al produselor agricole originare din țările terțe în urma accidentului produs la centrala nucleară de la Cernobîl).

Aceste regulamente, dacă sunt respectate, garantează siguranța alimentelor și asigură în același timp buna funcționare a pieței interne și intracomunitare.

Unele din alimentele bogate în vitamine liposolubile și acizi grași sunt uleiurile vegetale și grăsimile animale. Acestea sunt utilizate pe scară largă atât în alimentație cât și în produsele cosmetice și farmaceutice.

În literatura de specialitate există numeroase studii referitoare la principiile active din uleiurile vegetale dar majoritatea tratează aceste uleiuri din punct de vedere al conținutului de acizi grași și tocoferoli. În ceea ce privește siguranța datele disponibile în literatura de specialitate se referă la reziduurile de pesticide și mercur din uleiul de pește.

Ținând cont de aceste considerente, obiectivele urmărite în această teză sunt următoarele:

- efectuarea unui studiu complet al uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește care să includă indicii de calitate și prospețime cât și principiile active din compoziția lor (vitaminele liposolubile, acizii grași saturați-nesaturați, microelementele cupru, zinc);
- corelarea principiilor active găsite în aceste uleiuri cu doza zilnică recomandată;
- studierea uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește din punct de vedere al siguranței lor alimentare prin determinarea contaminanților reprezentați de metalele grele (plumb, cadmiu, mercur), reziduurile de pesticide organoclorurate și particulele radioactive.

## **II. STUDIU DOCUMENTAR**

### **1. Materii prime- noțiuni generale despre uleiul de cătină, germeni de grâu și pește**

#### **1.1. Uleiul de cătină**

Uleiul de cătină este un lichid uleios, de culoare portocaliu intens, fără miros, fără gust care se separă de faza apoasă rezultată în urma presării fructelor proaspete, conține cantități însemnate de vitamină A, beta-caroten și vitamine D și E. Datorită conținutului important de vitamine E și A se utilizează cu mare succes atât intern cât și extern în tratarea avitaminozelor, întărirea sistemului imunitar, stimularea activității intelectuale, îmbunătățirea activității cardiace la persoanele în vârstă, combaterea efectelor stresului, ameliorarea chimioterapiei [19].

Folosirea externă a uleiului de cătină protejează mucoasele și pielea de acțiunea nocivă a unor radiații, se folosește în tratamentul arsurilor, degerăturilor, diferitelor plăgi prin ungerea zilnică a acestora [148].

Datorită proprietăților bactericide, uleiul de cătină este recomandat în infecțiile pielii, respectiv prevenirea sau tratarea eczemelor și în dureri reumatice, datorită efectului său antiinflamator și calmant.



Uleiul de cătină se poate obține prin diferite procedee de extracție din fructele Căței albe (*Hippophae Rhamnoides*) care face parte din familia *Eleagnaceae*.

Denumirea științifică a genului derivă de la cuvintele din limba greacă *hippos*-cal și *phao*-cu omor. Denumirea se referă la utilizarea dată fructelor în trecut pentru eliminarea viermilor intestinali la cal. După alți autori ar însemna “cal strălucitor”. Cătina mai este cunoscută și sub numele de cătină albă de râu, cătină ghimpoasă, cătină de râu, cătină albastră, dracilă, cătină roșie, gard viu [21].

Cătina albă este un arbust tufos, amfitolerant la umiditate, heliofil, întâlnit în pâlcuri sau tufărișuri întinse pe nisipuri și pietrișuri, izlazuri, coaste pietroase, stânci. Se întâlnește pe formațiuni geologice salinifere din regiunea montană până spre litoral. La noi în țară se întâlnește pe mari suprafețe în Subcarpații Munteniei și Moldovei, între Olt și Siret, insular în Delta Dunării. Este o plantă rezistentă atât la frig cât și la secetă și nepretențioasă față de sol [20, 22].

Cătina are tulpină ramificată înaltă de 2-3, până la 6 m, scoarța de culoare brun-închisă, lujerii solzoși, cenușii-argintii, ramuri laterale cu spini numeroși, cu muguri mici, păroși, arămii, frunze liniar-lanceolate, de 1-6 cm lungime, întregi, cu nervura mediană evidentă, scurt-pețiolate, pe fața inferioară cenușii-argintii cu solzi ruginii, dispuse altern. Florile sunt galbene-ruginii, unisexuat-dioice, cele masculine grupate în inflorescențe globuloase iar cele femele în raceme [22].

Înflorirea se produce în lunile martie-aprilie. Fructele sunt drupe false, de 6-8 mm, ovale, cărnoase, portocalii, cu sâmbure tare, se mențin peste iarnă pe ramuri. Fructifică la 4-5 ani. Fructele se recoltează din august până la primul îngheț.

Fructele sunt bogate în: zaharoză, acizi organici, pectină, substanțe tanante, celuloză, ulei, beta-caroten, vitamine (C, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, F, K, A), minerale (Ca, P, Mg, K).

Datorită conținutului ridicat în principii active fructele de cătină se mai numesc și polivitamine naturale. Au rol de tonifiant general, acțiune antiscorbutică, sunt astringente, vermifuge, bactericide. Se recomandă în tratarea următoarelor afecțiuni: avitaminoze, diaree, reumatism, urticarie, maladii neuroendocrine, anemii, boli de ficat, boli circulatorii și astenie de primăvară [50].

Din datele culese din literatura de specialitate [82, 83,157] uleiul de cătină conține în medie:

- vitamina E 1230 mg/kg;
- vitamina A 25 mg/kg ;

- acizi grași: acid miristic 0,23%, acid palmitic 11,6%, acid palmitoleic 5,41%, acid heptadecanoic 0,23%, acid stearic 3,17%, acid oleic 17,4%, acid linoleic 32,0%, acid linolenic 29,2%, acid arahidic 0,46%, acid eicosenoic 0,23%.

## 1.2. Uleiul din germeni de grâu

Uleiul din germeni de grâu este un lichid onctuos, galben-strălucitor, fără gust și fără miros.

Uleiul din germeni de grâu se folosește în combaterea constipației, mineralizarea organismului iar extern în tratarea bolilor de piele [48].

Germenii de grâu se obțin din grâul comun (*Triticum aestivum ssp vulgare*).

Grâul este o plantă erbacee anuală, unisexuat-monoică, cultivată din timpuri străvechi. Este răspândit de la tropice, spre nord, până la paralele 64, iar spre sud până la paralela 50. Ocupă 90% din suprafața mondială cultivată cu grâu. Este o plantă care cere climă moderat de caldă și umedă. Rezistă la temperaturi scăzute iarna și la temperaturi ridicate vara. Fructul este o cariopsă. Boabele de grâu conțin: proteine, carbohidrați (amidon), grăsimi, vitaminele A, B, E, K, D, PP. Conțin mari cantități de fibre. Din boabe se extrag germenii de grâu din care se scoate uleiul din germeni de grâu foarte bogat în vitamina E [103].

Din datele culese din literatura de specialitate [50] uleiul din germeni de grâu conține:

- vitamina E 2150 mg/kg;

-acizi grași: palmitic 16,7%, stearic 0,7%, oleic 14,6%, linoleic 56,5%, linolenic 6,2%, eicosanoic 0,2%, gadoleic 1,5%.

## 1.3. Uleiul de pește

Uleiul de pește se obține din diferiți pești marini (sardine, macrou).

Uleiul de pește este un lichid uleios, cu culoare galben-pai, cu gust și miros specific. Este bogat în vitaminele A și E precum și în acizi grași polinesaturați omega-3 și omega-6 (vitamina F). Uleiul de pește contribuie la structura și funcțiile membranei celulare și produce substanțe asemănătoare hormonilor care au un efect antiinflamator și stimulator. Acizii grași omega-3 din pește regenerează o mare parte a creierului, a cortexului cerebral și a centrului principal vizual al ochiului, adică al retinei. Acizii grași omega-3 au efect multivariabil asupra diferiților parametri de risc în bolile cardiovasculare [84]. Acizii grași omega-3 reduc riscul atacurilor cardiace prin reducerea îngroșării sângelui și prin întărirea pereților celulari. De

asemenea reduc nivelul trigliceridelor și presiunea sângelui prin favorizarea vasodilatării [28, 8, 70].

Omega-3 joacă un rol important în reglarea absorbției de acizi grași. Acest lucru poate duce la creșterea metabolismului și diminuarea stocării grăsimilor, ajutând la prevenirea creșterii în greutate [77]. Un raport publicat în "Circulation", Jurnalul "American Heart Association", sugerează că o alimentație bogată în pește poate scădea nivelul de leptină, hormon care influențează greutatea corporală și că astfel poate ajuta individul să își controleze apetitul.

Apariția atât a cancerului la sân cât și a celui de prostată este mai redusă la persoanele care consumă mai mulți acizi grași omega-3 [4].

Asimilarea regulată a acizilor grași omega-3 poate avea efect profilactic asupra celor două boli ale ochiului care duc la orbire: maculopatia și glaucomul. De asemenea consumul de ulei de pește aduce beneficii în tratarea ochilor uscați.

Studii generale epidemiologice arată că la populațiile care consumă o cantitate mare de pește sau ulei de pește, frecvența bolilor mintale este redusă [107]. Studiile făcute la persoane cu vârste înaintate care suferă de depresie, boala Alzheimer sau demență vasculară au arătat că aceste persoane prezintă un conținut scăzut de acizi grași omega-3. Consumul ridicat de acizi grași omega-3 poate încetini reducerea procesului cognitiv și poate combate depresia [122].

Din datele culese din literatura de specialitate [112, 114] uleiul de pește conține:

- Vitamina E 1650 mg/kg;
- acizi grași: acid miristic 8,5%, acid palmitic 19,4%, acid palmitoleic 10,1%, acid margaric 3,9%, acid stearic 5,4%, acid oleic 15%, acid linoleic 3,5%, acid linolenic 1,7%, acid gadoleic 1,4%, acid eicosapentenoic (EPA) 11,9%, acid clupanodonic 2,5%, acid docosahexenoic (DHA) 12,9%.

## **2. Calitatea alimentelor – noțiuni generale**

### **2.1. Caracteristici de calitate pentru uleiuri:**

- Indicii de prospețime - indicele de aciditate, indicele de iod, indicele de saponificare, indicele de peroxid
- Precursori ai vitaminei A - beta carotenul
- Vitaminele liposolubile A, D și E
- Acizii grași (saturați, nesaturați)

### **2.1.1. Indici de calitate**

#### **Indicele de aciditate**

Prin indice de aciditate se înțelege cantitatea de hidroxid de potasiu, exprimată în miligrame, necesară pentru neutralizarea unui gram de grăsime.

Valoarea acestui indice ajută la aprecierea calității grăsimilor, prin determinarea acizilor grași liberi ce apar ca rezultat al hidrolizei parțiale în prezența microorganismelor, cât și al transformărilor degradative din procesul rănțezirii [49, 51].

#### **Indicele de iod**

Indicele de iod indică gradul de nesaturare al acizilor grași din uleiuri și grăsimi și se exprimă în g iod absorbit de 100g produs.

#### **Indicele de saponificare**

Indicele de saponificare este direct proporțional cu masa moleculară medie a acizilor grași din compoziția uleiurilor. Indicele de saponificare dă informații în legătură cu masa moleculară a acizilor grași constituenți ai grăsimilor de analizat. Acizii grași liberi din materialul de analizat contribuie la creșterea valorică a indicelui de saponificare, în timp ce componentele nesaponificabile determină o scădere a valorii acestuia [49].

#### **Indicele de peroxid**

Indicele de peroxid este un indicator de prospețime al grăsimilor și reprezintă conținutul de peroxizi și alte substanțe oxidante dintr-o anumită cantitate de produs, care oxidează iodura de potasiu eliberând iodul. Se exprimă în miliechivalenți de peroxid la un kilogram de produs [51, 68].

### **2.1.2. Precursori ai vitaminei A - beta carotenu**

Carotenu este colorantul galben-roșu din morcov, larg răspândit și în frunzele verzi, în flori și fructe și în organismul animal (ser sangvin, grăsimi, lapte).

Corpul omenesc folosește beta-carotenu pentru a-l transforma în vitamina A la nivelul ficatului în funcție de necesități. Studiile medicale au arătat că nu este toxic și poate fi consumat în orice doză fără o limită anume. Consumul de beta-caroten reduce riscurile de cancer și accidente cardiovasculare, îmbunătățește sistemul imunitar, vederea și chiar creșterea oaselor [62].

### **2.1.3. Vitaminele liposolubile A, D și E**

#### **Vitamina A**

Vitamina A are numeroase și diverse funcții în organism, dar este cunoscută mai ales pentru rolul pe care îl joacă în prevenirea orbirii și în alte probleme legate de ochi, asigurând regenerarea rodopsinei și deci acuitatea vizuală. De asemenea, ajută la îmbunătățirea și menținerea sistemului imun, este esențială pentru creșterea și dezvoltarea celulară și este necesară pentru o piele și un păr sănătos. Vitamina A, prin rolul ei antioxidant ajută la protejarea celulelor și țesuturilor organismului față de bolile cardiovasculare și cancer.

Doza optimă zilnică de vitamina A preformată este de 1000 micrograme (1mg) echivalenți retinol sau 5000 unități internaționale (UI). Este posibil să se atingă DOZ pentru vitamina A consumând carotenoizi micști. Se recomandă 6-15 mg de carotenoizi micști (15 mg sunt echivalente cu 25000 UI de vitamina A). Carotenoizii au o activitate similară cu cea a vitaminei A dar se pare că nu produc intoxicație [119, 152].

### **Vitamina D**

Vitamina D nu este similară celorlalte vitamine. De fapt, această substanță nu întrunește definiția clasică a unei vitamine, pentru că organismul uman poate produce atât cât îi este necesar cu ajutorul razelor ultraviolete ale soarelui; totuși, persoanele care nu au o expunere adecvată la lumina soarelui în timpul anului, pot avea nevoie de vitamina D din surse alimentare.

Vitamina D este o substanță biologic activă esențială pentru menținerea densității osoase. De fapt, fără vitamina D, organismul nu ar fi capabil să utilizeze calciul pentru construcția oaselor. Vitamina D crește absorbția intestinală a mineralelor din structura oaselor cum ar fi calciul și fosforul. De asemenea reglează nivelul sangvin al calciului și fosforului. În forma sa activă, vitamina D este implicată în creșterea și maturarea celulelor esențiale pentru funcționarea sănătoasă a sistemului imunitar. Un rol mai puțin cunoscut al vitaminei D este cel de stimulare a producției de insulină, un hormon produs de pancreas, cu rol de reglare a conținutului de zahăr din sânge. În cazul deficitului de vitamina D, organismul poate să nu fie capabil să producă suficientă insulină, necesară pentru utilizarea zaharurilor simple. Acest lucru poate contribui la apariția diabetului [105].

Doza optimă zilnică de vitamina D la bărbați și femei este de 400 unități internaționale [152].

### **Vitamina E**

Vitamina E este un antioxidant puternic care protejează celulele împotriva efectelor oxidante, prin neutralizarea moleculelor foarte instabile, cunoscute ca radicali liberi.

Vitamina E ajută la protejarea celulelor, prin inhibarea oxidării fosfolipidelor, grăsimi conținute în membranele celulare, care sunt foarte susceptibile la atacul radicalilor liberi. Acționând ca antioxidant, ea protejează plămâni contra leziunilor produse de poluarea din aer, apără întregul organism contra acțiunii radicalilor liberi și poate împiedica apariția tumorilor. De asemenea previne lezarea oxidativă a altor substanțe nutritive, incluzând vitamina A și C, ca și a beta-carotenului. Dovezile sugerează că vitamina E acționează sinergic cu alți antioxidanți, cum ar fi vitaminele A și C.

Cantitatea de vitamină E necesară zilnic depinde de masa corporală a fiecărui individ precum și de cantitatea de grăsimi polinesaturate pe care o consumă deoarece vitamina E protejează aceste grăsimi de procesele de oxidare.

Datorită acestor variațiuni individuale, este dificil să se estimeze o valoare care să fie optimă pentru toți. Cu toate acestea se recomandă o doză optimă zilnică cuprinsă între 100 și 400 unități internaționale [152]. Valorile mai mari sunt potrivite pentru oricine prezintă un risc crescut de ateroscleroză și boli cardiace coronariene.

#### **2.1.4. Acizii grași**

Acizii grași sunt substanțe organice, cu caracter slab acid, care intră în constituția majorității lipidelor.

Împreună cu glicerolul, acizii grași formează cele mai răspândite grăsimi din natură și anume trigliceridele.

În natură se cunosc peste 300 de astfel de compuși, care au fost identificați în microorganisme, plante, animale și om [104].

#### **Importanța acizilor grași**

Omul, ca și toate celelalte viețuitoare, își resintetizează lipidele proprii, în cea mai mare parte din grăsimile din alimente. Organismul uman, prin mijloacele metabolice pe care le are la dispoziție, nu poate crea duble legături dincolo de carbonul 9, de aceea, acizii grași polinesaturați, trebuie introduși în mod obligatoriu în organism prin hrană.

Din acest motiv, acizii grași polinesaturați sunt numiți esențiali (AGE) sau vitamine F (G. Niac).

Toți acizii grași de care omul are nevoie, se pot sintetiza pe baza AGE, motiv pentru care, acizii grași saturați sunt substanțe neesențiale pentru om și pentru animale.

Asigurarea acizilor esențiali se poate face din surse exclusiv vegetale (oleaginoase, uleiuri), cu excepția acidului  $\omega$ -3, care se găsește mai mult în pește și uleiul de pește [24].

Grăsimile saturate nu numai că nu sunt necesare organismului, dar aduc și deservicii sănătății, prin faptul că îngrașă și cresc colesterolemia și trigliceridemia. Acizii grași saturați cu lanț lung (palmitic, stearic), se digeră și se absorb greu, putând crea diverse probleme digestive.

În cazul omului sănătos, lipidele trebuie să asigure aproximativ 15% din necesarul caloric. Din totalul acestor lipide, se recomandă ca peste 66% să provină din gliceride formate din acizi nesaturați [27].

### **Raportul optim dintre acizii grași**

Raportul optim dintre cele 3 categorii (acizi mononesaturați, acizi polinesaturați și acizi saturați) trebuie să fie de 1:1:1.

În cadrul AGE, este la fel de important și raportul între acizii omega 6 și acizii omega 3. Între cele două categorii de acizi grași polinesaturați, trebuie să existe o relație de tipul:

$$\omega\text{-6}/\omega\text{-3} = 5:1;$$

$$\omega\text{-6} = 5\text{g/zi},$$

$$\omega\text{-3} = 1\text{g/zi}.$$

În condițiile alimentației cotidiene de la noi, raportul este defavorabil, situându-se în jurul valorii de 10:1. Din acest motiv se recomandă un consum mărit de pești, îndeosebi de specii marine sau de salmonide (păstrăvi, somoni), care sunt bogate în acizi omega 3 [134,141]. Tot pentru reechilibrarea raportului, se indică folosirea internă a uleiului de in și pește.

### **2.1.5. Microelementele**

Mineralele sunt substanțe anorganice care își au originea în apă, sol, fiind absorbite de plante sau consumate de animale, care, la rândul lor constituie hrana omului.

Mineralele sunt substanțe biologic active, care, la fel ca vitaminele sunt necesare organismului în cantități mici. Mineralele pot funcționa ca și coenzime, acționând alături de enzime, pentru a activa procesele biochimice ale organismului. De asemenea, ele ajută la formarea unor oase și dinți puternici (Ca, Mg) și sunt necesare pentru producerea hemoglobinei, care transportă oxigenul în sânge (Fe).

Mineralele pot fi împărțite în macroelemente și microelemente.

Macroelementele sunt necesare organismului în cantități mai mari decât microelementele. Macroelementele includ calciu, clor, magneziu, fosfor, potasiu, sodiu și sulf.

Microelementele includ cuprul, zincul, fierul, cromul, fluorul, molibdenul și seleniul.

### **Zincul**

Deși corpul uman conține numai 2-3g de zinc, acesta este un microelement esențial pentru creștere și dezvoltare.

Zincul se găsește în toate celulele corpului fiind foarte concentrat în ochi, ficat, os, piele, păr și unghii.

Zincul este considerat un întăritor al imunității organismului, care poate ajuta la reducerea frecvenței răcelilor și a durerilor de gât. De asemenea, zincul poate proteja organismul de efectele nocive ale unor metale toxice cum sunt plumbul și cadmiul [100].

Zincul este implicat în sinteza materialelor genetice conținute în toate celulele, cum sunt ADN-ul și ARN-ul.

Zincul poate deveni dăunător organismului numai dacă este consumat în cantități mari, mai mult de 2 g luat o dată. De asemenea, aportul excesiv de zinc, de peste 30 mg, poate scădea conținutul de cupru și poate produce un deficit de cupru. Deficitul de cupru este periculos deoarece cuprul ajută la formarea osului, hemoglobinei și hematiilor și este esențial în formarea colagenului [153].

### **Cuprul**

Cuprul joacă un rol esențial în sinteza hemoglobinei, componenta din sânge care transportă fierul. De asemenea, face parte din enzime importante, inclusiv ale celor esențiale în formarea oaselor, nervilor și producerii colagenului.

Cuprul joacă un rol important în menținerea integrității mielinei care acoperă nervii, menține funcționarea adecvată a inimii și a arterelor, asigură starea de sănătate a sistemului imunitar.

Doza optimă zilnică de cupru este cuprinsă între 1,5 și 3 miligrame. Studiile nutriționale efectuate arată că omul obișnuit nu reușește să ajungă la limita inferioară dozei optime zilnice, având un aport de cupru de maxim 1,3 mg.

Intoxicația cu cupru apare dacă se depășește cantitatea de 10 mg. Intoxicația cu cupru apare rar la persoanele cu dietă normală și care nu iau suplimente cu cupru [153].

## **3. Siguranța alimentelor – noțiuni generale**

Siguranța alimentelor este cunoscută și sub denumirea de calitate igienică sau inocuitate.



Inocuitatea poate fi:

- Microbiologică
- Chimică

**Inocuitatea biologică** - din punct de vedere biologic contaminarea biologică a alimentelor poate fi :

- Bacteriană
- Virală
- Parazitologică

### **Inocuitatea chimică**

Noțiunea se referă atât la substanțele naturale existente în diferite alimente cât și la substanțele ce apar în alimente prin poluare și contaminare. Există o distincție între poluare și contaminare deoarece în primul caz, apariția substanțelor toxice are loc accidental, în timp ce în al doilea caz procesul este permanent [11].

Ca urmare a efectului de poluare, în produsele alimentare apar:

- Antibiotice
- Substanțe radioactive

**Contaminarea** este responsabilă în special de trecerea metalelor grele (Cu,Fe,Sn,Pb,As,Cd, Hg) și a pesticidelor în produsele alimentare.

Metalele grele și pesticidele pot ajunge în produsele alimentare pe trei căi:

- Ca urmare a stropirii cu insecticide și fungicide ce conțin metale grele în compoziție
- În timpul procesului tehnologic
- La depozitarea produselor în recipiente metalice

## **3.1. Caracteristicile de siguranță ale uleiurilor**

### **3.1.1. Reziduurile de pesticide**

Termenul de pesticide cuprinde totalitatea substanțelor folosite în agricultură pentru combaterea diferitelor categorii de dăunători.

#### **Pesticidele organoclorurate**

Cei mai importanți reprezentanți ai acestei clase sunt: DDT-ul, metoxiclorul, keltanul, hexaclorciclohexanul (HCH), pentaclornitrobenzenul, aldrinul, dieldrinul, clordanul, heptaclorul, heptacloreoxidul.

Aspectul toxicologic al insecticidelor organoclorurate constă în:

- Acțiunea asupra funcțiilor hepatice: insecticidele organoclorurate produc la mamifere creșterea în greutate a ficatului în raport cu greutatea corpului, fac să crească sinteza proteinelor de către microzomi și mai ales, conduc la creșterea sintezei de oxido-reductaze [7,33];
- Acțiunea endocrină: acțiune estrogenică, perturbarea metabolismului testosteronului prin stimularea acțiunii enzimatică a ficatului și modificarea metabolismului calciului;
- Acțiune teratogenă (embriotoxicitate): placenta este foarte ușor permeabilă la pesticide, fetusul în uter fiind capabil să concentreze reziduurile de pesticide de la vârsta de 4 săptămâni. Noul născut este contaminat cu pesticide prin laptele matern [7, 11];
- Acțiunea cancerigenă nu a putut fi demonstrată în toate cazurile.

### **3.1.2. Metalele grele**

În concentrații ridicate metalele grele au un efect nociv asupra organismului, deoarece blochează reacțiile enzimatică. De asemenea metalele grele accelerează procesul de oxidare al vitaminelor A și E din alimente.

#### **Contaminarea cu mercur**

Nivelul mercurului în produsele alimentare este scăzut, variațiile fiind în funcție de tipul de produs, nivelul de mercur în mediul în care este produs alimentul și eventuala folosire a mercurului în agricultură. O concentrare mare a mercurului are loc în pește și moluște, datorită gradului ridicat de poluare al mărilor și oceanelor.

Mercurul se acumulează în ficat, rinichi, pancreas, vezică și se poate acumula și în creier. Mercurul anorganic este excretat de rinichi prin urină, de ficat prin bilă, prin mucoasa intestinală, glandele sudoripare și salivare. Aproape 90% din mercurul ingerat este excretat prin fecale.

#### **Contaminarea cu cadmiu**

Printre cele mai importante alimente contaminate cu cadmiu se numără peștele, cartofii, laptele, berea, ouăle.

Deși cantitățile de cadmiu din alimente sunt relativ mici, iar absorbția în tractul gastrointestinal este redusă, o expunere cotidiană și un timp de înjumătățire în organism extrem de lung duc la o acumulare considerabilă a metalului.

Cadmiul este practic toxic pentru orice sistem al organismului. Dintre manifestările multiple ce le are cadmiul asupra organismului uman menționăm boala Itai-Itai, care a apărut în Japonia datorită consumului de pește și moluște contaminate cu valori crescute de cadmiu și a orezului crescut pe un teren contaminat cu cadmiu.

Dintre efectele majore semnalate în cazul cadmiului se menționează efectele mutagene și cancerigene ale acestui metal. Cadmiul este considerat ca unul dintre cei mai puternici carcinogeni metalici cunoscuți până în prezent [15].

### **Contaminarea cu plumb**

Plumbul nu este un element esențial pentru om, el este potențial toxic pentru toate sistemele biologice. Plumbul se acumulează în țesuturile umane mai ales în ficat, rinichi, oase. Alimentele și apa sunt principalele surse de contaminare prin ingestie.

Țesutul osos reține cea mai mare cantitate sub formă mai întâi coloidală, apoi cristalină. Cantitatea de plumb prezentă în țesutul osos este în funcție de durata expunerii anterioare și variază de la un individ la altul, în timp ce în țesuturile moi concentrațiile sunt relativ constante. Intoxicația saturnică benignă este însoțită de o ușoară reducere a influxului nervos. La cei ce au consumat alimente contaminate cu plumb leziunile nervoase sunt în corelație cu gradul de anemie, iar o ingestie excesivă de plumb determină o inflamare a tractului gastrointestinal [30, 32].

### **3.1.3. Poluarea radioactivă**

Poluarea radioactivă este o poluare fizică a mediului, ale cărui componente, aerul, apa, solul și subsolul sunt contaminate în același timp.

Poluarea radioactivă este cea mai perfidă și insidioasă formă de agresiune asupra mediului, ”aproape perfectă”, deoarece ea este invizibilă, fără culoare, fără miros și nu produce durere imediată.

Radioactivitatea, adică emisia de particule alfa, beta și gamma, poate fi:

- naturală, cu radiații naturale provenite de la Soare, de la galaxii îndepărtate, de la pământ, roci, de la apele mărilor și oceanelor sau din atmosferă. Acestea constituie fondul natural de radiații la care ființa umană s-a adaptat de-a lungul timpului și care este indispensabil unei activități biologice normale.
- artificială, ca urmare a activității umane, desfășurată în extracția și prelucrarea minereurilor radioactive, în reactoarele nucleare de cercetare și de producere a

energiei electrice, în instalații industriale pentru detectarea defectelor elementelor componente (defectosopia materialelor), în instalații tip Roentgen, folosite în medicina nucleară, în experiențe cu arme nucleare, etc.

Industria nucleară are un risc specific – radiațiile ionizante – care se întâlnesc pe tot parcursul activității de prospectare, exploatare, prelucrarea și transportul combustibilului nuclear, operarea propriu-zisă a reactorului nuclear, gestionarea deșeurilor radioactive, dezafectarea instalațiilor (centralelor) nucleare [85].

Radiațiile ionizante sunt radiații capabile să scoată un electron orbital dintr-un atom cu care interacționează. Radiațiile ionizante sunt de tip alfa, beta, gamma și radiații X.

#### **4. Metode de analiză a caracteristicilor de calitate**

##### **4.1. Metode de determinare a indicilor de calitate [6, 18]**

###### **Aciditatea liberă**

Determinarea acidității libere se face prin titrare cu o soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 0,1N după prealabila dizolvare a unei cantități determinate de ulei într-un amestec de alcool etilic și eter etilic în proporție de 1:2 neutralizat față de fenolftaleină.

###### **Indicele de peroxid**

Determinarea indicelui de peroxid se face prin titrare cu o soluție de tiosulfat de sodiu cu titru cunoscut a iodului eliberat, în prezența unei soluții de amidon ca indicator.

###### **Indicele de saponificare**

Se determină prin titrare cu o soluție de acid clorhidric cu titru cunoscut în prezență de fenolftaleină ca indicator după saponificarea unei anumite cantități de ulei cu o soluție alcoolică de hidroxid de potasiu.

###### **Indicele de iod**

Indicele de iod se determină prin titrarea excesului de iod cu o soluție de tiosulfat de sodiu în prezență de amidon ca indicator.

##### **4.2. Metode de determinare a Beta carotenului și a vitaminelor liposolubile A, D și E**

###### **4.2.1. Metoda spectrofotometrică de determinare a beta carotenului**

Metoda spectrofotometrică se bazează pe proprietatea substanțelor de a absorbi selectiv radiațiile electromagnetice și este folosită pentru identificare, determinarea purității și dozare.

Spectrele de absorbție se obțin la trecerea unui fascicul de radiații continue prin substanța de analizat care poate absorbi o parte din energia acestuia. Cantitatea de energie absorbită depinde de structura și de numărul moleculelor și al atomilor substanței cu care interacționează fasciculul de radiații.

#### **4.2.2. Metode de identificare și cuantificare semicantitativă a vitaminelor A, D și E prin cromatografie în strat subțire**

Cromatografia în strat subțire (TLC- thin layer chromatography) este o tehnică ce se bazează pe absorbția amestecului de substanțe pe un absorbant și desorbția succesivă a fiecărei componente [72].

Analiza TLC constă în migrarea diferențiată a componentelor dintr-un ansamblu supus separării. Se folosește pentru identificarea unor substanțe din amestecuri de substanțe.

#### **4.2.3. Metode de dozare a vitaminelor A, D și E Metoda HPLC (High performance liquid chromatography)**

Metoda HPLC este o metodă fizico-chimică de separare cromatografică în care faza mobilă este un lichid, iar faza staționară, conținută într-o coloană, este constituită dintr-un solid cu granulație fină sau un solid impregnat cu un lichid sau un solid pe care sunt grefate grupări organice.

Cromatograful de lichide sub presiune se compune din următoarele părți principale, reprezentate schematic în figura 2:

- sistemul de pompare;
- sistemul de injecție;
- coloana cromatografică;
- detectorul;
- sistemul de înregistrare;

**Solvent → Pompa → Injector → Coloana → Detector → Înregistrator**

Figura nr. 1. Schema bloc a unui cromatograf HPLC

#### **4.2.4. Metode de dozare a acizilor grași Metoda GC (gas chromatography) sau cromatografia de gaze**

Prin cromatografia de gaze pot fi analizate toate amestecurile de lichide, gaze sau solide care există sau pot fi trecute în fază gazoasă fără a se descompune la încălzire în alte specii chimice. Modul obișnuit de analiză este acela când amestecul de analizat se află în stare lichidă din care este adus în stare gazoasă prin evaporare. Restricția de folosire a analizei GC

se referă la substanțele care au temperatura de vaporizare mai mare decât temperatura de descompunere, în acest caz putând să se formeze alți compuși chimici.

În aceste cazuri substanțele de analizat se derivatizează în prealabil prin reacții chimice specifice în compuși volatili. La cromatografia cu gaze proba este evaporată la intrarea în coloana cromatografică, la capătul acesteia sau într-un dispozitiv special plasat la intrarea în coloană.

Separarea de a lungul coloanei (eluția) se face cu ajutorul unui gaz purtător care nu interacționează cu faza mobilă ci are rolul de a transporta substanțele chimice din amestec prin coloană. După tipul de coloană folosită, cromatografia de gaze se împarte în:

- cromatografie de gaze pe faze staționare solide (cromatografie de adsorbție);
- cromatografie de gaze pe faze staționare lichide (cromatografie de repartitie);

La cromatografia de adsorbție retenția substanțelor de analizat din amestec se realizează pe baza adsorbției fizice pe pereții interiori ai coloanei cromatografice, ce are diametrul interior de zecimi de milimetri și lungimi de zeci de metri. Din cauza unor adsorbții ireversibile această metodă este folosită rar și numai la substanțe cu puține molecule în structură [62].

## **5. Metode de analiză folosite la determinarea caracteristicilor de siguranță**

### **5.1. Spectroscopia de adsorbție atomică (AAS)**

**Poate fi:**

- AAS cu cuptor de grafit
- AAS cu flacără

Principiul analitic al spectroscopiei atomice se bazează pe proprietatea atomului de a emite sau absorbi radiații electromagnetice specifice elementului în anumite condiții fizice.

Până la această ultimă etapă, este necesar să se elibereze elementele care urmează a fi investigate într-o probă din compușii lor, în general printr-o adsorbție de energie și să le facă disponibile ca particule libere.

Spectrometria elementară de masă utilizează faptul că particulele încărcate electric pot fi separate și detectate într-un spectrometru de masă prin adsorbția energiei.

Radiația electromagnetică ce traversează mediul este furnizată de o sursă specială numită “lampă cu catod scobit”. Catodul acestei lampi este confecționat din elementul ce trebuie determinat. Pentru fiecare element chimic este deci necesară o lampă specifică.

În spectroscopia de absorbție atomică, elementele ca substanțe de analizat sunt transformate în stare atomică liberă într-un dispozitiv de atomizare prin absorbție de energie termică.

Acești atomi sunt capabili să absoarbă radiația specifică elementului.

La acest capăt, o lampă specifică elementului, făcută din elementul care urmează a fi investigat, este introdusă în traiectoria razei într-un spectrometru de absorbție atomică cu dispozitiv de atomizare și cu un detector [125].

În funcție de concentrația elementului care urmează a fi determinat în probă, o parte din intensitatea radiației lămpii cu catod scobit este absorbită de atomii formați.

Două foto-multiplicatoare măsoară intensitatea radiației neatenuate și radiația după părăsirea dispozitivului de atomizare în timpul furnizării unei soluții de probă.

Concentrația elementului în probă poate fi calculată prin diferența dintre cele două intensități.

## **5.2. Cromatografia gaz-lichid (GLC)**

Metoda GLC face parte din metodele de analiză gaz cromatografice.

În cromatografia gaz lichid (GLC) faza staționară este un lichid nevolatil immobilizat pe un suport solid. Cromatografia de gaze pe faze staționare lichide se bazează pe repartiția substanței de analizat între faza mobilă gazoasă și o fază staționară lichidă immobilizată pe peretele interior al coloanei cromatografice [102].

## **5.3. Măsurări spectrometrice alfa-beta globale și gamma**

Energia absorbită în substanță, la trecerea radiației conduce la apariția unor schimbări diverse, care se pot folosi la măsurarea și înregistrarea radiației.

Astfel, la trecerea fluxurilor de particule încărcate printr-un gaz are loc excitarea și/sau ionizarea atomilor substanței respective, procese care duc la formarea unor perechi de electroni liberi și ioni care modifică rezistența electrică a volumului de gaz considerat. La trecerea radiațiilor prin substanță, în funcție de tipul particulelor, vor apare interacții electromagnetice și/sau nucleare.

În detecție interesează numai acele procese care, în domeniul de energie dat al particulelor, duc la pierderea cea mai important de energie.

În majoritatea cazurilor, pentru detecția radiațiilor nucleare încărcate, se folosesc procesele de ionizare sau de excitare a atomilor sau moleculelor mediului detector.

Particulele neutre sau radiațiile electromagnetice pentru a putea fi detectate trebuie să interacționeze, într-o primă etapă cu substanța detectoare sau cu o substanță ajutătoare, pentru a produce particule secundare încărcate (electroni, protoni, particule alfa) care sunt detectate, într-o a doua etapă prin metode proprii particulelor încărcate [40].

### **5.3.1. Măsurări beta globale**

O măsurare beta globală necesită aparatură simplă și robust, fiind cea mai utilizată metodă în sistemul de supraveghere a radioactivității mediului înconjurător. Pentru detectarea și măsurarea radiațiilor beta se pot utiliza contori Geiger-Muller, detectori cu scintilație sau detectori cu semiconductori SSB sau Si (Li) [40, 75, 83].

### **5.3.2. Măsurări alfa globale**

Aparatura folosită pentru măsurătorile beta globale nu diferă prea mult de cea de la măsurătorile alfa globale. Dar datorită absorbției mult mai accentuate a radiației alfa în aer și în fereastra detectorului și a autoabsorbției din probă, măsurările alfa necesită precauții suplimentare, proba se depune în strat subțire, distanța probă-detector să fie cât mai mică posibil, grosimea ferestrei detectorului să fie corespunzătoare unei măsurări alfa. Spectrul radiațiilor alfa este mai restrâns decât al celor beta, deci etalonarea se poate face cu o sursă de Am-241 fără probleme deosebite dacă sunt respectate aceleași condiții de geometrie la măsurarea etalonului și a probei [40, 83].

### **5.3.3. Măsurări gamma spectrometrice**

Metoda cea mai bună pentru determinarea concentrațiilor de nuclee radioactive este spectrometria gamma de mare rezoluție, practică cu detectori Ge (Li) sau HPGe.

Determinarea energiei radiațiilor gamma necesită detector cu volum sensibil mare, deci detector cu grosimi mari pentru stratul sărăcit. Creșterea grosimii stratului sărăcit prin creșterea tensiunii de polarizare inversă este limitată, deoarece cu creșterea acesteia curenții de scurgere devin foarte mari [40, 46]. Ca urmare, pentru obținerea unor grosimi foarte mari ale stratului sărăcit, se folosesc metode speciale de compensație care au ca scop obținerea de materiale semiconductoare cu rezistivități cât mai mari. Una din metode constă în introducerea din exterior a ionilor de Li care au o mare mobilitate în rețeaua materialului semiconductor. Astfel ei pot migra chiar și la temperatură camerei, dacă detectorii sunt păstrați fără tensiune de polarizare. Deci se recomandă păstrarea acestor detectori cu tensiunea de polarizare aplicată.



Nu se pot determina prin spectrometrie gamma concentrații de radionuclizi care emit radiații beta pure și alfa pure. Cei mai răspândiți radionuclizi în această situație sunt: Sr-89, Sr-90, Y-90, Tritiu, C-14 și transuranienii (în special izotopii plutoniului).

Spectrometria gamma se poate face și cu detectori cu scintilație cu cristal Na (Ti).

### III. STUDIU EXPERIMENTAL

#### 1. Caracteristicile și proveniența materiilor prime folosite

**Uleiul de cătină** folosit pentru determinările efectuate s-a obținut din fructe de cătină uscate în pat fluidizat la 40°C, recoltate din zona Breaza, județul Prahova.

**Uleiul de germeni de grâu** s-a extras din germeni de grâu uscați de la SC Boromir SA Sibiu.

**Uleiul de pește** folosit este un ulei de pește obținut din sardină și macrou din Marea Nordului. Materiile prime folosite la extracția uleiurilor de germeni de grâu și cătină au avut caracteristicile inițiale prezentate în tabelul nr.3.

Tabelul nr. 1. Caracteristicile inițiale ale materiilor prime

| <b>Materia primă</b>    | <b>Umiditate,<br/>%</b> | <b>Conținut de ulei,<br/>%</b> | <b>Indice de peroxid,milimoli<br/>KOH/100ml</b> |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|---|
| Fructe de cătină uscate | 10,5                    | 13,2                           | 0,7   |
| Germeni de grâu uscați  | 13,6                    | 9,5                            | 0,5   |

În scopul extracției uleiurilor vegetale de cătină și germeni de grâu s-a efectuat o prealabilă mărunțire a materialelor folosindu-se o moară cu ciocane Forplex criogenică cu o capacitate de maxim 5 kg/h produs măcinat. Măcinarea prin acest procedeu permite menținerea gustului și aromei materiilor prime care au în componență apă și uleiuri. Pentru pregătirea eșantionului de extracție s-a folosit un aparat pentru granulometrie Retsch cu 7 site și temporizator.

Umiditatea materiilor prime s-a determinat prin uscare la etuvă la temperatura de 100°C timp de 3 ore iar conținutul de ulei s-a determinat folosind o instalație Soxhlet cu cinci locuri, ca solvent folosindu-se eter etilic de puritate analitică.

Metoda de extracție Soxhlet a fost folosită doar pentru aprecierea cantitativă a conținutului de ulei din materiile prime de germeni de grâu și cătină deoarece extracția la temperatura de fierbere a solventului de extracție și uscarea în etuvă la 105°C la masă constant determină degradarea uleiurilor extrase și creșterea indicelui de peroxid.

Uleiurile pe care s-au determinat caracteristicile de prospețime, conținutul de principii active și contaminanți au fost obținute din aceleași materii prime dar extracția lor s-a efectuat prin metoda modernă de extracție cu lichide supercritice.

Extracția cu fluide supercritice este o tehnică modernă de extracție ce tinde să înlocuiască tehnologiile clasice cu solvenți.

În stare supercritică, la o anumită temperatură și presiune, gazele lichefiate au proprietăți care le caracterizează și în fază gazoasă.

Uleiurile se solubilizează în gazele lichefiate sub acțiunea presiunii apoi are loc destinderea, compresia, extracția, separarea uleiului de faza gazoasă lichidă, destinderea datorită scăderii presiunii și recircularea gazului [29].

În prezent se încearcă utilizarea la o scară mai mare a procedurii datorită randamentului de extracție ridicat, purității uleiului în care nu rămân urme de solvent, costului scăzut al gazului în stare supercritică.

Fluidele supercritice au masa volumică și proprietăți de solvenți asemănătoare lichidelor dar în același timp vâscozitatea și coeficientul de difuziune apropiate de ale gazelor, astfel determinând o separare rapidă a uleiului din produsul vegetal de origine [45].

Ca parametrii de lucru se folosesc temperaturi de până la 55°C și presiuni de până la 7 atmosfere.

Extracția cu lichide supercritice este net superioară extracției cu solvenți pentru că se realizează într-un timp mai scurt, se elimină riscul de remanență a solventului în produs și riscul degradării produselor datorită temperaturii de lucru și contactului cu aerul [87].

Extracția uleiului de cătină și al celui de germeni de grâu s-a efectuat pe o instalație Superfluids 5-3 SEP în trei trepte de separare. Instalația se află la Colegiul Tehnic pentru Industrie Alimentară din Sibiu.

Instalația Superfluids 5-3 SEP are următoarele caracteristici:

- Extractor cu capacitate de 5L;
- Două separatoare cu capacitatea de 1,5L;
- Un separator cu capacitatea de 0,3L;

Instalația mai posedă două unități auxiliare cu rol de menținere a temperaturii pe zonele de extracție și anume:

- o unitate de răcire cu glicol-apă;
- o instalație de producere a apei fierbinți.

Pentru extracție s-a lucrat cu următoarele caracteristici:

- pentru procesul de extracție din extractor (la contactul material-solvent) presiunea a fost de 240-250 bari și temperatura de 50-60°C;
- pentru a doua treaptă de separare presiunea a fost de 70-80 bari și temperatura de 30°C;
- în a treia treaptă de separare presiunea a fost de 50-55 bari și temperatura de 20°C.

## 2. Determinarea cantitativă a caracteristicilor de calitate

### 2.1. Determinarea indicilor de calitate

#### 2.1.1. Determinarea acidității libere

Determinarea acidității libere s-a efectuat prin titrare în prezență de indicatori. S-a efectuat determinarea acidității organice, rezultată din degradarea materiilor prime grase [34].

Cantitatea de acizi grași liberi, exprimată în acid oleic s-a calculat cu formula:

$$\% \text{ acid oleic} = \frac{282 * V * C}{10 * m}$$

#### 2.1.2. Determinarea indicelui de peroxid

S-a tratat produsul, în mediu de acid acetic și cloroform, cu soluție de iodură de potasiu apoi s-a titrat iodul eliberat cu o soluție de tiosulfat de sodiu de titru cunoscut [34].

Indicele de peroxid s-a calculat cu formula:

$$\text{Indice de peroxid (meq/kg)} = \frac{V_p - V_m}{m} * N * 1000 \quad (\text{miliechivalenți/kg})$$

#### 2.1.3. Determinarea indicelui de saponificare

S-a determinat prin titrare cu o soluție de acid clorhidric cu titru cunoscut în prezență de fenolftaleină ca indicator după saponificarea unei anumite cantități de ulei cu o soluție alcoolică de hidroxid de potasiu [34].

Indicele de saponificare s-a calculat cu formula:

$$I_s = \frac{V_m - V_p}{m} * 28,05$$

#### 2.1.4. Determinarea indicelui de iod

Pentru determinarea indicelui de iod s-a folosit metoda Hanus.

Indicele de iod s-a calculat cu formula:

$$\text{Indice iod} = \frac{12,69 * (V_m - V_p) * N}{m} \text{ (g/100g)}$$

Rezultatele obținute pentru indicii de calitate analizați se găsesc în tabelul nr. 4.

Tabelul nr. 2. Indicii de calitate ai uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește

| Uleiul vegetal   | Aciditate liberă,<br>%acid oleic | Indice de peroxid,<br>meq/kg | Indice de saponificare,<br>mg KOH/g | Indice de iod,<br>g/100g |
|--|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Ulei de cătină<br>extras cu CO <sub>2</sub><br>supercritic               | 0,30                             | 0,38                         | 200,3                               | 71,5                     |
| Ulei de germeni<br>de grâu extras<br>cu CO <sub>2</sub> super-<br>critic | 0,97                             | 0,56                         | 248,3                               | 110,7                    |
| Ulei de pește  | 0,40                             | 0,43                         | 187,6                               | 80,2                     |

**Concluzii:**

Analizând valorile din tabelul de mai sus se constată următoarele:

- aciditatea uleiurilor analizate nu prezintă diferențe semnificative, ceea ce înseamnă că uleiurile au fost proaspete;
- valoarea mai mare a acidității și a indicelui de peroxid înregistrate la uleiul de germeni de grâu se datorează timpului de depozitare mai lung al materiei prime (germenii de grâu) înainte de extracția uleiului;
- indicii de peroxid ai uleiurilor analizate nu prezintă diferențe semnificative și se încadrează la valoarea maximă prevăzută de normele în vigoare de 12 meq/kg, semn că uleiurile obținute nu s-au degradat în urma extracției (figura nr.9);
- din compararea valorilor indicilor de saponificare (figura nr.10) reiese că masa moleculară medie a acizilor grași din uleiul de germeni de grâu ar trebui să fie mai mare decât masa moleculară medie a acizilor grași din uleiul de pește și din uleiul de cătină;
- din compararea valorilor indicilor de iod (figura nr.11) rezultă că uleiul cu gradul de nesaturare cel mai mare este uleiul de germeni de grâu urmat de uleiurile de pește și cătină;

**2.2. Determinarea caracteristicilor de calitate din uleiul de cătină, germeni de grâu și pește****2.2.1. Determinarea beta-carotenului din uleiul de cătină și uleiul de germeni de grâu**

Metoda constă în extracția beta-carotenului cu acetonă și apoi eter de petrol sau n-hexan, separarea lui de alte substanțe colorante pe o coloană cromatografică, apoi spectrofotometrarea la lungimea de undă de 430 nm față de eter de petrol sau n-hexan. Pentru produsele care conțin cantități mari de grăsimi, se realizează în prealabil saponificarea substanțelor grase cu o soluție alcalină de hidroxid de potasiu 40% în alcool etilic.

Curba etalon s-a realizat folosind soluție etalon de bicromat de potasiu. S-au citit absorbanțele fiecărei soluții etalon apoi s-a trasat graficul absorbantă funcție de concentrație [35].

S-a efectuat citirea absorbanței extractelor de beta-caroten din ulei de cătină și ulei de germeni de grâu.

Pentru calculul concentrației de beta-caroten s-a folosit formula:

$$\beta\text{-caroten} = \frac{A \times F \times V}{M} ; \text{mg}/100\text{g}$$

După extracție, spectrofotometrare și efectuarea calculelor s-au obținut rezultatele din tabelul nr.5.

Tabelul nr. 3. Conținutul de beta-caroten al uleiurilor analizate

| Uleiul analizat          | Masa, g | Conținut de $\beta$ -caroten, mg/100g |
|--------------------------|---------|---------------------------------------|
| Ulei de pește            | -       | -                                     |
| Ulei de cătină           | 3,9409  | 23,3                                  |
| Ulei din germeni de grâu | 34,3942 | 1,9                                   |

### Concluzii:

- Din studierea datelor înscrise în tabelul nr. 5 se constată că uleiul de cătină are un conținut de beta-caroten mult mai mare comparativ cu uleiul din germeni de grâu. Uleiul de pește este produs de origine animal și nu conține beta-caroten.

### 2.2.2. Determinarea vitaminelor A, D<sub>3</sub> și E din uleiul de pește, uleiul de cătină și uleiul de germeni de grâu prin cromatografie de lichide de înaltă performanță

Metoda constă în extracția retinolului prin saponificare cu soluție de hidroxid de potasiu în metanol sau etanol, urmată de extracția într-un solvent adecvat, determinarea prin cromatografie de lichide de înaltă performanță (HPLC) cu detecție fie fluorometrică (F), fie fotometrică (UV), identificarea substanțelor pe baza timpilor de retenție și determinarea prin metoda cu etalon extern folosind ariile sau înălțimile picurilor [139].

În cazul de față s-a folosit detecția fotometrică în UV.

După parcurgerea etapelor descrise în modul de lucru s-au obținut 4 cromatograme din care una pentru soluțiile etalon și celelalte 3 pentru soluțiile de probe. În fiecare cromatogramă sunt afișate picurile corespunzătoare vitaminelor determinate, timpii de retenție și ariile picurilor pentru etaloane și probe.

Rezultatele obținute după efectuarea calculelor sunt sintetizate în tabelul nr. 6.

Tabelul nr. 4. Vitaminele A, D<sub>3</sub> și E din uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește

| Tipul uleiului           | Vitamina A, mg/kg | Vitamina E, mg/kg | Vitamina D <sub>3</sub> , $\mu$ g/kg |
|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| Ulei de cătină           | 153,5             | 2615,4            | 2,7                                  |
| Ulei din germeni de grâu | 268,6             | 1281,7            | 9,3                                  |
| Ulei de pește            | 165,3             | 2815,9            | 2,2                                  |

**Concluzii:**

- Conținutul cel mai mare de vitamina A se găsește în uleiul de germeni de grâu, urmat de uleiurile de pește și de cătină.
- Conținutul cel mai mare de vitamina E se găsește în uleiul de pește, urmat de uleiul de cătină și germeni de grâu.
- Consumul a 1g/zi de ulei de pește acoperă 27% din DZR pentru vitamina A și 23, 5% din DZR pentru vitamina E.
- Consumul a 1g/zi ulei de cătină acoperă 15% din DZR pentru vitamina A și 21, 8% pentru vitamina E.
- Consumul a 1g/zi de ulei de germeni de grâu acoperă 27% din DZR pentru vitamina A și 10, 7% din DZR pentru vitamina E
- Conținutul de vitamina D<sub>3</sub> din uleiurile analizate este mic, un procent de aproape 20% din DZR de vitamina D<sub>3</sub> fiind acoperit de consumul a 100g ulei din germeni de grâu.

**2.2.3. Determinarea microelementelor (Cu, Zn)**

Metoda are ca principiu calcinarea probelor la 450°C cu creșterea treptată a temperaturii, dizolvarea cenușii în acid clorhidric și evaporarea la sec a soluției obținute, redizolvarea rezidului final în acid azotic 1:6 și determinarea conținutului de metale prin spectrometrie de absorbție atomică cu cuptor de grafit [142].

După parcurgerea etapelor descrise în modul de lucru și efectuarea calculelor s-au obținut rezultatele din tabelul nr.8.

Tabelul nr. 5. Conținutul de Zn și Cu din uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește

| Uleiul                   | Zn, mg/kg | Cu, mg/kg |
|--------------------------|-----------|-----------|
| Ulei de cătină           | 3,5       | 0,13      |
| Ulei din germeni de grâu | 5,2       | 0,58      |
| Ulei pește               | 2         | 0,07      |

**Concluzii:**

- Din datele prezentate în tabelul nr. 8 se constată că uleiul din germeni de grâu este mai bogat în Zn și Cu decât uleiurile de cătină și pește;
- Uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește nu reprezintă surse importante de microelemente Zn, Cu deoarece pentru a acoperi 34,7% din doza zilnică recomandată pentru Zinc și 38,7% din DZR pentru Cupru ar trebui să consumăm 1 kg ulei din germeni de grâu.

#### 2.2.4. Determinarea compoziției în acizi grași a uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește

Metoda de lucru constă în două etape:

- Prepararea esterilor metilici ai acizilor grași
- Analiza esterilor metilici ai acizilor grași prin cromatografie în fază gazoasă

În urma studierii cromatogramelor s-au obținut rezultatele din tabelele nr. 9-11.

Tabelul nr. 6. Compoziția în acizi grași a uleiului de cătină

| Acizi grași                              | Conținut (%) |
|--|--------------|
| Acid miristic C14:0                      | 0,26         |
| Acid palmitic C16:0                      | 35,01        |
| Acid palmitoleic C16:1                   | 27,7         |
| Acid stearic C18:0                       | 0,89         |
| Acid oleic C18:1                         | 22,52        |
| Acid cis-vaccenic C18:1                  | 8,12         |
| Acid linoleic C18:2 (omega 6)            | 3,7          |
| Acid linolenic C18:3 (omega 3)           | 0,94         |
| Acid arahidic C20:0                      | 0,17         |
| Acid behenic C22:0                       | 0,25         |
| Acid lignoceric C24:0                    | 0,18         |
| <b>Acizi grași saturați</b>              | <b>36,76</b> |
| <b>Acizi grași nesaturați, din care:</b> | <b>62</b>    |
| - mononesaturați                         | 58,34        |
| - polinesaturați                         | 3,7          |
| <b>Raport omega 6: omega 3</b>           | <b>4:1</b>   |
| <b>Masa moleculară medie</b>             | <b>24889</b> |



Tabelul nr. 7. Compoziția în acizi grași a uleiului de pește

| <b>Acizi grași</b>                           | <b>Conținut (%)</b> |
|--|---------------------|
| <b>acid miristic C14:0</b>                   | <b>7,7</b>          |
| <b>acid miristoleic C14:1</b>                | <b>3,0</b>          |
| <b>acid pentadecanoic C15:0</b>              | <b>0,6</b>          |
| <b>acid palmitic C16:0</b>                   | <b>19,56</b>        |
| <b>acid palmitoleic C16:1</b>                | <b>10,75</b>        |
| <b>acid hexadecadienoic C 16:2</b>           | <b>0,95</b>         |
| <b>acid hexadecatrienoic C16:3 (omega 3)</b> | <b>2</b>            |
| <b>acid hexadecatetraenoic C16:4</b>         | <b>1,6</b>          |
| <b>acid margaric C17:0</b>                   | <b>0,2</b>          |
| <b>acid stearic C18:0</b>                    | <b>5,6</b>          |
| <b>acid oleic C18:1</b>                      | <b>13,9</b>         |
| <b>acid linoleic C18:2 (omega 6)</b>         | <b>1,34</b>         |
| <b>acid alfa linolenic C18:3 (omega 3)</b>   | <b>0,8</b>          |
| <b>acid arachidic C20:0</b>                  | <b>0,1</b>          |
| <b>acid gadoleic C20:1</b>                   | <b>0,7</b>          |
| <b>acid arachidonic C20:4 (omega 6)</b>      | <b>2,5</b>          |
| <b>acid eicosapentaenoic C20:5 (omega 3)</b> | <b>14,87</b>        |
| <b>acid behenic C22:0</b>                    | <b>0,22</b>         |
| <b>acid clupanodonic C22:5 (omega 3)</b>     | <b>1,7</b>          |

|  |               |
|--|---------------|
| <b>acid docosahexanoic C22:6 (omega 3)</b> | <b>8,3</b>    |
| <b>Acizi grași saturați</b>                | <b>33,98</b>  |
| <b>Acizi grași nesaturați, din care:</b>   | <b>64,19</b>  |
| - mononesaturați                           | 29,43         |
| - polinesaturați                           | 34,76         |
| <b>Raport omega 6: omega 3</b>             | <b>0,15:1</b> |
| <b>Masa moleculară medie</b>               | <b>24786</b>  |

Tabelul nr. 8. Compoziția în acizi grași a uleiului din germeni de grâu

| <b>Acizi grași</b>                   | <b>Conținut (%)</b> |
|--------------------------------------|---------------------|
| <b>Acid palmitic C16:0</b>           | <b>22,76</b>        |
| <b>Acid stearic C18:0</b>            | <b>0,84</b>         |
| <b>Acid oleic C18:1</b>              | <b>15,46</b>        |
| <b>Acid cis-vaccenic C18:1</b>       | <b>1,14</b>         |
| <b>Acid linoleic C18:2 (omega 6)</b> | <b>51,75</b>        |
| <b>Acid linolenic 18:3 (omega 3)</b> | <b>6,65</b>         |

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Acid eicosanoic C20:0</b>             | <b>1,40</b>  |
| <b>Acizi grași saturați</b>              | <b>25,01</b> |
| <b>Acizi grași nesaturați, din care:</b> | <b>75</b>    |
| - mononesaturați                         | <b>16,6</b>  |
| - polinesaturați                         | <b>58,4</b>  |
| <b>Raport omega 6: omega 3</b>           | <b>8:1</b>   |
| <b>Masa moleculară medie</b>             | <b>25922</b> |

### Concluzii:

- uleiul cel mai bogat în acizi grași nesaturați este uleiul din germeni de grâu cu un procent de 75%, urmat de uleiul de pește cu 64,19% și uleiul de cătină cu 62%;
- uleiul cel mai bogat în acizi grași polinesaturați este uleiul din germeni de grâu cu un procent de 58,4%, urmat de uleiul de pește cu 34,76% față de uleiul din cătină cu numai 3,7%;
- conținutul cel mai mare de acid linoleic (omega 6) se află în uleiul de germeni de grâu în procent de 51,75%;
- cantități importante de acid oleic se găsesc în uleiul de cătină (22,52%), uleiul de germeni de grâu (15,46%) dar și în uleiul de pește (13,9%);
- se recomandă consumul acestor uleiuri bogate în acid oleic deoarece mențin nivelul de HDL-colesterol și previn creșterea trigliceridelor în sânge;
- uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește, alături de alte uleiuri vegetale, ar trebui să înlocuiască grăsimile saturate din dietă;
- dintr-o dietă de 2000 calorii, acizii grași ar trebui să reprezinte circa 30%, din care circa 7% să fie acizi grași saturați, 8-9% mononesaturați și 9-11% polinesaturați, iar raportul acizi grași polinesaturați/saturați să fie 1,25-1,5;
- de această cerință se apropie cel mai mult uleiul de pește cu un raport acizi grași polinesaturați/saturați de 1;
- grăsimile saturate din dietă contribuie la creșterea LDL-colesterolului și a colesterolului total din sânge în dauna HDL-colesterolului;
- uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește conțin 62%, 75% respectiv 64,2% AGN iar raportul acizi grași nesaturați (AGN) /acizi grași saturați (AGS) este 1,7%, 3% respectiv 1,9% încadrându-se pe baza acestor considerente în clasa “Lipidelor cu valoare biologică mare”;

- indicele de iod care indică gradul de nesaturare al acizilor grași este 71,5 la uleiul de cătină, 80,2 la uleiul de pește și 110,7 la uleiul de germeni de grâu, este direct proporțional cu conținutul de acizi grași nesaturați, respectiv 62% AGN în uleiul de cătină, 64,19% AGN în uleiul de pește și 75% AGN în uleiul de germeni de grâu;
- indicele de saponificare, ce indică masa moleculară medie a acizilor grași din compoziția uleiurilor este 187,6 la uleiul de pește, 200,3 la uleiul de cătină respectiv 248,3 la uleiul din germeni de grâu, valoarea acestuia fiind direct proporțională cu masa moleculară medie, respectiv 24786 g/mol pentru uleiul de pește, 24889 g/mol pentru uleiul de cătină și 25922 g/mol pentru uleiul din germeni de grâu.

### **3. Caracteristicile de siguranță ale uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește**

#### **3.1. Determinarea conținutului de metale grele Pb, Cd, Hg**

##### **3.1.1. Determinarea conținutului de metale grele (Pb, Cd) prin AAS cu cuptor de grafit**

Metoda are ca principiu calcinarea probelor la 450°C cu creșterea treptată a temperaturii, dizolvarea cenușii în acid clorhidric și evaporarea la sec a soluției obținute, redizolvarea rezidului final în acid azotic 1:6 și determinarea conținutului de metale prin spectrometrie de absorbție atomică cu cuptor de grafit [142].

După pregătirea probelor și spectrometrare s-au obținut înregistrările spectrale pentru fiecare element de determinat în parte conform înregistrărilor spectrale din anexe.

##### **3.1.2. Determinarea conținutului de Hg din uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește prin spectrometrie de absorbție atomică în flacără**

În spectrometria de absorbție atomică se trece prin flacără o radiație cu lungimea de undă specifică elementului ce se cercetează, care este absorbită de către atomii existenți în stare fundamentală. Absorbția este proporțională cu concentrația atomilor în flacără, deci cu concentrația soluției.

Drept mediu în care se eliberează atomii din soluția probei se utilizează flacăra produsă de arderea unui carburant gazos în amestec cu un carburant tot gazos (amestec aer-acetilenă), în care se pulverizează soluția pregătită din proba supusă analizei (temperatura flăcării trebuie să fie de circa 2500°C).

După efectuarea calculelor s-au obținut rezultatele din tabelul nr. 15.

Tabelul nr. 9. Conținutul de Pb,Cd și Hg din uleiurile de cătină, germeni de grâu și pește

| Uleiul               | Pb, mg/kg | Cd, mg/kg | Hg, mg/kg |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Ulei de cătină       | 0,037     | 0,0027    | Sld       |
| Ulei germeni de grâu | 0,061     | 0,0033    | Sld       |
| Ulei pește           | 0,042     | 0,0023    | 0,024     |

**Concluzii:**

În urma studierii rezultatelor se constată următoarele:

- Conținutul cel mai mare de plumb și cadmiu s-a determinat în uleiul din germeni de grâu, o posibilă sursă de contaminare cu plumb putând fi reprezentată de gazele de eșapament ale mijloacelor auto de transport rutier, deoarece și în prezent se folosesc încă pe scară largă carburanți tratați cu tetraetil-plumb pentru micșorarea efectului detonant în motoare. În zonele cu trafic auto intens poluarea cu plumb a solului și a vegetației este bine cunoscută;
- Conținutul cel mai mare de mercur s-a determinat în uleiul de pește o posibilă sursă de contaminare fiind reziduurile industriale ce se deversează în mări și oceane;
- Producția mondială de mercur depășește cifra de 10000 t/an. Apa de mare conține concentrații de ordinul a 30 mg/L la suprafață, cu tendința de creștere spre adâncime. În total, în apa de mare Hg se estimează la  $10^8$  t. Ca urmare a biodegradării reduse a derivaților săi, Hg tinde să se concentreze în diferite categorii de organisme. De exemplu, algele îl pot acumula în celulele lor de peste 100 de ori mai mult decât există în apă. Peștii pelagici, ca tonul, capturați la mari distanțe de surse de poluare pot acumula Hg până la 120 ppb [5].
- Uleiul de cătină este cel mai puțin contaminat deoarece proveniența materiei prime din care s-a extras este o zonă de munte nepoluată, urmele de plumb și cadmiu găsite putând proveni de la utilajele de extracție;
- Uleiurile de germeni de grâu, pește și cătină conțin cantități de metale grele sub limitele maxim acceptate de legislația în vigoare.

### 3.2. Determinarea contaminării cu reziduuri de pesticide organoclorurate

#### Metoda gaz cromatografică de determinare a reziduurilor de pesticide organoclorurate

Prin această metodă reziduurile de pesticide organoclorurate din grăsimea sau extractul eteric al probei sunt antrenate selectiv cu acetonitril. Din acetonitril sunt reluate cu eter de petrol și purificate prin adsorbție selectivă pe coloana de florisil, iar de aici sunt extrase, tot selectiv, cu un eluent format dintr-un amestec de eter de petrol, eter etilic și alcool etilic [143]. Lichidul de eluție concentrat este supus determinării gazcromatografice. Conținutul de reziduuri individuale, calculate și exprimat în mg la 1 kg produs (ppm), se stabilește față de un standard de referință care conține cantități cunoscute din pesticidele ce se cercetează [145].

Metoda are două etape:

- A. Extracția și purificarea
- B. Determinarea GC a reziduurilor de pesticide organoclorurate din eluatul obținut

Calcululele pentru fiecare probă pe fiecare tip de POC au fost efectuate în Excel.

Rezultatele obținute sunt sintetizate în tabelele nr 17-19.

Tabelul nr. 10. Reziduuri POC din uleiul de cătină

| Reziduuri POC din ulei cătină |                |           |                |      |                |                |                |      |
|-------------------------------|----------------|-----------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Tip                           | A <sub>p</sub> | Constanta | C <sub>e</sub> | R    | M <sub>p</sub> | A <sub>e</sub> | Conc.POC (ppm) | CMA  |
| 2,4 DDT                       | 100728         | 5         | 1              | 82,1 | 3,1356         | 933387         | 0,0021         | 0,05 |
| 4,4' DDT                      | 81987          | 5         | 1              | 75,9 | 3,1356         | 829013         | 0,0021         |      |

Tabelul nr. 11. Reziduuri POC din uleiul de germeni de grâu

| Reziduuri POC din ulei germeni grau |                |           |                |      |                |                |                 |       |
|-------------------------------------|----------------|-----------|----------------|------|----------------|----------------|-----------------|-------|
| Tip                                 | A <sub>p</sub> | Constanta | C <sub>e</sub> | R    | M <sub>p</sub> | A <sub>e</sub> | Conc. POC (ppm) | CMA   |
| A-HCH                               | 400316         | 5         | 1              | 76,8 | 3,4415         | 3511942        | 0,0022          | 0,004 |
| B-HCH                               | 330559         | 5         | 1              | 80,6 | 3,4415         | 2877445        | 0,0021          | 0,003 |

|          |        |   |   |      |        |         |        |       |
|----------|--------|---|---|------|--------|---------|--------|-------|
| G-HCH    | 120459 | 5 | 1 | 78,4 | 3,4415 | 1045534 | 0,0021 | 0,008 |
| Aldrin   | 344358 | 5 | 1 | 79,2 | 3,4415 | 2851943 | 0,0022 | 0,006 |
| Dieldrin | 202232 | 5 | 1 | 81,4 | 3,4415 | 1900857 | 0,0019 | 0,006 |

Tabelul nr. 12. Reziduuri POC din uleiul de pește

| Reziduuri POC din uleiul pește |                |           |                |      |                |                |                |       |
|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Tip                            | A <sub>p</sub> | Constanta | C <sub>e</sub> | R    | M <sub>p</sub> | A <sub>e</sub> | Conc.POC (PPm) | CMA   |
| Aldrin                         | 304435         | 5         | 1              | 79,2 | 3,5103         | 2851943        | 0,0019         | 0,006 |
| dieldrin                       | 202923         | 5         | 1              | 81,4 | 3,5103         | 1900857        | 0,0019         | 0,006 |
| 2,4DDT                         | 100728         | 5         | 1              | 82,1 | 3,5103         | 933387         | 0,0019         | 5     |
| 4,4DDT                         | 819874         | 5         | 1              | 75,9 | 3,5103         | 829013         | 0,0186         |       |
| 4,4DDE                         | 680972         | 5         | 1              | 78,1 | 3,5103         | 688465         | 0,0180         |       |
| 4,4DDD                         | 882803         | 5         | 1              | 77,5 | 3,5103         | 834320         | 0,0194         |       |

## Concluzii

Majoritatea pesticidelor folosite în agricultură sunt toxice pentru om și animalele domestice. Aplicarea stropirilor sistematice în pomicultură, legumicultură, etc, duce la acumularea de pesticide pe fructe, legume, cereale care nu se descompun în totalitate. Aceste reziduuri prezintă un pericol pentru sănătatea omului. Ele pot acționa direct sau prin intermediul alimentelor de origine animală ca urmare a hrănirii animalelor cu furaje. Chiar dacă unele pesticide nu au toxicitate acută ele se pot acumula în organism prin consumarea sistematică a alimentelor contaminate, putând avea diverse efecte. În cazul copiilor, pesticidele pot afecta funcționarea creierului, pot duce la autism, hiperactivitate și, în multe situații, la un coeficient de inteligență scăzut. În cazul adulților, reziduurile de pesticide de pe fructele sau legumele consumate pot provoca boli grave, precum cancerul. În scopul aprecierii toxicității pesticidelor s-au stabilit următorii termeni:

- doza fără efect respectiv cantitatea de substanță (mg/kg corp animal) care, administrată în hrană în mod continuu, timp de minim doi ani și absorbită de animalele de experiență (minim două specii) nu produce nici un fel de efecte;
- doza zilnică acceptabilă pentru specia umană (DZA) care reprezintă cantitatea de substanță absorbită zilnic pe tot parcursul vieții și care nu reprezintă nici un risc previzibil, pe baza tuturor datelor toxicologice cunoscute - se calculează ca 1/100 din doza fără efect și se exprimă în mg/kg corp;

- reziduuri acceptabile sau tolerabile, reprezintă cantitatea de pesticid (inclusiv metaboliții săi stabili) aflată într-un produs alimentar și care poate fi ingerată odată cu aceasta, zilnic, tot timpul vieții fără pericol;
- limita practică de reziduuri, reprezintă cantitatea maximă de reziduuri autorizată într-un anumit produs alimentar (limita maximă se stabilește în funcție de DZA, de cantitatea ingerată și de importanța alimentului);
- concentrația maximă admisibilă (CMA) se stabilește obiectiv pe baza datelor toxicologice, dar în practică la stabilirea ei se ține seama și de considerente privind sensibilitatea mijloacelor analitice disponibile pentru a se asigura eficiența controlului;

Studiind rezultatele obținute se constată următoarele:

- în uleiul de cătină reziduurile de POC depistate au fost cele ale DDT-ului care însumate sunt sub CMA (0,0042 față de 0,05 de circa zece ori mai mici);
- în uleiul din germeni de grâu s-au depistat reziduuri ale izomerilor ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) HCH și reziduuri de aldrin și dieldrin care sunt mai mici decât CMA în toate cazurile;
- CMA considerată a fost cea stabilită pentru fructe, legume și cereale de Ordinul ANSVA/MS/MAPDR/ANPC nr.12/286/173/124 din 2006;
- în cazul uleiului din pește reziduurile de pesticide depistate sunt cele de aldrin, dieldrin, izomerii DDT-ului, 4-4' DDE și 4-4' DDD care însumate sunt sub CMA de 5mg/kg grăsime stabilită de Codex Alimentarius;
- în prezent DDT-ul este considerat "cetățeanul principal al globului" deoarece a fost depistat peste tot de la cercul polar până la ecuator [113];
- concentrațiile DDT-ului și a metaboliților săi au arătat că afinitatea pentru stocare în țesutul adipos este legată de lipofilitatea fiecărui compus chimic (Morgan și Roan, 1971) și crește în ordinea 4,4' DDD < 4,4' -DDT < 4,4' DDE;
- se apreciază că în corpul uman cantitatea de DDT ajunge la aproximativ 6 ppm. Din cauza toxicității și remanenței sale mari, DDT-ul a fost interzis în numeroase țări, dar a fost înlocuit cu alte substanțe organoclorurate la fel de toxice;
- prezența DDT-ului în mediu este mai mare decât a HCH-ului total, fiind asemănătoare cu cea a izomerului  $\beta$ -HCH în privința capacității de remanență. Nocivitatea lui cronică este însă mai mică. De aceea și CMA este mai mare (5 mg/kg grăsime față de 0,003 mg/kg în cazul  $\beta$ -HCH).



- în cazul uleiului de pește se observă că pe cromatogramă, alături de DDT a apărut și DDE-ul deoarece după o perioadă de existență în mediu, DDT-ul suferă procese de biotransformare, în care DDE-ul este principalul său metabolit.
- numeroase studii au arătat că DDE-ul are o stabilitate chimică mult mai mare ca DDT-ul, ceea ce face ca în timp să scadă treptat proporția de DDT și să crească cea de DDE.
- în concluzie, se apreciază că deși la uleiurile cercetate s-au găsit cantități mici de reziduuri de HCH, aldrin, dieldrin și DDT, ele nu prezintă risc de sănătate pentru om, mai ales că uleiurile nu se consumă în cantități mari;
- prezența reziduurilor de pesticide din uleiurile studiate dovedește încă o dată afinitatea lor pentru grăsimi și capacitatea lor de remanență la mulți ani după restricționarea utilizării lor.

### **3.3. Determinarea contaminării radioactive**

#### **3.3.1. Determinarea contaminării alfa-beta radioactive**

Radiațiile beta sunt mult mai ușoare și mai rapide decât cele alfa. Au parcursul în aer de până la 10 m și sunt mai penetrante decât radiațiile alfa.

Particulele neutre sau radiațiile electromagnetice pentru a putea fi detectate trebuie să interacționeze, într-o primă etapă cu substanța detectoare sau cu o substanță ajutătoare, pentru a produce particule secundare încărcate (electroni, protoni, particule alfa) care sunt detectate, într-o a doua etapă prin metode proprii particulelor încărcate.

Detectorul folosit la măsurarea radioactivității beta a fost un detector bazat pe emisia de lumină a atomilor sau moleculelor excitate (detector cu scintilație).

Probele nu au necesitat o pregătire specială, măsurătorile făcându-se pe proba ca atare.

După conectarea aparatului la sursa de energie și pornire, s-a măsurat inițial fondul la 1000s, apoi sursa de  $(\text{Sr}+\text{Y})^{90}$  la 3000s.

S-au setat parametrii de măsurare pentru probă și anume timpul de măsurare la 3000s apoi s-a introdus un gram de probă în tăvița de măsurare care s-a introdus în castelul de plumb.

Din meniul afișat pe monitor s-a selectat opțiunea „Start măsurare”. După efectuarea măsurătorilor s-au listat rapoarte de măsurare care conțin rezultatele măsurătorilor în intervalul de timp selectat în raport pentru fiecare tip de probă măsurată.

Din rapoartele de măsurare s-au centralizat rezultatele obținute în tabelul nr.20.

Tabelul nr. 13. Activitatea beta globală a uleiurilor de cătină, germenii de grâu și pește

|                       | <b>Ulei de cătină</b> | <b>Ulei de pește</b> | <b>Ulei din germeni de grâu</b> |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Activitate beta(Bq/g) | 1,0                   | 1,0                  | 1,0                             |

**Concluzii:**

- probele analizate au valori mici ale activității beta globale și nu indică o contaminare beta radioactivă iar activitatea alfa este sub limita de detecție a aparaturii;

**3.3.2. Determinarea contaminării gamma radioactive**

Cea mai folosită metodă pentru determinarea concentrației radionuclizilor din probe este măsurătoarea gamma spectrometrică efectuată în laborator. Această metodă este nedistructivă pentru probă și obține determinarea concomitentă a mai multor concentrații de radionuclizi.

Metoda are la bază interacția radiației gamma cu substanța.

**Determinarea contaminării gamma prin metoda gamma spectrometrică**

Probele au fost trecute în geometria de lucru, care a constat din cutii din PVC de aproximativ 150 mL (figura nr. 44). Acestea au fost sigilate cu parafină și lăsate timp de aproximativ 1 lună pentru ca radionuclizii din seriile naturale să ajungă la echilibru. Apoi au fost cântărite.

Etapele care s-au succedat în măsurarea unei probe au fost:

- etalonarea în energie;
- etalonarea în eficacitate;
- măsurarea fondului de radiații din laborator, care se scade din spectrul probei;
- colectarea spectrului de radiații al probei;
- înregistrarea spectrului;
- analiza spectrului

Masa, modul de pregătire, geometria de măsurare și timpul de analiză a probelor sunt sintetizate în tabelul nr.21.

În urma prelucrării datelor obținute din înregistrările spectrale din figurile nr. 46-48 s-au obținut următoarele valori ale activității gamma pentru probele analizate:

Tabelul nr. 14. Masa, timpul de analiză, modul de preparare și geometria probelor analizate

| <b>Informații probă</b> | <b>Ulei de cătină</b> | <b>Ulei de pește</b> | <b>Ulei din germeni de grâu</b> |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Timp de analiză         | 61338s                | 40394s               | 31521s                          |
| Geometria               | Cutie 150ml           | Cutie 150ml          | Cutie 150ml                     |
| Prepararea              | Etuvare 105°C         | Etuvare 105°C        | Etuvare 105°C                   |
| Masa analizată          | 131g                  | 128g                 | 129g                            |

Tabelul nr. 15. Radioactivitatea naturală

| <b>Seria U-238</b> | <b>Ulei de cătină<br/>Activitatea, Bq/kg</b> | <b>Ulei de pește<br/>Activitatea, Bq/kg</b> | <b>Ulei din germeni de grâu<br/>Activitatea, Bq/kg</b> |
|--------------------|--|---|--|
| Th-234 (U-238)     | <6.36  | <34.1                                       | <9.27  |
| Ra-226             | <17.0  | 9.39± 3.1                                   | <17.8  |
| Pb-210             | <7.21  | <9.09                                       | <10.4  |
| Bi-214             | <2.36  | <2.77                                       | <3.06  |
| Pb-214             | <2.05  | <3.24                                       | <3.27  |
| U-235              | <1.04  | 0.51± 0.19                                  | <1.09  |
| Ac-228(Th-232)     | <3.97  | <4.8  | <5.53  |
| Pb-212             | <1.62  | <2.03                                       | <2.34  |
| K-40               | <26.8  | <34.1                                       | 21.7± 10.6   |
| Be-7               | <8.49  | <11   | <12.6  |

Se presupune că U-238 este la echilibru cu Th-234 și Th-232 cu Ac-228

Tabelul nr. 16. Radioactivitatea artificială

|        | <b>Ulei de cătină</b> | <b>Ulei de pește</b> | <b>Ulei din germeni de grâu</b> |
|--------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Cs-137 | <1.22                 | <1.54                | <1.69                           |

**Concluzii:**

Studiind rezultatele din tabelele nr 22 și 23 se constată următoarele:

- din punct de vedere al radioactivității naturale, izotopii din seriile Uraniului (U-238), Thoriului, Actinouraniului cât și radionuclizii K-40 și Be-7 sunt sub limita de detecție a aparaturii folosite;
- radioactivitatea artificială reprezentată de izotopul radiactiv Cs-137 are valori apropiate la cele trei uleiuri analizate și valoare mică comparativ cu limita maxim admisă care este de 200Bq/kg pentru lapte și apă potabilă și 500 Bq/kg pentru produsele vegetale, semn că efectele accidentului nuclear de la Cernobâl au scăzut considerabil;
- limitele maxim admise ale concentrației de radionuclizi în apă și alimente sunt calculate astfel încât doza efectivă ca urmare a ingestiei de apă și alimente contaminate radioactiv să nu depășească 5 mSv anual;
- de asemenea valorile scăzute ale radioactivității uleiurilor studiate indică faptul că plantele din care provin nu înmagazinează izotopi radioactivi așa cum este cazul lichenilor și a mugurilor de brad;

#### **IV. Concluzii finale, originalitatea studiilor, direcții viitoare de cercetare:**

În această lucrare mi-am propus să efectuez un studiu complet asupra uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește.

Am abordat acest studiu din două perspective: pe deoparte din punct de vedere al calității uleiurilor analizate iar pe de altă parte din punct de vedere al siguranței alimentare al acestor uleiuri.

Din punct de vedere al caracteristicilor calitative am constatat următoarele:

- caracteristicile de prospețime aciditatea și indicele de peroxid din uleiurile analizate au avut valori mici, ceea ce dovedește că materiile prime din care provin au fost proaspete iar metodele de extracție nu au afectat calitățile lor;
- indicii de saponificare și iod au avut valori mari, fiind în strânsă legătură cu masa moleculară medie și respectiv gradul de nesaturare al acizilor grași din compoziția lipidelor constituente;
- componenții principali din uleiurile analizate sunt lipidele, substanțe cu valoare nutritivă mare ce conțin acizi grași saturați și nesaturați cu multiple roluri în organism;

- aceste lipide furnizează o valoare energetică mare, știut fiind faptul că 1g lipide este echivalent cu 9,1 calorii, față de 1 g glucide respectiv 1g proteine echivalente fiecare cu 4,1 calorii;
- cantitățile importante de acizi grași nesaturați, precum și raportul bun dintre acizii grași omega-3 și omega-6 din aceste uleiuri, le situează în categoria lipidelor cu valoare biologică mare;
- ca și principii active, toate uleiurile analizate conțin cantități importante de vitamine liposolubile A, D<sub>3</sub> și E iar uleiurile de cătină și germeni de grâu conțin și precursorul vitaminei A, β-carotenu, aceste uleiuri fiind o sursă demnă de luat în considerare pentru completarea deficitului de vitamine liposolubile;
- ca reprezentanți ai microelementelor, în uleiurile analizate s-au găsit cantități neînsemnate de Cu și Zn, aceste uleiuri nefiind o sursă de luat în considerare pentru acoperirea deficitului de Cu și Zn din organism;

Din punct de vedere al siguranței alimentare am constatat următoarele:

- prin natura lor chimică și anume constituenții principali fiind lipidele, aceste uleiuri nu sunt un mediu favorabil pentru dezvoltarea microorganismelor, deci nu prezintă riscuri microbiologice;
- metalele grele prezente în probele analizate au fost plumbul, cadmiul și mercurul, cantitățile prezente în aceste uleiuri fiind sub concentrația maximă admisă;
- reziduurile de pesticide detectate în uleiurile analizate au fost DDT-ul, DDE-ul, HCH-ul (izomerii α, β, γ), aldrinul și dieldrinul, toate fiind sub concentrația maximă admisă;
- din punct de vedere al contaminării radioactive, uleiurile analizate prezintă activități beta radioactive scăzute iar din punct de vedere al contaminării gamma radioactive, izotopii din seriile naturale au avut valori sub limita de detecție a aparatului folosit iar concentrația izotopului artificial Cs-137 a fost sub concentrația maxim admisă.

Toate aceste considerații pledează în favoarea folosirii uleiurilor de cătină, germeni de grâu și pește atât ca alimente cât și ca suplimente natural alimentare.

Originalitatea studiilor efectuate în cadrul acestei teze constă în:

- caracterizarea completă a uleiurilor analizate;