

## VALORIFICAREA INDICILOR FIZICO-CHIMICI DE CALITATE A ULEIULUI DE IN ȘI STUDIUL MODIFICĂRII OXIDATIVE LA PROCESAREA TERMICĂ A ULEIULUI

**PITUȘCAN Alina**, studentă

**MELENTIEV Eugenia**, dr., conf. univ.

**ARSENE Ion**, dr., conf. univ.

Catedra Chimie, Universitatea de Stat din Tiraspol

**Rezumat.** *Uleiurile vegetale la etapa actuală sunt cele mai utilizate componente alimentare, care determină calitatea nutritivă, valoarea energetică a unei diete bine echilibrată. Dieta umană cuprinde trei grupe de macronutrienți (proteine, lipide, carbohidrați) și un număr mare de micronutrienți (antioxidanți, vitamine, minerale), de aceea este necesar de o aprovizionare adecvată cu aceste componente [1-3]. În lucrare sunt examinate rezultatele experimentului privitor la valorificarea indicilor fizico-chimici de calitate a uleiului stocat din semințele de in și la modificările oxidative ale componentelor uleiului în timpul procesării termice a alimentelor.*

**Cuvinte - cheie:** *semințe și ulei de in, antioxidanți, polifenoli, lignani, valoarea nutritivă, valoarea calorică.*

**Abstract.** *Vegetable oils at the present stage are the most used food components, which determine the nutritional as well as the energy value of a well-balanced diet. The human diet comprises of three groups of macronutrients (proteins, lipids, carbohydrates) and a large number of micronutrients (antioxidants, vitamins, minerals), so it is necessary to have an adequate supply of these components. In the article are examined the results of the experiment regarding the physico-chemical quality indices of the oil stored in the flax seed and the oxidative changes of oil components during the thermal food processing.*

**Keywords:** *flax seeds and oil, antioxidants, polyphenols, lignans, nutritional value, caloric value.*

### Introducere

În ultima perioadă în alimentație se utilizează un asortiment bogat de uleiuri vegetale de: măsline, floarea soarelui, porumb, struguri, in, soia, rapiță, palmier, ce conțin acizi grași saturați, mono- și polinesaturați esențiali, antioxidanți (polifenoli și vitamine), săruri minerale, substanțe aromatice. Uleiurile sunt stocate din semințe prin diverse metode: presare la rece sau cald, extracție cu solvenți organici, nerafinate sau rafinate [4]. Uleiurile nerafinate obținute prin procesare la rece sunt cele mai utilizate produse alimentare ecologice și sunt cele mai folositoare, fiind un produs natural, nutrițional, mai puțin poluat și de o calitate mai bună.

Uleiurile vegetale sunt în mare măsură trigliceride (98-99%), iar acizii grași, îndeosebi polinesaturați sunt necesari pentru organismul uman, care nu se sintetizează și le primesc din dieta alimentară. În funcție de compoziția chimică a lipidelor din uleiurile vegetale ele se împart în simple (reprezentate de trigliceride) și complexe (conțin P, N și S), iar acizii grași se clasifică : acizi

grași saturați (stearic, palmitic, laurinic); mononesaturați – acidul oleic  $C_{18}H_{34}O_2$  ( $\omega$ -9 în uleiul de măsline), acid polinesaturați – acidul linolenic  $C_{18}H_{30}O_2$  ( $\omega$ -3 în uleiul de in), acidul linoleic  $C_{18}H_{32}O_2$  ( $\omega$ -6 în uleiul de floarea soarelui). Uleiurile vegetale sunt cele mai populare produse alimentare care se utilizează atât în stare naturală cât și la procesarea termică a alimentelor.

Studiile recente privitor la procesele chimice care stau la baza transformărilor acizilor grași polinesaturați sub influența temperaturii, constată în peroxidare lipidică, urmată de formare a unei game de compuși foarte variați și toxici pentru organism. Peroxidarea lipidică a acizilor grași polinesaturați se inițiază prin extragerea unui atom de hidrogen din poziție alilică, cu formarea unor radicali care reacționează cu oxigenul, generând radicali peroxidici ( $L-OO^*$ ), care va fi urmată de o serie de o reacții radicalice. Inițiatorii acestor reacții radicalice pot fi: temperatura, lumina, radicalii liberi, forme active ale oxigenului- radicalul superoxid ( $O_2^*$ ), ionii metalici. Mecanismul oxidării termice a grăsimilor include: oxidarea lipidelor; polimerizarea, hidroliza și procese de degradare [5].

Etapile procesului de peroxidare a acizilor grași polinesaturați sunt:

- radicalul liber care extrage un atom de hidrogen din poziția alilică și îl transformă într-un radical lipidic (peroxid);
- reorganizarea intramoleculară a legăturilor duble cu formarea unei diene conjugate;
- reacția dintre diene conjugate și oxigen duce la formarea unui radical peroxid;
- radicalul peroxid acționează cu alte molecule de acid gras și formează hiroperoxidul lipidic (LOOH).

La etapa de polimerizare pot participa moleculele de acizi grași care n-au participat la oxidare în urma cărora formează dimeri neciclici. Conform reacției Diels-Alder formarea polimerilor ciclici are loc în urma interacțiunii legăturii duble cu o dienă conjugată cu formarea ciclohexenei conform reacției (Figura1):

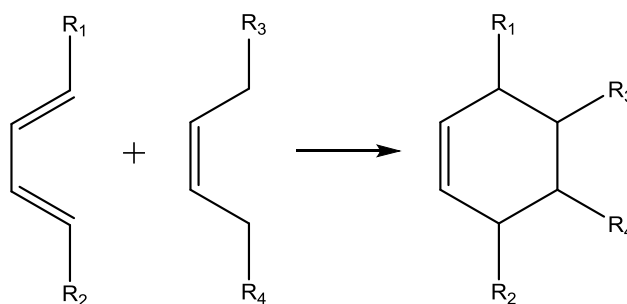
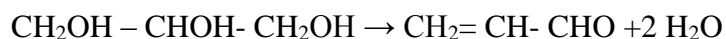


Fig. 1. Reacție de polimerizarea prin ciclare (reacția Dils-Alder)

Polimerizarea acizilor grași polinesaturați este un proces complex cu formarea oxipolimerilor care sunt nocivități stabile, insolubile și în solvenți organici, din ce cauză scade indicele de refracție și viscozitatea lipidelor.

Degradarea oxidativă a uleiurilor produce o serie de efecte nedorite: modifică gustul, mirosul, culoarea, scade valoarea nutritivă prin deteriorarea acizilor grași ( $\omega$ -3,  $\omega$ -6), indispensabili organismului uman, provoacă inactivitatea vitaminelor (tocoferolilor). La prăjirea în ulei a produselor alimentare, mai ales la prăjirea repetată (în același ulei) se formează aldehide saturate și nesaturate, cetone, acizi, esteri. Glicerolul format în urma hidrolizei la temperatură se deshidratează cu formarea aldehidei nesaturate, acroleina, conform reacției:



Statisticile recente privitor la cercetările de modificare oxidativă la o serie de uleiuri (măsline, porumb, floarea soarelui, rapiță, palmier), supuse tratamentului cu microunde, constată o scădere semnificativă a capacității antioxidante din uleiuri și o creștere esențială a produselor de oxidare [6]. După 15 minute de încălzire (se atinge o temperatură de 200°C) cantitatea de polifenoli, tocoferol, capacitatea oxidativă au scăzut cu circa 30-40%. Capacitatea antioxidantă pentru uleiurile cu presare la rece scade cu 30% și 40% pentru uleiurile rafinate (pentru uleiurile de floarea soarelui, porumb) mai rezistente sunt uleiurile de măsline și palmier. Îndeosebi s-a micșorat valoarea de polifenoli, flavonoide și tocoferoli cu circa 47% pentru nerafinate și 76% cele rafinate, dar în schimb a crescut considerabil cantitatea de produse de oxidare ca malondialdehida și diene conjugate (56%), ca markere în analiză.

În asortimentul de uleiuri vegetale folosite în alimentație se regăsește și uleiul de in. Uleiul de in cu un conținut bogat de acizi grași polinesaturați, lignani, polifenoli, vitamine și minerale face ca acest ulei să fie inclus în lista de alimente extraordinare pentru sănătate. Se constată că uleiul de in are un conținut de acid gras linolenic (47%) de două ori mai mult comparativ cu cel de pește, iar lignanii, polifenolii și vitamina E (□- tocoferol) cu capacitatea antioxidantă semnificativă, neutralizează o foarte mare parte din radicalii liberi din organism și contribuie la o funcționare optimă a sistemului imunitar. Astfel uleiul de in numit și „elixirul sănătății” posedă un șir de calități pentru organismul uman. Semințele de in pregătite pentru presare de cele mai multe ori presate la rece, conțin circa 40% de ulei de calitate înaltă și destul de prețios (Tabelul 1).

Tabelul 1. Conținutul caloric și compoziția chimică a semințelor de in

Componente	%	Componente	%
Apă	6,96-7,0	Celuloză	27,3– 28,0
Lipide	41-42,2	Cenușă	3,96 - 4,0
Proteine	18-21	Minerale (K, Ca, Mg)	1,5 g
Substanțe neazotate	6,0	Energie calorică	534 kcal

Uleiul de in este un component alimentar indispensabil care determină calitatea nutritivă, valoarea energetică a unei diete bine echilibrată. Valoarea nutritivă a uleiului de in constă în

conținutul bogat de acizi grași mono- și polinesaturați (Figura 2), în special acidul oleic  $C_{18}H_{34}O_2$  ( $\omega$ -9), acidul linoleic  $C_{18}H_{32}O_2$  ( $\omega$ -6), acidul linolenic  $C_{18}H_{30}O_2$  ( $\omega$ -3), care au un rol important la metabolism.

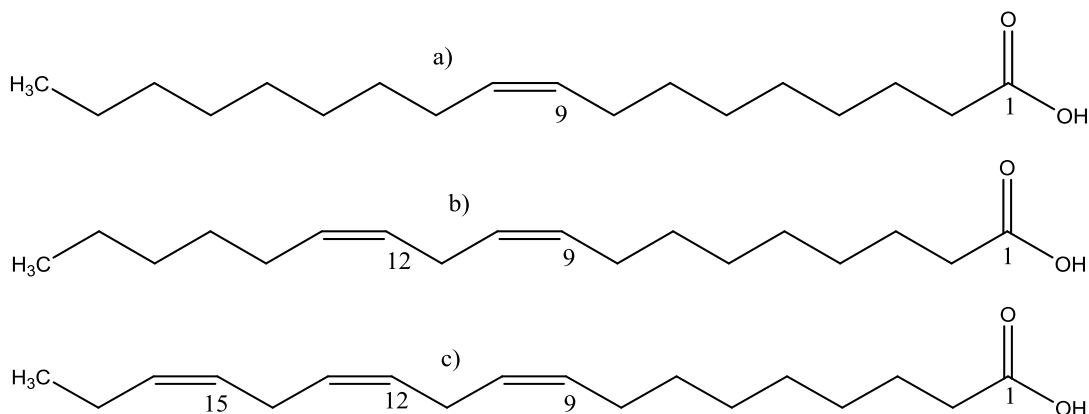


Fig. 2. Formulele de structură a acizilor grași mono și polinesaturați din uleiul de in: a) acidul oleic ( $\omega$ -9); b) acidul linoleic ( $\omega$ -6); c) acidul linolenic ( $\omega$ -3).

Tabelul 2. Indicii nutriționali ale uleiului stocat din semințele de in presat la rece

Indicii	La 100 g/produs
Valoarea energetică:	884 – 898 kcal
• Calorii din lipide	883,8 – 890 kcal
• Calorii din carbohidrați	0
• Calorii din proteine	0
Lipide totale:	99,87-99,98 g
- Acizi grași saturați	8,967 -9,4 g
- Acizi grași mononesaturați	18,438 – 19,2 g
- Acizi grași polinesaturați:	67,84-71,4g
• Acidul linolenic ( $\omega$ -3)	60-61%
• Acidul linoleic ( $\omega$ -6)	23-30%
Apa	0,12-0,2g
Vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol)	20 mg
Minerale (K, Mg, Ca, P, Fe, Se)	2,1 mg

Conform datelor conținutul caloric la 100g produs ajunge la 884-898 kcal, iar cota principală îi revine grăsimilor, numărul lor constituie 99,8 g. O lingura de ulei de in va furniza circa 152,7 cal și se utilizează la pregătirea salatelor cu legume proaspete. O salată de legume: varză, castraveți, roșii, ardei grași, ceapa verde condimentată cu ulei de in furnizează 43-44 cal, iar salata

cu varză chinezească și ulei -93 cal. Astfel, uleiul de in de calitate reprezintă o compoziție specifică ce îl deosebește de alte produse și care conține cantități semnificative de acizi grași, vitamine, biominerale și substanțe biologic active, care au un rol important în diminuarea radicalilor liberi din organism.

Cercetările experimentale au fost axate pe valorificarea unor indici fizico-chimici de calitate a uleiului de in extras din diferite soiuri de semințe de in și examinarea proceselor de modificare oxidativă în baza variației indicilor de calitate și a polifenolilor sub influența temperaturii la procesarea produselor alimentare.

### **Metode și materiale**

Ca obiect de studiu a fost luat uleiul extras din trei soiuri de semințe de in cultivate în diferite regiuni din Republica Moldova, România, Ucraina. Prin metoda Soxhlet uleiul a fost extras din trei soiuri de semințe folosind eterul petroleic, iar apoi distilat. Rezultatele recente atestă un conținut de ulei diferit în depindere de soiul semințelor și se află în intervalul 30-33%. Mai bogat în ulei s-a determinat uleiul din Ucraina (33%) și mai sărace semințele din Moldova (30%), astfel semințele sunt influențate de factorii de mediu ca clima și solul. În experiment s-a folosit și uleiul de in comercializat, obținut prin presare la rece. Conform investigațiilor de laborator uleiul extras din semințe diferă după culoare comparativ cu cel comercializat, care are o culoare galbenă deschis spre deosebire de cel nerafinat- măsliniu verzui cu miros de semințe, cu un gust slab-dulciu sau slab-amar.

Analiza fizico-chimică, conform standardelor în vigoare, au permis de a stabili principalii indici de calitate, aplicând metoda titrimetrică, spectrofotometrică, reflectometrică [7]. Principalii indicatori fizico-chimici care permit aprecierea calității uleiului de in sunt: umiditatea, densitatea, aciditatea liberă, indicele de saponificare, indicele de refracție, indicele de iod și indicele de peroxid.

- Determinarea *umidității* s-a efectuat prin procesul de uscarea la etuvă ( $t = 103^{\circ}\text{C}$ ) până la o masă constantă, apoi răcirea probei și cântărirea cu precizie 0,001g.
- *Aciditatea* s-a determinat prin dizolvarea unei cantități de ulei într-un amestec alcool-eter după care se titrează cu soluție de KOH în prezența fenoftaleinei. *Indicele de aciditate* se determină pentru ulei la etapa inițială și după procesarea alimentelor.
- *Indicele de iod* determinat experimental după cantitatea de tiosulfat de sodiu consumat la titrare, indică gradul de nesaturare a uleiului și variază cu timpul de păstrare.
- În prezența oxigenului din atmosferă acizi grași polinesaturați din lipidele uleiului de in parțial se pot oxida cu formarea de peroxizi și hidroperoxizi. *Indicele de peroxid* se determină pe proprietățile peroxidului din ulei de a reacționa cu iodura de potasiu, eliberând iod care se

titrează cu tiosulfatul de sodiu. *Indicele de peroxid* indică gradul de prospețime a uleiului și poate varia pe parcursul păstrării uleiului de la 2,5 până la 10 mmol O<sub>2</sub>/kg.

## Rezultate și discuții

Indicii fizico-chimici au fost analizați atât în etapa inițială de păstrare a uleiului cât și în perioada de procesare a acestuia (Figura 3-5).

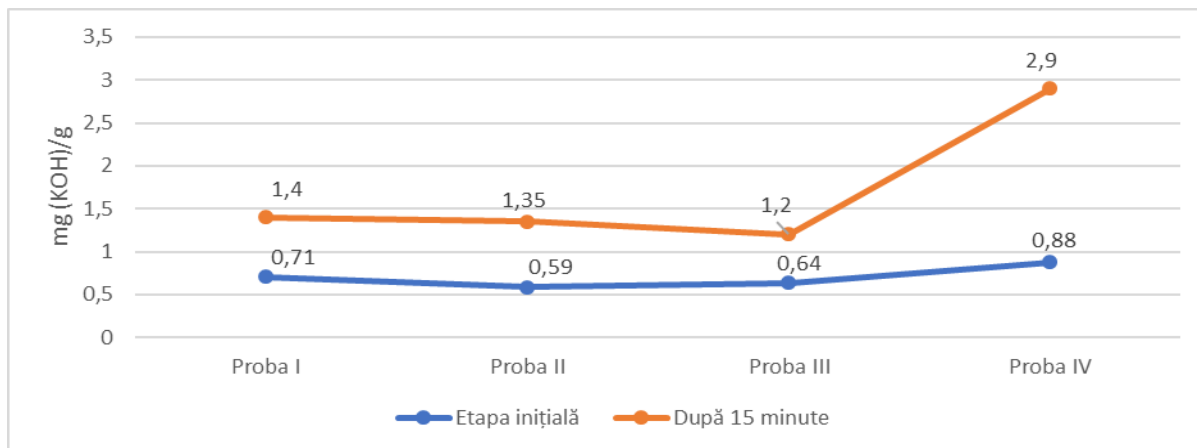


Fig. 3. Variația indicelui de aciditate a uleiului la procesare

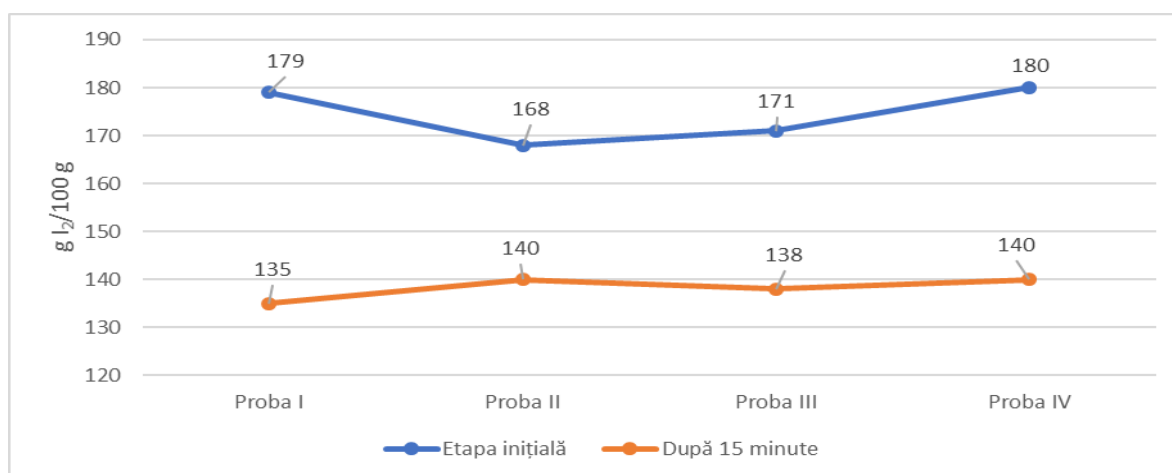


Fig. 4. Variația indicelui de iod la procesare

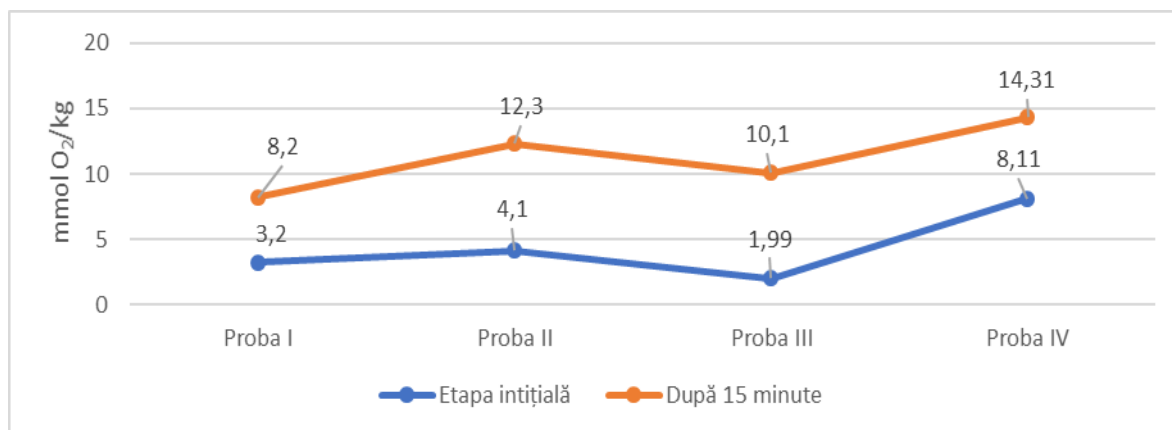


Fig. 5. Variația indicelui de peroxid a uleiului la procesare

În baza datelor obținute se poate menționa:

- Valorile indicelui de aciditate variază pentru cele 3 probe de ulei obținut prin extracție din semințele de in cu eterul de petrol (0,59-0,71 mg KOH/g) și atinge o valoare mai mare pentru uleiul presat la rece (0,88) în etapa inițială; valoarea indicelui crește (1,4-2,9 mg KOH/g) ce denotă că la temperatură se intensifică hidratarea cu formarea acizilor liberi în ulei;
- Indicele de iod, de asemenea diferă în toate cele 4 probe de ulei folosit în testare și se află în intervalul 162-180 g I<sub>2</sub>/100g la etapa inițială și au valori mai mari comparativ cu datele din perioada de procesare. Micșorarea indicelui de iod la temperatură se intensifică procesul de oxidare, polimerizarea lipidelor în urma cărora se distrug o parte din legăturile duble. Indicele de iod se află sub norma maximală admisibilă.
- Procesul de peroxidare a lipidelor la tratarea termică afectează și indicele de peroxid, valoarea căruia crește comparativ cu indicele din etapa inițială. De exemplu pentru uleiul presat la rece (proba 4) indicele de peroxid crește în intervalul 8,11-14,3 mmol O<sub>2</sub>/kg.

În experiment s-a evaluat și conținutul de polifenoli ce variază odată cu procesul de oxidare a uleiului supus la tratamentul termic (Figura 6).

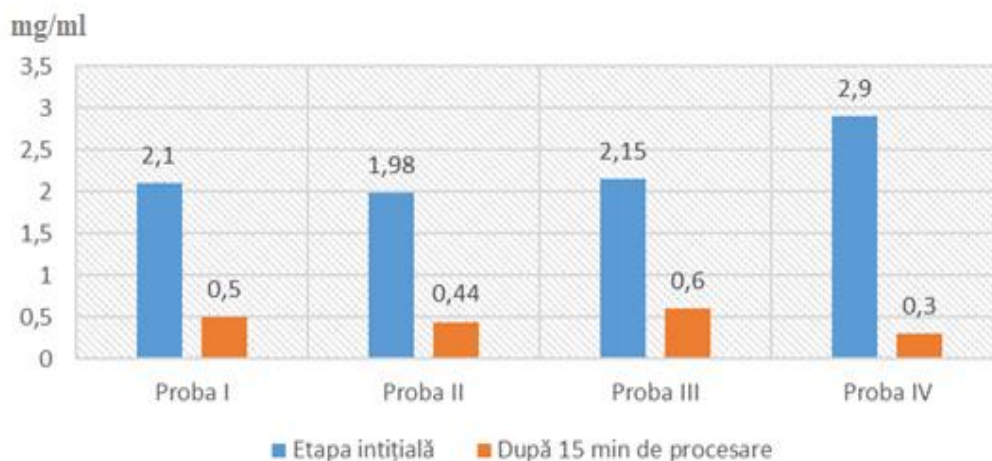


Fig. 6. Variația conținutului de polifenol la procesarea termică a uleiului

Efectul tratamentului termic a deteriorat și polifenolii din componența uleiului care s-a micșorat semnificativ pentru cele 4 probe indiferent de modul de preparare a uleiului.

### Concluzii

Se constată, că modificările oxidative ale lipidelor depind de conținutul antioxidantilor (polifenoli, flavonodie, vitamine), care opun rezistență oxidării acizilor grași din componența grăsimilor.

Uleiul de in cu un conținut bogat în acizi grași mono- și polinesaturați esențiali (circa 71%) au o înaltă capacitate nutrițională și energie calorică, dar în rezultatul tratamentului termic se supune

unei oxidări mai profunde și pierdere în calitate, de aceea e mai folositor de utilizat uleiul de in în stare naturală pentru salate și de limitat folosirea lui la prăjitul alimentelor.

## **Bibliografie**

1. Banu, C. Calitatea și analiza senzorială a produselor alimentare. Ed. Agir, București, 2007.
2. Albi, T., et. al. 1995. J. Agric. Food., Chem. 45, 3795-3798.
3. Pedersen, A., Oversen, L. 1995, Nutritional Food Science, 95, 8-10.
4. Dorobanțu, C. Importanța alimentării și dietetică a uleiurilor vegetale. UȘAMUV, Iași, 2010.
5. Reșetnic, V. Merceologia produselor alimentare. Ed. ARC, Chișinău, 2003.
6. Libiu, I. Modificări ale proprietăților antioxidante ale uleiurilor alimentare supuse radierii cu microunde, Studiu biofizic. Universitatea de medicină și farmacie „Carol Davila”, București, 2017.
7. Dumitru, C. Metode și tehnici de control ale produselor alimentare vegetale. UȘAMV, Iași, 2008.

Lucrarea a fost efectuată în cadrul proiectului 47PS, ”Eficientizarea utilizării resurselor de sol și a diversității microbiene prin aplicarea elementelor agriculturii biologice (organice)” cu cifrul 20.80009.5107.

CZU: 574

## **ECOSISTEMELE DIN NATURĂ**

**BUȘCĂ Daniela**, gradul didactic I,  
Colegiul național „Emil Racoviță”, București, România

*Lindeman* (1942) definea ecosistemul ca fiind „o unitate formată din reunirea proceselor active fizice, chimice și biologice care se petrec în interiorul unei unități spațiu-timp de orice mărime, cuplând prin urmare comunitatea vie de mediul ei abiotic.”

Un ecosistem cuprinde biotopul și biocenoza.

Între biotopul și biocenoza unui ecosistem există influențe reciproce.

Biocenoza determină aspectul biotopului. De exemplu într-un biotop de stepă domina ierburile, în biotopul stufărișurilor domină arbuștii, iar în biotopul de pădure domină arborii.

Biotopul la rândul său acționează ca un factor de selecție în alcătuirea biocenozei. Însușirile biotopului favorizează dezvoltarea unei specii și împiedică pătrunderea altora în teritoriu. De exemplu apa râului de munte este rece, bine oxigenată și cu viteza mare de curgere, condiții