

CZU: 543.4:664.3

DOI: 10.46727/c.v1.16-17-05-2024.p100-109

**VALORIFICAREA INDICILOR FIZICO-CHIMICI AI UNOR ULEIURI VEGETALE
ȘI MODIFICAREA ACESTORA LA PROCESAREA TERMICĂ
ȘI CONDIȚIILE DE PĂSTRARE**

**VALUATION OF PHYSICAL-CHEMICAL INDICES OF VEGETABLE OILS AND THEIR
AMENDMENT TO THERMAL PROCESSING AND STORAGE CONDITIONS**

*Melentiev Eugenia, dr., conf. univ., UPS „Ion Creangă” din Chișinău
Pitușcan Mariana, student, UPS "Ion Creangă" din Chișinău*

*Melentiev Eugenia, PhD, associate professor UPS "Ion Creangă" from Chisinau
ORCID: 0000-0001-8661-5513, eugenia.melentiev@gmail.com
Pitușcan Mariana, student, UPS "Ion Creangă" from Chisinau*

Rezumat. La etapa actuală în alimentație se utilizează un sortiment bogat de uleiuri vegetale, care conțin nutrienți, substanțe biologice active (antioxidanți), minerale necesare organismului uman. Uleiurile pot fi folosite atât în stare naturală, cât și la procesarea alimentelor. În scopul aprecierii calității uleiurilor selectate s-au evaluat indicii fizico-chimici până și după procesare. S-a cercetat dinamica valorilor principalilor parametri (indicele de aciditate, indicele de iod, indicele de peroxid) în funcție de temperatură și condițiile de păstrare a uleiurilor vegetale selectate pentru analiză.

Cuvinte-cheie: uleiuri vegetale, indici fizico-chimici, indice de aciditate, indice de iod, indice de peroxid, alfa-tocoferol, beta-caroten, acizi grași ω -3, ω -6, ω -9.

Abstract. At the current stage in alimentation needs, a rich assortment of vegetable oils is used, which contain nutrients, biologically active substances (antioxidants), minerals necessary for the human body and can be used both in their natural state and in food processing. In order to assess the quality of the selected oils, physico-chemical indices were evaluated before and after processing the oils. The dynamics of the values of the most important parameters (acidity index, iodine index, peroxide index) were investigated depending on the temperature and storage conditions of the vegetable oils selected for analysis.

Keywords: vegetable oils, physico-chemical indices, acidity index, iodine index, peroxide index, alpha-tocopherol, beta-carotene, fatty acids ω -3, ω -6, ω -9.

Introducere

Sunt cunoscute un număr mare de plante oleaginoase cu un conținut apreciabil de uleiuri, folosite ca surse de grăsimi, cu o mare pondere în alimentație și, implicit, în sănătatea omului. Pot fi enumerate plantele:

- *Floarea soarelui (Helianthus annuus)*. Semințele conțin circa 28-48% de grăsimi, care se aplică în alimentație și la extragerea uleiului de o calitate superioară numit și „Lacrima de Aur”, folosit în multe domenii cu beneficii excelente pentru om.

- *Arborele de măsline (Olea europaea)*. Fructele de măsline conțin o cantitate impunătoare de lipide (11-15%), sunt bogate în compuși bioactivi naturali precum oleuropeina, cel mai abundent cu gust amar, hidroxitirozol, quercertina, vitamine (E și K), minerale (Fe, Cu, Ca, Na). Uleiul de măsline conține o gamă largă de nutrienți, este de o calitate superioară, având beneficii pentru sănătate[1].

- *Palmierul (Elaeis guinecas)*. Fructele sunt de o calitate înaltă nutrițională și cu un conținut semnificativ de proteine, antioxidanți, vitamine (C, K, A, E), minerale (K, Mg, Ca, Zn, Fe) și până la 50% de grăsimi, din care se extrage uleiul de palmier.

- *Inul (Linium Usitatiessimum)*. Semințele de in conțin circa 40% de grăsimi de unde se extrage uleiul de in. Uleiul din semințe de in conține un arsenal de substanțe bioactive, acizi grași polinesaturați cu un spectru larg de acțiune farmacologică și cosmetologică.

- *Vița de vie (Vitis vinifera)*. Vița de vie este una din cele mai importante activități agro-alimentare din Republica Moldova. Cea mai mare parte de producție se folosește în stare proaspătă și în vinificație. Un component secundar de la prelucrarea strugurilor sunt semințele de struguri, folosite la extragerea uleiului cu un conținut bogat în acizi grași polinesaturați, care se folosește mai puțin în alimentație, dar se aplică în cantități semnificative în produsele cosmetice.

Caracteristica uleiurilor vegetale selectate pentru investigare

Uleiurile vegetale sunt unele din cele mai populare produse alimentare și reprezintă un produs finit [2]. Ele sunt stocate din semințe, fructe sau din sâmburi de fructe, conținute în plantele oleaginoase prin presare la rece, prin extragere cu solvenți organici sau prin metode combinate. Se folosesc uleiurile nerafinate direct extrase prin presare la rece și uleiurile rafinate (purificate) cu un conținut mai scăzut de nutrienți, dar cu o stabilitate termică mai ridicată [3]. Uleiurile nerafinate 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. Majoritatea uleiurilor vegetale din alimentație sunt în mare măsură trigliceride bogate în acizi grași nesaturați, conțin o cantitate redusă de acizi grași saturați, cu excepția uleiului de palmier (Tabelul 1).

Tabelul 1. Conținutul de nutrienți din componența uleiurilor vegetale selectate pentru investigare

	Nutrienți, g/100g ulei	Sortimentul de ulei vegetal				
		Ulei de floarea soarelui	Ulei de măsline	Ulei de palmier	Ulei de in	Ulei din struguri
1.	Valoarea calorică, kcal	884	898	899	900	900
2.	Lipide:	99,9	99,8	99,7	98,0	99,0
	Acizi grași saturați:	7-10	15-15,75	44-50	9-12	9-10
	acidul palmitic	3,5-6,4	12,9-133,0	39-44	3,6-6,3	9,34-10
	acidul stearic	1,6-4,6	2,5-4,0	3,5-4,6	2,1-5,9	1,6-3,6
	Acizi grași mononesaturați:	20-40	66,9	30-45	20,0	40,0
	acidul oleic	24-40	64,9-65	36-43,5	10-20	25,8-39,7
	Acizi grași polinesaturați:	40-62	13-14	7-12	65-75	65-70
	acidul linoleic ω-6	46-62	12,0	9-12	13-19	48,6-62
acidul linoleic ω-3	1,0-1,5	0,76	0,5-1,0	49-62	0,3-2,13	

3.	Vitamine și minerale:					
	Vitamina E (α-tocoferol)	46-640 mg	14,1 mg	700 mg/ kg	50,0 mg	292 mg
	Vitamina K	5,4 mg	0,07 mg	-	-	-
	Vitamina A	-	-	500 mg/kg	-	4,4 mg
	Fosfor (P)	-	2 mg	-	-	-
	Calciu (Ca)	-	1 mg	2 mg/kg	-	-
	Potasiu (K)	-	1 mg	-	-	-
	Sodiu (Na)	-	2 mg	-	-	-
	Fier (Fe)	-	0,4 mg	-	-	-
4.	Punct de fum, °C	140 - nerafinat 232- rafinat	160 - nerafinat 206 - rafinat	230	107 - nerafinat	204 - 216

Datele prezentate oferă informații importante privitor la conținutul de nutrienți din diferite sorturi de ulei, care determină calitatea, suportul de utilizare și beneficii pentru organism[4]. În funcție de componența acizilor grași din uleiuri se practică clasificarea:

- *oleică*, după conținutul acidului gras mononesaturat acidul oleic ω -9 pe primul loc se situează uleiul de măsline cu 70%, urmat de uleiul de floarea soarelui și uleiul de struguri cu 40%;
- *linolică*, uleiul de struguri conține cea mai mare cantitate de acid linoleic ω -6 cu circa 60%, urmat de uleiul de floarea soarelui - 40%;
- *linoleică*, un conținut de acid gras linolenic ω -3 de circa 60%;
- *palmitinică*, uleiul de palmier conține cea mai mare cantitate de acid gras saturat palmitic de circa 50%.

Conținutul de acizi grași saturați, mono- și polinesaturați; antioxidanți; vitamine și minerale, determină proprietățile specifice și beneficiile acestora [4].

Uleiul de floarea soarelui este aplicat frecvent în alimentație, în cosmetică și în tratamentul unor afecțiuni. Datorită compoziției sale în acizi grași nesaturați (oleic și linolenic) de circa 60% și un conținut redus de acizi grași saturați (10%), uleiul de floarea soarelui posedă proprietăți unice, asigură organismul cu acizi esențiali și energetici, ușor este absorbit și nu se depune pe vasele sanguine.

Uleiul este bogat în vitamina E ω -tocoferolul, care poate reduce riscul de inflamații și tumori prin neutralizarea radicalilor liberi, precum și riscul unor boli cardiovasculare.

Uleiul de măsline este în topul celor mai populare uleiuri vegetale din lume, se comercializează ulei extravirgin de o calitate superioară. El conține circa 99,8% grăsimi din masă și doar 0,2% apa în care sunt dizolvate minerale, vitamine K și E, compușii bioactivi oleuropeina, hidroxitirozolul, quercetina (Figura 1).

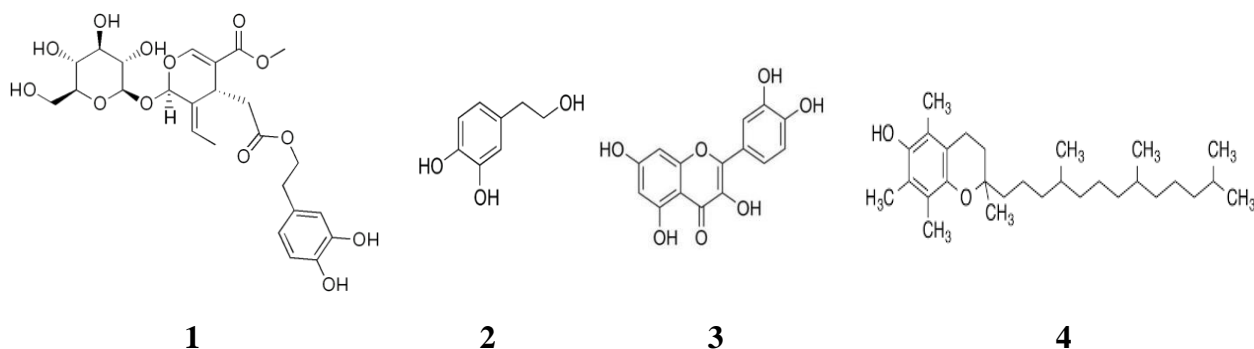


Fig. 1. Compuși biologic activi: oleuropeina (1), quercetina (2), hidroxitirosol (2), ω -tocoferol (4)

Uleiul de palmier ocupă locul 2 după cantitatea de uleiuri importante în Republica Moldova. Uleiul de palmier este de două feluri: extras din fructele arborului și extras din sâmburele fructului. Primul este bogat în compuși biologic activi precum beta-caroten, vitamine E și K, are o consistență mai stabilă, are un conținut mare de acizi grași saturați precum acidul palmitic circa 50%, folosit pe larg în patiserie. Uleiul din sâmburi este de o calitate inferioară, este mai ieftin și folosit mai des, dar implică un risc mai mare la boli cardiovasculare și se depune în cantități mari pe pereții vaselor sangvine, de aceea este important să ne informăm care este originea uleiului folosit. Acidul palmitic și sarea palmitatului de sodiu sunt utilizați pe scară largă în produsele alimentare, de asemenea la prepararea șampoanelor și a altor cosmetice. Se recomandă de a consuma mai rar uleiul de palmier, deoarece cantitățile mari duc la risc cardiovascular și mărește nivelul de colesterol. Uleiul de palmier în cantități mici nu are efect negativ, important este să folosim o dietă echilibrată și un stil de viață sănătos. S-a dovedit că la temperaturi ridicate uleiul de palmier se descompune și formează un număr de compuși secundari cancerogeni și diverse toxine.

Deși uleiul de palmier nu este de cea mai bună calitate, el este prezent în peste 50% din produsele din orice supermarket: produse alimentare, cosmetice și de igienă. Organizația Mondială a Sănătății s-a pronunțat ca uleiul de palmier să fie exclus din lista uleiurilor vegetale folosite în alimentație.

Uleiul din semințe de in reprezintă o compoziție specifică ce îl deosebește de alte produse. Valoarea nutritivă constă în conținutul bogat de acizi grași nesaturați, precum acidul linolenic ω -3 care constituie circa 50%, acidul linoleic ω -6, acidul oleic ω -9, vitamine, biominerale cu anumite beneficii pentru organism. Uleiul de in numit și „elixirul sănătății” posedă un șir de calități antiinflamatorii, anticancerogen, cardioprotector, normalizează tensiunea arterială, micșorează nivelul de colesterol. Având un punct de fum mic, uleiul de in nu se utilizează la procesarea termică a produselor alimentare, se aplică doar în stare naturală și este un component alimentar indispensabil, care determină calitatea și valoarea nutritivă a unei diete echilibrate [6].

Uleiul din semințe de struguri se caracterizează, comparativ cu alte uleiuri, printr-un conținut bogat de acizi grași polinesaturați precum acidul linoleic ω -6, care constituie circa 70%, dar un conținut sărac de acid linolenic ω -3. Deși conținutul acizilor grași polinesaturați este mare, uleiul din semințe de struguri nu face parte din uleiurile „sănătoase”, este instabil, ușor se oxidează. Pentru a obține o sănătate optimă este important ca acidul linoleic ω -6 și acidul linolenic ω -3 să se afle într-un echilibru 1:1 sau 1:5, dar în uleiul din semințe de struguri acidul linoleic ω -6 este prea mare comparativ cu uleiul linolenic ω -3. Majoritatea substanțelor nutritive și antioxidanți lipsește, deoarece acestea sunt filtrate în procesul chimic de extragere din semințe a uleiului. Acidul ω -6, componentul

principal din ulei, determină cele mai importante proprietăți cosmetice, de aceea uleiul de struguri se aplică la prepararea produselor cosmetice și mai puțin în alimentație.

Lucrarea prezintă rezultatele unui studiu privitor la: analiza indicilor fizico-chimici la cinci sorturi de ulei vegetal; evaluarea calității uleiurilor vegetale selectate în baza valorilor indicilor de calitate până și după procesarea termică; dinamica valorilor celor mai importanți parametri precum indicele de aciditate, indicele de iod, indicele de peroxid în funcție de temperatură și condițiile de păstrare a uleiurilor investigate.

Materiale și metode

Drept studiu de caz a servit selectarea a cinci sorturi de ulei vegetal:

- ulei de floarea soarelui, obținut prin presare la rece, nerafinat și rafinat „Floris”;
- ulei de palmier, stocat din fructe;
- ulei din semințe de in, extras prin metoda Soxhlet;
- ulei din semințe de struguri, extras cu solvenți organici și comercializat „Relaxa”.

Analiza fizico-chimică a permis, conform standardelor în vigoare, stabilirea principalilor indici de calitate, aplicând metoda titrimetrică, spectrofotometrică, reflectometrică [7]. Indicatori fizico-chimici în baza cărora s-a apreciat calitatea uleiurilor vegetale selectate sunt: indicele de umiditate, de refracție, de saponificare, de aciditate, de iod și de peroxid.

- *Indicele de umiditate* s-a efectuat prin procesul de uscare la etuvă ($t=105^{\circ}\text{C}$) până la o masă constantă, apoi răcirea probei și cântărirea cu precizie 0,001g.
- *Indicele de refracție* prezintă refracția luminii monocromatice de sodiu la trecerea prin ulei și se determină cu ajutorul refractometrului, la temperatura de 20°C cu o precizie de $0,2^{\circ}$, conform STAS 145067. Acest parametru indică conținutul de substanță uscată în ulei.
- *Indicele de saponificare* se apreciază după cantitatea de KOH folosită pentru saponificarea trigliceridelor și neutralizarea acizilor grași liberi ce se conțin într-un gram de ulei. El determină gradul de oxidare a uleiului, în urma căreia se acumulează o cantitate de acizi grași cu mase moleculare mici și astfel indicele de saponificare crește comparativ cu cel normal.
- *Indicele de aciditate* reprezintă cantitatea de KOH, consumată la neutralizarea acizilor grași liberi care se conțin în 1g de ulei. Lipidele proaspete au un conținut minim de acizi grași liberi. La păstrare, sub influența diferitor factori, are loc hidroliza trigliceridelor și indicele de aciditate crește semnificativ. Indicele de aciditate apreciază prospețimea uleiului.
- *Indicele de iod* determina gradul de nesaturare a uleiului și exprimă masa $\text{gI}_2/100\text{g}$ de ulei, necesar pentru a satura acizii grași nesaturați, pe care o adăunează 100g de ulei. Metoda constă în titrarea excesului de iod cu soluție de tiosulfat de sodiu. Indicele indică gradul de nesaturare a uleiului și variază cu timpul de procesare și de păstrare.
- *Indicele de peroxid:* în prezența oxigenului din atmosferă acizii grași polinesaturați din lipide se pot oxida parțial cu formare de peroxizi și hidroperoxizi. Indicele de peroxid atestă conținutul de oxigen sub formă de peroxid din 1kg de ulei. La baza stabilirii acestui indice este proprietatea peroxidului din ulei de a reacționa cu iodură de potasiu și de a elibera iodul, care se titrează cu tiosulfatul de sodiu.

Principalii indici fizico-chimici de calitate ai unor uleiuri selectate au fost analizați la etapa inițială, după procesarea termică și la diverse condiții de păstrare.

Valorile indicatorilor fizico-chimici testați prin analiza uleiurilor selectate pentru investigare sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabelul 2. Valorile indicilor fizico-chimici din uleiurile vegetale selectate pentru analiză

Indici fizico-chimici	Sortimentul de ulei vegetal									
	Ulei de floarea soarelui		Ulei de măsline		Ulei de palmier		Ulei din semințe de in		Ulei din semințe de struguri	
	inițial	după procesare	inițial	după procesare	inițial	după procesare	inițial	După procesare	inițial	după procesare
1. Indice de umiditate, g/100g	0,27		0,20		0,22		0,21		0,20	
2. Densitatea, g/cm ³	0,920		0,915		0,920		0,921		0,923	
3. Indice de refracție	1,473		1,467		1,454		1,483		1,475	
4. Indice de saponificare, mgKOH/100 g	190		188		198		191		180	
5. Indice de aciditate, mgKOH/100g	1,0	1,32	0,8	1,01	0,7	1,10	1,80	2,20	1,25	1,70
6. Indice de iod, g I ₂ /g	123,3	90,2	80,1	62,0	49,8	24,0	183	124	139,3	102
7. Indice de peroxid, mmol O/kg	9,3	11,2	1,8	2,32	0,95	4,55	2,5	6,0	6,8	9,89

Datele prezentate în tabel atestă o modificare oxidativă semnificativă la lipidele cu un conținut mare de acizi grași polinesaturați la procesarea termică, precum este uleiul din semințe de struguri și de in.

Rezultate și discuții

Rezultatele obținute privitor la modificarea oxidativă a principalilor indici de calitate (indice de aciditate, de iod, de peroxid) la uleiurile selectate pentru testare sunt prezentate în Figura 2, 3 și 4.

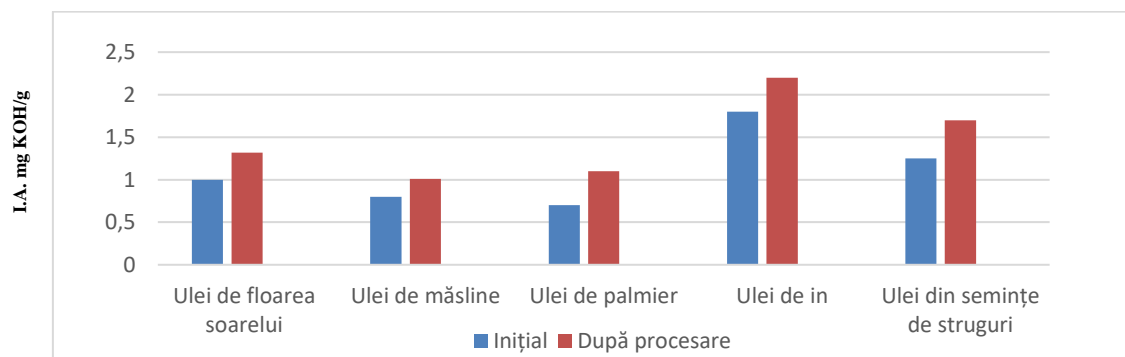


Fig. 2. Modificările indicelui de aciditate (I.A.) la procesare (15 min, la t=200C) din uleiurile vegetale selectate

Indicele de aciditate este o măsură a gradului de hidroliză a grăsimilor și determină prospețimea uleiului. Sub influența temperaturii, hidroliza lipidelor se intensifică și, în consecință, indicele de aciditate crește. Cel mai mult variază la uleiurile de in și de struguri, unde se atestă o mărime considerabilă comparativ cu CMA. Ele își pierd calitatea în primul rând.

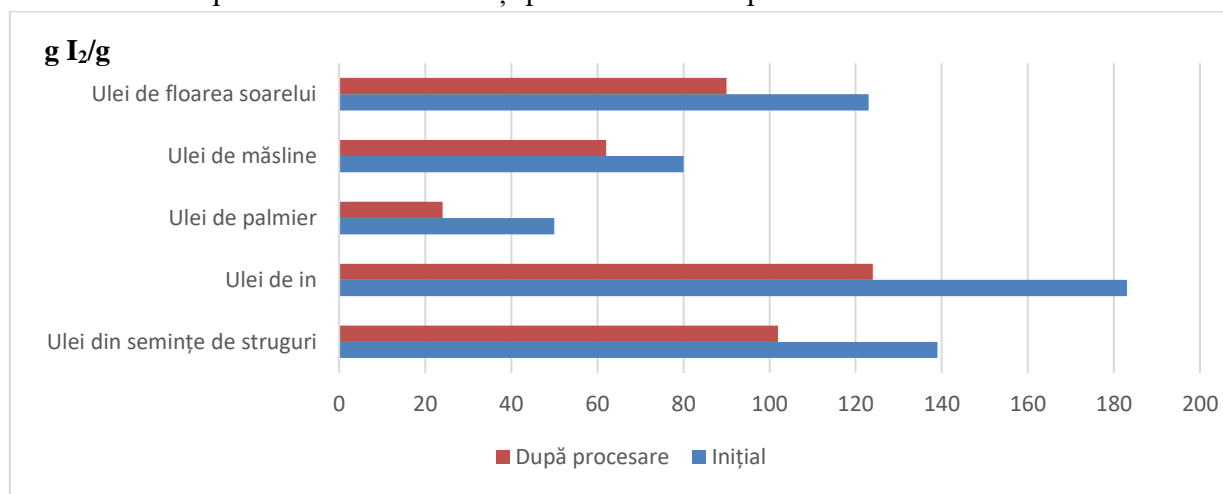


Fig. 3. Modificările indicelui de iod (g I₂/g) la procesare (15 min, la t=200°C) din uleiurile vegetale investigate

Indicele de iod constituie un parametru care exprimă gradul de nesaturare a grăsimilor. Se menționează că la procesare are loc ruperea legăturilor duble din acizii grași nesaturați din lipide și indicele de iod se micșorează. Cel mai mult se observă la uleiul de in de la 139,3 până la 102 gI₂/100 g ulei și este mai mică ca normă admisibilă. În urma procesului oxidativ al grăsimilor care duce la formarea diferitor compuși secundari, uleiul capătă un gust amar și miros neplăcut.

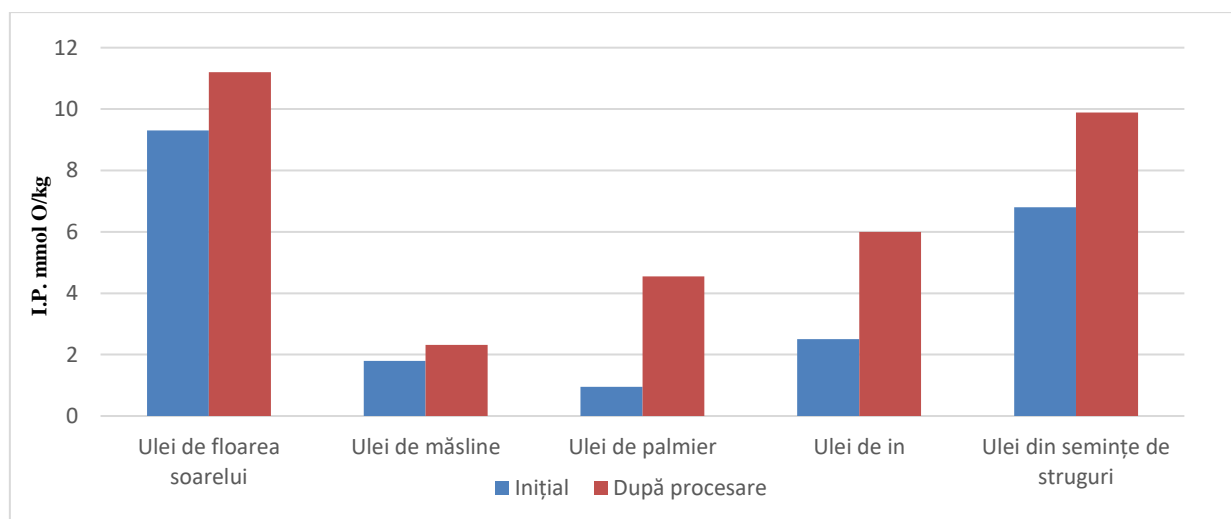


Fig. 4. Modificările indicelui de peroxid (I.P.) la procesare (15 min, la t=200°C) din uleiurile vegetale analizate

Indicele de peroxid este cel mai des utilizat pentru a stabili gradul oxidativ al lipidelor. Rezultatele obținute la determinarea indicelui de peroxid la etapa inițială și după procesare timp de 15 min la o temperatură de 200°C atestă o creștere semnificativă la toate uleiurile analizate. Având un punct de ardere ridicat (216°C), uleiul de floarea soarelui rafinat este cel mai potrivit pentru pregătirea termică a alimentelor.

S-a examinat dinamica indicilor de calitate (indice de aciditate, de iod, de peroxid) la unele uleiuri vegetale (de floarea soarelui, de măsline și de palmier) în funcție de temperatura de păstrare (Tabelul 3).

Tabelul 3. Dinamica valorilor indicilor fizico-chimici din unele uleiuri vegetale în funcție de temperatura de păstrare

	Indici fizico-chimici	Sortimentul de ulei					
		Ulei de floarea soarelui		Ulei de măsline		Ulei de palmier	
		t = 4°C	t = 20°C	t = 4°C	t = 20°C	t = 4°C	t = 20°C
1.	Indice de iod, gI ₂ /100g	131	123	81,3	80	51,2	50
2.	Indice de aciditate, mgKOH/g	0,89	1,03	0,75	0,81	0,61	0,73
3.	Indice de peroxid, mmol O/kg	8,90	9,10	1,65	1,69	0,81	1,15

Investigațiile s-au efectuat la temperatura de 4°C și 20°C timp de o lună. Datele recente au demonstrat că:

- indicele de aciditate a crescut în toate cele trei cazuri, ceea ce denotă că la temperatură se intensifică procesul de hidroliză și scade calitatea uleiului;
- indicele de peroxid de asemenea a crescut, dar cel mai mult s-a observat la uleiul de palmier cu 0,44 unități, ceea ce atestă o influență negativă a temperaturii la păstrarea uleiurilor.

Prin urmare, rezultatele atestă că, la mărirea temperaturii și perioadei de procesare în uleiurile analizate, crește indicele de aciditate și de peroxid și se micșorează indicele de iod.

Experimentul ce urmează s-a axat pe studierea influenței luminii asupra calității uleiurilor la păstrare. S-a analizat variația indicilor de aciditate și de iod la păstrarea uleiurilor la lumină și la întuneric timp de 15, 30 și 60 de zile (Tabelul 4 și Figura 5).

Tabelul 4. Dinamica valorilor indicilor de aciditate și de peroxid în unele uleiuri vegetale în funcție de condițiile de păstrare (t=20°C)

Indici fizico-chimici	Uleiul de palmier							
	La întuneric, după				La lumină, după			
	inițial	15 zile	30 zile	60 zile	I nițial	15 zile	30 zile	60 zile
Indice de aciditate, mg KOH/g	0,5	0,85	1,35	2,53	0,5	1,22	2,00	3,45
Indice de peroxid, mmol O/kg	0,95	1,32	2,40	6,74	0,95	2,32	5,01	9,73

Uleiul de măsline								
Indice de aciditate, mg KOH/g	0,81	0,96	1,04	1,40	0,81	1,0	1,40	1,70
Indice de peroxid, mmol O/kg	1,83	1,94	2,05	2,26	1,83	1,03	1,86	2,30
Uleiul de floarea soarelui								
Indice de aciditate, mg KOH/g	1,03	1,10	1,21	1,51	1,03	1,16	1,31	1,74
Indice de peroxid, mmol O/kg	9,30	9,40	10,21	11,01	9,30	9,71	12,30	16,03

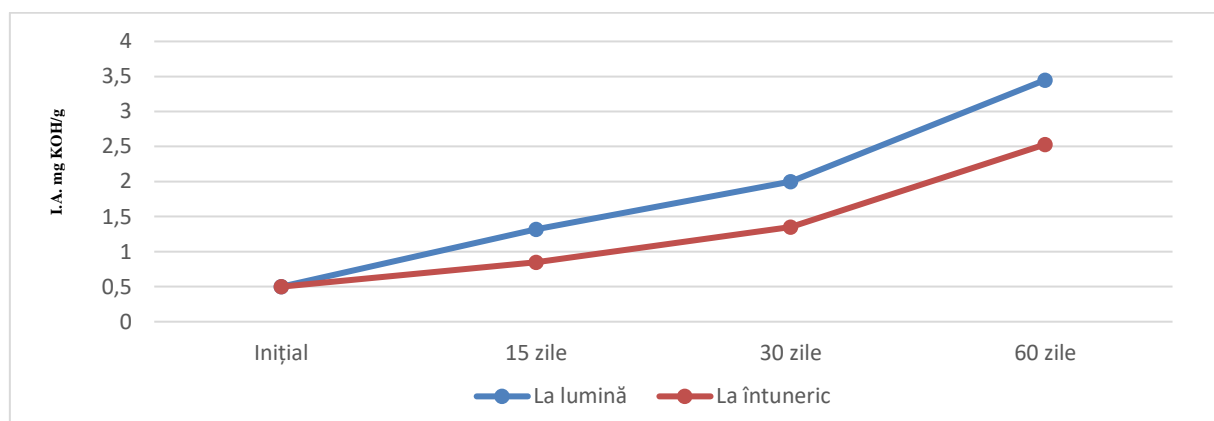


Fig. 5. Dinamica valorilor indicelui de aciditate (I.A.) din uleiul de palmier păstrat la lumină și întuneric

Rezultatele recente constată că indicele de aciditate și de peroxid la uleiurile testate remarcă o creștere semnificativă la lumină, comparativ cu păstrarea acestora la întuneric. În comparație cu alte uleiuri, în cel de palmier se observă la lumină o creștere a indicelui de peroxid cu 4,7 unități, dar de o stabilitate mai mare atestă uleiul de măsline. Astfel, razele de lumină intensifică procesele oxidative și de hidroliză ale lipidelor și au o influență negativă la păstrarea uleiurilor la lumină.

Concluzii

Valorificarea indicilor fizico-chimici la uleiurile vegetale determină calitatea nutrițională a acestora la utilizarea în alimentație, în alte domenii și pentru sănătate.

Evaluarea indicilor fizico-chimici ai unor uleiuri selectate pentru analiză constată că la procesarea termică a uleiurilor vegetale în urma proceselor oxidative, de hidroliză, degradare se modifică valoarea lor și scade calitatea uleiurilor.

Rezultatele recente privitor la modificările indicatorilor fizico-chimici sub influența luminii atestă o creștere semnificativă a indicelui de aciditate și de peroxid la lumină comparativ cu păstrarea lor la întuneric. Se recomandă păstrarea uleiurilor în locuri ferite de influența razelor solare și în ambalaj de polimer întunecat.

Bibliografie:

1. PEDERSEN, A., OVERSEN, L. 1995, *Nutritional Food Science*, 95, 8-10.
2. FILOREA, T. Chimia alimentov. Teorie și practică analitică. *Academica, Galați*, 2006.
3. DOROBANȚU, C. Importanța alimentării și dietice a uleiurilor vegetale. *UȘAMUV, Iași*, 2010.
4. DRAGA, V. Compoziția chimică a uleiurilor și grăsimilor. *Timișoara*, 2011.
5. LIBIU, I. Modificări ale proprietăților antioxidante ale uleiurilor alimentare supuse radierii cu microunde, Studiu biofizic. *Universitatea de medicină și farmacie „Carol Davila”*, București, 2017.
6. BANU, C. Calitatea și analiza senzorială a produselor alimentare. *Ed. Agir, București*, 2007.
7. DUMUTRU, C. Metode și tehnici de control ale produselor alimentare vegetale. *UȘAMV, Iași*, 2008.