

# ULJARSTVO

ČASOPIS ZA INDUSTRIJU BILJNIH ULJA, MASTI I PROTEINA

Volumen 42.

Broj 1-2

Godina 2011.

## Naučni radovi

*Scientific paper*

1. Čorbo S., Đ. Đorđević, H. Bijelić  
SASTAV MASNIH KISELINA DJEVIČANSKOG MASLINOVOG ULJA DOBIVENOG OD SORTE OBLICA  
*Fatty acid composition of virgin olive oil obtained from oblica variety* 3
2. Premović T., E. Dimić, A. Takači  
ISPITIVANJE UTICAJA MESTA UZGOJA NA SADRŽAJ ULJA I MASU 1000 SEMENA NS HIBRIDA SUNCOKRETA  
*Analysis of effects of location of growth on oil content and 100 kernel mass of NS sunflower hybrids* 7
3. Rabrenović B., E. Dimić  
NUTRITIVNE KARAKTERISTIKE HLADNO PRESOVANOG ULJA SEMENA ULJANE TIKVE  
*Nutritive characteristics of cold-pressed pumpkin seed oil* 15
4. Radočaj O., E. Dimić, V. Vujasinović  
A COMPARATIVE STUDY OF THE CHEMICAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF HEMP (*Cannabis sativa* L.) AND HULL-LESS PUMPKIN (*Cucurbita pepo* L.) SEED OIL PRESS-CAKES  
*Usporedna ispitivanja hemijskih i nutritivnih svojstava pogače semena konoplje (Cannabis sativa L.) i semena tikve golice (Cucurbita pepo L.)* 23
5. Vujasinović V.  
BIOAKTIVNE KOMPONENTE SPECIJALNIH ULJA: ULJA SEMENA TIKVE, JEZGRA KOŠTUNJAVOG VOĆA I SEMENA BOBIČASTOG VOĆA  
*Bioactive components of speciality oils: pumpkin seed oil, tree nut oils and berry seed oils* 35

## Stručni radovi

*Professional paper*

6. Antić Ž., M. Ševo, R. Stanivuk, Č. Pešić  
UTICAJ OBRADNE SOJINE LJUSKE NA KVALITET SIROVINE ZA PROIZVODNJU PROTEINSKIH PROIZVODA  
*Effect of processing of soy hulls on quality of row material for production of protein products* 53
7. Mišković M., A. Kojčin, S. Avramović  
REKONSTRUKCIJA SEKCIJE DEGUMIRANJA U POGONU RAFINERIJE SUNCOKRETOVOG ULJA  
*Reconstruction of degumming unit in sunflower oil refinery plant* 59
8. Pešić Č., M. Ševo, Ž. Antić, R. Stanivuk  
PROIZVODNJA TRADICIONALNIH SOJINIH PROTEINSKIH KONCENTRATA  
*Production of "traditional" soy protein concentrates* 63
9. Tot I., Z. Sandić, D. Antić, B. Mrakić  
UNAPREĐENJE DESTILACIJE U POGONU EKSTRAKCIJE U INDUSTRIJI ULJA DIJAMANT A.D. ZRENJANIN  
*Improvement of the distillation process in the extraction plant of oil industrz Dijamant A.D. Zrenjanin* 69

## Prilozi

*Supplement*

73

**Izdavač***Publisher*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Tehnologija biljnih ulja i masti; Institut za ratarstvo i povrtarstvo; DOO "Industrijsko bilje", Novi Sad  
University of Novi Sad, Faculty of Technology, Vegetable oils and fats technology; Institute of Field and Vegetable Crops; "Industrial crops", Novi Sad

**Savetodavno odbor***Advisory Board*

Dr Etelka Dimić, dr Zoltan Zavargo, dr Sonja Đilas, Slavko Zečević, dipl.ing., Slobodan Mitrović, dipl.ing., Zorica Belić, dipl.ing., Nada Grbić, dipl.ing. Bogoljub Vujčić, dipl.ing. Dušan Nikolić, dipl.ing.

**Članovi Savetodavnog odbora iz inostranstva***Advisory Board Members from Abroad*

Dr. Gerhard Jahreis, Friedrich-Schiller-Universität, Jena, Germany; Dr. Werner Zschau, Wörthsee, Germany; Dr. Nedyalka Yanishlieva, Institute of Organic Chemistry, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; Dr. Mirjana Bocevska, Faculty of Technology and Metallurgy, Skopje, Macedonia; Dr. Đerd Karlović, Bunge Europe, Margarine Center of Expertise, Kruszwica, Poland; Dr Olga Radočaj, Oltrad Corp., Ontario Canada; Dr Vlatko Marušić, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, Hrvatska

**Uređivački odbor***Editorial Board*

Dr Etelka Dimić, Zoran Nikolovski, dipl.ing., mr Zvonimir Sakač

**Glavni i odgovorni urednik***Editor in Chief*

Dr Etelka Dimić

**Urednik***Co-editor*

Dr Olga Čurović

**Tehnički urednik***Technical Editor*

Vjera Vukša, dipl.ing.

**Adresa redakcije***Editorial Board Address*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Tehnologija biljnih ulja i masti,  
21000 Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, Republika Srbija  
Telefon: 021-485-37-00; Fax:021-450-413; E-mail: edimic@uns.ac.rs  
University of Novi Sad, Faculty of Technology, Vegetable oils and fats technology,  
21000 Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, Republic of Serbia  
Telefon: 021-485-37-00; Fax:021-450-413; E-mail: edimic@uns.ac.rs

**Tiraž***Number of copies*

150

**Štampa***Print*

Štamparija "Feljton", 21000 Novi Sad, Stražilovska 17, Republika Srbija

# SASTAV MASNIH KISELINA DJEVIČANSKOG MASLINOVOG ULJA DOBIVENOG OD SORTE OBLICA

Selma Čorbo, Dani Đorđević, Helena Bijelić

*Maslina predstavlja osnovu mediteranske ishrane zbog mnogih nutricionističkih vrijednosti i često se identifikuje sa terminom „zdrava ishrana“. Potrošači sve više razumiju važnost kvaliteta i stabilnosti maslinovog ulja kao i nutricionističke koristi od mononezasićenih ulja sa prirodno niskim sadržajem zasićenih masnih kiselina.*

*Oblica je najzastupljenija sorta masline u Bosni i Hercegovini i ima karakteristike pogodne za proizvodnju maslinovog ulja i za proizvodnju stolnih maslina. Sastav masnih kiselina važan je za određivanje kvalitete i stabilnosti maslinovog ulja. Oleinska kiselina, kao mononezasićena masna kiselina, smatra se korisnom sa zdravstvenog aspekta i poželjan je njen veći sadržaj.*

*U ovom istraživanju uzorci ekstra djevičanskog maslinovog ulja, porijeklom sa dva regiona Bosne i Hercegovine, analizirani su određivanjem sastava masnih kiselina.*

*Nije pronađena statistički značajna razlika u sastavu masnih kiselina među uzorcima ekstra djevičanskog maslinovog ulja, sa lokaliteta Općina Ljubuški i Neum. Također, nije pronađena statistički signifikantna razlika u temperaturi zraka i padavina između ispitivanih područja.*

*Ključne riječi: maslinovo ulje, sorta Oblica, sastav masnih kiselina*

## FATTY ACID COMPOSITION OF VIRGIN OLIVE OIL OBTAINED FROM OBLICA VARIETY

*Due to high nutritive value, the olive represents the basis of the so-called Mediterranean nutrition, which has often been identified with the term 'healthy nutrition'. Consumers increasingly understand the importance of olive oil quality and stability as well as the nutritional benefits of monosaturated oil with naturally low levels of saturated fatty acids.*

*Oblica olive variety is the most common olive variety in Bosnia and Herzegovina, and it has the characteristics suitable for the production of olive oil, and for the production of table olives. The fatty acid profile is important in determining olive oil quality and stability. Oleic acid, as monosaturated fatty acid, is considered beneficial and high levels is desirable.*

*In this research the samples of extra virgin olive oil, from two regions of Bosnia and Herzegovina, were analyzed by determination of fatty acids composition.*

*The difference in fatty acids composition between the samples of extra virgin olive oil from Neum and Ljubuski region is not statistically significant. Also, there was no statistically significant difference in the air temperature and precipitation between the investigated areas.*

*Key words: olive oil, variety Oblica, fatty acid composition*

### UVOD

Maslina predstavlja osnovu mediteranske ishrane zbog mnogih nutricionističkih vrijednosti i često se identifikuje sa terminom „zdrava ishrana“. Potrošači sve više uvažavaju značaj i kvalitet maslinovog ulja sa nutricionističkog aspekta, a posebno nižeg sadržaja zasićenih masnih kiselina u ulju.

Sastav i sadržaj masnih kiselina su važni za kvalitet i stabilnost maslinovog ulja. Poželjan je veći sadržaj oleinske kiseline jer se smatra korisnom sa zdravstvenog aspekta. Sadržaj oleinske kiseline malo

---

Selma Čorbo, University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Science, Department of Food Technology, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Đorđević Dani, University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Science, Department of Food Technology, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Helena Bijelić, BIMAL d.d.za proizvodnju ulja, Bijeljinska 9, 76100 Brčko, Bosna I Hercegovina

Correspondence: Selma Čorbo, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, corbo@bih.net.ba; s.corbo@ppf.unsa.ba

se mijenja tokom perioda sazrijevanja ali se sadržaj linolne kiseline povećava, dok se sadržaj palmitinske kiseline smanjuje. Veći sadržaj polinezasićenih masnih kiselina nutricionistički je koristan ali smanjuje stabilnost ulja (Kulišić i sar., 2004; Abdalla i sar., 2008; Šindrak, 2007).

Ekstra djevičansko maslinovo ulje sadrži 98 do 99% triglicerida i 1 do 2% minornih komponenti. Trigliceridi u maslinovom ulju uglavnom su sastavljeni iz mononezasićenih masnih kiselina (oleinska), dok je mala količina zasićenih masnih kiselina (palmitinska i stearinska), a veći je sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (linola i linolenska) (Viola i Viola, 2009; Boskou, 2006).

Cilj istraživanja bio je da se ispita sastav masnih kiselina u uzorcima maslinovog ulja, dobivenog od sorte masline *Oblica*, koja se najviše uzgaja na području Općina Neum i Ljubuški. Prerodom ove sorte, koja ujedno daje najveći prinos u odnosu na druge sorte koje su također zastupljene na ovim lokalitetima, dobilo se ulje od strane više individualnih uzgajivača. U ulju je prvenstveno ispitan sastav masnih kiselina, te kakav je uticaj klimatskih uslova (vlažnost zraka, temperatura) sa područja Hercegovačko-neretvanskog kantona kojem pripadaju navedeni lokaliteti sa kojih su uzeti uzorci za analizu.

## MATERIJAL I METODE

### Materijal

Za materijal u izradi ovog rada uzeti su plodovi maslina sorte *Oblica* od strane više individualnih uzgajivača sa područja Općina Ljubuški i Neum.

Berba plodova maslina obavljena je ručno i to u mjesecu oktobru 2010. godine. Neposredno nakon berbe, do momenta prerade, plodovi su čuvani 24 sata u tamnoj i hladnoj prostoriji (10° C). Prerada plodova masline obavila se postupkom hladnog prešanja (26° C) na hidrauličnoj presi. Prije postupka prešanja rađeni su procesi čišćenja plodova, mljevenje i drobljenje uz prethodno odvajanje košpice od mesnatog dijela ploda, zatim malaksacija, dekantiranje i filtriranje dobivenog ulja. Prerada plodova je obavljena u R Hrvatskoj, obzirom da ne postoje tvornice za preradu i dobijanje maslinovog ulja u Bosni i Hercegovini.

Za analizu je uzeto ukupno 14 uzoraka ekstra djevičanskog maslinovog ulja i to: 7 uzoraka sa lokaliteta općine Ljubuški (uzorci LJ1- LJ7) i 7 uzoraka sa lokaliteta Neuma (uzorci N1-N7). Ulje je dobiveno i ispitivano samo od jedne sorte i to *Oblica* iz razloga što se radi o najzastupljenijoj sorti na tom području, koja daje veoma visoki prinos. Uzorci za analizu uzeti su početkom mjeseca novembra 2010. godine, kada je i bila puna zrelost plodova. Nakon branja, u vremenskom periodu od 24 sata su transportovani u R Hrvatsku i izvršena je njihova prerada. Također, u toku godine vršena su mjerenja temperature vazduha i mjesečnih padavina lokaliteta sa kojeg su uzeti uzorci, tokom 2010. godine.

### Metode

Metoda koja je korištena za ispitivanje kvaliteta maslinovog ulja dobivenog postupkom hladnog prešanja je sastav masnih kiselina, čiji su rezultati statistički obrađeni.

- Identifikacija masnih kiselina GC/MS – uz upotrebu instrumenta Hewlett – Packard 6890 II, sa selektivnim masenim detektorom (MSD) 6890 II

Sastav masnih kiselina određen je plinskom hromatografijom metilestera. Priprema uzoraka rađena je uz prethodnu saponifikaciju i esterifikaciju masnih kiselina. Za razdvajanje metilestera korištena je kolona HP -5,5% fenil-metil-silokas, 27.11 mx 0,25 mm na plinskom hromatografu Hewlett-Packard 6890 II, sa selektivnim masenim detektorom (MSD) 6890 II, uz korištenje helija kao plina nosača (Härtling, 2008).

- Statistička obrada podataka i usporedba dobijenih rezultata urađena je t-testom ( $p < 0,05$ , signifikantna razlika), primjenom statističkog paketa t-test Excel 2007.

## REZULTATI I DISKUSIJA

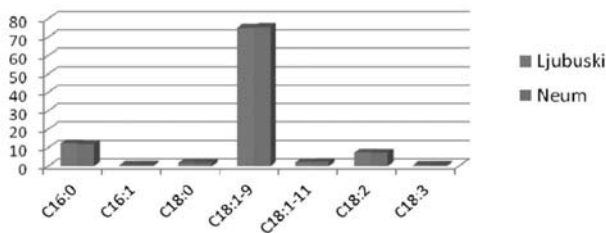
Pojedinačni rezultati i prosječne srednje vrijednosti sastava masnih kiselina u ispitivanim uzorcima djevičanskog maslinovog ulja, sa ispitivanih lokaliteta Općina Ljubuški i Neuma, date su u tabeli 1. Srednje vrijednosti sastava masnih kiselina prikazane su na slici 1, a vremenski uvjeti na slici 2.

**Tabela 1.** Sastav masnih kiselina u uzorcima maslinovog ulja

**Table 1.** Fatty acid composition of olive oil samples

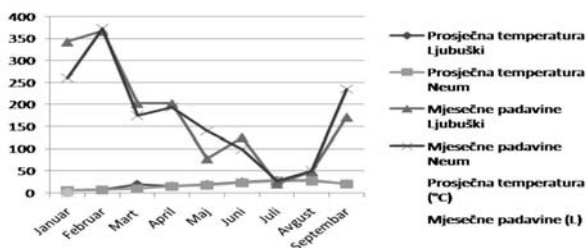
Uzorak	Masna kiselina (%)						
	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1-9	C18:1-11	C18:2	C18:3
Lj1	13,63 ±0,47	0,57 ±0,06	1,73 ±0,06	73,3 ±0,26	1,83 ±0,06	7,5 ±0,17	0,6 ±0
Lj2	12,33 ±0,06	0,4 ±0	1,9 ±0	73,63 ±0,06	1,73 ±0,06	7,83 ±0,06	0,5 ±0
Lj3	13,7 ±0,1	0,77 ±0,06	1,5 ±0	73,43 ±0,15	2,3 ±0	7,2 ±0	0,6 ±0
Lj4	11,7 ±0,17	0,57 ±0,06	1,7 ±0	75,73 ±0,23	1,93 ±0,11	7,13 ±0,06	0,5 ±0
Lj5	11,57 ±0,35	0,5 ±0	1,73 ±0,06	75,23 ±0,23	1,83 ±0,06	7,9 ±0	0,5 ±0
Lj6	11,53 ±0,21	0,6 ±0	1,5 ±0	76,83 ±0,25	2,1 ±0	6,23 ±0,06	0,5 ±0
Lj7	11,63 ±0,11	0,6 ±0	1,7 ±0	75,77 ±0,06	1,7 ±0	6,9 ±0	0,57 ±0,06
T test*	P = 0,63	P = 0,61	P = 0,38	P = 0,59	P = 0,29	P = 0,90	P=0,15
N1	10,8 ±0	0,4 ±0	1,73 ±0,06	75 ±0,43	1,7 ±0	8,43 ±0,15	0,47 ±0,06
N2	11,2 ±0,1	0,5 ±0	1,8 ±0	74,27 ±0,06	1,83 ±0,06	9,17 ±0,06	0,5 ±0
N3	10,33 ±0,21	0,47 ±0,06	1,6 ±0	78,53 ±0,40	1,83 ±0,06	5,77 ±0,06	0,5 ±0
N4	11,93 ±0,06	0,7 ±0	1,5 ±0	76,33 ±0,40	2,4 ±0	5,47 ±0,06	0,5 ±0
N5	13,73 ±0,06	0,83 ±0,06	1,47 ±0,11	76,33 ±0,40	2,53 ±0,06	6,73 ±0,06	0,57 ±0,06
N6	10,83 ±0,06	0,4 ±0	1,7 ±0	73,43 ±0,06	1,8 ±0,1	9,57 ±0,06	0,5 ±0
N7	14,73 ±0,11	1,1 ±0	1,5 ±0	73,43 ±0,06	2,67 ±0,06	4,87 ±0,06	0,5 ±0

\*Statistički signifikantna razlika p<0,05



**Slika 1.** Prosječne vrijednosti sadržaja masnih kiselina u ulju

**Figure 1.** Mean values of fatty acids content



**Slika 2.** Srednje vrijednosti temperature zraka i padavina

**Figure 2.** Average values of air temperature and rainfall

Među uzorcima ekstra djevičanskog maslinovog ulja, sa lokaliteta Ljubuski i Neuma, najveći sadržaj oleinske kiseline imao je uzorak N3 (78,53%), dok je najniži imao uzorak Lj1 (73,3%). Sadržaj linolne kiseline kretao se od 4,87% (N7) do 9,57% (N6), a linolenske od 0,47% (N1) do 0,6% (Lj1). Najveći sadržaj palmitoleinske kiseline imao je uzorak N5 (0,83%), a najmanji uzorci Lj2, N1 i N6 (0,4%).

Prema navodima Žanetić i sar. (2008), sadržaj oleinske kiseline u uzorcima ekstra djevičanskog maslinovog ulja, dobivenog od sorte Oblica, kretao se od 70,51% do 76,58%, što ukazuje da je sadržaj oleinske kiseline u našim uzorcima neznatno veći. Također, prema navodima istih autora, sadržaj linolne kiseline kretao se od 7,99% do 12,71%, a linolenske od 0,53% do 0,74%, što znači da su ove vrijednosti bile veće u odnosu na naše rezultate.

Najzastupljenija zasićena masna kiselina bila je palmitinska i iznosila je 10,8% (N1) do 14,73% (N7). Najveći sadržaj stearinske kiseline imao je uzorak Lj2 (1,9%), dok je najmanji imao uzorak N5 (1,47%).

Prema navodima Abdalla i sar. (2008), sadržaj palmitinske kiseline u uzorcima ekstra djevičanskog maslinovog ulja iznosio je 15,5%, a stearinske kiseline oko 6,9%. Ovi rezultati nisu u saglasnosti sa našim, naime sadržaj stearinske kiseline prema našim rezultatima je bio znatno niži (za 5,3%) i to sa oba ispitivana područja.

Sastav masnih kiselina kod maslinovog ulja sa oba ispitivana lokaliteta (Ljubuški, Neum) se jedino razlikuje prema srednjim prosječnim vrijednostima. Uzorci ulja sa lokaliteta Ljubuški, imali su veći sadržaj palmitinske, stearinske, linolne i linolenske kiseline u odnosu na uzorke sa područja Neuma. Nešto veći sadržaj palmitoleinske i oleinske kiseline imali uzorci sa lokaliteta Neuma.

Srednja vrijednost temperature vazduha sa Ljubuškog regiona bila je za 1,86% veća u odnosu na područje Neuma. Količina padavina u periodu od mjeseca januara do septembra 2010. godine, na području Neuma bile su za 5,45% veće u odnosu na lokalitet Ljubuški.

Sastav masnih kiselina kod ispitivanih uzoraka maslinovog ulja, sa lokaliteta Ljubuški i Neuma, upoređen je statistički (t-test). Rezultati su pokazali da nije pronađena statistički signifikantna razlika ( $p < 0,05$ ) među uzorcima djevičanskog maslinovog ulja, sa oba ispitivana područja. Također, statistički (t-testom) nije pronađena signifikantna razlika ( $p < 0,05$ ) između prosječnih temperatura i padavina sa oba područja.

## ZAKLJUČAK

Sorta *Oblica* je najrasprostranjenija i najviše se uzgajana na području Neuma i Ljubuškog. Daje najveći prinos u odnosu na ostale sorte koje se također uzgajaju na ovim lokalitetima. Obzirom da je ova sorta najzastupljenija i u R Hrvatskoj, radi identičnih i odgovarajućih klimatskih uslova na oba ispitivana područja *Oblica* daje visoke prinose. Razlog su prvenstveno odgovarajući klimatski uslovi, temperatura, vlažnost zraka i podneblje uzgoja koje je slično kao na primorju.

Vrijednosti sadržaja masnih kiselina, kod svih ispitivanih uzoraka ulja sa oba ispitivana lokaliteta nisu značajno odstupale, što je ujedno i razlog jer se radi o istoj sorti, a agroekološki i vremenski uslovi uzgoja su bili slični.

Uzorci ekstra djevičanskog maslinovog ulja uzeti sa područja Ljubuškog imali su veći sadržaj palmitinske, stearinske, linolne i linolenske kiseline u odnosu na uzorke uzete sa područja Neuma. Veći sadržaj palmitoleinske i oleinske kiseline imali su uzorci sa područja Neuma.

Statistički nije pronađena signifikantna razlika među uzorcima djevičanskog maslinovog ulja, sa oba lokaliteta, Ljubuški i Neuma.

Rezultati su pokazali da nije pronađena statistički

signifikantna razlika ( $p < 0,05$ ) sastava masnih kiselina između uzoraka ekstra djevičanskog maslinovog ulja sa navedena dva lokaliteta. Također, statistički (t-testom) nije pronađena signifikantna razlika ( $p < 0,05$ ) između prosječnih temperatura i padavina sa oba područja (Ljubuški i Neum).

Sastav masnih kiselina kod svih ispitivanih uzoraka ulja ima odgovarajuće vrijednosti prema važećim pravilnicima, te se može konstatovati da se radi o ekstra djevičanskom maslinovom ulju.

U Bosni i Hercegovini se može uzgajati maslina od koje se dobiva kvalitetno ekstra djevičansko maslinovo ulje. To je veoma važno kako za naše potrošače i tržište, tako i za zemlje u regionu i druge Evropske zemlje, te da se pokaže kvalitetan i brend proizvod sa ovog područja. Sa ekonomskog stanovišta to će i u budućnosti imati veliki značaj, tako da bi i cijena ulja sa našeg podneblja bila nešto niža. Time će ovaj proizvod imati veću upotrebu u ishrani ljudi, što je veoma bitno sa stanovišta njegove primjene posebno sa zdravstvenog aspekta.

## LITERATURA

1. Abdalla, A.E.M., Entissar, A. El-Difrawy & Yasmin, F. Abdelneem. (2008). A study on the effect of harvest time on quality of Egyptian olive oil. Alex. J. Fd. Sci. & Technol. Special Volume Conference, pp. 61-74.
2. Boskou, D. (2006). Olive oil chemistry and technology. AOCS Press.
3. Härting C.(2008). Rapid identification of fatty acid methyl esters using a multidimensional gas chromatography-mass spectrometry database. Journal of Chromatography A 1 (1177):159-169.
4. Kulišić, T., Berković, K., Pavić, S., Šustra, A. (2004). The processing of turning colour olives of *Oblica* cultivar. Agriculturae Conspectus Scientificus, 69 (4): (103-107).
5. Šindrak, Z., Benčić, Đ., Voća, S., Barberić, Anamarija. (2007). Total phenols in varietal olive oils from Istria. Pomologia Croatica, vol. 13, br. 1.
6. Viola, P., Viola, M. (2009). Virgin olive oil as a fundamental nutritional component and skin protector. Clinics in dermatology 27: 159-165.
7. Zanetic, M., Cerretani, L., Del Carlo, M. (2007). Preliminary characterisation of monovarietal extra virgin olive oils obtained from different cultivars in Croatia. J. Commodity Sci. Technol. Quality 46 (I-IV).

## ISPITIVANJE UTICAJA MESTA UZGOJA NA SADRŽAJ ULJA I MASU 1000 SEMENA NS HIBRIDA SUNCOKRETA

*Tamara Premović, Etelka Dimić, Aleksandar Takači*

*U radu je analiziran uticaj mesta uzgoja na sadržaj ulja i na masu 1000 semena deset hibrida suncokreta, NS-H-111, NS-H-45, Rimi, Bačvanin, Velja, Krajišnik, Olivko, Somborac, Sremac i Šumadinac. Hibridi su gajeni pri istim agrotehničkim uslovima na sedam lokaliteta: Rimski Šančevi, Kikinda, Subotica, Sombor, Zrenjanin, Pančevo i Zaječar. Ustanovljeno je da je u pogledu sadržaja ulja analiziranih hibrida najbolji lokalitet bio Pančevo, naime svi hibridi gajeni na ovom području su imali najveći sadržaj ulja. Na lokalitetima: Zrenjanin, R. Šančevi i Subotica utvrđen je najmanji sadržaj ulja analiziranih hibrida, koji se u proseku kretao oko 48%. U pogledu sadržaja ulja najbolji hibridi su: Krajišnik (49,4-56,95%), Olivko (50,31-56,45%) i Bačvanin (51,24-56,03%), a najlošiji je hibrid Rimi, sa prosečnim sadržajem ulja u semenu od 44,68%. Utvrđeno je, takođe, da su na lokalitetu Zrenjanin ispitivani hibridi imali i najveću vrednost mase 1000 semena (40,87-73,50 g), dok područje Kikinda karakterišu hibridi najsitnijeg semena. Prema vrednosti mase 1000 semena najbolji hibridi su Velja (41,12-73,50 g) i Sremac (47,30-72,83 g), dok hibrid Olivko ima najnižu vrednost mase 1000 zrna koja u proseku iznosila 43,18 g. Određen je i relativan značaj uticaja samog hibrida na sadržaj ulja i na masu 1000 zrna, koji je veći od uticaja lokaliteta i to, respektivno, 2,56 i 1,62 puta.*

*Ključne reči: suncokret, mesto uzgoja, hibrid, sadržaj ulja, masa 1000 semena*

## ANALYSIS OF EFFECTS OF LOCATION OF GROWTH ON OIL CONTENT AND 1000 KERNEL MASS OF NS SUNFLOWER HYBRIDS

*The paper is an analysis of effects of location of growth on the oil content and 1000 kernel mass of 10 sunflower hybrids: NS-H-111, NS-H-45, Rimi, Bačvanin, Velja, Krajišnik, Olivko, Somborac, Sremac and Šumadinac. The hybrids were grown under the same agri-technical conditions at seven locations: Rimski Šančevi, Kikinda, Subotica, Sombor, Zrenjanin, Pančevo and Zaječar. It was concluded that, regarding the oil content of analysed hybrids, the best location was Pančevo. Namely, all hybrids grown in this area had the highest content of oil. Locations of Zrenjanin, R. Šančevi and Subotica had the lowest oil content of all analysed hybrids, on average around 48%. Regarding the oil content, the best hybrids were the following: Krajišnik (49,4-56,95%), Olivko (50,31-56,45%) and Bačvanin (51,24-56,03%), while the worst was the Rimi hybrid, with the average oil content in the seed of 44,68%. Furthermore, it was concluded that the hybrids at the Zrenjanin location had the highest value of 1000 kernel mass (40,87-73,50 g), while the Kikinda area was characterized by hybrids of the smallest kernels. On the basis of value of 1000 kernel mass, the best hybrids were Velja (41,12-73,50 g) and Sremac (47,30-72,83 g), while the Olivko hybrid had the lowest value of 1000 kernel mass, on average 43,18 g. Relatively significant effects of hybrids on the oil content and 1000 kernel mass were recorded, which were more important than the effects of locations, namely 2,56 and 1,62 times respectively.*

*Key words: sunflower, location, hybrid, oil content, 1000 kernel mass*

### UVOD

Suncokret, zajedno sa sojom i uljanom repicom, spada u najvažnije uljane kulture u svetu, ali i u našoj zemlji (Škorić i sar., 2000; Marinković i sar., 2003; Balalić i sar., 2007). U Srbiji površine pod suncokretom su velike i variraju između 150.000 i 220.000 ha (Balalić i sar., 2007; Miklič i sar., 2007).

U poslednjih 20 godina naučno-istraživački rad na oplemenjivanju suncokreta, kod nas i u svetu, dao je ogromne inovacije. Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, u Zavodu za uljane kulture, kroz višegodišnji oplemenjivački rad stvorio je hibride suncokreta, koji su svrstani u priznate vodeće hibride i uspešno se gaje u više zemalja. Stvaranjem novih NS hibrida suncokreta za različite namene i uslove proizvodnje dobija se kvalitetnija sirovina za potrebe uljarske i prehrambene industrije. Stvaraju se novi NS hibridi poboljšanog kvaliteta i tehničko-tehnoloških svojstava, u odnosu na postojeće hibride

Tamara Premović, tamara.premovic@gmail.com,  
Etelka Dimić, Aleksandar Takači, Univerzitet u Novom Sadu,  
Tehnološki fakultet, Bulevar cara Lazara 1, Novi Sad, Srbija

na tržištu za koje se očekuje da posle priznavanja u Srbiji i inostranstvu, postanu predmet interesovanja kako proizvođača, tako i prerađivačke industrije (Hladni i sar., 2009).

Poznato je da je osnovni cilj gajenja suncokreta dobijanje što veće količine ulja po jedinici površine. Prinos ulja, kao glavni pokazatelj produktivnosti svakog hibrida suncokreta (Škorić i sar., 2005), zavisi od prinosa semena i sadržaja ulja u semenu. Sadržaj ulja u semenu jedan je od najbitnijih pokazatelja kvaliteta i upotrebne vrednosti, na bazi čega se računa materijalni i ekonomski bilans prerade (Dimić, 2005). Zbog toga se često utvrđuju međuzavisnosti sadržaja ulja u semenu sa raznim činiocima/parametrima: prinomom semena i morfo – fiziološkim osobinama (Hladni i sar., 2007), faktorima spoljašnje sredine (Marinković i sar., 2003), zemljišnim uslovima (Dozet i sar., 2007; Marinković i sar., 2009), tehničko – tehnološkim osobinama semena, sadržajem proteina u semenu (Radić i sar., 2009) i dr.

U procesu oplemenjivanja suncokreta, novi hibridi se testiraju u više sredina u cilju izbora i preporuke proizvođačima za određenu sredinu (Balalić i sar., 2007), a kao pokazatelj kvaliteta najčešće se određuje sadržaj ulja u semenu. Na efikasnost i ekonomičnost čuvanja i prerade semena, kao i na kvalitet dobijenog ulja u procesu prerade suncokreta pored sadržaja ulja u semenu, u velikoj meri utiču i tehnološke karakteristike semena, među kojima masa 1000 zrna zauzima značajno mesto. Zbog toga je u ovom radu, izvršena analiza uticaja mesta uzgoja na sadržaj ulja u semenu i masu 1000 zrna 10 novih hibrida suncokreta, gajenih na sedam različitih lokaliteta.

## MATERIJAL I METODE ISPITIVANJA

Za sprovedeno ispitivanje korišćeno je deset visokouljnih hibrida suncokreta namenjenih za industrijsku preradu, gajenih na sedam različitih lokaliteta u isto vreme i pri istim agro-tehničkim uslovima. Uzorci semena uzeti su neposredno posle žetve i osušeni prirodno.

Ispitivani su sledeći hibridi: NS-H-111, NS-H-45, Rimi, Bačvanin, Velja, Krajišnik, Olivko, Somborac, Sremac, Šumadinac, na lokalitetima: Rimski

Šančevi, Kikinda, Subotica, Sombor, Zrenjanin, Pančevo, Zaječar.

Za ispitivanje sadržaja ulja u semenu i za određivanje mase 1000 zrna suncokreta korišćene su standardne SRPS ISO metode (Karlović i Andrić, 1996).

Relativan značaj uticaja lokaliteta ( $R_A$ ) i hibrida ( $R_B$ ) na sadržaj ulja u semenu i na masu 1000 zrna, određen je matematičkim putem, pomoću izraza (Stojković, 2001):

$$R_A = (S_A - (m-1)V_R) / (S_T - V_R)$$

$$R_B = (S_B - (s-1)V_R) / (S_T - V_R), \text{ gde su:}$$

- $S_A$ , faktorijalna disperzija u odnosu na ispitivane lokalitete,
- $S_B$ , faktorijalna disperzija u odnosu na analizirane hibride,
- $S_T$ , totalna disperzija,
- $V_R$ , ocena rezidualne varijanse koja se izračunava iz relacije:

$$V_R = \frac{S_R}{(m-1)(s-1)}$$

- $S_R$ , rezidualna disperzija koja se izračunava iz relacije:  $S_R = S_T - S_A - S_B$
- $m$ , broj ispitivanih lokaliteta,
- $s$ , broj analiziranih hibrida.

Statistička obrada rezultata ispitivanja izvršena je metodom analize varijanse dva faktora varijabiliteta. Za analizu razlika aritmetičkih sredina korišćen je Takijev test (Hadživuković, 1991; Stojković, 2001). Računska obrada rezultata izvršena je programom *Microsoft Excel 2003*.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Sadržaj ulja u semenu ispitivanih hibrida suncokreta nalazi se u intervalu od 43,15 do 56,95% (tabela 1), što su znatno veće vrednosti u odnosu na vrednost propisanu standardom (40%) (Karlović i Andrić, 1996) i u odnosu na podatke iz literature. Škorić i sar. (1996) su objavili rezultat 38,1-49,2%, a Škorić i Marinković (1990) navode interval vrednosti od 36,0 do 54,4%. Balalić i sar. (2008) su došli do podataka o prosečnom sadržaju ulja 20 hibrida u 12 ispitivanih lokacija u Vojvodini, koji iznosi 45,45%, dok Miklič i sar. (2007) navode prosečan sadržaj ulja za region Vojvodine od 47,57%.



**Tabela 1.** Sadržaj ulja u semenu suncokreta analiziranih hibrida gajenih na različitim lokalitetima**Table 1.** Oil content in sunflower seed of analysed hybrids grown at different locations

LOKALITET/ HIBRID	R.Šančevi* <sup>cd</sup>	Kikinda <sup>bc</sup>	Subotica <sup>d</sup>	Sombor <sup>b</sup>	Zrenjanin <sup>bcd</sup>	Pančevo <sup>a</sup>	Zaječar <sup>b</sup>
NS-H-111 <sup>**B</sup>	49,75	50,75	50,75	51,6	51,22	55,22	49,06
NS-H-45 <sup>C</sup>	46,87	48,42	47,48	49,32	46,17	51,98	48,16
Rimi <sup>D</sup>	43,15	44,51	43,81	45,87	43,5	47,44	44,47
Bačvanin <sup>A</sup>	52,95	54,08	52,16	52,92	51,24	56,03	52,17
Velja <sup>C</sup>	46,43	48,49	44,63	48,41	46,23	52,80	50,78
Krajišnik <sup>AB</sup>	49,4	52,43	50,72	53,44	54,48	56,95	53,15
Olivko <sup>A</sup>	52,35	53,09	50,31	54,5	53,2	56,45	54,36
Somborac <sup>B</sup>	50,55	50,62	49,16	50,89	49,33	53,95	52,79
Sremac <sup>C</sup>	45,62	49,01	45,98	48,71	46,54	52,67	48,29
Šumadinac <sup>C</sup>	46,04	48,87	45,46	48,08	44,74	51,57	49,27

Rezultati predstavljaju srednju vrednost 3 odredjivanja

\*Različita slova <sup>a, b, c, d</sup> označavaju statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) između ispitivanih lokaliteta

\*\* Različita slova <sup>A, B, C, D</sup> označavaju statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) između analiziranih hibrida

**Tabela 2.** Analiza varijanse dva faktora varijabiliteta sadržaja ulja**Table 2.** Variance analysis of two variable factors of oil content

Suma kvadrata odstupanja	Broj stepeni slobode	Ocena varijanse	Odnos varijanse ( $F_0$ )	Tablična vrednost (F)
1	2	3	4	5
$S_A = 208,519$	$r_1 = 7-1 = 6$	$V_A = 34,753$	$F_{0(A)} = 30,967$	$F_{(0,01;3;6;54)} = 3,156$
$S_B = 527,521$	$r_2 = 10-1 = 9$	$V_B = 58,613$	$F_{0(B)} = 52,228$	$F_{(0,01;9;54)} = 2,755$
$S_R = 60,602$	$r_3 = (10-1)(7-1)$	$V_R = 1,222$	–	–
$S_T = 796,642$	$r = 70-1 = 69$	–	–	–

Analizom dobijenih rezultata utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike u sadržaju ulja u odnosu na ispitivani lokalitet i u odnosu na analizirani hibrid (tabela 1 i 2) ( $p < 0,01$ ), što je u skladu sa podacima iz literature (Radić i sar., 2009).

U pogledu sadržaja ulja analiziranih hibrida najbolji lokalitet je Pančevo, sa sadržajem ulja u intervalu od 47,44-56,95%. Svi hibridi suncokreta gajeni na području Pančevo imaju najveći sadržaj ulja, a čak tri hibrida na ovom lokalitetu imaju sadržaj ulja veći od 56%. Lokaliteti: Sombor, Zaječar, Kikinda i Zrenjanin se u pogledu sadržaja ulja nalaze na drugom mestu, nakon lokaliteta Pančevo, dok je na lokalitetima: Zrenjanin, R. Šančevi i Subotica utvrđen najmanji sadržaj ulja i to čak kod devet od deset analiziranih hibrida. Prosečan sadržaj ulja na ovim lokalitetima iznosi 48,34%. Na lokalitetu Sombor sadržaj ulja u semenu varira u intervalu od 45,87 do 54,5%, što je veća vrednost u odnosu na literaturne podatke za ovaj lokalitet (Sotin i sar., 2007; Sotin i sar., 2009).

Statističkom obradom rezultata (tabela 1 i 2) ustanovljene su značajne razlike u sadržaju ulja

u odnosu na analizirani hibrid ( $p < 0,01$ ), koje se objašnjavaju uticajem genetike (Miklić, 2001; Marinković i sar., 2003; Dozet i sar., 2007; Balalić i sar., 2008; Marinković i sar., 2009). U pogledu sadržaja ulja najbolji su hibridi: Krajišnik (49,4-56,95%), Olivko (50,31-56,45%) i Bačvanin (51,24-56,03%). Sadržaj ulja među hibridima NS-H-45, Velja, Sremac i Šumadinac je ujednačen i bez značajnih razlika (<sup>c</sup>), kreće se oko 48%, a slično je uočeno i među hibridima NS-H-111 i Somborac (<sup>b</sup>) kod kojih prosečan sadržaj ulja iznosi 51,19 i 51,04%, respektivno. Dobijene prosečne vrednosti sadržaja ulja ovih hibrida su nešto veće u odnosu na podatke u literaturi koji za hibrid NS-H-111 iznose 48,41%, a za hibrid Somborac 48,17% (Balalić i sar., 2008). Hibrid Velja karakteriše najveći uticaj mesta uzgoja na sadržaj ulja u semenu. Najmanji uticaj lokaliteta na vrednost ovog parametra uočen je kod hibrida Rimi, koji takođe ima i najniži sadržaj ulja u semenu od svih analiziranih hibrida, i to na svih sedam ispitivanih lokaliteta. Dobijene vrednosti sadržaja ulja u semenu hibrida Rimi, koje variraju u opsegu od 43,15 do 47,44% (u proseku 44,68%), predstavljaju

nešto veću vrednost u odnosu na podatke iz literature (Sotin i sar., 2007; Balalić i sar., 2008).

Na istom mestu uzgoja isti hibridi suncokreta tokom različitih godina mogu imati velike razlike u sadržaju ulja (De la Vega i Hall, 2002) što primer hibrida Bačvanin na lokalitetu Sombor i potvrđuje. Naime, analizirani hibrid Bačvanin na lokalitetu Sombor ima sadržaj ulja od 52,92%, dok su Sotin i sar. (2009) za ovaj hibrid na istom lokalitetu za 2008. godinu objavili rezultat od 44,03%. Hibrid Rimi na ispitivanom lokalitetu Sombor ima sadržaj ulja od 45,87%, dok podaci iz literature ukazuju na niže vrednosti u 2007. godini, koje iznose 40,05% (Sotin i sar., 2007). Slična je situacija i sa sadržajem ulja u semenu hibrida Olivka na ispitivanom lokalitetu Sombor (54,5%) u odnosu na literaturne podatke iz 2007. godine istog hibrida na istom lokalitetu (47,36%), odnosno sa ispitivanim hibridima NS-H-111 i Sremac na lokalitetu Subotica i ovim hibridima zasejanim tokom 2007. godine u opštini Subotica (Marinković i sar., 2009). Razlike u sadržaju ulja istih hibrida na različitim lokalitetima se objašnjavaju delovanjem faktora spoljašnje sredine, prevashodno količinom raspoložive vlage u zemljištu (Škorić, 1988; Krizmanović i sar., 1992; Marinković i sar., 2009) i različitim vremenskim uslovima (Marinković i sar., 2003; Hladni i sar., 2006; Dozet i sar., 2007; Marinković i sar., 2009). Unger i Thompson (1982) su konstatovali postojanje pozitivne korelacije između sadržaja ulja u semenu i temperature vazduha. Međutim, u literaturi se sreću i suprotna mišljenja. Miklič (2001), navodi da spoljni faktori nemaju veliki uticaj na sadržaj ulja u semenu hibrida, Marinković i sar. (2009) ističu da ne postoji zavisnost između srednjih mesečnih temperatura i sadržaja ulja u semenu, dok su Radić i sar. (2009) ustanovili značajan uticaj faktora spoljašnje sredine na sadržaj ulja u semenu hibrida suncokreta kako standardnog, tako i oleinskog tipa. Veliki uticaj na sadržaj ulja u semenu ima i poreklo samog materijala za setvu (Hladni i sar., 2006).

Relativan značaj uticaja lokaliteta na sadržaj ulja je relativno mali i iznosi 25,37%, dok relativan značaj uticaja hibrida na sadržaj ulja u semenu iznosi čak 65,04% (tabela 3).

**Tabela 3.** Relativan značaj uticaja lokaliteta i hibrida na sadržaj ulja u semenu i na masu 1000 zrna  
**Table 3.** Relative significance of effects of locations and hybrids on oil content in seed and 1000 kernel mass

	Sadržaj ulja u semenu	Masa 1000 zrna
R <sub>A</sub> (%)	25,37	26,49
R <sub>B</sub> (%)	65,04	43,03

Masa 1000 zrna, kao tehničko – tehnološka karakteristika semena, daje informacije o fiziološkom razvoju biljaka, a takođe je bitna i zbog utvrđivanja količine semena potrebne za sejanje, odnosno zbog pripreme za određenu gustinu setve. Postoji tesna veza između ovog parametra kvaliteta semena i dimenzija semena, a samim tim masa 1000 zrna ukazuje i na moguće probleme prilikom prerade. Promena u masi 1000 zrna povlači za sobom izmene oblika i dimenzija semena zbog čega je potrebno podešavati uređaje za čišćenje i ljuštenje. Masa 1000 zrna ukazuje i na kompaktnost semena. Ukoliko je veća masa 1000 zrna utoliko je seme kvalitetnije (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980).

Masa 1000 zrna analiziranih hibrida suncokreta gajenih na ispitivanim lokacijama prikazana je u tabeli 4, u proseku iznosi 49,19 g, i u skladu je sa podacima iz literature (Dimić i sar., 2003). Analizom je utvrđeno postojanje statistički značajne razlike u masi 1000 zrna u odnosu na lokalitet i u odnosu na hibrid ( $p < 0,01$ ) (tabela 4 i 5).

Na lokalitetu Zrenjanin ispitivane hibride karakteriše najveća vrednost mase 1000 zrna, koja varira u veoma širokom intervalu od 40,87 do 73,50 g, a koja je značajno veća nego na svim ostalim ispitivanim lokalitetima (<sup>A</sup>). Polovina od ispitivanog broja hibrida najveću masu 1000 zrna ima upravo na području Zrenjanin. Po vrednosti mase 1000 zrna potom slede lokaliteti: Zaječar, Subotica, Pančevo, R. Šančevi i Sombor (<sup>B</sup>), odnosno, lokaliteti: Subotica, Pančevo, R. Šančevi, Sombor i Kikinda (<sup>C</sup>). Područje Kikinde karakterišu hibridi najsitnijeg semena, i na ovom lokalitetu čak osam od deset ispitivanih hibrida ima najmanju masu 1000 zrna.

**Tabela 4.** Masa 1000 zrna suncokreta analiziranih hibrida gajenih na različitim lokalitetima  
**Table 4.** 1000 kernel mass of analysed sunflower hybrids grown at different locations

LOKALITET/ HIBRID	R.Šančevi* <sup>bc</sup>	Kikinda <sup>c</sup>	Subotica <sup>bc</sup>	Sombor <sup>bc</sup>	Zrenjanin <sup>a</sup>	Pančevo <sup>bc</sup>	Zaječar <sup>b</sup>
NS-H-111** <sup>bc</sup>	48,49	44,03	51,77	46,80	53,83	48,82	55,89
NS-H-45 <sup>B</sup>	49,05	45,99	62,29	47,08	55,85	46,90	56,55
Rimi <sup>BC</sup>	41,37	43,17	46,68	42,53	43,96	43,49	51,39
Bačvanin <sup>BC</sup>	43,87	41,47	44,26	43,78	52,15	44,12	48,36
Velja <sup>A</sup>	59,57	41,12	64,58	60,23	73,50	55,95	56,56
Krajišnik <sup>BC</sup>	40,09	41,28	50,02	39,22	40,87	47,33	53,32
Olivko <sup>C</sup>	47,41	38,10	43,91	38,90	45,19	43,24	45,50
Somborac <sup>BC</sup>	45,85	41,74	42,83	43,46	58,41	46,42	45,28
Sremac <sup>A</sup>	56,36	47,30	61,90	49,86	72,83	53,89	63,32
Šumadinac <sup>BC</sup>	50,92	43,21	54,52	43,73	59,04	43,57	49,27

Rezultati predstavljaju srednju vrednost 3 određivanja

\*Različita slova <sup>a, b, c, d</sup> označavaju statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) između ispitivanih lokaliteta

\*\* Različita slova <sup>A, B, C, D</sup> označavaju statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) između analiziranih hibrida

**Tabela 5.** Analiza varijanse dva faktora varijabiliteta mase 1000 zrna  
**Table 5.** Variance analysis of two variable factors of 1000 kernel mass

Suma kvadrata odstupanja	Broj stepeni slobode	Ocena varijanse	Odnos varijanse ( $F_0$ )	Tablična vrednost ( $F$ )
1	2	3	4	5
$S_A = 1202,587$	$r_1 = 7 - 1 = 6$	$V_A = 200,431$	$F_{0(A)} = 11,316$	$F_{(0,01;3;6;54)} = 3,156$
$S_B = 1939,308$	$r_2 = 10 - 1 = 9$	$V_B = 215,479$	$F_{0(B)} = 5,3437$	$F_{(0,01;9;54)} = 2,755$
$S_R = 997,4024$	$r_3 = (10-1)(7-1)$	$V_R = 18,47$	–	–
$S_T = 4139,297$	$r = 70 - 1 = 69$	–	–	–

Prema vrednosti mase 1000 zrna najbolji hibridi su Velja (41,12-73,50 g) i Sremac (47,30-72,83 g), među kojima nema značajnih razlika u masi 1000 zrna (<sup>a</sup>). Hibrid Velja ima najveću vrednost ovog pokazatelja na čak pet od sedam ispitanih lokaliteta. Hibrid Velja takođe karakteriše i najveći uticaj mesta uzgoja na masu 1000 zrna. Značajno manju vrednost mase 1000 zrna od hibrida Velja i Sremac imaju hibridi: NS-H-45, NS-H-111, Šumadinac, Somborac, Bačvanin, Rimi, Krajišnik (<sup>bc</sup>). Hibrid Olivko karakteriše najmanja vrednost mase 1000 zrna (38,10-47,41 g), kao i najmanji uticaj lokaliteta na masu 1000 zrna.

Relativni značaj uticaja hibrida na masu 1000 zrna ima 1,62 puta veću vrednost od vrednosti uticaja lokaliteta na masu 1000 zrna, koja iznosi 26,49%.

Alvarez i sar. (1992), kao i Marinković i sar. (1994) su utvrdili postojanje visoko značajne korelacije između sadržaja ulja i mase 1000 zrna, što koeficijent korelacije dobijen u ovom istraživanju ( $r=0,40$ ) opovrgava. Hladni i sar. (2007) su utvrdili negativnu, visoku značajnu međuzavisnost između

sadržaja ulja u semenu i mase 1000 zrna, koja iznosi -0,849, dok Dušanić i sar. (2004) ukazuju na pozitivnu i vrlo jaku međuzavisnost mase 1000 zrna sa prinosa semena po biljci ( $r=0,805$ ).

## ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanja, uočeno je da se domaći hibridi suncokreta gajeni na različitim lokalitetima, međusobno veoma razlikuju u vrednosti ispitivanih parametara.

Ustanovljeno je da lokalitet ima 2,56 puta manji relativni značaj uticaja na sadržaj ulja u semenu u odnosu na uticaj samog hibrida, a 1,62 puta manji uticaj na masu 1000 zrna u odnosu na uticaj hibrida.

Utvrđeno je da je sadržaj ulja najveći u semenu hibrida Krajišnik, Olivko i Bačvanin i to na lokalitetu Pančevo.

Vrednost mase 1000 zrna analiziranih hibrida na ispitivanim lokalitetima se kreće u širokom intervalu, od 43 do 57 g, i zaključeno je da je u pogledu mase 1000 zrna najbolje gajiti hibride Velja i Sremac na lokalitetu Zrenjanin.

## LITERATURA

1. Alvarez, D., P. Ludueña, E. Frutos (1992). Correlation and causation among sunflower traits, Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, 957-962, Pisa, Italy, 7-11 September.
2. Balalić, I., J. Crnobarac, N. Dušanić (2007). Ocena interakcije hibrida i rokova setve za prinos ulja suncokreta, 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 63-68, Herceg Novi.
3. Balalić, I., V. Miklič, S. Jocić, J. Crnobarac (2008). Interakcija hibrida i lokaliteta za sadržaj i prinos ulja suncokreta, *Uljarstvo*, 39: (1-2) 3-10.
4. Balalić, I., J. Crnobarac, N. Dušanić (2009). Efekat rokova setve na sadržaj i prinos ulja kod suncokreta, 47. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 49-51, Herceg Novi.
5. De la Vega, A. J., A. J. Hall (2002). Effects of planting date, genotype and their interactions on sunflower yield, I. Determinants of oil-corrected grain yield, *Crop Science*, 42: 1191-1201.
6. Dimić, E., D. Škorić, R. Romanić, S. Jocić (2003). Kvalitet i tehničko – tehnološke karakteristike semena oleinskog suncokreta, *Uljarstvo*, 34: (1-2) 45-50.
7. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad.
8. Dozet, G., J. Crnobarac, S. Balešević-Tubić, V. Đukić (2007). Uticaj međurednog razmaka na sadržaj ulja u zrnu soje u uslovima navodnjavanja, 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 83-87, Herceg Novi.
9. Dušanić, N., V. Miklič, J. Joksimović, J. Atlagić (2004). Path coefficient analysis of some yield components of sunflower, Proc. of 16th Inter. Sunf. Conf., Fargo, North Dakota, USA, II, 531-537.
10. Hadživuković, S. (1991). Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima, Poljoprivredni fakultet - Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Novi Sad, pp. 154-160.
11. Hladni, N., D. Škorić, M. Kraljević-Balalić (2006). Korišćenje divljih vrsta roda *Helianthus* za poboljšanje mnogih svojstava suncokreta, IV Međunarodna EKO-Konferencija, Novi Sad, 209-214.
12. Hladni, N., V. Miklič, D. Škorić, M. Kraljević-Balalić (2007). Međuzavisnost morfo – fizioloških osobina i sadržaja ulja u semenu kod suncokreta, 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 33-38, Herceg Novi.
13. Hladni, N., S. Jocić, V. Miklič, N. Dušanić, D. Saftić-Panković, I. Radeka, N. Lečić (2009). Ocena vrednosti novih konzumnih hibrida suncokreta, 50. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 57-61, Herceg Novi.
14. Karlović, D., N. Andrić (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
15. Krizmanić, M., V. Jukić, M. Bilandžić, M. Vratarić (1992). Značaj oplemenjivanja nekih kvantitativnih svojstava suncokreta i njihov utjecaj na urod ulja po hektaru, *Sjemenarstvo, Zagreb* (4-5) 241-252.
16. Marinković, R., D. Škorić, N. Nenadić, D. Jovanović, V. Miklič, J. Joksimović, D. Stanojević, S. Nedeljković (1994). Uticaj položaja semena u glavi na prinos i neke komponente prinosa semena kod suncokreta (*H. annuus L.*), Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 22: 379-389.
17. Marinković, R., B. Dozet, D. Vasić (2003). Oplemenjivanje suncokreta, Monografija, Školska knjiga, Novi Sad.
18. Marinković, R., B. Marinković, A. Marjanović-Jeromela, I. Radeka, N. Lečić, I. Balalić (2009). Zemljišni uslovi u funkciji sadržaja ulja kod suncokreta (*H. annuus L.*), 50. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 39-44, Herceg Novi.
19. Miklič, V. (2001). Uticaj momenta desikacije na semenski kvalitet i prinos suncokreta, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
20. Miklič, V., J. Crnobarac, S. Jocić (2007). Perspektive suncokreta (*Helianthus annuus*) kao uljane kulture, 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 45-51, Herceg Novi.
21. Oštrić-Matijašević, B., J. Turkulov (1980). Tehnologija ulja i masti, I deo, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
22. Radić, V., A. Marjanović-Jeromela, J. Mrđa, N. Lačok, M. Vujaković, Z. Sakač, V. Miklič (2009). Međuzavisnost sadržaja ulja i proteina u semenu suncokreta (*H. annuus L.*), 50. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 51-56, Herceg Novi.
23. Sotin, M., S. Krstić, S. Milenko (2007). Rezultat oglada suncokreta u reonu Sombora, 48.

- Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 53-56, Herceg Novi.
24. Sotin, M., S. Krstić, S. Milenko (2009). Rezultat ogleđa suncokreta u 2008. godini u reonu Sombora, 50. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 75-78, Herceg Novi.
25. Stojković, M. (2001). Statistika, Ekonomski fakultet, Subotica.
26. Škorić, D. (1988). Sunflower breeding, Uljarstvo, 25: (1) 1-90.
27. Škorić, D., R. Marinković (1990). Stanje u oplemenjivanju i aktuelna problematika u proizvodnji suncokreta, Zbornik radova sa savetovanja o unapređenju uljarstva Jugoslavije, pp 1-15, Herceg Novi.
28. Škorić, D., M. Mihaljčević, S. Jocić, R. Marinković, B. Dozet, J. Atlagić, N. Hladni (1996).
29. Najnovija dostignuća u oplemenjivanju suncokreta, 37. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 18-25, Budva.
30. Škorić, D., S. Jocić, I. Molnar (2000). General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower, Proceedings, 15th International Sunflower Conference, Toulouse, France, pp. E23-E29.
31. Škorić, D., J. Joksimović, S. Jocić, D. Jovanović, R. Marinković, N. Hladni, S. Gvozdrenović (2005). Ocena vrednosti produktivnih svojstava NS-hibrida suncokreta, Zbornik radova Naučnog Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 41: 21-33.
32. Unger, P. W., T. E. Thompson (1982). Planting date effects on sunflower head and seed development, Agronomy J., 74: 389-395.



## NUTRITIVNE KARAKTERISTIKE HLADNO PRESOVANOG ULJA SEMENA ULJANE TIKVE

*Biljana B. Rabrenović, Etelka B. Dimić*

*Ispitivan je sastav i sadržaj pojedinih bioaktivnih komponenti u hladno presovanom ulju poreklom iz 10 uzoraka semena samooplodnih sorti i F1 hibrida uljanih tikvi koje uspevaju na našem podneblju. Određen je sastav i sadržaj masnih kiselina, sadržaj tokoferola, sterola i skvalena. Dobijeni rezultati ukazuju na veoma kvalitetno ulje s obzirom na visok sadržaj mononezasićenih masnih kiselina (od  $37,1 \pm 0,70$  do  $43,9 \pm 0,78$  %), tokoferola ( $38,03 \pm 0,30$  -  $64,11 \pm 0,07$  mg/100g), sterola ( $639,21$  -  $897,79$  mg/100g) i skvalena ( $548,80 \pm 14,6$  -  $788,30 \pm 15,1$  mg/100g).*

*Ključne reči: hladno presovanje, tikvino ulje, masne kiseline, tokoferoli, steroli, skvalen.*

## NUTRITIVE CHARACTERISTICS OF COLD-PRESSED PUMPKIN SEED OIL

*The composition and content of several bioactive components of cold pressed oils, obtained from 10 samples of self-fertile sorts and F1 hybrids of oil pumpkins which grow in our region. The composition and content of fatty acids, content of tocopherol, sterols and squalenes were determined. The obtained results show that the pumpkin seed oil is of high quality regarding the high content of monounsaturated fatty acids ( $37,1 \pm 0,70$  to  $43,9 \pm 0,78$  %), tocopherols ( $38,03 \pm 0,30$  -  $64,11 \pm 0,07$  mg/100g), sterols ( $39,21$  -  $897,79$  mg/100g) and squalens ( $548,80 \pm 14,6$  -  $788,30 \pm 15,1$  mg/100g).*

*Key words: cold pressing, pumpkin oil, fatty acids, tocopherols, sterols, squalen*

### UVOD

Evidentno je da je proizvodnja semena uljane tikve, kao i proizvodnja i potrošnja tikvinog ulja poslednjih godina u stalnom porastu (1, 2). Hladno presovano ulje od semena tikve je relativno nov proizvod na našem tržištu. Naime, krajem devedesetih godina prošlog veka započeto je osnivanje lanca mini uljara za proizvodnju hladno ceđenih ulja. Većina ovih pogona za preradu semena raznih uljarica koristi pužne prese manjeg kapaciteta (6-40 kg/h). Hladno presovano tikvino ulje u ovom slučaju se proizvodi direktnim presovanjem sirovog-osušenog semena, najčešće tikve golice, kontinualnim pužnim presama. Pri proizvodnji hladno presovanih ulja temperatura ulja koje napušta presu je izuzetno bitna. U toku presovanja, usled trenja, oslobađa se toplota. Međutim, moderna konstrukcija puža omogućava smanjenje oslobađanja energije po jedinici sirovine koja prođe kroz presu, što za posledicu ima manji porast temperature i njenu bolju kontrolu tokom presovanja. Prema literaturnim podacima temperatura izlaznog ulja pri presovanju semena uljarica, u

cilju proizvodnje hladno presovanih ulja, ne bi smela da bude viša od  $50^{\circ}\text{C}$  (1). Upravo ovakav način dobijanja omogućava da dobijeno ulje bude znatno bogatije bio-aktivnim komponentama kao što su: vitamini, provitamini, steroli, fosfolipidi, skvalen i dr., koji su, zajedno sa pojedinim masnim kiselinama, osnovni činioci nutritivne vrednosti tikvinog ulja. Takođe, dokazan je pozitivan uticaj ovih komponenti na zdravlje ljudi jer deluju antiinflamatorno, diuretski, ublažavaju negativne simptome pri benignoj hiperplaziji prostate, utiču na snižavanje holesterola u krvi, vezuju slobodne radikale i dr. (3, 4, 5, 6).

Dosadašnja istraživanja su uglavnom bila fokusirana na sastav i sadržaj masnih kiselina i sadržaj tokoferola u tikvinom ulju kao i njihov pozitivan zdravstveni efekat, ali vrlo malo podataka u literaturi se odnose na sadržaj sterola u tikvinom ulju.

Poznato je da steroli mogu da utiču na smanjenje ukupnog i LDL holesterola u krvi, smanjuju rizik od pojave nekih vrsta kancera i pomažu u lečenju bolesti prostate. Ulje semena uljane tikve je specifično i po tome što su u njemu dominantni  $\Delta 7$  steroli za razliku od većine biljnih ulja gde su dominantni  $\Delta 5$  steroli (7, 8, 9).

Skvalen, koji se u najvećem procentu nalazi u ulju poreklom iz ajkuline jetre, prisutan je u značajnim

Biljana B. Rabrenović, Poljoprivredni fakultet,  
Univerzitet u Beogradu, Nemanjina 6, Zemun, e-mail: biljanar@agrif.  
bg.ac.rs  
Etelka B. Dimić, Tehnološki fakultet,  
Univerzitet u Novom Sadu, Bul. cara Lazara 1, Novi Sad

količinama i u maslinovom ulju i upravo je on indikovao kao komponenta koja ima preventivnu ulogu kada su u pitanju neke vrste kancera (10, 11).

Cilj ovih istraživanja je bio da da doprinos podacima koji se odnose na sastav i sadržaj masnih kiselina, sadržaj tokoferola, sterola i skvalena u hladno presovanom ulju semena uljane tikve, kojih nema dovoljno u literaturi ili ih nema uopšte, posebno kada je u pitanju sadržaj sterola i skvalena.

## MATERIJAL

Za izdvajanje ulja postupkom hladnog presovanja korišćeno je 10 uzoraka semena uljane tikve od kojih su 7 bile uljane tikve golice, a 3 uzorka su bile uljane tikve sa ljuskom. Osam uzoraka je nabavljeno iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo (Novi Sad, Srbija), Saatucht Gleisdorf GmbH (Gleisdorf, Austria) i DUDU Bt (Debrecen, Mađarska), a dva komercijalna uzorka su nabavljena slučajnim izborom na tržištu.

Svi uzorci semena uljane tikve golice su bili celog jezgra, bez vidljivih oštećenja i osušeni do skladišne vlage. Seme je čuvano u zatvorenim plastičnim kesama pri temperaturi od 4° C, u mraku, do momenta ispitivanja i izdvajanja ulja. Uzorci semena sa ljuskom su ručno očišćeni od ljuske (semenjače) neposredno pre ispitivanja. U tabeli 1 je data karakterizacija uzoraka semena uljane tikve.

**Tabela 1.** Karakterizacija uzoraka semena tikve

**Table 1.** Oil pumpkin seed samples

Naziv-oznaka uzorka	Sorta/hibrid	Vrsta semena	Poreklo
Olinka	slobodnooplodna sorta	golica	Novi Sad
SB	slobodnooplodna sorta	golica	Novi Sad
F1 OlinkaxG	F1 hibrid	golica	Novi Sad
F1 Olinka x371B2	F1 hibrid	golica	Novi Sad
Gleisdorfer express	F1 hibrid	golica	Austrija
Gleisdorfer diamant	F1 hibrid	golica	Austrija
K2	komercijalni uzorak	golica	tržište
Ljuska	slobodnooplodna sorta	ljuska	Novi Sad
Daki 802	slobodnooplodna sorta	ljuska	Mađarska
K1	Komercijalni uzorak	ljuska	tržište

## METODE ISPITIVANJA

### Izdvajanje ulja iz semena postupkom hladnog presovanja

Za izdvajanje ulja iz uzoraka semena tikve primenjen je postupak hladnog presovanja. Presovanje je tehnološki postupak u toku kojeg se iz pripremljenog semena izdvaja (cedi) ulje isključivo mehaničkim putem, primenom pritiska. Hladno presovanje se izvodi direktnim presovanjem sirovog-osušenog semena na kontinualnim pužnim presama. U ovom radu korišćena je pužna presa kompanije „Kern Kraft“ (Nemačka) kapaciteta 40 kg semena na sat i snage 4,0 kW, namenjena za ceđenje semena repice, suncokreta, soje, lana, tikve, konoplje, grožđa, šipurka, susama, kikirikija i drugih sirovina.

S obzirom na to da tehnologija hladno presovanih ulja isključuje primenu toplotne obrade u fazi pripreme materijala, na početku presovanja kod pužnih presa mogu se pojaviti određene poteškoće. Kako bi se to izbeglo i povećala efikasnost presovanja, glava prese je pre početka presovanja zagrevana na temperaturu između 80 i 100° C. U tu svrhu korišćen je specijalni grejač u obliku manžete koji se stavlja na glavu prese, a povezan je sa uređajem za automatsko regulisanje i održavanje temperature.

Izdvojeno ulje je, nakon 24 h sedimentacije, dekantiranjem odvojeno od taloga i do momenta analize čuvano u tamno-zelenoj staklenoj ambalaži koja je bila zatvorena metalnim navojnim zatvaračem. Boce su čuvane u frižideru pri temperaturi od 4° C.

### Sastav masnih kiselina

Masne kiseline tikvinog ulja prevedene su u metil-estre postupkom transmetilacije. Zatim su metil-estri podvrgnuti gasno-hromatografskoj analizi radi identifikacije pojedinačnih masnih kiselina i određivanja njihovog relativnog odnosa.

#### a) Dobijanje metil-estara masnih kiselina

Priprema metil-estara masnih kiselina postupkom transmetilacije može se vršiti u neutralnim uzorcima masti i ulja čiji je kiselinski broj manji od 2 mgKOH/g. Princip metode je transesterifikacija triacilglice-rola metanolnim rastvorom KOH. Postupak je izveden u skladu sa metodom ISO 5509:1978. Heksanski rastvor metil-estara masnih kiselina (test rastvor) korišćen je dalje u gasno-hromatografskoj analizi.



b) Gasno-hromatografska analiza metil-estara masnih kiselina

Ispitivanje sastava masnih kiselina vršeno je na aparatu Varian, model 1400, sa plameno jonizujućim detektorom. Korišćene su metalne kolone dimenzija 300 x 0,32 cm. Uslovi određivanja bili su sledeći:

Stacionarna faza:	LAC-3R-728 (20%)
Nosač stacionarne faze	Chromosorb W/AW, 80 -100 mesha
Mobilna faza:	azot, protok 24 ml/min
Temperatura kolone:	180° C
Temperatura detektora:	200° C
Temperatura injektorskog bloka:	200° C

Kao referentni rastvor korišćena je smeša metil-estara miristinske, palmitinske i stearinske kiseline. U gasni-hromatograf je injektirano po 1 µl referentnog rastvora i test rastvora. Na osnovu podataka dobijenih hromatografijom referentnog rastvora izračunat je broj teorijskih polja i efikasnost razdvajanja kolone. Broj teoretskih polja je bio 3457, a efikasnost razdvajanja 1,27 (izračunata na osnovu rastojanja između pikova metil-stearata i metil-oleata). Prema zahtevima ISO 5508:1978 najmanji broj teoretskih polja za određivanje masnih kiselina na pakovanim kolonama je 2000, a minimalna efikasnost razdvajanja 1,25.

Identifikacija masnih kiselina test rastvora vršena je upoređivanjem sa retencionim vremenom metil-estara referentnog rastvora. Količina masnih kiselina je izračunata kao procenat pojedinačnih masnih kiselina u ukupnim masnim kiselinama prema formuli:

$$A/S \times 100$$

gde je

A = površina maksimuma pika pojedinih masnih kiselina,

S = suma površina svih pikova prisutnih na hromatogramu masnih kiselina test rastvora.

### Sadržaj tokoferola

Sadržaj tokoferola određen je HPLC metodom. Uzorci su pripremani na sledeći način: u odmerenu zapreminu uzorka ulja (0,5 ml) dodavano je 20 ml 95 %-nog etanola i 3 ml vodenog rastvora KOH. Ovako pripremljen rastvor zagrevan je 30 min na  $t = 60^{\circ}$  C uz povratni hladnjak i mešanje. Kada je saponifikacija bila završena, rastvor je ohlađen i prenesen u normalan sud od 50 ml, koji je dopunjen do crte 95

%-nim etanolom. Alikvot je odmeravan u epruvetu sa šlifovanim zatvaračem i dodavane su jednake zapremine heksana i vode. Sve je promešano na vibracionom mešaču u trajanju od 3 min. Heksanski sloj je zatim odvojen i uz dodatak 0,5 ml  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  promešan još 30 s na vibracionom mešaču. Odmerena zapremina heksanskog rastvora uparavana je do suva u struji azota i nakon toga rekonstituisana u metanolu. Posle filtriranja kroz membranski špric-filter, 10 µl ovog rastvor injektirano je u HPLC sistem. Razdvajanje je izvedeno na HPLC sistemu Waters M600E, izokratsko eluiranje, uz Rheodyne 7125 injektor, na analitičkoj koloni Nucleosil 50-5 C18. Spektrofotometrijska detekcija analita je izvedena na fluoroscentnom detektoru RF/535 (Shimadzu, Japan) na talasnim dužinama 295 nm za ekscitaciju i 330 nm za emisiju. Na isti način pripremani su i radni rastvori standardnih supstanci (Sigma Co, St. Louis, MO, USA). Određivanje sadržaja tokoferola vršeno je metodom standardne krive, nakon validacije metode.

### Sadržaj sterola

Sadržaj sterola odeden je metodom koju je opisao Verleyen (12). Odmeravano je po 4,5 g uzorka ulja i dodavano je 7,5 ml rastvora internog standarda (0,15% rastvor holesterola u metilen hloridu). Zatim je metilen hlorid uparavan do suva na rotacionom vakuum uparivaču pri  $4^{\circ}$  C.

U uparene uzorke dodavano je 20 ml 6M NaOH i 30 ml etil alkohola (u kome je bilo 5% etra). Saponifikacija je obavljena na vodenom kupatilu pri temperaturi između  $85$  i  $90^{\circ}$  C u trajanju od 90 minuta. Nakon saponifikacije dodavano je 30 ml destilovane vode i nesaponifikovani deo je prvo ekstrahovan sa 45 ml petrol etra uz snažno mućkanje, a potom sa 45 ml dietiletra. Ovi ekstrakti su bili spojeni i potom ispirani dva puta sa po 20 ml 0,5M KOH i 2-3 puta sa po 20 ml 5% NaCl do neutralne reakcije koja se proverava lakmus papirom. Zatim je ekstrakt osušen dodavanjem  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , filtriran kroz filter hartiju, a potom uparavan na rotacionom vakuum uparivaču pri  $40^{\circ}$  C. Dobijenom ekstraktu je dodavana smeša 1,5 ml suvog piridina, 0,2 ml heksametilidisilazana i 0,1 ml trimetilsilana. Derivatizovan uzorak je potom bio prebačen u vial i spreman za analizu koja je morala biti obavljena u narednih 6 sati. Svaki uzorak je injektiran po tri puta.

GC i GC/MS analiza je obavljena na Agilent 7890A GC uređaju sa 5975C, XL EI/CI MSD i FID detektorom. Korišćena je HP-5MS (30m x 0,25mm x 0,25µm) kapilarna kolona.

## Sadržaj skvalena

Sadržaj skvalena je određen iz neosapunjive frakcije tikvinog ulja pripremljene prema metodi za određivanje sterola koju je dao Verleyen (12). Ukratko, saponifikacija je obavljena natrijum hidroksidom rastvorenim u etil alkoholu na zagrejanom vodenom kupatilu u trajanju od 90 min.

Nakon toga je dodavana voda i nesaponifikovani deo je ekstrahovan petrol etrom, a zatim dietiletom uz snažno mućkanje. Sakupljeni ekstrakt je potom ispiran kalijum hidroksidom, a zatim natrijum hloridom do neutralne reakcije. Nakon sušenja pomoću natrijum sulfata i uparavanja na rotacionom vakuum uparivaču pri 40° C, urađena je derivatizacija piriidinom, heksametilidisilazanom i trimetilsilanom. Ovako pripremljen uzorak analiziran je na Agilent 7890A GC uređaju sa 5975C, XL EI/CI MSD i FID detektorom. Korišćena je HP-5MS (30m x 0,25mm x 0,25µm) kapilarna kolona.

Za identifikaciju skvalena korišćen je standard skvalena, a kao interni standard za identifikaciju  $\alpha$ -holestanol (5 $\alpha$ -kolestan-3 $\beta$ -ol).

## REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 2 prikazan je sadržaj i sastav masnih kiselina ispitivanih uzoraka tikvinog ulja. Prema sastavu masnih kiselina ulje semena uljane tikve pripada grupi ulja oleinsko-linolnog tipa. Kao što se vidi iz tabele 2 sadržaj ove dve dominantne masne kiseline se kreće od 37,1±0,11 do 43,9±0,04% za oleinsku i 30,8±0,09 do 44,5±0,015% za linolnu masnu kiselinu. Značajne po sadržaju su i dve zasićene masne kiseline, palmitinska (11,18 – 15,60%) i stearinska (5,11 – 9,32%). U tragovima su identifikovane mirisinska (C14:0), palmitooleinska (C16:1), linolenska (C18:3), arahinska (C20:0) i behenska (C22:0).

**Tabela 2.** Sastav i sadržaj masnih kiselina hladno presovanog ulja semena uljane tikve  
**Table 2.** Composition and content of fatty acids of cold pressed pumpkin seed oil

Masna kiselina (% mas.)	Ulje semena uljane tikve golice							Ulje semena uljane tikve sa ljuskom		
	Olinka	SB	F1 Olinka x G	F1 Olinka x 371B	Gleisdorfer Express	Gleisdorfer Diamant	K2	Olivija	DAKI 802	K1
C14:0	nd	0,1±0,03	0,2±0,04	nd	0,2±0,03	0,2±0,00	nd	nd	nd	nd
C16:0	12,9±0,09 <sup>a</sup>	11,6±0,06 <sup>b</sup>	11,8±0,09 <sup>b</sup>	11,4±0,02 <sup>c</sup>	11,5±0,11 <sup>db</sup>	15,3±0,30 <sup>c</sup>	13,3±0,09 <sup>fa</sup>	11,9±0,12 <sup>g</sup>	15,5±0,10 <sup>h</sup>	11,2±0,02 <sup>af</sup>
C16:1	nd	nd	nd	0,2±0,11	nd	0,2±0,13	nd	nd	nd	nd
C18:0	6,2±0,05 <sup>a</sup>	5,1±0,01 <sup>a</sup>	6,2±0,03 <sup>b</sup>	6,1±0,09 <sup>c</sup>	6,2±0,09 <sup>db</sup>	9,3±0,02 <sup>c</sup>	5,6±0,06 <sup>f</sup>	6,5±0,10 <sup>g</sup>	5,3±0,08 <sup>h</sup>	5,2±0,08 <sup>b</sup>
C18:1	43,9±0,04 <sup>a</sup>	42,9±0,02 <sup>b</sup>	40,7±0,06 <sup>c</sup>	41,7±0,01 <sup>d</sup>	37,5±0,08 <sup>e</sup>	43,5±0,03 <sup>f</sup>	43,6±0,11 <sup>g</sup>	42,3±0,05 <sup>hg</sup>	37,1±0,109 <sup>i</sup>	39,2±0,10 <sup>j</sup>
C18:2	36,7±0,06 <sup>a</sup>	40,2±0,20 <sup>b</sup>	40,8±0,07 <sup>c</sup>	40,3±0,31 <sup>d</sup>	44,3±0,04 <sup>e</sup>	30,8±0,09 <sup>f</sup>	37,3±0,01 <sup>g</sup>	39,0±0,12 <sup>h</sup>	41,7±0,17 <sup>ic</sup>	44,5±0,15 <sup>j</sup>
C18:3	0,1±0,12 <sup>a</sup>	0,1±0,21 <sup>a</sup>	0,2±0,19 <sup>b</sup>	0,3±0,21 <sup>c</sup>	0,2±0,29 <sup>dc</sup>	0,1±0,10 <sup>ea</sup>	0,3±0,19 <sup>fc</sup>	0,2±0,18 <sup>gb</sup>	0,1±0,16 <sup>ha</sup>	0,2±0,22 <sup>bc</sup>
C20:0	nd	nd	nd	nd	nd	0,2±0,12	nd	0,1±0,00	nd	nd
C22:0	nd	nd	nd	0,4±0,17	0,1±0,00	0,5±0,15	nd	nd	0,3±0,00	nd
SFA	19,1±0,14	16,8±0,10	18,2±0,16	17,9±0,28	18,0±0,23	25,5±0,59	18,9±0,15	18,5±0,22	21,1±0,18	16,4±0,10
MUFA	43,9±0,78	42,9±0,67	40,7±0,66	41,9±0,78	37,5±0,55	43,7±0,71	43,6±0,69	42,3±0,70	37,1±0,70	39,2±0,69
PUFA	36,8±0,79	40,3±0,88	41,0±0,79	40,6±0,66	44,5±0,59	30,9±0,60	37,6±0,88	39,2±0,69	41,8±0,70	44,7±0,78

SFA – ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina

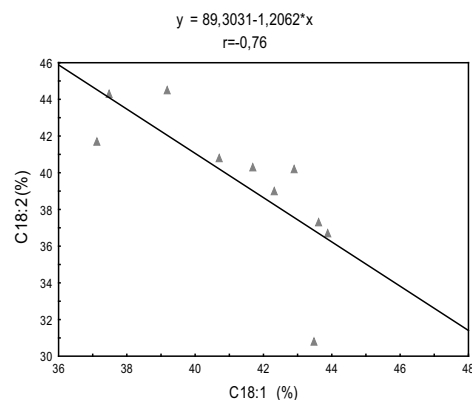
\*različite superscript oznake u koloni označavaju statistički značajne razlike pri  $p < 0,5$

MUFA - ukupan sadržaj mononezasićenih masnih kiselina

PUFA - ukupan sadržaj polinezasićenih masnih kiselina

U literaturi se navode slični podaci za procentualni udeo pojedinih masnih kiselina (2,13,14,15,16,17).

Poreklo hibrida je imalo uticaja na sadržaj pojedinih masnih kiselina. Kod većine uzoraka ulja dobijenih iz semena uljane tikve golice dominantna je oleinska masna kiselina. Relativan sadržaj oleinske masne kiseline je u negativnoj korelaciji sa relativnim sadržajem linolne masne kiseline ( $r = -0,76$ , slika 1), koja je dominantna kod većine uzoraka ulja poreklom iz semena uljane tikve sa ljuskom.



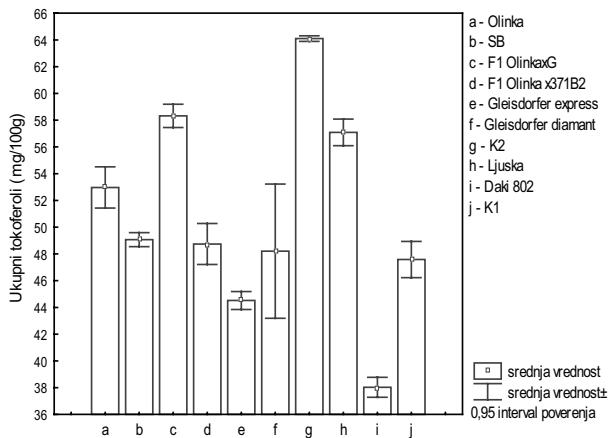
**Slika 1.** Linearna zavisnost sadržaja oleinske i linolne masne kiseline ( $r = -0,76$ )

**Figure 1.** Linear dependence of oleic and linoleic fatty acid content ( $r = -0,76$ )

Sa stanovišta nutritivne vrednosti ulja i prevencije koronarnih obolenja poželjan je viši sadržaj mononezasićenih masnih kiselina, što je i bilo karakteristično za 60% ispitivanih uzoraka.

Tokoferoli su veoma važne negliceridne komponente biljnih ulja i ukupan sadržaj ovih prirodnih antioksidanasa, kao i prisustvo njihovih određenih izomera, zavisi od mnogo činilaca (sortnih karakteristika semena, vrste ulja, klimatskih uslova, postupka izdvajanja ulja, metode određivanja tokoferola itd.) (18,19).

Na slici 2 grafički je prikazan sadržaj ukupnih tokoferola u ispitanim uzorcima tikvinog ulja.



**Slika 2.** Ukupan sadržaj tokoferola u ispitivanom tikvinom ulju

**Figure 2.** Total tocopherol content in the investigated pumpkin seed oil samples

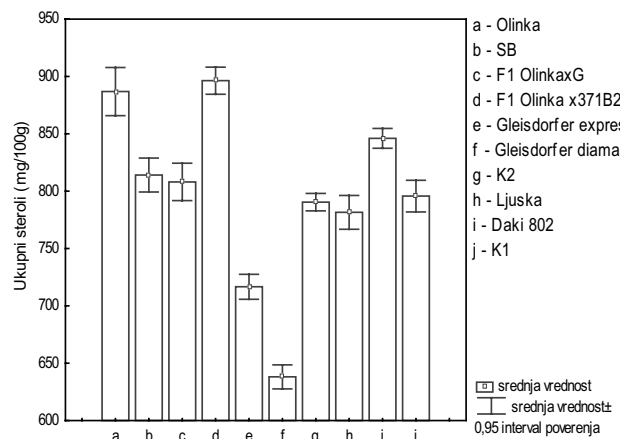
Kao što se vidi sa slike 2 ukupan sadržaj tokoferola u ispitivanim uljima se kreće od  $38,03 \pm 0,30$  do  $64,11 \pm 0,07$  mg/100g. Najviši sadržaj ukupnih tokoferola je određen u uzorku ulja koje je dobijeno iz komercijalnog semena uljane tikve golice, 'K2', ( $64,11 \pm 0,07$  mg/100g), dok je najniži sadržaj detektovan u ulju poreklom iz semena uljane tikve sa ljuskom, 'Daki 802', ( $38,03 \pm 0,30$  mg/100g). Statistički značajne razlike u ukupnom sadržaju između uzoraka poreklom iz golosemenih i sorti sa ljuskom, nisu nađene.

U literaturi se većina podataka vezana za sadržaj tokoferola odnosi na tikvino ulje dobijeno postupkom za devičanska ulja, što podrazumeva fazu termičke obrade semena neposredno pre presovanja pri temperaturi od  $100 - 130^{\circ} C$  u trajanju od 60 minuta. U toku faze pečenja, prema saznanjima Murkovića i sar. (20) u prvih 40 minuta sadržaj tokoferola opada, da bi nakon toga porastao i iznad početnih vrednosti, naročito kada je u pitanju  $\alpha$ -tokoferol. Nakić i sar. (7) navode ukupan sadržaj tokoferola u devičanskom tikvinom ulju od 454 – 652 mg/kg, dok Parry i sar.

navode vrednost od 625,6  $\mu$ mol/kg devičanskog tikvinog ulja.

Ukoliko se uporede rezultati dobijeni u ovim istraživanjima sa sadržajem tokoferola u uljima poreklom iz drugih sirovina, kao na primer sa uljem iz jezgra oraha, gde se sadržaj ukupnih tokoferola kod pet različitih sorti kretao od 28,4 do 37,6 mg/100g ulja (21) ili sa uljem iz jezgra pistača, badema, lešnika, oraha i kikirikija gde se sadržaj redom kretao, 530, 250, 455, 249 i 48 mg/kg ulja, kako navode Arranz i sar. (22), može se reći da ulje poreklom iz semena uljane tikve odlikuje visok sadržaj ukupnih tokoferola.

Kod ispitivanih uzoraka hladno presovanog tikvinog ulja ukupan sadržaj sterola (slika 3) je znatno viši u poređenju sa vrednostima koje se u literaturi navode za devičanska tikvina ulja i kreće se od 639,21 do 897,79 mg/100g ulja. Najviši sadržaj je određen kod uzoraka ulja poreklom iz semena uljanih tikvi golica, 'Olinka' ( $893,38 \pm 16,1$  mg/100g) i 'F1 Olinka x 371B' ( $897,79 \pm 6,8$  mg/100g), a najniži kod uzorka ulja poreklom iz semena austrijskog F1 hibrida tikve golice, 'Gleisdorfer Diamant' ( $639,21 \pm 5,7$  mg/100g). Sadržaj sterola kod uzoraka ulja poreklom iz semena uljanih tikvi sa ljuskom je bio prilično ujednačen i kretao se od  $776,60 \pm 11,5$  do  $843,55 \pm 9,4$  mg/100g.



**Slika 3.** Ukupan sadržaj sterola u ispitivanom tikvinom ulju

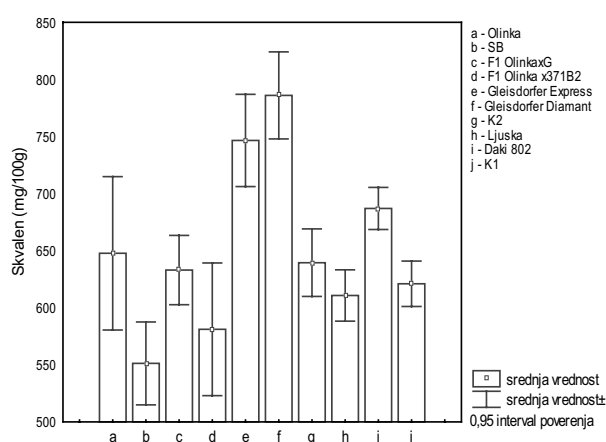
**Figure 3.** Total sterol content in the investigated pumpkin seed oil samples

U literaturi ne postoje podaci o sadržaju sterola u hladno presovanom tikvinom ulju, kao ni njihov sastav, tako da postojeći rezultati se mogu uporediti samo sa rezultatima za devičanska tikvina ulja ili eventualno druga hladno presovana ulja. Prema Murkoviću i sar. (20) prosečan sadržaj sterola u devičanskim tikvinim uljima se kretao od 3,5 do 4,0

mg/g ulja, odnosno 2.931-3.852 mg/kg ulja kako navode Nakić i sar. (7).

Po ukupnom sadržaju sterola, hladno presovano tikvino ulje je mnogo sličnije hladno presovanom ulju repice, gde se ukupan sadržaj sterola kretao od 547,9 – 845,0 mg/100g ulja (23) ili susamovom ulju, 865 mg/100g, i ulju kukuruzne klice, 968 mg/100g (24). Ovako visok sadržaj sterola u ispitivanim uzorcima može da se dovede u vezu sa sortom, klimatskim uslovima, ali pre svega sa postupkom izdvajanja ulja iz semena i metodom koja je primenjena za izdvajanje sterola iz ulja (25).

Na slici 4 prikazan je ukupan sadržaj skvalena u ispitivanim uzorcima hladno presovanog tikvinog ulja.



**Slika 4.** Ukupan sadržaj skvalena u ispitivanom tikvino ulju

**Figure 4.** Total squalene content in the investigated pumpkin seed oil samples

Sadržaj skvalena u ispitivanim uzorcima je relativno ujednačen i kreće se od  $548,80 \pm 14,6$  do  $788,30 \pm 15,1$  mg/100g ulja. Nešto viši sadržaj skvalena u odnosu na ostale uzorke imali su uzorci ulja poreklom iz austrijskih golosemenih F1 hibrida, 'Gleisdorfer Express' i 'Gleisdorfer Diamant',  $747,00 \pm 16,3$  i  $788,30 \pm 15,1$  mg/100g ulja, što ukazuje da je poreklo semena uticalo na sadržaj ove negliceridne komponente.

Dobijene vrednosti bilo je teško uporediti, jer su u literaturi izuzetno retki podaci koji se odnose na sadržaj skvalena u tikvino ulju. Nakić i saradnici (7) navode sadržaj skvalena od 2.259 do 3.513 mg/kg u uzorcima tikvinog ulja. U poređenju sa tim rezultatima, u uzorcima ispitivanim u ovom istraživanju sadržaj skvalena je bio 2-3 puta veći, što ukazuje da se postupkom hladnog presovanja izdvaja daleko više skvalena odnosno na osnovu ovoga se može zaključiti da se pri nižim temperaturama u toku pro-

cesa dobijanja ulja izdvaja više skvalena. U prilog ovome govori i činjenica da su Nakić i saradnici (7) kod uzoraka dobijenih ekstrakcijom na Soxhlet-ovoj aparaturi, gde temperatura ne prelazi  $70^\circ\text{C}$ , registrovali viši sadržaj skvalena (2.962-3.513 mg/kg) nego u uzorcima dobijenim postupkom za devičanska ulja ( $2.259 - 2.630$  mg/kg), gde se u postupku pripreme semena za izdvajanje ulja primenjuju temperature od  $100$  do  $130^\circ\text{C}$ . Osim uticaja temperature, drugi razlog može biti uticaj rastvarača, budući da ekstrahovano ulje ima veći sadržaj skvalena, međutim literarnih podataka o tome nema.

Iako su Nakić i saradnici (7) došli do zaključka da ulje poreklom iz semena sa ljuskom ima viši sadržaj skvalena u odnosu na ulje iz golosemenih sorti, ovim istraživanjem to nije potvrđeno.

S obzirom na to da je skvalen indikovao kao jedinjenje koje ima pozitivne efekte u lečenju pojedinih tipova kancera, kao što navode Chinethalappally i saradnici (26), ovako visok sadržaj u hladno presovanom tikvino ulju povećava njegovu nutritivnu i biološku vrednost.

## LITERATURA

1. Dimić E. (2005). Hladno ceđena ulja. Monografija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
2. Vujasinović V., Đilas S., Dimić E., Romanić R., Takači A. (2010a). Shelf life of cold – pressed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil obtained with a screw press. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 87: 1497–1505.
3. Schilcher H. (1996). Starkung der Blasenfunktion durch Kurbiskerne? *Medizinische Monatsschrift fur Pharmazeuten* 19(6):178-179.
4. Al-Zuhair H., el-Fattah A.A.A., el-Latif A.H.A. (1997). Efficacy of simvastatin and pumpkin-seed oil in the management of dietary-induced hypercholesterolemia. *Pharmacological Research* 35 (5): 403-408.
5. Sabo A., Berenji J., Kisgeci J. (2000). Oil pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) as a medicinal plant. 1st Conference on Medicinal and Aromatic Plants of South east European Countries, Proceedings, pp 44, Arandelovac.
6. Fruhwirth G.O. and Hermetter A. (2007). Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109: 1128–1140.
7. Nakić-Nedžeral S., Rade D., Skevin D., Strucelj D., Mokrovčak Z., Bartolc M. (2006). Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. *European Journal of*

- Lipid Science and Technology 108: 936–943.
8. Breinhölder P., Mosca L., Lindner W. (2002). Concept of sequential analysis of free and conjugated phytosterols in different plant matrices. *Journal of Chromatography B* 777: 67–82.
  9. Moreau R.A., Whitaker B.D., Hicks K.B. (2002). Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. *Progress in Lipid Research* 41: 457–500.
  10. Psomiadou E., Tsimidou M.: (1999). On the role of squalene in olive oil stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 4025–4032.
  11. Dessi M.A., Deiana M., Day B.W., Rosa A., Banni S., Corongiu F.P. (2002). Oxidative stability of polyunsaturated fatty acids: effect of squalene. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104:506–512
  12. Verleyen T. (2002). Stability of minor components during vegetable oil refining. Doctoral thesis. Ghent University, Belgium.
  13. Wentzel T., Prettnner E., Schweiger K., Wagner F. S. (2002). An improved method to discover adulteration of Styrian pumpkin seed oil. *Journal of Biochemical Biophysical Methods* 53: 193–202.
  14. Schuster W., Zipse W., Marquard R. (1983). The Influence of Genotype and Growing Location on several Substances of Seeds of the Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *European Journal of Lipid Science and Technology* 85: 56–64.
  15. Karlović Đ., Berenji J., Recseg K., Kővári K. (2001). Savremeni pristup uljanoj tikvi (*Cucurbita pepo* L.) sa posebnim osvrtom na tikvino ulje (*Oleaum cucurbitae*). 42. Savetovanja industrije ulja, “Proizvodnja i prerada uljarica”, Zbornik radova, pp. 177-182, Herceg Novi.
  16. Fruhwirth G. O., Wenzl T., El-Toukhy R., Wagner F. S., Hermetter A. (2003). Fluorescence screening of antioxidant capacity in pumpkin seed oils and other natural oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 105: 266–274.
  17. Vukša V., Dimić E., Dimić V. (2003). Characteristics of cold pressed pumpkin seed oil. 9th Symposium: Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier, Proceedings, pp 493-496, Jena/Thüringen.
  18. Pongracz G., Weiser H., Matzinger D. (1995). Tocopherol-Antioxidantien der Natur. *European Journal of Lipid Science and Technology* 97: 90–104
  19. Kamal-Eldin A., Appelqvist L.A., Yousif G., Iskander G.M. (1992). Seed lipids of *Sesamum indicum* and related wild species in Sudan. The sterols. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 59: 327-334.
  20. Murković M., Piironen V., Lampi V., Kraushofer T., Sontag G. (2004). Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil Part 1: Non-volatile compounds. *Food Chemistry* 84: 359–365.
  21. Rabrenović B., Dimić E., Maksimović M., Sobajić, S., Gajić-Krstajić Lj. (2011). Determination of fatty acid and tocopherol compositions and the oxidative stability of walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Serbia. *Czech Journal of Food Science* 29 (1): 74-78.
  22. Arranz S., Cert R., Pérez-Jiménez J., Cert A., Saura-Calixto F. (2008). Comparison between free radical scavenging capacity and oxidative stability of nut oils. *Food Chemistry* 110: 985-990
  23. Mäeorga E., Lääniste P., Jõudua J., Mäeorga U. (2007). Some important aspects of sterol analysis of vegetable oils. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry* 56 (2): 59–66.
  24. Abidi S. L. (2001). Chromatographic analysis of plant sterols in foods and vegetable oils. *Journal of Chromatography A* 935:173–201.
  25. Nyam K.L., Tan C.P., Lai O.M., Long K., Che Man Y.B. (2009). Physicochemical properties and bioactive compounds of selected seed oils. *LWT - Food Science and Technology* 42: 1396–1403
  26. Chinthalapally V. R., Newmark H. L., Reddy S. B. (1998). Chemopreventive effect of squalene on colon cancer. *Cancerogenesis* 19: 287–290.



## A COMPARATIVE STUDY OF THE CHEMICAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF HEMP (*Cannabis sativa* L.) AND HULL-LESS PUMPKIN (*Cucurbita pepo* L.) SEED OIL PRESS-CAKES

Olga Radočaj<sup>\*a</sup>, Etelka Dimić<sup>a</sup> and Vesna Vujasinović<sup>b</sup>

*There has been an increased demand in the food industry during the last decade to recover by-products from food processing waste material with the goal to produce value-added, functional food products for human consumption. The objective of this study was to characterize and evaluate two press-cakes: by-products from the oil pressing process of the hemp seeds (cold pressed oil) and from the hull-less pumpkin seed pressing process from roasted pulp (virgin oil), as potential value-added food ingredients. Two by-products were compared and their suitability as food ingredients was assessed based on proximate analysis, the quality of proteins and minerals. Residual oils were also analyzed to determine their nutritional value and chemical stability. The results showed that both press-cakes, obtained by pressing hemp seeds and hull-less pumpkin seeds, had a substantial amount of high quality proteins and variety of minerals (P, K, Na, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, and Zn) in high quantities, as well as a high content of PUFA, especially  $\omega$ -6 essential fatty acids and  $\gamma$ -tocopherols, which were present in the press-cakes' residual oils. Hemp oil was rich in  $\omega$ -3 essential fatty acids with an ideal ratio between  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 essential fatty acids. The oxidative stability of residual oils determined by a Rancimat apparatus showed that the induction period (IP) was very low for the hemp seed oil (< 1 h), but fairly high for the hull-less pumpkin seed oil (13.9 h). The obtained results confirmed that both press-cakes can be used in different applications as value-added, functional ingredients for food manufacture. The potential combination of these two products may be explored further to design food products with special characteristics.*

*Key words: by-product, Cannabis sativa L., Cucurbita pepo L.,  $\gamma$ -tocopherols, hemp seed oil, hull-less pumpkin seed oil,  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids, press-oil cake, proteins*

## UPOREDNA ISPITIVANJA HEMIJSKIH I NUTRITIVNIH SVOJSTAVA POGAČE SEMENA KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.) I SEMENA TIKVE GOLICE (*Cucurbita pepo* L.)

*Tokom poslednje decenije se pojavio pojačan zahtev za iskorišćavanje sporednih proizvoda prehrambene industrije, sa ciljem da se proizvedu visoko-vredni, funkcionalni prehrambeni proizvodi namenjeni ljudskoj ishrani. Zadatak ovog rada je bio da se karakterišu i ocene dve pogače: sporedni proizvodi iz procesa dobijanja presovanog ulja semena konoplje (hladno presovano ulje) i ulja semena tikve golice – iz pržene pulpe (devičansko ulje), kao potencijalni “više-vredni” prehrambeni ingredient. Dva sporedna proizvoda su upoređena i procenjena je njihova pogodnost kao prehrambenog sastojka na osnovu analize, kvaliteta proteina i mineralnih materija. Zaostalo ulje je takođe analizirano u cilju određivanja nutritivne vrednosti i hemijske stabilnosti. Rezultati su pokazali da obe pogače, dobijene presovanjem semena konoplje i semena tikve golice, imaju značajnu količinu visoko-kvalitetnih proteina i raznovrsnih mineralnih materija (P, K, Na, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, i Zn), kao i visok sadržaj PUFA, naročito  $\omega$ -6 esencijalnih masnih kiselina i  $\gamma$ -tokoferola, koji su prisutni u zaostalom ulju u pogači. Konopljino ulje je bogato  $\omega$ -3 esencijalnim MK sa idealnim odnosom između  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 esencijalnih MK. Oksidativna stabilnost rezidualnog ulja, određena Rancimat aparatom, je pokazala da je indukcion period (IP) veoma nizak za ulje semena konoplje (< 1 h), ali dosta visok za ulje semena tikve golice (13,9 h). Dobijeni rezultati su potvrdili da se obe pogače mogu primeniti za različite namene kao visokovredni funkcionalni sastojci za proizvodnju hrane. Moguća kombinacija ova dva produkta se dalje može ispitivati u cilju pripreme prehrambenih proizvoda sa specijalnim karakteristikama.*

*Ključne reči: sporedni proizvodi, Cannabis sativa L., Cucurbita pepo L.,  $\gamma$ -tokoferoli, ulje semena konoplje, ulje semena tikve golice,  $\omega$ -3 i  $\omega$ -6 masne kiseline, pogača, proteini*

<sup>a</sup>University of Novi Sad, Faculty of Technology, Bulevar cara Lazara 1, Novi Sad, Serbia (\*Corresponding author: Olga Radočaj, E-mail: olga.foodconsulting@rogers.com)

<sup>b</sup>College of Professional Studies in Business Management and Communications, Mitropolita Stratimirovića 110, Sremski Karlovci, Serbia

## INTRODUCTION

There are a number of research studies published on the use of food processing by-products of the fruit and vegetable processing industry, not only to minimize waste disposal problems, but to help maximize potential resources and production of new and novel food products. Different parts of the world are dealing with different crops and their wastes, and are also exploring potential uses. For example: mango and passion fruit peel in India (Ajila et al., 2008; Kulkarni and Vijayanand, 2010); orange peel, grape seed, tomato pomace in Turkey (Yagci and Göğüş, 2008); citrus peel and pulp in Spain (Viuda and Matos, 2010); olive mill wastewater in Greece (Galanakis et al., 2010) to name a few. Unfortunately, much of the generated food waste is disposed or used in a low economical level. Food processing wastes are promising sources of valuable compounds such as dietary fiber, proteins, minerals, antioxidants such as lycopene, essential fatty acids etc. (Laufenberg et al., 2004; Yagci and Gogus, 2008; Kong et al., 2010).

With the increased concerns about environmental protection and use of renewable resources in Europe, which resulted in reduction and elimination of the solvent oil extraction technology from oil seeds, the expeller pressing process for oil recovery from oil seeds was brought to light as an alternative technology. This new process became very popular in Europe, as well as in Northern parts of Serbia, specifically the province of Vojvodina, where dozens of small processing plants were built during the last decade. Oil press-cakes are generated by the oil industry, and require a mechanical pressing process to recover the oil from seeds. This process provides not only “clean”, solvent free oil, but also the press-cake as the process by-product, which does not contain harmful chemicals. This environmentally friendly process generates fairly high quantities of waste which is currently used as animal feed. If the seeds were previously de-hulled, this by-product can be simply ground, where obtained oilseed meal is without impurities (husk) and is considered edible.

Oil press-cakes obtained as such can be recovered in the oil processing of soy, sesame, pumpkin, hull-less pumpkin, hemp, sunflower and other oil seeds and may be used for human food production since they contain substantial amounts of residual oil and are rich in protein, nutrients, and essential minerals (Radočaj et al., 2011a; Mohdaly et al., 2009; Prinyawiwatukul et al., 1995).

In the last decade, European countries, such as Austria, Slovenia, Croatia, Hungary, and Serbia have been producing substantial amounts of pump-

kin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil that has been well known and used as aromatic salad oil in these regions. Several studies have investigated beneficial effects of the bioactive components (phytosterols, phenolic compounds, tocopherols, vitamins and minerals) present in pumpkin oil on the human body such as cholesterol-lowering, treatment of benign prostate hyperplasia, urinary tract infections and anti-inflammatory effects (Caili et al., 2006; Fruhwirth and Hermetter, 2007). There are two varieties of pumpkin seeds: seeds with hull (standard pumpkin seeds) or hull-less type seeds (*Cucurbita pepo* L. var. *Styriaca* and *Cucurbita pepo* L. var. *Olinka*). Hull-less pumpkin seeds do not have a hard, white hull as other standard *Cucurbita pepo* L. varieties do, but have a transparent, papery and nearly translucent seed coat. Therefore the seeds look like they do not have a husk. Only hull-less (“naked”) pumpkin seed oil press-cake can be used in food production, since all components are considered edible (Fruhwirth and Hermetter, 2007). Oil obtained by pressing hull-less pumpkin seeds may be classified as “cold pressed oil” or “virgin oil” if a roasting step is involved (Romanić et al., 2009; Fruhwirth and Hermetter, 2008). Hull-less pumpkin seed oil is rich in omega-6 fatty acids and has a high  $\gamma$ -tocopherol content. In Serbia, the use of hemp seeds as a potential source for the cold pressing process, is still at the developing stage, while it has been processed in Canada since the nineties (Leson, 2006). Hemp seeds and its oil are rich in omega-6 fatty acids, but also very rich in omega-3 fatty acids, with their ideal ratio of 3:1 (Anwar et al., 2006).  $\gamma$ -tocopherols are present in hemp oil in even larger quantities, which presents about 85% of the total tocopherols (Callaway, 2004). The protein content in hemp seeds is also very high with a good amino acid profile, which is comparable to egg protein. In addition, total dietary fiber content, especially its insoluble fraction, is extremely high. Hemp seeds contain essential minerals in very high quantities. The oxidative stability measured by the induction period using a Rancimat test has shown that hull-less pumpkin oil was much more stable (with an IP value of 13 h as demonstrated by Dimić et al., 2009a) than hemp oil (with IP values of 6.4 to 7.6 h, as shown by Dimić et al. (2009).

There has been only limited research reporting on the composition of pumpkin seed oil and defatted pumpkin seed flours of different varieties of standard pumpkin *Cucurbita pepo* L. (Lazos, 1986; Parry et al., 2006; Ryan et al., 2007; Mansour et al., 1993; Younis et al., 2000). To the best of our knowledge, only one research study has been published on a hull-less pumpkin *Cucurbita pepo* L. var. *Styriaca*



seed oil press-cake (Radočaj et al., 2011; Radočaj et al., 2011a; Zdunczyk et al., 1999) and few on a hull-less pumpkin *Cucurbita pepo* L. var. Olinka seed oil press-cake (Dimić et al., 2006; Peričin et al., 2009; Peričin et al., 2009a), but the information is not to the same extent as in this study. Currently, there is no research published on the hemp seed oil press cake.

The specific objectives of this study were to determine and compare the chemical, nutritional and physical characteristics of the hemp seed and hull-less pumpkin oil press-cakes, with emphasis on the evaluation of the meal proteins, minerals and residual oil to assess their quality and potential uses.

## MATERIALS AND METHODS

### 1.1. Materials

A sample of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil press-cake (HPC), a by-product of the cold pressed hemp seed oil production process, was obtained from a local manufacturer that produces cold pressed hemp oil using screw presses. A sample of hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil press-cake (PPC), a by-product of the pumpkin seed oil pressing process, was obtained from a small manufacturer that uses traditional technology to produce a virgin pumpkin seed oil by mechanically pressing roasted (heat treated) pulp on hydraulic presses. In this process, water and table salt were added to the dried ground pumpkin kernels to form a soft pulp. After mixing, the pulp was roasted for about 60 minutes at a temperature of around 90° C, which resulted in the development of a typical aroma and coagulation of the protein fraction which permitted convenient separation of the oil by pressing, using a hydraulic press at about 20 MPa. The oil press-cake was cooled and stored at ambient temperature for 30 days in large plastic bags until further use. In order to obtain the fine meal (flour), both the pumpkin and hemp seed oil press-cakes were ground using a coffee grinder (Grind Central, Cuisinart, model DCg-12BCC), then passed through a 500 µm mesh size sieve and stored sealed in polyethylene bags at ambient temperature before analysis.

### 1.2. Physico-chemical analysis

All chemicals used for analysis were of the highest analytical grade. All analyses were performed in triplicate and results were reported as mean ±SD and were expressed on a dry weight base.

### 1.3. Oil Extraction and proximate composition

Oil was extracted from press-cakes using a Soxhlet glass apparatus using hexane as a solvent (for 24 h). All analyses (moisture, ash, crude fibre) were carried out using international official standard AOAC methods. Crude protein (N x 6.25) was determined by AOCS Official methods. Carbohydrates were determined by the difference.

### 1.4. Amino acid analysis

The amino acid analysis of the press-cakes was performed by gas chromatography. Hydrolysis of the ground samples was performed in the presence of 6M HCL at 110° C for 24 h. under a nitrogen atmosphere. Samples were injected into the column (Acquity UPLC BEH C18; 2.1 mm x 10 cm, column temperature: 48° C; Waters Acquity UPLC Gradient and analysed with a detection device: Waters Acquity TUV Detector at 254 nm; during 6 min.). Analyses of tryptophan and cysteine contents were conducted separately according to the described method by Glew et al., 2006.

### 1.5. Protein quality parameters

**Protein efficiency ratio (PER).** PER value was calculated according to the regression equation  $PER = -0.468 + 0.454 (\text{Leucine}) - 0.105 (\text{Tyrrosine})$  by El-Adawy and Taha (2001).

**Chemical score (CS).** The chemical score of amino acids was calculated using the FAO/WHO (1973) reference pattern which compares the concentration ratio of the amino acid of the sample to the concentration of this amino acid in standard egg protein according to El-Adawy and Taha (2001).

**Essential amino acid index (EAAI).** This value was calculated according to Oser (1951) using the amino acid composition of the whole egg protein as  $EAAI = 10^{\log EAA}$ , where  $\log EAA$  is equal to  $0.1 [\log (a_1/a_{1s} \times 100) + \log (a_2/a_{2s} \times 100) + \dots + \log (a_n/a_{ns} \times 100)]$  and  $a_1, \dots, a_n$  are amino acid contents in the sample, while  $a_{1s}, \dots, a_{ns}$  are amino acid contents in the standard egg protein.

**Biological value (BV).** It was determined by using the formula of Oser (1959) as  $BV = 1.09 (EAA \text{ Index}) - 11.7$ .

**Nutritional index (NI).** NI was calculated according to Bhagya and Sastry (2003) as

$$NI = \text{EAA index} \times \% \text{protein} / 100.$$

### 1.6. Mineral content analysis

Mineral content was determined using the ICP-AES method (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry) and equipment (Perkin Elmer, model Optima 3000 DV ICP AEOS). Each sample was subjected to acid digestion with concentrated HNO<sub>3</sub> in a hot water bath (60° C) during 120 min and after dilution analyzed directly by injection into the ICP-AES. Results for mineral content were compared with the standard solution of the known concentration analyzed concurrently according to Juranović (2009). All analyses were carried out in triplicate and results are expressed on a dry weight base as mean values.

### 1.7. Colour, pH and water activity

**Colour.** The color of the press-cakes and oils was determined using a chromameter (model CR-400, Minolta, Ramsey, NJ, USA) equipped with a software which automatically displayed the CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) color values (L\*, a\* and b\*). The chromameter used a xenon pulse-diffused illumination (D65 illuminant) with three response detectors set at a 0° viewing angle. The hue intensity after Hunter (L\*) describes the color lightness (white =100; black = 0). Value a\* describes the redness (“+” indicates a tendency towards a red color; “-“ indicates a tendency towards a green color). The b\* value also indicates the hue intensity and describes the yellowness (“+” indicates a yellow hue; “-“ indicates a tendency towards a blue color). The instrument was calibrated using a standard white plate (L\* = 97.75, a\* = - 0.49 and b\* = 1.96).

**pH measurements.** One gram of the sample was blended with distilled water (1:9, w/w) for 1 min. A standard pH meter (Hygrolab 3, series 1100, Oaktron Instruments, Vermon Hills, USA) was used to determine the pH of samples.

**Water activity (aw) measurements.** Water activity was determined using a Rotronic hygrometer (Instrument Corp., Hanppange, NY, USA). Approximately 10 g of the sample was placed in the plastic container and water activity was determined after 20 minutes at room temperature.

### 1.8. Functional characteristics of oil seed press-cakes

Water absorption index (WAI) and oil absorption index (OAI) were determined to evaluate the functional properties of proteins present in the ground press-cakes.

WAI and WSI were determined by the method of Shirani and Ganesharane (2009). WAI value was expressed as grams of water absorbed by 1 g of ground press-cake (protein). Water solubility index (WSI) was determined as a ratio between the weight of dissolved solids in supernatant and the weight of dry solids. The method described by Lin et al. (1974) was used to determine oil absorption capacity which is expressed as grams of oil absorbed by 1 g of ground press-cake (protein).

### 1.9. Oil analysis

**Fatty acids determination by GC.** Fatty acids of residual oils were determined by GC. Residual oils were extracted from the samples using an official method oil (AOAC, 1990), after which the oil samples were methylated. The fatty acid composition of oils was analyzed by injecting (injector temp. 270° C) fatty acids methyl esters (sample volume 0.7 µl) into a Hewlett-Packard 6890 series II gas chromatograph (Hewlett-Packard, Santa Clarita, CA) equipped with a flame ionization detector (temp. 300° C) and a capillary column (WCOT fused silica 50 m x 0.25 mm i.d., 0.2 mm, 0.2 µm film thickness, Varian Inc., Lake Forest, CA) using hydrogen as a carrier gas at a linear flow velocity of 31.9 cm/s. Identification of the individual fatty acids was accomplished by comparing GC retention time with pure commercial standards.

**Tocopherol analysis.** Tocopherols of residual oils were determined by HPLC. The method is based on the procedure of Carpenter (1979) with some modifications. A Waters Alliance Liquid chromatograph with Millennium software and a Resolve Silica column, 5 µm particle size, 3.9x150 mm (Waters Corp. Milford, MA) was used with a BAS Model FL45A fluorescence detector (Bioanalytical Systems, West Lafayette, IN). The excitation wavelength was 290 nm and emission wavelength was 325. The mobile phase consisted of hexane : isopropanol (99.5:0.5 v/v) at a flow rate of 1.0 mL/min. The oil samples were dissolved in hexane (5 g /100 mL hexane), filtered through 0.45 membrane filters and 100 µL injected. Peak areas were determined and the levels of each compared to tocopherol standards (Sigma-

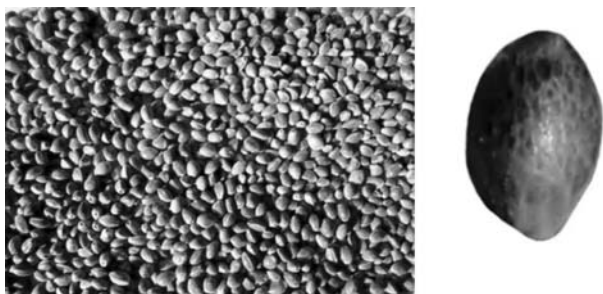
Aldrich, St Louis Missouri). Known extinction coefficients for each tocopherol were used to calculate the concentrations of the standards.

**Peroxide value (PV) and FFA content.** PV value of residual oils was determined using the official method (AOCS) and the values were expressed as meq O<sub>2</sub>/kg. Free fatty acids content (FFA) analysis of oil was determined by the AOCS official method Ca-5a-40.

**Oxidative stability - Rancimat test.** The oxidative stability of residual oils was investigated by determining the induction period (IP) on a Rancimat 670 apparatus, at 100° C with the air flow of 18 Lh<sup>-1</sup>. Oil samples (2.5 g) were weighed into each of six reaction vessels and analyzed simultaneously. The IP value was determined as a mean of three measurements.

**RESULTS AND DISCUSSION**

Figure 1 shows a unique appearance of the hull-less pumpkin seeds, where a very thin coat is practically invisible to the naked eye. Because of its transparency, internal pigmented tissues are seen as dark green and without a husk (“naked”). Ground press-cakes (Figure 2) were different in colour compared to the seeds. PPC was very pale in colour since the pigments are oil soluble and were extracted during the process into oil. Therefore, the oils were dark coloured, where pumpkin oil was dark green-brown with a red hue and slight tendency towards a blue hue, while the hemp oil was light green with a tendency towards red and yellow hues. The HPC was much darker than the seeds.

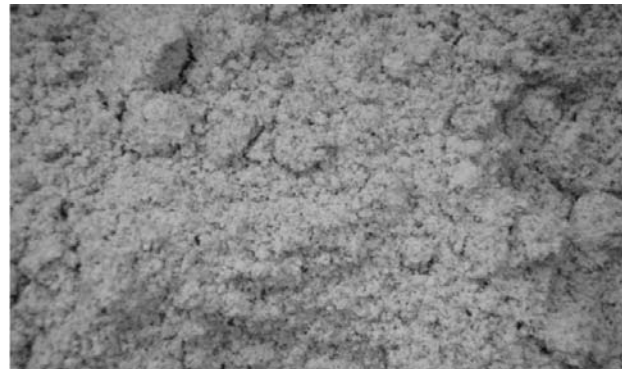


**Figure 1.** Appearance of the hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds

**Slika 1.** Izgled semena konoplje (*Cannabis sativa* L)



(a)



(b)

**Figure 2.** Appearance of the hull-less (*C. pepo* L. pumpkin seeds (a) and the ground oil press-cake (b)

**Slika 2.** Izgled semena uljane tikve golice (*C. pepo* L.) (a) i mlevene pogače (b)

Proximate analysis of the seed oil press-cakes is presented in Table 1.

**Table 1.** Proximate analysis of the hemp and hull-less pumpkin seed oil press-cakes

**Tabela 1.** Sastav pogače semena konoplje i semena uljane tikve golice

Parameter	Hemp seed oil press-cake	Hull-less pumpkin seed oil press-cake
Moisture content, (%)	6.35±0.07	3.52±0.05
Oil content, (%)	9.53±0.12	31.30±0.10
Crude protein, (%)	22.21±0.17	50.21±0.13
Carbohydrates, (%)	2.80±0.35	4.82±0.42
Crude fibers, (%)	53.87±0.05	3.51±0.03
Ash, (%)	5.24±0.09	6.64±0.11

Both samples, HPC and PPC, contained a substantial amount of protein (22.2% and 50.2% d.m.), residual oil (9.5% and 31.3% d.m.) and ash (5.2% and 6.6% d.m.), respectively. This analysis indicated that both press-cakes are a value-added material that could have different applications in the food industry due to high protein, residual oil and high mineral content. The high amount of residual oil present in the PPC is due to the pressing process using a hydraulic press which is not as efficient as a screw press, as results for hemp seed oil press cake have shown. This was also demonstrated by Dimić

et al. (2006) who evaluated the PPC obtained on a screw press which contained only 8.7% of residual oil. Consequently, the protein content was much higher (63.5%) in the sample that they used. Zdunczyk et al. (1999) have shown very similar results of residual oil (12.4%) and crude protein (59.8%) in the PPC obtained by a screw press. To the best of our knowledge, there are no published data on the hemp seed oil press cake and therefore a comparison to the literature data could not be made.

Physico-chemical properties of press-cakes and their residual oils are presented in Table 2.

**Table 2.** Physico-chemical analysis of cakes and their residual oils  
**Tabela 2.** Fiziko-hemijska analiza pogača i zaostalog ulja

Parameter	Hemp seed oil press-cake	Residual hemp seed oil	Hull-less pumpkin seed oil press-cake	Residual pumpkin seed oil
Moisture content, (%)	9.57±0.07	0.10±0.01	3.52±0.05	0.13±0.01
pH value	6.36±0.03	6.12±0.03	6.01±0.04	6.22±0.01
Water activity (aw)	0.43±0.00	0.47±0.002	0.26±0.00	0.38±0.003
Colour ( CIE L*a*b*)				
L* (%)	43.12±1.12	36.89±1.57	68.67±1.84	32.74±0.15
a*	3.72±0.34	3.96±0.22	4.58±0.14	5.69±0.21
b*	6.06±0.28	3.02±0.34	21.38±0.66	-3.03±0.18

PPC was much lighter ( $L^*=68.67$ ) than the residual oil, which was dark brown ( $L^* = 32.74$ ) in colour with a red hue ( $a^*=5.769$ ) and a blue hue ( $b^* = 3.03$ ). HPC was paler ( $L^*=43.12$ ;  $b^* = 6.06$ ) than the hemp oil, which was light green ( $L^* = 36.9$ ) in colour with a red hue ( $a^* = 3.9$ ) as well as a yellow hue ( $b^* = 3.0$ ). The low aw value for both press-cakes, HPC

(aw= 0.43) and PPC (aw= 0.26), was a good indicator of a potentially long shelf life of the food matrix where this ingredient could be used.

The protein quality of both press-cakes was assessed by amino acid composition (Table 3) which was a base for calculations of different parameters that describe protein quality.

**Table 3.** Amino acid composition of the hull-less pumpkin seed oil press-cake**Tabela 3.** Amino-kiselinski sastav pogače semena uljane tikve golice

Amino acid (mg/100 g)	Hemp seed oil press-cake	Hull-less pumpkin seed oil press-cake
Alanine (Ala)	5.1±0.04	4.3±0.06
Arginine (Arg)	10.1±0.06	17.1±0.06
Aspartic acid (Asp+Asn)	11.5±0.04	9.4±0.05
Cysteine* (Cys)	1.6±0.06	1.4±0.06
Phenylalanine* (Phe)	4.9±0.05	4.8±0.07
Glycine (Gly)	5.1±0.05	4.8±0.05
Glutamic acid (Glu+Gln)	17.1±0.06	20.4±0.06
Histidine (His)	2.7±0.07	2.5±0.06
Isoleucine* (Ile)	3.9±0.07	3.9±0.06
Leucine* (Leu)	7.2±0.06	7.1±0.06
Lysine* (Lys)	4.4±0.06	2.3±0.05
Methionine* (Met)	2.7±0.05	2.2±0.07
Proline (Pro)	6.1±0.05	3.7±0.06
Serine (Ser)	5.0±0.06	4.7±0.06
Tyrosine* (Tyr)	2.7±0.04	3.7±0.07
Threonine* (Thr)	3.8±0.04	2.7±0.07
Tryptophan* (Trp)	1.6±0.03	0.1±0.06
Valine* (Val)	4.5±0.06	4.9±0.06
Total essential amino acids (EAA) (%)	37.3	33.1
Total non-essential amino acids (AA)	62.7	66.9
EAA/AA ratio	0.59	0.49

\* Essential amino acids

The ratio between essential and non-essential amino acids for PPC was 0.49, which indicated a good balance that was found in the research of standard pumpkin seed proteins (El-Adaway and Taha, 2001; Glew et al., 2006) and was lower (0.65) than one found by Zdunczyk et al. (1999) in the PPC. When amino acid composition was compared to egg proteins and results for the standard pumpkin seeds obtained by Glew et al. (2006), it was concluded that our sample had very comparable amounts of essential amino acids with a high score, except for lysine which was low and tryptophan which was very low, and at the same time it was the first limiting amino acid in our sample. However, these results have

higher values than ones obtained by Dimić et al. (2006) for the hull-less pumpkin seeds.

The ratio between essential and non-essential amino acids for HPC was 0.59, which indicated a well balanced amino acids ratio and it was much higher than one for the PPC. If lysine content was compared between two press-cakes, hemp press cake had a much higher chemical score (67.3) than the PPC (39.0).

In terms of comparison of protein quality parameters for PPC, there were only two published papers that could be used to evaluate our sample and neither had all parameters included in their studies. Protein quality parameters are presented in Table 4.

**Table 4.** Protein quality parameters  
**Tabela 4.** Parametri kvaliteta proteina

Parameter	Hemp seed oil press-cake	Hull-less pumpkin seed oil press-cake
BV –Biological value	122.5	83.2
EAAI*	123.1	87.1
Chemical score First limiting amino acid	54.3 Phenilalanin + Tyrosin	9 Tryptophan
Chemical score Second limiting amino acid	67.3 Lysine	39 Lysine
PER – protein efficiency ratio	3.1	2.4
NI - nutrition index	27.2	43.7
Leucine/izoleucine ratio	1.8	1.8
Leucine/Lysine ratio	1.6	3.1

\*Essential amino acid index (EAAI) according to Oser (1951)

The EAAI value for PPC was very high (87.1) compared to results (70.4) of the PPC obtained by Zdunczyk et al. (1999) and very similar to results (85.4) obtained by El-Adawy and Taha (2001) for the standard pumpkin defatted flour. HPC has shown a much higher EAAI value (123.1) due to much higher content of essential amino acids than the amino acid values used as a reference (egg protein). Specifically, the content of leucine, phenilalanin, methionin and threonin were much higher in the HPC than in the reference protein of egg. Consequently, the BV value of hemp press-cake (122.5) is also higher than one for the PPC (87.1). Therefore, it is claimed that HPC has the protein profile compared to egg, or even better, as demonstrated in this study.

The chemical score of the PPC was only 9, due to the very low amount of tryptophan, of which content was much higher in the sample evaluated by Zdunczyk et al. (1999) whose chemical score was 45.9 and the first limiting amino acid was lysine. Tryptophan and cysteine contents are rarely reported (published work on *C. pepo* L. proteins) and therefore the EAAI index was not available for comparison with other research studies. The chemical score for the HPC was 61.2 due to the combined lowest level of phenilalanin and tyrosine. However, it was much higher than one for PPC.

The nutrition index of the PPC was 43.7, which was slightly higher than the value reported by Zdunczyk et al. (1999). However, due to the lower content of proteins in the hemp HPC, the nutrition index was only 27.2. In the study of a standard pumpkin seed protein of Sharma et al. (1986), leucine:lysine ratio of less than 4.6:1 was considered nutritionally safe. Both cake samples, HPC and PPC, had this ratio of 3.1 and 1.6 and a leucine/isoleucine ratio of 1.8 and 1.8, respectively, which would not pose any problems of imbalance of essential amino acids.

The PER value of the HPC sample was 3.1 and it was 2.4 for the PPC, which was slightly higher than the value (2.15) obtained by El-Adawy and Taha (2001) for the standard pumpkin defatted flour.

In terms of the mineral content of both HPC or PPC, there is no published data available. Therefore, a comparison of our results was made to some data published on defatted meal of standard pumpkin seeds (Glew et al., 2006; Mansour et al., 1993). Generally speaking, results obtained by testing our PPC sample were very close to those found in defatted pumpkin meals, but with a much higher content of copper and manganese. The mineral content of hemp cake was very different from the PPC in terms of the iron, manganese, copper and zinc content, where the HPC became nutritionally superior due to the extremely high quantities of these essential minerals. PPC cake had much higher content of magnesium and phosphorus. Mineral profile in both cakes has shown that they were present not only as essential minerals, but in high quantities (Table 5).

**Table 5.** Mineral content of hemp and hull-less pumpkin seed oil press-cakes

**Tabela 5.** Sadržaj mineralnih materija pogače dobijene presovanjem semena konoplje i semena uljane tikve golice

Mineral content (mg/100 g d.m.)	Hemp seed oil press-cake	Hull-less pumpkin seed oil press-cake
Ca	170.00±0.05	89.80±0.00
Cu	15.47±0.00	10.90±0.00
Fe	155.38±0.00	17.80±0.00
K	830.00±0.05	685.10±0.05
Mg	480.00±0.05	608.10±0.05
Mn	98.61±0.05	5.90±0.00
Na	20.00±0.00	252.70±0.05
P	1001.00±0.05	1482.70±0.05
Zn	83.81±0.05	15.80±0.00

**Table 6.** Physico-chemical characteristics of residual press-cake oils**Tabela 6.** Fiziko-hemijske karakteristike rezidualnog ulja u pogači

Parameter	Residual hemp seed oil	Residual pumpkin seed oil
Moisture content (% d.b.)	0.15±0.01	0.20±0.01
Free fatty acid (% oleic acid)	0.50±0.05	0.79±0.06
Peroxide value (meq O <sub>2</sub> /kg)	0.60±0.04	1.20±0.04
Fatty acid composition (% w/w)		
Palmitic acid (C16:0)	6.19±0.11	13.29±0.21
Stearic acid (C18:0)	2.40±0.08	6.74±0.11
Oleic acid (C18:1)( $\omega$ -9)	9.89±0.62	27.05±0.93
Linoleic acid LA (C18:2)( $\omega$ -6)	55.13±2.14	51.04±2.05
$\alpha$ -Linolenic acid ( $\omega$ -3)(C18:3)	17.75±0.99	n.d.
$\gamma$ - Linolenic acid ( $\omega$ -6)(C18:3) (GLA)	4.52±0.18	n.d.
Trans fatty acids	0.17±0.00	0.17±0.00
Induction period (h) at 100 °C	<1	13.9±0.08
Tocopherols (mg/kg):		
$\alpha$	6.2±0.6	11.3±0.7
$\beta$	n.d.	4.3±0.5
$\gamma$	777±12.3	704±10.0
$\delta$	7.84±0.8	1.97±0.5
Total tocopherols	791	721.57

Physico-chemical characteristics (Table 6) of residual pumpkin seed press-cake oil demonstrated a very good agreement with data published in literature. The FFA (0.79 % oleic acid) and PV (3.20 meq

O<sub>2</sub>/kg) values for the residual oil present in the cake which was 30 days old when analyzed were comparable to the fresh virgin oil analyzed after pressing (Dimić et al., 2009). Also, the induction period of our virgin oil sample after 30 days of storage (13.9±0.08 h) was comparable to the fresh, cold-pressed, hull-less pumpkin seed oil (IP of 18.2±0.1 h) obtained by Vujasinović et al. (2010) and results (5.55±0.61 h) of the standard pumpkin seed oil obtained by Tsaknis et al. (1997). The most important fatty acids for pumpkin seed oil are palmitic, stearic, oleic and linolenic acid (LA). Our pumpkin seed oil sample contained 13.29% of palmitic acid which was slightly higher than reported by Dimić et al. (2009) (9.65%); Nakić et al. (2006) (12.01%) and Zdunzyk et al. (1999) (8.0%). The content of stearic acid was also slightly higher in our pumpkin seed oil sample than reported in literature (Dimić et al., 2009; Nakić et al., 2006; Zdunzyk et al., 1999). However, the oleic acid content was significantly lower in our sample (27.05%) than reported in literature (Dimić et al., 2009; Nakić et al., 2006; Zdunzyk et al., 1999). In addition, the content of the essential fatty acids i.e. omega-6 fatty acid was significantly higher in our sample (51.04%) than reported by Dimić et al. (2009) (39.89%); Nakić et al. (2006) (46.58%) and Zdunzyk et al. (1999) (29.9%) and was in the range of results reported by Murković et al. (2000).

The HPC has shown lower values for moisture, free fatty acids and peroxide value than the hull-less pumpkin oil press cake. In terms of the fatty acid composition, obtained values were in agreement with published data (Dimić et al., 2008), where our sample had higher content of omega-3 fatty acids, and lower content of oleic acid. Our HPC sample also contained  $\gamma$ -linolenic acid (4.52 %), while PPC did not contain any.

The tocopherols profile of both oils is presented in Table 6.  $\alpha$ -tocopherols content of HPC and PPC was 6.2 and 11.3 mg/kg, respectively.  $\gamma$ - tocopherols content was 777 mg/kg for HPC and 704 mg/kg for PPC with the presence of both  $\beta$ - and  $\delta$ - tocopherols in HPC, and a higher amount of  $\delta$ - tocopherols and absence of  $\beta$ - tocopherols in the HPC. Obtained results were in the range of the reported content in pumpkin oil investigated by Nakić et al. (2006) and Murković et al. (1996), as well as for hemp oil by (Oomah et al., 2002). High content of  $\gamma$ - tocopherols, as natural antioxidants based on the quenching of free radicals, is a good indicator of the oxidative stability of both oils and ultimately the press-cakes.

Functional characteristics of neither HPC nor PPC are not yet reported in published literature. Results are presented in Table 7.

**Table 7.** Functional characteristics of the press-cakes**Tabela 7.** Funkcionalne karakteristike pogača

Parameter	Hemp seed oil press-cake	Hull-less pumpkin seed oil press-cake
OAI (oil absorption index (g oil/g sample))	2.13±0.01	1.10±0.07
WAI (Water absorption index) (g water/g sample)	2.64±0.02	1.63±0.04

PPC had a higher oil absorption capacity (OAC) (1.1) than one reported for defatted pumpkin flour (0.37) of a different pumpkin variety as demonstrated by Giami and Bekebain (1992) and Olaofe et al., (1994) (0.87). This indicates potential use of the PPC as an ingredient in fat-based spread manufacturing, as well as in bakery applications such as fortified breads, cookies and pasta manufacturing, and potentially as a meat replacement in patties and sausage manufacturing. However, the water absorption index (WAI) of our sample (1.63) was lower than one reported for defatted pumpkin flour (3.4) of a different pumpkin variety (Giami and Bekebain, 1992) and cannot be used for applications where high water absorption is required. Results on utilization of the hemp press-cake have not been published yet.

HPC had oil absorption capacity and water absorption index comparable to that of PPC. WAI of HPC was much higher (2.64) than WAI of PPC (1.63). This is perhaps because of the very high fiber content of HPC (53.8%). OAC of HPC (2.1) was double than one for PPC (1.1). This is possibly because of the lower content of oil in HPC sample. Due to the very dark green colour of HPC, compared to almost white of PPC, the application of HPC is limited for use in light products, without masking the colour. Therefore, HPC can be used in pasta manufacturing with spinach flavor and/or multigrain formulations, as well as in bakery applications for multigrain breads and dinner rolls. Because of the nutty flavor, HPC can be used in cookies with chocolate flavor/colour to mask the dark green colour of HPC.

## CONCLUSIONS

Both press-cakes were a good source of protein with an excellent amino acid profile and high bio-

logical values. The proteins had a well-balanced essential amino acid composition compared to those of eggs. The press-cakes were rich in micro-elements such as Ca, K, P, Mg, Mn, Fe and Zn. The cakes contained a substantial amount of residual oil which was very rich in PUFA, specifically  $\omega$ -6 fatty acids, while the hemp seed oil press cake contained a substantial amount of  $\omega$ -3 fatty acids as well. The content of  $\gamma$ -tocopherols was very high in both residual oils and it was a good indicator of oils stability against oxidation. The induction period of 13.9h also confirmed potential oil stability in the PPC during the storage and indicated potentially longer shelf-life without refrigeration of products made with PPC than products made with HPC. Based on functional properties of the investigated press-cakes, there are applications that can be suggested and further investigations to expand their use in food manufacturing should be undertaken. Any application of either press-cake would result in protein and mineral enriched products which could be classified as functional foods.

## ACKNOWLEDGEMENT

The results are part of the project No. TR 31014, Development of the new functional confectionery products based on oil crops, which is financially supported by the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia

## REFERENCES

1. Ajila CM, Leelavathi K, Prasada Rao UJS. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *J Cereal Sci.* 48, 319-326.
2. Anwar F, Latif S, Ashraf M. (2006). Analytical characterization of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil from different agro-ecological zones of Pakistan. *Journal of the AOCS*, 83, 323-329.
3. AOAC. (2000). Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
4. AOCS. (1997). American Oil Chemist's Society. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society. 5th edition. Champaign, Illinois.
5. Bhagya S, Sastry MCS. (2003). Chemical, functional and nutritional properties of wet dehulled niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed flour. *Lebensmittel-Wissen. Technol.* 36,703-708.
6. Caili F, Huan S, Quanhong L. (2006). A review on pharmacological activities and utilization



- technologies of pumpkin. *Plant Foods Human Nutr.* 61, 73-80.
7. Callaway JC. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica* 140, 65-72.
  8. Carpenter AP. (1979). Determination of tocopherols in vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56, 668-671.
  9. Dimić E, Romanić R, Vujasinović V. (2009). Essential fatty acids, nutritive value and oxidative stability of cold pressed hempseed (*Cannabis sativa* L.) oil from different varieties. *Acta Aliment.* 38, 229-236.
  10. Dimić E, Vujasinović V, Romanić R, Parenta G. (2009a). Održivost hladno presovanog i devičanskog ulja semena tikve golice. 50. Savetovanje industrije ulja, "Proizvodnja i prerada uljarica", Zbornik radova, pp. 167-172, Herceg Novi.
  11. Dimić E, Romanić R, Vujasinović V, Berenji J. (2008). Održivost hladno presovanog ulja semena uljane tikve golice. *Uljarstvo*, 39, 17-26.
  12. Dimić E, Romanić R, Peričin D, Panić B. (2006). Ispitivanje mogućnosti valorizacije nusproizvoda prerade semena uljane tikve golice. *Uljarstvo*, 37, 29-35.
  13. El-Adawy TA, Taha KM. (2001). Characteristics and composition of different seed oils and flours. *Food Chem.* 74, 47-54.
  14. FAO/WHO. (1973). Energy and protein requirements. Food and Agriculture Organization Nutrition meeting report Series 52. Rome: World Health Organization Technical Report Series, 522.
  15. Fruhwirth GO, Hermetter A. (2007). Seeds and oil of the styrian oil pumpkin: components and biological activities. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 109,1128-1140.
  16. Fruhwirth GO, Hermetter A. (2008). Production technology and characteristics of styrian pumpkin seed oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 110, 37-644.
  17. Galanakis CM, Tornberg E, Geakas V. (2010). Dietary fiber suspensions from olive mill wastewater as potential fat replacements in meatballs. *LWT – Food Sci. Technol.*, 43, 1018, 1025.
  18. Giami SJ, Bekebain DA. (1992). Proximate composition and functional properties of raw and processed full-fat fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) seed flour. *J. Sci. Food Agric.* 59, 321-325.
  19. Glew RH, Glew RS, Chuang IT, Huang YS, Millson M, Constans D, Vanderjagt DJ. (2006). Amino acid, mineral and fatty acid content of pumpkin seeds (*Cucurbita* spp) and *Cyperus esculentus* nuts in the republic of Niger. *Plant Foods Human Nutr.* 61,1-56.
  20. Juranović I, Breinhoelder P, Steffan I. (2003). Determination of trace elements in pumpkin seed oils and pumpkin seeds by ICP-AES. *J. Anal. Atom. Spectrom.* 18, 54-58.
  21. Kong KW, Ismail A, Tan CP, Rajab NF. (2010). Optimization of oven drying conditions for lycopene content and lipophilic antioxidant capacity in a by-product of the pink guava puree industry using response surface methodology. *LWT – Food Sci. Technol.* 43, 729-735.
  22. Kulkarni SG, Vijayanand P. (2010). Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa* L.), *LWT – Food Sci. Technol.* 43, 1026-1031.
  23. Lazos ES. (1986). Nutritional, fatty acid, and oil characteristics of pumpkin and melon seeds. *J. Food Sci.* 51,1382-1383.
  24. Laufenberg G., Rosato P. and Kunz B. (2004). Adding value to vegetable waste: oil press cakes as substrates for microbial decalactone production. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 106, 207-217.
  25. Leson G. (2006). Hemp foods in North America: Status and joint industry research. *J. Ind. Hemp*, 11, 87-93.
  26. Lin MJY, Humbert ES, Sosulski FW. (1974). Certain functional properties of sunflower meal products. *J. Food Sci.* 39, 368-370.
  27. Mansour EH, Dworschák E, Lugasi A, Barna E, Gergely A. (1993). Nutritive value of pumpkin (*Cucurbita Pepo* Kakai 35) seed products. *J. Sci. Food Agric.* 61, 73-78.
  28. Mohdaly AAA, Sarhan MA, Smetanska I, Mahmoud A. (2010). Antioxidant properties of various solvent extracts of potato peel, sugar beet pulp and sesame cake. *J. Sci. Food Agric.* 90, 218-226.
  29. Murkovic M, Hillebrand A, Winkler J, Pfannhauser W. (1996). Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *Zeitschrift Lebensmittel.- Forschung A.* 202,216-219.
  30. Murkovic M, Pfannhauser W. (2000). Stability of pumpkin seed oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 102, 607-611.
  31. Nakić SN, Rade D, Škevin D, Stucelj D, Mokrovčak Z, Bartolić M. (2006). Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 108, 936-943.
  32. Olaofe O, Adeyemi FO, Adediran GO. (1994). Amino-acid and mineral compositions and

- functional-properties of some oilseeds. *J. Agric. Food Chem.* 42, 878-881.
33. Oomah BD, Busson M, Godfrey DV, Drover JCG. (2002). Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chem.*, 76, 33-43.
  34. Oser BL. (1951). Method for the integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. *J. Amer. Diet. Assoss.* 27,396-402.
  35. Oser BL. (1959). An integrated essential amino acid index for predicting the biological value. In Albanese A.A. (Ed.), protein and amino acid nutrition. New York: Academic Press, pp. 281-295.
  36. Parry J, Hao Z, Luther M, Su L, Zhou K, Yu L. (2006). Characterization of cold-pressed onion, parsley, cardamom, mullein, roasted pumpkin, and milk thistle seed oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 84, 613-613.
  37. Peričin D, Radulović-Popović Lj, Vaštag Z, Madjarev-Popović S, Trivić S. (2009). Enzymatic hydrolysis of protein isolate from hull-less pumpkin oil cake: application of response surface methodology. *Food Chem.* 115, 753-757.
  38. Peričin D, Krimer V, Trivić S, Radulović Lj. (2009a). The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. *Food Chem.* 113, 450-456.
  39. Prinyawiwatkul W, Beuchat LR, Phillips RD, Resurreccion AVA. (1995). Modelling the effects of peanut flour, feed moisture content, and extrusion temperature on physical properties of an extruded snack product. *Int. J. Food Sci. Tech.* 30, 37-44.
  40. Radočaj O., Dimić E, Kakuda Y, Vujasinović V. (2011a). Chemical, nutritional and functional properties of a food by-product: hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil press-cake, *Olaj Szappan Kozmetika*, 60, 3-9.
  41. Radočaj O., Dimić E, Diosady LL, Vujasinović V. (2011). Optimizing the texture attributes of a fat-based spread using instrumental measurements. *J. Texture Studies*, 42, 394-403.
  42. Ryan E, Galvin K, O'Connor TP, Maguire AR, O'Brien NM. (2007). Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods Human Nutri.* 62, 85-91.
  43. Sharma PB, Lal BM, Madaan TR, Chatterjee SR. (1986). Studies on the nutritional quality of some cucurbit kernel proteins. *J.Sci. Food Agric.* 37, 418-420.
  44. Shirani G. and Ganesharane R. (2009). Extruded products with fenugreek (*Trigonella foenum-gracium*) chickpea and rice: physical properties, sensory acceptability and glycaemic index. *J. Food Eng.* 90, 44-52.
  45. Stojceska V, Ainsworth P, Plunkett A, İbanoğlu E, İbanoğlu Ş. (2008). Cauliflower by-products as a new source of dietary fibre, antioxidants and proteins in cereal based ready-to-eat expanded snacks. *J. Food Eng.* 87, 554-563.
  46. Tsaknis J, Lalas S, Lazos ES. (1997). Characterization of crude and purified pumpkin seed oil. *Grasas Aceites.* 48, 267-272.
  47. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernandez-Lopez J, Perez-Alvarez J. (2010). Effect of adding citrus fibre washing water and rosemary essential oil on the quality characteristics of bologna sausage. *LWT – Food Sci. Techn.*, 43, 958-963.
  48. Vujasinović V, Djilas S, Dimić E, Romanić R, Takači A. (2010). Shelf life of cold-pressed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil obtained on a screw press. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 87, 1497-1505.
  49. Yağci S, Göğüş F. (2008). Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products. *J. Food Eng.* 86, 122-132.
  50. Younis YMH, Ghirmay S, Al-Shihry SS. (2000). *African Cucurbita pepo* L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochem.* 54, 71-75.
  51. Zdunczyk Z, Minakowski D, Frejnagel S, Flis M. (1999). Comparative study of the chemical composition and nutritional value of pumpkin seed cake, soybean meal and casein. *Nahrung/Food.* 43, 392-395.

## BIOAKTIVNE KOMPONENTE SPECIJALNIH ULJA: ULJA SEMENA TIKVE, JEZGRA KOŠTUNJAVOG VOĆA I SEMENA BOBIČASTOG VOĆA

Vesna B. Vujasinović

*U ovom radu sagledane su mogućnosti dobijanja specijalnih ulja, primenom postupka presovanja, odnosno, hladnim ceđenjem iz različitih sirovina. Prezentovani su podaci iz literature o sastavu masnih kiselina, tokoferola, fitosterola i fenolnih jedinjenja pojedinih specijalnih ulja, kao što su ulja semena tikve, jezgra koštunjavog voća i semena bobičastog voća. Navedeni su, takođe, i faktori koji utiču na kvalitet ovih ulja, prisustvo mogućih alergena i toksičnih supstanci, kao i mogućnost njihove primene u različite svrhe. Posebna pažnja je posvećena učinku specijalnih ulja u unapređenju zdravlja ljudi.*

hjhj

*Ključne reči: specijalna ulja, sastav masnih kiselina, bioaktivne komponente, seme uljane tikve, jezgro koštunjavog voća, seme bobičastog voća*

## BIOACTIVE COMPONENTS OF SPECIALTY OILS: PUMPKIN SEED OIL, TREE NUT OILS AND BERRY SEED OILS

*The possibilities of obtaining specialty oils, by pressing, i.e. cold pressing of different raw materials are overviewed. The literature data on fatty acid composition, content of tocopherols, phytosterols and phenolic compounds of certain specialty oils, like pumpkin seed oils, tree nut oils and berry seed oils are presented. The factors affecting the quality of the mentioned oils, presence of possible allergens and toxic substances, as well as the possibility of use of oils are also mentioned. A special attention has been paid to the contribution of specialty oils in health promoting.*

*Key words: specialty oils, fatty acid composition, bioactive components, pumpkin seed oil, tree nuts, berry seed*

### UVOD

Jestiva biljna ulja danas zauzimaju veoma značajno mesto u savremenoj ishrani, kako zbog njihovog udela u potrošnji, tako i zbog višestrukog nutritivnog značaja, budući da predstavljaju glavni izvor energije, izvor liposolubilnih vitamina – A, D, E, K, esencijalnih masnih kiselina i ostalih veoma važnih bioaktivnih sastojaka.

Za pojedina specijalna gurmanska biljna ulja karakteristična je njihova prijatna aroma koja je svojstvena izvornoj sirovini, s obzirom na to da su ova ulja potpuno prirodna, tj. sirova, odnosno nerafinisana, a proizvode se postupkom hladnog ceđenja. Gurmanska hladno ceđena ulja, kao i devičanska ulja najvišeg kvaliteta čija je komercijalna cena znatno veća od drugih ulja, smatraju se najboljim

izborom za pripremu jela i salatnih preliva ili u bilo kojoj kombinaciji neposredne upotrebe.

Poznato je da je doprinos lipida u ishrani na zdravlje i dobrobit organizma određen njihovim sastavom. Kako masno-kiselinski profil, tj. odnos  $\omega$ -9,  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 masnih kiselina, tako i širok spektar specifičnih bioaktivnih komponenata pokazuju značajan uticaj na fiziološke funkcije ljudske populacije. Interes naučne javnosti za zdravstveni učinak  $\omega$ -3 u odnosu na  $\omega$ -6 masnu kiselinu datira od kasnih 70-ih godina, budući da su obe masne kiseline od izuzetne važnosti. Osim na kardiovaskularna oboljenja, pozitivan zdravstveni učinak  $\omega$ -3 masnih kiselina zapažen je i kod drugih bolesti, kao što su dijabetes, kožne bolesti, upalni procesi, kancer, Kronova bolesti i depresija.

Asortiman hladno ceđenih ulja u novije vreme je znatno proširen. Naime, neprestano se traga za novim izvorom sirovine specijalnog masno-kiselinskog profila. Osim toga, istražuju se i mogućnosti

Vesna Vujasinović, Visoka škola za menadžment i poslovne komunikacije, Mitropolita Stratimirovića 110, Sremski Karlovci, Srbija, vesna.vujasinovic@hotmail.rs

valorizacije nusproizvoda određenih tehnoloških procesa prerade prehrambenih proizvoda.

U ovom preglednom radu će se, na osnovu podataka iz literature, detaljno obraditi sastav masnih kiselina, značaj i prisustvo bioaktivnih komponenata koji doprinose unapređenju zdravlja ljudi (tokoferoli, steroli, fenolna jedinjenja i dr.) kod raznih vrsta specijalnih ulja, kao što su ulja semena tikve, jezgra koštunjavog voća i semena bobičastog voća.

### Šta su specijalna ulja?

Napredak koji je ostvaren u raznim naučnim oblastima, kao što su biologija, hemija i medicina, doveo je do otkrića mnogih faktora koji se odnose na ishranu, a doprinose zdravlju ljudi. To uključuje intenzivne i kontinualne napore u sprečavanju pojave bolesti pravilnom ishranom. Hladno ceđena ulja od raznih vrsta uljarica, plodova ili semena biljaka, kao nova i atraktivna grupa jestivih ulja, u potpunosti odgovaraju zahtevima savremenih svetskih trendova, kako po pitanju procesa proizvodnje, kvaliteta i asortimana proizvoda tako i po zahtevima potrošača. Zahvaljujući širokom asortimanu hladno ceđenih ulja sa različitim profilom sastava masnih kiselina, potrošači po sopstvenoj želji ili potrebi imaju mogućnost odabira odgovarajuće vrste ulja.

Hladno ceđena ulja se proizvode pomoću specijalne tehnologije - isključivo presovanjem tj. mehaničkim ceđenjem, bez ikakve rafinacije, da bi sačuvalo što više bitnih konstitutivnih elemenata. Zahvaljujući vrsti sirovine, načinu izdvajanja i odsustvu rafinacije, specijalna ulja se bitno razlikuju od rafinisanih. Razlike se ogledaju, pre svega, u aromi (ova ulja imaju karakterističan miris i ukus izvornih sirovina), u izgledu, održivosti, u hemijskom sastavu, nutritivnoj vrednosti, itd. Hladno ceđena ulja su znatno bogatija i raznim bioaktivnim sastojcima prirodnog porekla od kojih su najznačajniji vitamini i provitamini, fosfolipidi, fitosteroli, komponente sa antioksidativnim dejstvom, koje su neophodne za normalno funkcionisanje organizma, održavanje dobrog zdravlja ili za prevenciju određenih bolesti (Dimić, 2005).

Primena specijalnih ulja je raznovrsna. Koriste se u direktnoj konzumaciji kao salatna ulja, mešaju se sa drugim uljima u cilju poboljšanja određenih osobina, koriste se i u hemijskoj industriji kao ulja i maziva, u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji i sl. (Dimić, 2005; Moreau i Kamal-Eldin, 2009).

### Sirovine za proizvodnju specijalnih ulja

Za proizvodnju specijalnih ulja se može koristiti širok spektar različitih sirovina: maslina, susam, badem, lešnik, orah, seme tikve, seme bobičastog voća, seme maka, koštice grožđa, seme lana, noćurka, industrijske konoplje itd. Sadržaj ulja u ovim sirovinama varira u širokom rasponu od oko 20% (plod masline) do preko 40% (seme tikve golice) (Dimić, 2005).

### Jezgro koštunjavog voća



**Slika 1.** Jezgra koštunjavog voća i razne vrste semena  
**Figure 1.** Tree nuts and oil seeds

Jezgro ploda koštunjavog voća, kao što su orah, lešnik, badem, pistači i dr. (slika 1) je veoma značajna grupa sirovina za proizvodnju gurmanskih ulja veoma prijatnih senzorskih svojstava, karakterističnog masno-kiselinskog profila i specifičnih sastojaka koji mogu doprineti unapređenju zdravlja potrošača (Kamal-Eldin i Moreau, 2009). Ovu grupu sirovina, osim nabrojanih svojstava karakteriše i visok sadržaj ulja, kao što se može videti u tabeli 1.

**Tabela 1.** Sadržaj ulja jezgra koštunjavog voća  
(Kamal-Eldin i Moreau, 2009)

**Table 1.** Oil content of nuts  
(Kamal-Eldin and Moreau, 2009)

Vrsta koštunjavog voća	Sadržaj ulja (%)
badem	41-60
brazilski orah	61-69
indijski orah	40-49
lešnik	49-67
australijski orah	59-78
pekan orah	58-74
pinjole (seme ploda bora)	59-71
pistači	45-59
orah	51-65

## Seme uljane tikve



**Slika 2.** Uljana tikva  
**Figure 2.** Oil pumpkin

Uljana tikva (slika 2) je forma obične tikve gajena za zrno koje je bogato uljem. Uljana tikva je jednogodišnja biljka. Obična tikva ima različitu primenu. Mesnati deo ploda se koristi u kulinarstvu za pripremu kolača, u proizvodnji voćnih sokova i drugih prehrambenih proizvoda ili kao hrana za životinje.

Seme uljane tikve (slika 3) je namenjeno za grickanje i za dobijanje ulja. Pljosnato jezgro semena tikve je zaštićeno ljuskom. U zavisnosti od strukture i udela celuloze u ljusci, postoje dve vrste semena: seme sa ljuskom i seme bez ljuske – golica. Oba tipa semena služe za dobijanje ulja, međutim, za ovu svrhu pogodnije je seme golice, jer daje veći prinos ulja i pogaču boljeg kvaliteta (Dimić, 2005; Radočaj i sar., 2011).



**Slika 3.** Seme uljane tikve golice  
**Figure 3.** Hull-less pumpkin seed

Različite sorte tikvi imaju različit sadržaj ulja u semenu, kao što je prikazano u tabeli 2.

**Tabela 2.** Prosečan sadržaj ulja semena različitih sorti tikvi (Stevenson i sar., 2007)

**Table 2.** Average oil content of seeds of different pumpkin species (Stevenson et al., 2007)

Sorta tikve	Sadržaj ulja (%)
<i>Cucurbita argyrosperma</i>	36,0
<i>C. ficifolia</i>	43,5
<i>C. foetidissima</i>	32,3
<i>C. maxima</i>	35,4
<i>C. mixta</i>	50,6
<i>C. moschata</i>	37,8
<i>C. pepo</i>	38,3
<i>Langenaria sicceraria</i>	21,9
<i>Luffa acutangula</i>	44,3
<i>Telfairia occidentalis</i>	45,5

## Seme bobičastog voća



**Slika 4.** Bobičasto voće  
**Figure 4.** Berry fruits

Bobičasto voće (slika 4) je važan deo ljudske ishrane. Najčešće konzumirane su jagode, maline, kupine, borovnice, crne i crvene ribizle (Szajdek i Borowska, 2008). Većina bobičastog voća se konzumira sirovo, ali se i prerađuje do džemova, konzervisanog voća, sokova, vina, rakija, želea i sl. (Knežević, 2010).

U pogledu dobijanja ulja, posebno interesantnu sirovinu predstavlja seme bobičastog voća (slika 5), pošto se ono dobija kao nusproizvod kod prerade ove vrste voća. U tabeli 3 je dat sadržaj ulja semena nekoliko vrsta bobičastog voća.



**Slika 5.** Seme bobičastog voća  
**Figure 5.** Berry seed

**Tabela 3.** Sadržaj ulja u semenu raznih vrsta bobičastog voća (Lampi i Heinonen, 2009)

**Table 3.** Seed oil content of different berries (Lampi and Heinonen, 2009)

Vrsta sirovine	Sadržaj ulja (%)
crvena ribizla	11,2-23,6
crna ribizla	7,6-22,7
ogrozd	16,2-26,4
pasji trn	5,7-14,2
brusnica	15-30,6
borovnica	20-30,5
barska kupina	9,1-12,4
malina	10,7-23,2
kupina	11,4-14,5
grožđe	5,8-13,6

### Proces proizvodnje specijalnih hladno presovanih ulja

Za proizvodnju specijalnih ulja se koristi više različitih postupaka, npr. hladno presovanje na temperaturi nižoj od 45° C, zatim presovanje pri višim temperaturama, ekstrakcija organskim rastvaračem ili superkritična fluidna ekstrakcija sa CO<sub>2</sub>.

Hladno presovanje je osnovna komercijalna metoda kod dobijanja jestivih specijalnih ulja. Prednost ovog postupka, naspram konvencionalnog, je u tome što se u ulju zadržava veća količina antioksidanata, što doprinosi većoj oksidativnoj stabilnosti ulja (Lampi i Heinonen, 2009).

Tehnološki proces proizvodnje jestivih nerafinisanih ulja obuhvata dve osnovne faze:

- pripremu sirovina za izdvajanje ulja i
- izdvajanje ulja mehaničkim putem.

Karakteristike polaznih sirovina su posebno važne za izdvajanje ulja. Priprema treba da olakšava izdvajanje ulja, a zbog odsustva rafinacije, bitna je i za postizanje što boljeg kvaliteta ulja. Proces pripreme obuhvata čišćenje, ljuštenje, mlevenje i hidrotermičku obradu. Međutim, u zavisnosti od vrste sirovina, na presovanje može ići i materijal bez ljuštenja, mlevenja i hidrotermičke obrade.

Tehnološka šema procesa proizvodnje jestivih nerafinisanih ulja je prikazana na slikama 6 i 7.

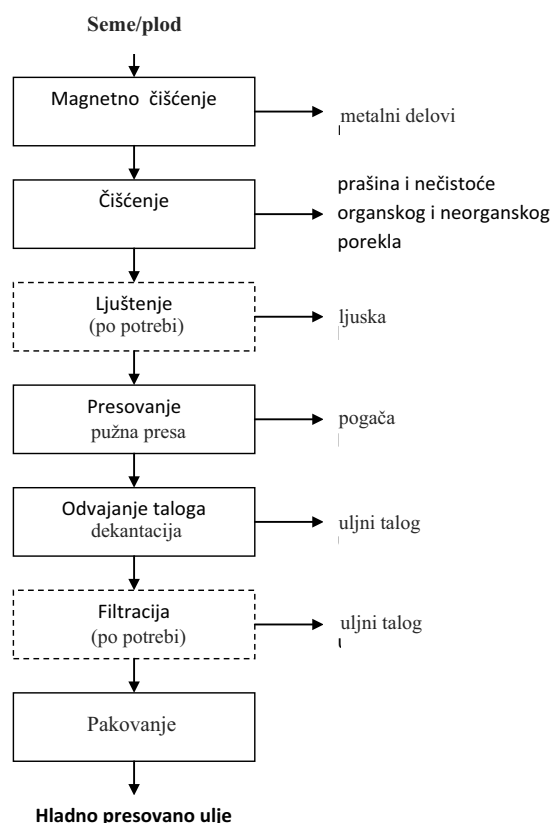
Na preradu uvek dolaze sirovine koje sadrže izvesnu količinu nečistoće. Nečistoća može biti organske ili neorganske prirode. Organsku nečistoću najčešće čine semena drugih biljaka ili delovi biljke koja se prerađuje. Organska nečistoća čini i do 90% ukupnih nečistoća. Najveći deo neorganske

nečistoće potiče od zemlje, peska, pocepanih vreća, a često se nađu i metalni delovi (Zubić, 1995).

Svrha **čišćenja** je odstranjivanje nečistoće koja može štetno uticati na uskladišteno seme sirovine, pogoršati kvalitet ulja i oštetiti uređaje pri preradi. Čišćenje semena za izdvajanje ulja treba da je još efikasnije od čišćenja za skladištenje, tj. iz semene mase treba potpuno ukloniti nečistoću. Čišćenje semena je operacija koja se zasniva na principima razdvajanja, a najčešće se obavlja:

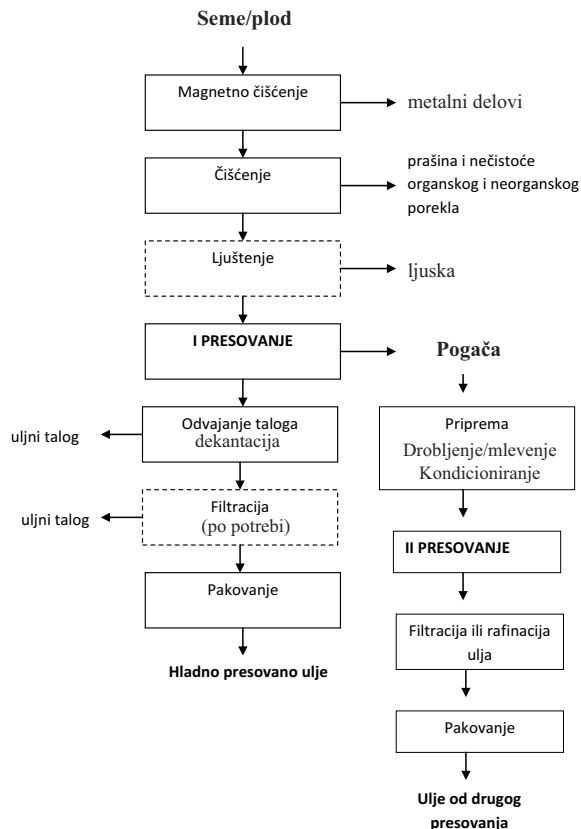
- prosejavanjem – odvajanjem na osnovu različitih dimenzija semena i nečistoće,
- odvajanjem na osnovu magnetizma i
- aspiracijom - odvajanjem na osnovu različitih aerodinamičnih svojstava semena i nečistoće.

Za svaku od ovih operacija postoje odgovarajuće mašine. Na ulazu u uređaj za transport i čišćenje postavljaju se magneti pomoću kojih se uklanjaju metalni predmeti čime se izbegava mogućnost oštećenja uređaja (Dimić, 2005).



**Slika 6.** Tehnološka šema procesa proizvodnje specijalnih hladno presovanih jestivih ulja (Dimić, 2005; Vujasinović, 2011)

**Figure 6.** Technological scheme of specialty cold pressed edible oils production (Dimić, 2005; Vujasinović, 2011)



**Slika 7.** Tehnološka šema procesa proizvodnje ulja postupkom duplog presovanja (Fils, 2000; Vujasinović, 2011)

**Figure 7.** Technological scheme of oil production by double pressing (Fils, 2000; Vujasinović, 2011)

Ljuska semena ili plodova sadrži vrlo male količine lipida i sastoji se uglavnom od celuloznih i hemiceluloznih materija. Nakon operacije čišćenja, kod sirovine gde je to moguće i neophodno, sledi **ljuštenje**, pri čemu se kombinuje ljuštenje, sejanje i aspiracija. Ljuštenje semena koje ide na presovanje obavlja se da bi se poboljšao kvalitet ulja i pogače, da bi se povećao kapacitet i iskorišćenje prese, i da bi izdvajanje ulja bilo olakšano. Ova operacija najčešće se izvodi mehaničkim putem, pomoću ljuštilica. Svaka vrsta semena zahteva određenu konstrukciju ljuštilice u zavisnosti od oblika i veličine semena. Pri ljuštenju različitih vrsta sirovine primenjuju se različita rešenja, kao što su mlin čekićar za orahe, valjci, rotirajuće ploče i dr. Efikasnost ljuštenja se povećava sortiranjem – razdvajanjem semena po veličini pre ljuštenja. Operaciju ljuštenja treba izvesti tako da se dobije što više celih jezgara, i što celovitija ljuska (Turkulov, 1989; Rac, 1964; Dimić 2005).

**Mlevenje** je operacija koja je važna za efikasnije izdvajanje ulja pri presovanju, iako nije neophodno za sve vrste sirovina. Mlevenjem se razaraju ćelije radi lakšeg izdvajanja ulja. Pored toga, mlevenjem

se može postići optimalna i ravnomerna veličina čestica, što takođe utiče na efikasnost presovanja. Optimalna veličina čestica drugačija je za svaku vrstu uljarica (Dimić, 2005).

Mleti se mogu cele semenke sa ljuskom ili samo jezgra. Uglavnom se upotrebljavaju mlinovi na valjke, tj. usitnjavanje se postiže mehaničkim putem. Valjci mogu biti nazubljeni ili glatki, a mogu se kreirati istim ili različitim brzinama. Kod valjaka koji se kreću različitim brzinama, osim mlevenja, dolazi i do istiranja materijala i na taj način se razara veći broj ćelija (Turkulov, 1989).

**Kondicioniranje** – hidrotermička obrada (obrada toplotom i vlagom) je složen proces u kome se odvijaju značajne promene u materijalu i tako omogućava lakše i potpunije izdvajanje ulja tokom presovanja. Vlaženjem se postiže vezivanje vode za hidrofilne belančevine i škrob, što omogućava oslobađanje ulja koje je prethodno bilo vezano za njih adhezijom. Usled bubrenja belančevina povećava im se zapremina, što utiče na povećanje pritiska na ultramikroskopske kanale, čime se ulje istiskuje. Zagrevanjem materijala dolazi do koagulacije belančevina u zidovima ćelija, nakon čega one postaju propustljive za ulje. Važni tehnološki efekti su i: koagulacija proteina, razbijanje uljne emulzije u ćelijama, pucanje ćelijskih membrana, smanjenje viskoziteta ulja, povećanje plastičnosti materijala, inaktivacija termo-osetljivih enzima i dr. Pored navedenih promena, menjaju se i senzorska svojstva ulja dobijenog iz kondicioniranog materijala. Ulje dobija miris i ukus prženog. Pošto se kondicioniranjem menjaju plastično-elastična svojstva materijala, ovakav materijal je najbolje presovati na hidrauličnim presama. Za operaciju kondicioniranja je veoma bitno da ne dođe do pregrevanja materijala, jer se to nepovoljno odražava kako na senzorska svojstva tako i na kvalitet i održivost ulja (Dimić, 2005; Turkulov, 1989; Vujasinović i sar., 2011).

**Presovanje** je tehnološki postupak u toku kojeg se iz pripremljenog semena, isključivo mehaničkim putem, primenom pritiska, izdvaja - cedi ulje. Presovanje može da se obavlja pužnim ili hidrauličnim presama. Danas su u najvećoj primeni pužne prese, dok se hidraulične prese koriste pri proizvodnji specijalnih devičanskih ulja u pogonima manjih kapaciteta. Primenom hidrauličnih presa se smanjuje ili potpuno izbegava zagrevanje materijala tokom samog procesa presovanja. Ovom tehnologijom se proizvode najkvalitetnija ulja.

Princip rada pužnih presa se zasniva na potiskivanju materijala pomoću snažne pužnice iz većeg prostora u manji, pri čemu se pritisak povećava i dolazi do ceđenja ulja (Rac, 1964). Kontinualne pužne prese

se sastoje iz: uređaja za punjenje i doziranje materijala, vodoravne pužnice (može biti jedna ili sistem pužnica koje se okreću oko svoje ose u korpi – košu), uređaja za regulisanje debljine pogače i kućišta prese. Regulisanjem debljine pogače reguliše se i kapacitet prese. Puževi prese su izrađeni od kvalitetnog čelika, koji je obično cementiran radi manjeg habanja, a pošto su samo navučeni na radnu osovinu, mogu se skidati i menjati. Korpa prese je sastavljena od segmentnih štapića, koji su konstruisani da propuštaju ulje, a zadržavaju materijal koji se presuje. Pošto su izloženi visokim pritiscima, segmentni štapići se češće zamenjuju. U koš su ugrađeni i noževi – strugači koji materijal usmeravaju ka izlazu, i sprečavaju njegovo okretanje zajedno sa pužnicom. Tokom presovanja dolazi do zagrevanja pogače i ulja usled trenja materijala. Na samom početku presovanja dolazi do naglog porasta temperature (na oko 100-150° C), da bi kasnije pala i zadržala konstantnu vrednost (Turkulov, 1989; Rac, 1964). Pužne prese manjeg kapaciteta za hladno presovana ulja mogu biti i drugačije izvedbe.

Najvažniji faktori koji utiču na efikasnost presovanja su:

- vrsta i karakteristike sirovine;
- priprema materijala za presovanje, granulometrijski sastav, udeo zaostale ljuske i uslovi kondicioniranja;
- konstrukcija i snaga prese;
- uslovi, odnosno, parametri presovanja: pritisak, temperatura, dužina procesa, sadržaj vlage ulaznog materijala, sadržaj ulja u pogači i dr. (Dimić, 2005).

**Odvajanje mehaničkih nečistoća – čišćenje ulja** je sledeća operacija pri proizvodnji jestivih nerafiniranih ulja.

Primeše koje se nalaze u presovanom ulju obuhvataju mehaničku (nerastvorljivu) nečistoću, vodu i sluzne materije, koje mogu nepovoljno uticati na senzorska svojstva ulja. Mehaničku nečistoću sačinjavaju masna prašina i sitniji ili krupniji delovi semena ili plodova (jezgro, ljuska), koji zajedno sa uljem napuštaju presu. Voda je prisutna u svim presovanim uljima, ali njen sadržaj najviše zavisi od vlažnosti sirovine koja se presuje. Sluzne materije se sastoje od koloidno rastvorenih proteina, zatim fosfolipida, lipoproteina itd. Deo ovih supstanci se taloži koagulacijom, odnosno, hidratacijom. Ulja koja potiču od nezrelog semena ili semena kod kojeg se, usled kvarenja, odvijaju procesi razgradnje, sadrže povećanu količinu sluznih materija.

Mehaničke nečistoće se iz ulja mogu izdvojiti primenom taloženja ili filtracijom pomoću vibracionih sita, filter presa ili separatora.

Najjednostavniji način odvajanja nečistoća iz ulja je taloženje (sedimentacija). To se dešava u rezervoarima koji na različitim visinama imaju odgovarajuće ventile preko kojih se ispuštaju već bistri gornji slojevi ulja. Mehaničke nečistoće se pri tome talože na dnu rezervoara. Pošto su čestice koje se talože veoma malih dimenzija, a viskozitet ulja je visok, one će se taložiti veoma sporo (od nekoliko dana do nekoliko nedelja). Pored ovoga postoje i sledeći nedostaci: sluzne materije u kojima su uklopljeni enzimi se veoma sporo odvajaju, pa se zahvaljujući njihovom delovanju dobija ulje lošijeg kvaliteta.

Odvajanje mehaničkih nečistoća filtriranjem je mnogo efikasnije, a sastoji se u propuštanju sirovog ulja kroz filter na kojem se one zadržavaju. Kao filter se mogu upotrebiti filtracione tkanine od pamuka, lana i drugih tekstilnih vlakana, filter papir, a i filteri u vidu sita izrađeni od metala. Filtriranje ulja se obavlja na različitim aparatima u zavisnosti od potrebne finoće filtriranja, vrste taloga i stepena onečišćenja ulja. Za grubo filtriranje se upotrebljavaju vibraciona sita i filtracione centrifuge, a za finije filter prese, kontinualni filteri i centrifugalni separatori. Za filtriranje je značajno da kapacitet filtriranja bude proporcionalan filtracionoj površini filtra i brzini filtriranja (Rac, 1964).

**Naknadna obrada** sirovog presovanog ulja podrazumeva isključivo pranje ulja vodom. Ovo se vrši u cilju uklanjanja koloidno rastvorenih sluznih materija koje mogu negativno uticati na izgled i senzorska svojstva ulja. Kada se ulje meša sa vodom, sluzne i ostale hidrofилne materije, pre svega fosfolipidi, nabubre (vežu vodu) pa se na osnovu različitih specifičnih masa mogu odvojiti od ulja. Hidratacija se odvija u duplikatoru, gde se zagrejanom ulju (do 50° C) dodaje 0,5 do 3% vode iste temperature. Nakon mešanja (oko 1h), nastaje vodeno-sluzna faza, koja se odvaja od ulja. Odvajanje taloga se može vršiti dekantacijom ili centrifugalnim separatorima. Pranje ulja vodom treba da se radi isključivo prema potrebi. Ukoliko nije neophodno, svaku obradu, osim odvajanja mehaničkih nečistoća, treba izbegavati (Dimić, 2005).

**Pakovanje** je tehnološki proces postavljanja proizvoda u ambalažu. Primenjena ambalaža treba da ima dobra barijerna svojstva prema agensima spoljne sredine, zdravstvenu ispravnost, odgovarajuće fizičko-mehaničke i dimenzione osobine. Ambalaža svojim zaštitnim svojstvima, oblikom, dizajnom, grafičkim rešenjima, tekstom deklaracije i logotipovima znatno utiče i na prihvatljivost proizvoda.

Specijalna ulja su visoko vrednovan i atraktivan proizvod, pa se za pakovanje uglavnom koristi staklena ambalaža (slika 8).





**Slika 8.** Vrsta primenjenih ambalaža za specijalna ulja

**Figure 8.** Packagings for specialty oils

Staklo je vredan i plemenit ambalažni materijal. Ima dobra barijerna svojstva, nepropusno je na gasove, arome, vodenu paru, a selektivno je propustljivo na svetlost, zavisno od boje i manje od debljine. Od svetlosti najbolje štiti smeđe staklo, zatim zeleno, a najveću propustljivost ima prozirno staklo. Bezbojno staklo omogućava idealan vizuelni pregled sadržaja. Staklena ambalaža zelene boje, prijatna ljudskom oku, često se koristi za napitke. Smeđe staklo veoma intenzivno sprečava prolazak ultraljubičastog zračenja. Boce od smeđeg stakla koriste se za pakovanje fotosenzitivnih proizvoda – kvalitetnih hladno ceđenih ulja. Za razliku od drugih ambalažnih materijala, staklo je moguće u potpunosti reciklirati i ponovo ga upotrebiti bezbroj puta, uz nepromenjen kvalitet (Lazić i Novaković, 2010; Lazić i sar., 2003).

### Sastav i nutritivna vrednost specijalnih ulja

Ulja i masti su neophodni sastojci pravilne ishrane jer su glavni izvor energije, liposolubilnih

vitamina, esencijalnih masnih kiselina, raznih bioaktivnih komponenata i imaju određene fiziološke funkcije.

### Sastav masnih kiselina

Masne kiseline su glavni gradivni elementi triacilglicerola i drugih klasa lipida, kao što su fosfolipidi, glikolipidi, voskovi i dr. Sastavljene su od pravog lanca ugljenikovih atoma, a molekul se završava karboksilnom grupom. Mogu biti zasićene, ili nezasićene, a najčešće imaju paran broj ugljenikovih atoma (od četiri do dvadeset šest), što je posledica njihovog nastajanja, odnosno biosinteze masnih kiselina pomoću acetyl-CoA.

U tabeli 4 i 5 navedene su najrasprostranjenije zasićene i nezasićene masne kiseline.

**Tabela 4.** Najzastupljenije zasićene masne kiseline (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980)

**Table 4.** Most represented saturated fatty acids (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980)

Naziv kiseline	Formula	Oznaka
kaprinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> -COOH	C10:0
laurinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> -COOH	C12:0
miristinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> -COOH	C14:0
palmitinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH	C16:0
margarinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> -COOH	C17:0
stearinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH	C18:0
arahinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> -COOH	C20:0

**Tabela 5.** Najzastupljenije nezasićene masne kiseline (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980)

**Table 5.** Most represented unsaturated fatty acids (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980)

Naziv kiseline	Formula	Oznaka
palmitoleinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	C16:1
oleinska	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	C18:1
linolna, ω -6	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	C18:2
α-linolenska (ALA), ω -3	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH	C18:3
γ-linolenska (GLA), ω -6	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -(CH=CH-CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH	C18:3
arahidonska, ω -6	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -(CH=CH-CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COOH	C20:4
eikosapentaenska (EPA), ω -3	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH=CH-CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	C20:5
eruka	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> -COOH	C22:1
dokosaheksaenska (DHA), ω -3	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH=CH-CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	C22:6

### Sastav masnih kiselina ulja koštunjavog voća

Sastav masnih kiselina je važan podatak kada je reč o jestivim uljima. Sastav masnih kiselina za ulje koštunjavog voća prikazan je u tabeli 6.

Na osnovu ispitivanja Kamal-Eldina i Moreaua (2009) vidi se da su ulja badema, lešnika i australijskog oraha ulja oleinskog tipa, jer je u njima oleinska kiselina prisutna u najvećem procentu (65,1-79,3%).

Linolno-oleinskom tipu pripadaju ulja indijskog oraha, pistaća, oraha pekana i pinjole u kojima su obe masne kiseline prisutne u približno istim odnosima. Predstavnici ulja linolnog tipa su ulja oraha i brazilskog oraha. Samo kod ulja pinjola prisutne su masne kiseline 18:2  $\Delta$ 5,9 i 18:3  $\Delta$ 5,9,12, kod kojih je razlika u položaju dvostruke veze. 18:2  $\Delta$ 5,9 je ustvari  $\omega$ -9 masna kiselina, a 18:3  $\Delta$ 5,9,12 je  $\gamma$ -linolenska kiselina i pripada grupi  $\omega$ -6 masnih kiselina.

**Tabela 6.** Sastav masnih kiselina ulja koštunjavog voća (Kamal-Eldin i Moreau, 2009)

**Table 6.** Fatty acid composition of nut oils (Kamal-Eldin and Moreau, 2009)

Koštunjavo voće	Sastav masnih kiselina ulja koštunjavog voća (%)												
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2 n-6	18:2 $\Delta$ 5,9	18:3 n-3	18:3 $\Delta$ 5,9,12	20:0	20:1	22:0	22:1
badem	0,1	6,8	0,6	1,3	69,2	21,5	-	0,2	-	0,2	-	0,1	-
brazilski orah	0,1	13,5	0,3	11,8	29,1	42,8	-	0,2	-	0,5	0,2	0,1	0,3
indijski orah	0,1	9,9	0,4	8,7	57,2	20,8	-	0,2	-	1,0	0,2	0,4	0,3
lešnik	0,1	5,8	0,3	2,7	79,3	10,4	-	0,5	-	0,2	-	-	-
australijski orah	1,0	8,4	17,3	3,2	65,1	2,3	-	0,1	-	2,3	-	0,2	-
pinjole (seme bora)	-	5,0	0,1	2,7	28,6	44,1	2,2	0,1	13,9	0,5	1,3	-	-
pekan orah	0,1	7,6	0,1	2,5	49,6	37,7	-	1,5	-	0,3	0,5	-	-
pistaći	0,1	7,4	0,7	0,9	58,2	30,3	-	0,4	-	0,6	0,6	0,3	0,6
orah	0,1	6,7	0,2	2,3	21,0	57,5	-	11,6	-	0,1	-	0,1	-

### Sastav masnih kiselina ulja semena tikve

Ulje semena tikve pripada grupi ulja visoke biološke vrednosti zbog povoljnog sastava masnih

kiselina (tabela 7 i 8). Ovo ulje je ulje oleinsko-linolnog tipa.

**Tabela 7.** Sastav masnih kiselina ulja semena tikve (Karlović i sar, 2001)

**Table 7.** Fatty acid composition of pumpkin seed oil (Karlović et al., 2001)

Masna kiselina	Sadržaj (%)
C 14:0	0,11
C 16:0	11,86
C 18:0	7,30
C 20:0	0,56
C 22:0	0,18
ukupno zasićene	20,01
C 16:1	0,11
C 18:1	40,55
C 20:1	0,18
ukupno monozasićene	40,84
C 18.2 n-6	38,61
C 18:3 n-3	0,18
ukupno polinezasićene	38,79

**Tabela 8.** Sastav dominantnih masnih kiselina različitih uzoraka hladno presovanih ulja semena tikve (Vujsinović, 2011)**Table 8.** Fatty acid composition of different samples of cold pressed pumpkin seed oil (Vujsinović, 2011)

Uzorak	Masna kiselina* (% m/m)					$\Sigma$ zasićenih	$\Sigma$ ne- zasićenih	Odnos** Z/NZ
	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3			
1	11,45	5,15	39,86	43,40	tragovi	16,60	83,26	0,20
2	11,13	5,30	39,79	43,59	tragovi	16,43	83,38	0,20
3	10,91	4,08	34,22	46,89	1.20	14,99	82,31	0,18
4	10,55	4,44	41,67	41,86	1.47	14,99	85,00	0,18
5	10,32	4,20	36,95	48,52	tragovi	14,52	84,47	0,17
6	9,84	4,90	38,93	41,74	1.10	15,87	81,77	0,19
7	10,48	4,80	37,05	43,45	1.04	16,56	81,54	0,20
8	10,81	3,82	40,49	44,88	tragovi	14,63	85,37	0,17

\* dominantne masne kiseline u sastavu ulja

\*\* odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina

**Sastav masnih kiselina ulja semena bobičastog voća**

Klasifikacija ulja se vrši na osnovu profila masnih kiselina. Klasifikacija je bazirana na različitim nutritivnim osobinama masnih kiselina, pre svega na efektima lipoproteina u metabolizmu. Prema ovoj klasifikaciji, svaka vrsta ulja semena bobičastog

voća smeštena je u grupu sa polinezasićenim nutritivnim profilom. Ova grupa je još podeljena na podgrupe zavisno od sadržaja linolne,  $\alpha$ -linolenske i mononezasićene masne kiseline (Dubois i sar., 2007). Sastav masnih kiselina ulja semena nekoliko vrsti bobičastog voća prikazan je u tabeli 9.

**Tabela 9.** Sastav masnih kiselina ulja semena nekoliko vrsti bobičastog voća (Lampi i Heinonen, 2009)**Table 9.** Fatty acid composition of berry seed oils (Lampi and Heinonen, 2009)

Bobičasto voće	Sadržaj masnih kiselina (g/100g ili mol%) ulja						
	16:0	18:0	18:1 (n-9)	18:2 (n-6)	18:3 (n-3)	18:3 (n-6)	ostalo
crvena ribizla	3,8-4,6	1,2-2,0	13,5-17,1	38,5-41,3	19,1a -25,1	5,9-15,1	4,0-7,9
crna ribizla	5,2-6,4	1,3-1,8	8,9-16	42,7-57,8	10,0-11,5	11,3-24,6	$\leq 6,1$
pasji trn	6,8-13	1,8-4	12,7-22,4	34,7-44,5	26,5a-34,8a	-	2,1-5,6
borovnica	4,6-5,7	1,1-2,8	21,6-22,9	34,4-43,6	25,1-36,5a	-	1,9
brusnica	3,8-7,8	0,8-1,9	18,7-22,7	38,8-44,3	22,3-35,1a	-	1,0-2,9
barska kupina	2,0-2,7	1,1-1,8	12,7-18,0	41,1-50,7	26,2-36,6a	-	$\leq 5,5$
malina	1,3-2,7	0,9-1,0	10,6-12,1	49,5-54,2	29,7-33,5a	$\leq 0,2$	1,6-2,9
kupina	1,2-1,6	-	6,2-7,7	55,9-58,6	35,2-35,3	-	-

Ulja semena grožđa i crne ribizle spadaju u linolnu podgrupu, odnosno, u grupu sa  $\omega$ -6 polinezasićenim masnim kiselinama, pošto obe vrste ulja sadrže više od 60% linolne i  $\gamma$ -linolenske kiseline. Ulje semena crne ribizle ima veću količinu  $\gamma$ -linolenske kiseline, te veoma pozitivno utiče na kardiovaskularni sistem. Ulje semena crvene ribizle ima sličan sadržaj masnih kiselina kao i ulje semena crne ribizle, sa izuzetkom

$\gamma$ -linolenske kiseline, koju sadrži u manjoj količini. Ulja semena brusnice i borovnice su bogata linolnom kiselinom i sadrže manju količinu mononezasićene masne kiseline i  $\alpha$ -linolenske kiseline. U sledeću podgrupu spadaju ulja semena maline i pasjeg trna sa visokim sadržajem linolne i  $\alpha$ -linolenske kiseline. Međutim, ulje semena pasjeg trna bi moglo da bude i član prethodne grupe zbog visoke količine

oleinske kiseline. Sva ulja su siromašna zasićenim masnim kiselinama, kojih sadrže manje od 5%. Ulje semena kupine slično je ulju semena maline (Lampi i Heinonen, 2009).

### Bioaktivne komponente specijalnih ulja

Pored masnih kiselina, u ulju se nalaze i razne bioaktivne komponente kao što su tokoferoli i tokotrienoli, karotenoidi, fitosteroli i druge, u masti rastvorljive, komponente. Tokoferoli i tokotrienoli su značajni liposolubilni antioksidansi. Karotenoidi daju žutu boju jestivim uljima i takođe imaju antioksidantnu ulogu (Pokorny i sar., 2001). Fitosteroli spadaju u neosapunjive materije i imaju ulogu u smanjenju nivoa holesterola. Poslednjih godina polifenoli podležu ispitivanjima, i skupljaju se saznanja o njihovom metabolizmu i bioefektivnosti (Lampi i Heinonen, 2009).

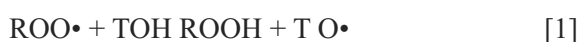
### Tokoferoli i tokotrienoli

Tokoferoli i tokotrienoli pripadaju negliceridnim komponentama biljnih ulja čiji su sadržaj i sastav od posebnog značaja jer utiču na biološku vrednost ulja i doprinose oksidativnoj stabilnosti.

Poznato je osam supstanci koje predstavljaju grupu prirodnih tokoferola i tokotrienola. Članovi svake serije obeležavaju se kao  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  i  $\delta$  izomeri, prema broju i položaju metil grupa. Razlika u strukturi tokoferola i tokotrienola je u zasićenosti bočnog niza, kao što je prikazano u tabeli 10 (Schuler, 1990).

Tokoferoli su termostabilna, viskozna „ulja“, žute boje i bez mirisa. U prisustvu svetlosti podležu blagoj oksidaciji, što utiče na slabu promenu boje. Nerastvorljivi su u vodi, ali su lako rastvorljivi u organskim rastvaračima (aceton, etar, hloroform, etanol) i lipidima. S obzirom na to da usporavaju proces autooksidacije, prisustvo tokoferola ima veliki značaj za stabilnost biljnih ulja. Oni su široko rasprostranjeni u biljnom svetu i predstavljaju najznačajnije prirodne antioksidanse. Imaju sposobnost da stabilizuju slobodne radikale i transformišu perokside u stabilne proizvode, čime se zaustavlja tok lančane reakcije (Schuler, 1990).

Antioksidativno delovanje tokoferola se zasniva na elektron-donorskim osobinama hromanolnog prstena. Tokoferoli deluju kao donori vodonika, otpuštaju H atom koji se vezuje za peroksi radikal ( $\text{ROO}\cdot$ ) molekula nezasićene masne kiseline pri čemu nastaje hidroperekسيد  $\text{ROOH}$  i tokoferil radikal [1].



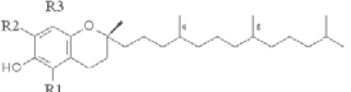
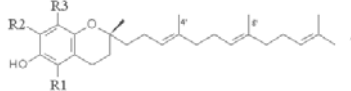
Tokoferil radikal ( $\text{T O}\cdot$ ) ima manju sposobnost da propagira peroksidaciju u poređenju sa peroksi radikalom. Zapravo, tokoferil radikal reaguje sa drugim peroksi radikalom [2] ili tokoferil radikalom [3] formirajući stabilnije proizvode.



Pored uloge u zaštiti ulja od oksidacije, tokoferoli deluju kao snažni antioksidanti u ljudskom organizmu. Stabilizujući slobodne radikale, koji oštećuju lipide u ćelijskim membranama, preventivno deluju kada su u pitanju kancer i kardiovaskularna oboljenja, „podizuju“ imunitet i usporavaju proces starenja (Wang i Quinn, 1999).

**Tabela 10.** Strukturne formule tokoferola i tokotrienola

**Table 10.** Structure formulae of tocopherols and tocotrienols

Jedinjenje	Formula i molekulska masa	Struktura
		
<b>TOKOFEROLI</b>		
tokol	$\text{C}_{28}\text{H}_{44}\text{O}_2$ : 388,64	$\text{R}^1=\text{R}^2=\text{R}^3=\text{H}$
8-metiltokol, $\delta$ -tokoferol	$\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}_2$ : 402,67	$\text{R}^1=\text{R}^2=\text{H}$ , $\text{R}^3=\text{CH}_3$
5,8-dimetiltokol, $\beta$ -tokoferol	$\text{C}_{28}\text{H}_{48}\text{O}_2$ : 416,69	$\text{R}^1=\text{R}^2=\text{CH}_3$ , $\text{R}^3=\text{H}$
7,8-dimetiltokol, $\gamma$ -tokoferol	$\text{C}_{28}\text{H}_{48}\text{O}_2$ : 416,69	$\text{R}^1=\text{H}$ , $\text{R}^2=\text{R}^3=\text{CH}_3$
5,7,8-trimetiltokol, $\alpha$ -tokoferol	$\text{C}_{29}\text{H}_{50}\text{O}_2$ : 430,72	$\text{R}^1=\text{R}^2=\text{R}^3=\text{CH}_3$
		
<b>TOKOTRIENOLI</b>		
tokotrienol		
8-metil-tokotrienol, $\delta$ -tokotrienol	$\text{C}_{27}\text{H}_{40}\text{O}_2$ : 396,62	$\text{R}^1=\text{R}^2=\text{H}$ , $\text{R}^3=\text{CH}_3$
5,8-dimetil-tokotrienol $\beta$ - tokotrienol	$\text{C}_{28}\text{H}_{42}\text{O}_2$ : 410,65	$\text{R}^1=\text{R}^2=\text{CH}_3$ , $\text{R}^3=\text{H}$
7,8-dimetil-tokotrienol $\gamma$ - tokotrienol	$\text{C}_{28}\text{H}_{42}\text{O}_2$ : 410,65	$\text{R}^2=\text{R}^3=\text{CH}_3$ , $\text{R}^1=\text{H}$
5,7,8-trimetil-tokotrienol $\alpha$ -tokotrienol	$\text{C}_{29}\text{H}_{44}\text{O}_2$ : 424,67	$\text{R}^1=\text{R}^2=\text{R}^3=\text{CH}_3$

$\alpha$ -tokoferol pokazuje najjaču biološku aktivnost *in vivo* i najslabiji antioksidativni efekat u uljima i mastima *in vitro*, dok obrnuto,  $\gamma$ -tokoferol, a pogotovo  $\delta$ -tokoferol, pokazuju najizraženije antioksidativne sposobnosti *in vitro*, ali i slabu biološku aktivnost *in vivo*. Antioksidativna aktivnost izomera tokoferola u procesima *in vitro* opada sledećim redosledom:  $\alpha < \beta < \gamma < \delta$  (Burton i Ingold, 1981; Rabrenović, 2011).

### Sastav tokoferola koštunjavog voća

Generalno, antioksidativna stabilnost ulja zavisi od sadržaja i sastava antioksidativnih komponentata. Ispitivanjem antioksidativnog uticaja tokoferola sa difenil-pikril-hidrazil (DPPH) metodom i Rancimat testom (tabela 11), utvrđeno je da

je antioksidativna stabilnost ulja koštunjavog voća uzrokovana zajedničkim delovanjem masne kiseline i tokoferola (Arranz i sar., 2008). Miraliakbari i Shahidi (2008) su, prilikom svojih ispitivanja utvrdili da su ulja pekan oraha i pistaća najstabilnija, dok su ulja pinjola i oraha najmanje stabilna.

**Tabela 11.** Sadržaj tokoferola i oksidativna stabilnost ulja koštunjavog voća (Arranz i sar., 2008)

**Table 11.** Tocopherols content and oxidative stability of nut oils (Arranz i sar., 2008)

Vrsta ulja	Ukupni tokoferoli (mg/kg)	Indukcioni period (h)	EC50 (mg ulja/mg DPPH)
lešnik	455	52,7	478
pistaća	530	44,4	378
badem	250	21,8	712
kikiriki	48	14,6	1396
orah	249	4,7	1514

### Sastav tokoferola ulja semena tikve

Zapaženo je relativno veliko variranje u količini ukupnih tokoferola u ulju semena tikve, što se objašnjava uticajem genotipova i uslova gajenja, kao i postupkom dobijanja ulja. Murković i sar. (1996) su ispitivali tokoferole sa ciljem da se izvrši selekcija semena koje će dati sortu sa najvećim sadržajem  $\alpha$ - i  $\gamma$ -tokoferola. Rezultati ispitivanja su pokazali da je raspon u vrednostima za  $\alpha$ -tokoferol bio 41 do 620 mg/kg, dok je sadržaj  $\gamma$ -tokoferola bio 5-10 puta veći od sadržaja  $\alpha$ -tokoferola, što je omogućilo selekciju najpodobnijeg semena. Međutim, bez obzira na variranje ukupnog sadržaja, sastav tokoferola u ulju semena tikve je prilično stalan. Dominantni izomeri tokoferola u ulju semena tikve su  $\gamma$ - i  $\alpha$ -izomeri.

U ulju semena tikve  $\gamma$ - i  $\alpha$ -tokotrienoli su prisutni u zanemarljivim koncentracijama koje je teško kvantifikovati (Radočaj, 2011).

U tabeli 12 je dat sadržaj tokoferola i indukcion period ulja semena tikve golice (Radočaj, 2011), a u tabeli 13 je naveden sadržaj ukupnih tokoferola različitih uzoraka hladno presovanog i devičanskog ulja semena tikve golice (Vujasinović, 2011).

**Tabela 12.** Sadržaj tokoferola i indukcion period ulja semena tikve (Radočaj, 2011)

**Table 12.** Tocopherols content and induction period of pumpkin seed oil (Radočaj, 2011)

Pokazatelj	Vrednost
$\alpha$ -tokoferol (ppm)	7,5
$\gamma$ -tokoferol (ppm)	440,8
Ukupni tokoferoli (ppm)	454
Indukcion period (h)	22,8

**Tabela 13.** Sadržaj ukupnih tokoferola različitih uzoraka hladno presovanih i devičanskih ulja semena tikve (Vujasinović, 2011)  
**Table 13.** Total tocopherols content of cold pressed and virgin pumpkin seed oil samples

Uzorak	Ukupni tokoferoli (mg/kg)	
	Hladno presovano ulje	Devičansko ulje
1	613,56 ± 6,38 <sup>a</sup>	702,18 ± 4,98 <sup>a</sup>
2	475,01 ± 15,57 <sup>b</sup>	690,10 ± 13,02 <sup>a</sup>
3	529,76 ± 3,12 <sup>c</sup>	501,75 ± 25,78 <sup>b</sup>
4	488,58 ± 5,83 <sup>d</sup>	544,50 ± 22,21 <sup>c</sup>
5	482,45 ± 12,83 <sup>a</sup>	597,50 ± 7,13 <sup>d</sup>
6	497,15 ± 14,17 <sup>e</sup>	1098,99 ± 0,30 <sup>e</sup>
7	545,22 ± 5,54 <sup>f</sup>	749,64 ± 12,54 <sup>f</sup>
8	574,71 ± 19,09 <sup>a</sup>	907,45 ± 13,72 <sup>g</sup>
9	-	673,77 ± 12,59 <sup>a</sup>
10	-	793,86 ± 9,61 <sup>h</sup>

Rezultati predstavljaju srednju vrednost i standardnu devijaciju (n=3). Oznake u koloni a, b, c, d, e, f i g ukazuju na statistički značajne razlike (p<0.05) između pojedinačnih uzoraka.

### Sastav tokoferola i tokotrienola ulja semena bobičastog voća

Ulja semena bobičastog voća bogata su tokoferolima, a u znatno manjim količinama su prisutni tokotrienoli (tabela 14). Goffman i Galletti (2001), kao i Zlatanov (1999) su utvrdili da je  $\gamma$ -tokoferol zastupljeniji od  $\alpha$ -tokoferola, a da najmanje ima  $\delta$ -tokoferola. Ovakvim profilom su definisana ulja semena maline i kupine. Ekstrahovana ulja semena maline imaju 3,60 mg tokoferola u 1 gramu ulja, dok hladno ceđena ulja maline imaju 1,98 mg/g, što ukazuje na to da način izdvajanja ulja utiče na sadržaj tokoferola (Oomah i sar., 2000).

**Tabela 14.** Sadržaj tokoferola i tokotrienola ulja semena bobičastog voća

(Lampi i Heinonen, 2009)

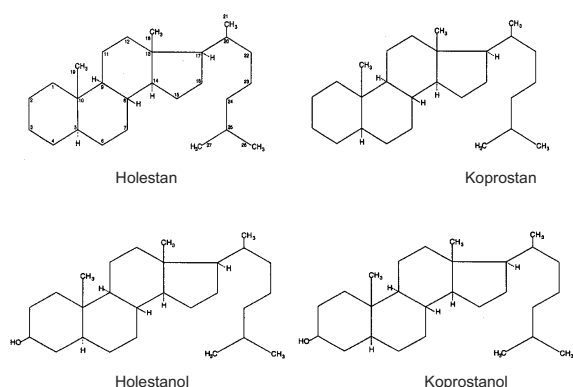
**Table 14.** Tocopherol and tocotrienol content of berry seed oils from different sources (Lampi and Heinonen, 2009)

Vrsta ulja	Tokoferoli ( $\mu$ g/g)				Tokotrienoli ( $\mu$ g/g)	
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$\alpha$	$\beta$
crvena ribizla	147-888	51-107	487-1104	215-377	-	-
crna ribizla	358-1074	-	799-1317	66-144	-	-
ogrozd	91-237	-	444-773	24-183	-	-
grožđe	36-309	22-153	21-141	-	102-228	217-383

## Fitosteroli

Steroli takođe pripadaju negliceridnim komponentama biljnih ulja. Prisutni su u veoma malim koncentracijama (pripadaju minornim komponentama biljnih ulja) i izdvajaju se iz frakcije neosapunjivih materija. U ulju se nalaze u obliku alkohola ili kao estri masnih kiselina. Steroli su visokomolekulski policiklični alkoholi u čijoj strukturalnoj osnovi je ciklopentanoperhidrofenantren.

Prirodni steroli su derivati aromatično-alifatičnih ugljovodonika holestana i koprostana. Supstitucijom vodonikovog atoma u položaju 3, u molekulu holestana, hidroksilnom grupom nastaje sterol koji se naziva holestanol ili dihidroholesterol. Takođe, na isti način iz koprostana nastaje sterol koji se naziva koprostanol ili koprosterol (slika 9). Svi steroli su visokomolekularni policiklični alkoholi i imaju hidroksilnu grupu u položaju 3, bez obzira na to da li su derivati holestana ili koprostana. Pojedini steroli se međusobno razlikuju po broju i položaju dvostrukih veza u osnovnom jezgru ili bočnom nizu, po različitim supstituentima u bočnom nizu kao i orijentaciji vodonikovih atoma ili grupa vezanih za ugljenikov skelet (Nes i McKean, 1977; Rabrenović, 2011).



**Slika 9.** Strukturalne formule holestana, koprostana, holestanola i koprostanola  
**Figure 9.** Structure formulae of cholestane, coprostane, cholesterol and coprostanol

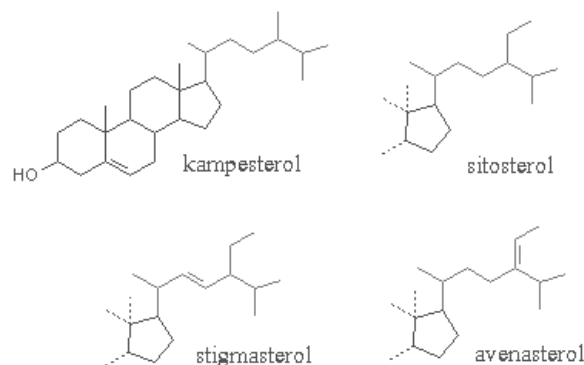
Steroli se dele u 3 grupe:

- zoosteroli (animalni steroli)
- fitosteroli (biljni steroli) i
- miko-steroli (bakterijski steroli)

Fitosteroli su steroli biljnog porekla. Prvi izdvojeni fitosterol je nazvan stigmasterol. U biljkama se fitosteroli nalaze u slobodnom obliku, kao sterol-estri (uglavnom sa masnim kiselinama),

kao sterol-glikozidi i acilovani sterol-glikozidi. U biljnim uljima se uglavnom nalaze u slobodnom obliku ili esterifikovani masnim kiselinama (Nes i McKean, 1977; Bortolomeazzi i sar., 1999; Piironen i sar., 2000).

Prema dvostrukoj vezi u prstenu, fitosteroli se obično dele na  $\Delta$ -5 i  $\Delta$ -7 sterole. Većina biljaka sadrži  $\Delta$ -5 sterole, dok su  $\Delta$ -7 steroli specifični za svega nekoliko biljnih familija. Do sada je identifikovano više od 200 različitih tipova fitosterola u biljnim vrstama, a najzastupljeniji su: stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol, kampesterol, avenasterol (slika 10).



**Slika 10.** Strukturalne formule najzastupljenijih fitosterola

**Figure 10.** Structure formulae of most represented phytosterols

Sastav sterola je specifičan za svako biljno ulje i na osnovu njega može se izvršiti identifikacija biljnih ulja (Gordon i Miller, 1997; Breinhölder i sar., 2002; Rabrenović, 2011).

## Fitosteroli u ulju koštunjavog voća

Sadržaj neosapunjivih materija u uljima koštunjavog voća je niži od sadržaja u uljima bobičastog voća. Za sadržaj ukupnih neosapunjivih materija ulja koštunjavog voća Kamal-Eldin i Moreau (2009) su objavili sledeće podatke: 0,35-0,53% za bademovo, 0,44-0,66% za ulje brazilskog oraha, 0,25-0,53% za ulje indijskog oraha, za ulje lešnika 0,20-0,30%, za ulje australijskog oraha 0,30-0,33%, pekan orah 0,25-0,53%, za pinjole 0,4-0,42%, za ulje pistaća 0,29-0,45%, a za ulje običnog oraha 0,25-0,4%. Kao u ostalim uljima, i u ovom slučaju najveći deo neosapunjivih materija je sastavljen od sterola, od kojih su sitosterol, kampesterol i stigmasterol bili najzastupljeniji (tabela 15). Iako za biljna ulja nije karakteristična prisutnost holesterola, u ulju brazilskog oraha ga ima (oko 2% iz ukupnog sterola).

**Tabela 15.** Sastav sterola (mg/kg) ulja koštunjavog voća (Kamal-Eldin i Moreau, 2009)**Table 15.** Composition of sterols of nut oils (Kamal-Eldin and Moreau, 2009)

Koštunjavo voće	Sitosterol	Kampestol	Stigmasterol
badem	2071	55	52
brazilski orah	1325	27	577
indijski orah	1768	105	117
lešnik	991	67	38
australijski orah	1507	73	38
pekan orah	1572	52	340
pinjole	1841	215	680
pistači	4586	237	663
orah	1129	51	55

### Fitosteroli u ulju semena tikve

Za većinu biljnih ulja karakteristični su  $\Delta$ -5 steroli, dok su u ulju semena tikve dominantni  $\Delta$ -7 steroli (tabela 16). Upravo prisustvo ove grupe sterola, s obzirom na to da su razvijene analitičke metode za razdvajanje  $\Delta$ -7 od  $\Delta$ -5 sterola, omogućava da se utvrdi da li je skupoceno tikvino ulje falsifikovano nekim jeftinijim uljem, kao što je suncokretovo ili ulje semena repice. Naime, intenzivna tamno-zelena boja i karakterističan miris veoma otežavaju potrošačima da detektuju prisustvo druge vrste ulja, čak i kada su zastupljena u većoj količini (Breinhölder i sar., 2002).

**Tabela 16.** Sastav i sadržaj fitosterola u ulju semena tikve (Dimić, 2005)**Table 16.** Composition and content of phytosterols in pumpkin seed oil (Dimić, 2005)

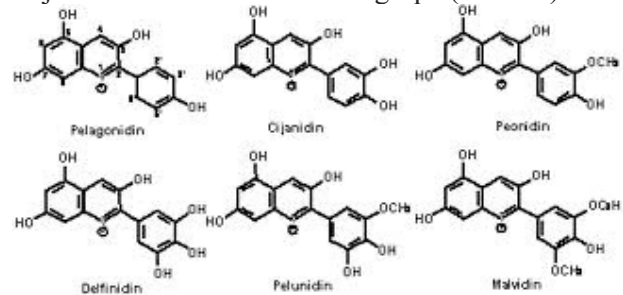
Sadržaj ukupnih sterola (mg/kg)	3600
Sastav sterola (% od ukupnih sterola)	
spinasterol	33,2
stigmastatriene-ol	22,4
stigmastadien 7-25-ol	19,5
stigmastadien 7-24-ol	20,1

### Fitosteroli u ulju semena bobičastog voća

Literaturni podaci o sadržaju fitosterola u ulju bobičastog voća su veoma oskudni. Prema Zlatanovu (1999) ulja semena borovnice i crne ribizle sadrže 1,4 i 2,6 mg fitosterola u 1 gram ulja. Najčešće su zastupljeni sitosterol, kampesterol, izofusterol, stigmasterol.

### Fenolna jedinjenja

Polifenoli i fenolna jedinjenja su široko rasprostranjeni sekundarni metaboliti biljaka koji se zbog svoje arome i lekovitosti upotrebljavaju u medicini, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji. Ova jedinjenja u svom sastavu imaju bar jedan aromatični prsten sa jednom ili više hidroksilnih grupa (slika 11).

**Slika 11.** Strukturna formula nekoliko fenolnih jedinjenja**Figure 11.** Structure formula of several phenolic compounds

Polifenoli čine veoma brojnu grupu jedinjenja sa visokom antioksidativnom aktivnošću. Smatra se da je antioksidativna aktivnost posledica sposobnosti polifenola da budu donori vodonikovih atoma i da pri tome uklanjaju slobodne radikale uz formiranje manje reaktivnih fenoksil-radikala. Ovi radikali su stabilniji zbog delokalizacije elektrona i postojanja više rezonantnih formi. Što je stabilnost fenoksil radikala veća, to je veća mogućnost nastanka rekombinantnih reakcija, koje dovode do terminacije slobodno radikalskih reakcija (Knežević, 2010).

### Polifenoli u ulju koštunjavog voća

Pored tokoferola, oksidativna stabilnost ulja je obezbeđena i fenolnim jedinjenjima. U tabeli 17 je dat sadržaj ukupnih polifenola za različita ulja iz koštunjavog voća.

**Tabela 17.** Sadržaj ukupnih polifenola u ulju koštunjavog voća (Arranz i sar., 2008)  
**Table 17.** Total polyphenols content of selected nut oils (Arranz et al., 2008)

Vrsta ulja	Ukupni polifenoli ( $\mu\text{g}$ GAE/g ulja)
lešnik	80
pistaći	700
badem	270
kikiriki	80
orah	320

### Polifenoli u ulju semena tikve

Literaturni podaci o sadržaju ukupnih fenolnih jedinjenja tikvinog ulja se odnose, uglavnom, na ulje dobijeno od pečenog semena i kreću se od 9,6 (Parry i sar., 2006) i 15,9 (Haiyan i sar., 2007) do 24,6 mg/kg (Siger i sar., 2008). Ukupne fenole u nešto većim količinama u rasponu od 24,71 do 50,93 mg/kg, kao ekvivalenti galne kiseline, našli su Anđelković i sar. (2010). Od fenola identifikovani su tirozol, vanilinska kiselina, vanilin, luteolin i sinapinska kiselina. U tikvinom ulju dobijenom ekstrakcijom pomoću petroletra Nyam i sar. (2009) su naveli podatak od 18,7 mg/kg, pri čemu je najzastupljenija bila vanilinska kiselina ( $6 \pm 0.04$  mg/kg).

Prema rezultatima Vujasinović (2011) sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja u uzorcima hladno presovanih ulja semena tikve nabavljenih sa tržišta se kreće u opsegu od 3,27 do 7,93 mg/kg. Međutim, statistički značajno veći sadržaj fenola nađen je kod devičanskih ulja i to od 7,90 do 25,59 mg/kg. Srednja vrednost sadržaja ukupnih fenola u hladno presovanom ulju iznosi 4,77, a u devičanskom 16,24 mg/kg. Ovi rezultati su prikazani u tabeli 18.

**Tabela 18.** Sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja hladno presovanih i devičanskih ulja semena tikve (Vujasinović, 2011)

**Table 18.** Total phenolic compounds content of cold pressed and virgin pumpkin seed oil (Vujasinović, 2011)

Uzorak	Ukupna fenolna jedinjenja (mg/kg)	
	Hladno presovano ulje	Devičansko ulje
1	4,21	14,46
2	4,71	14,07
3	4,73	11,69
4	3,27	9,69
5	3,86	7,90
6	4,29	23,51
7	5,19	25,59
8	7,93	23,61
9	-	18,54
10	-	13,37

### Polifenoli u ulju semena bobičastog voća

Sadržaj polifenola se određuje spektrofotometrijski, zasnovano na njihovom redukcionom kapacitetu i izražava se u miligramima ekvivalenta galne kiseline na 1 gramu ulja (mg GAE/g). Ove vrednosti za hladno presovana ulja kupine i maline iznose 0,04-0,09 i 1,6 mg GAE/g. Nešto veća količina je nađena u hladno presovanom ulju maline, 2,0 mg GAE/g. Mala količina fenolnih jedinjenja u ulju uzrokovana je činjenicom da su fenolna jedinjenja znatno rastvorljivija u vodi (Parry i Yu, 2004).

### Faktori koji utiču na kvalitet specijalnih ulja

Oksidativna stabilnost ulja je bitan faktor koji određuje da li se ulje može koristiti za ishranu ili u drugim proizvodima, npr. u kozmetičkim preparatima. Oksidativna stabilnost ulja zavisi od vrste masnih kiselina koje se nalaze u ulju i od sadržaja antioksidativnih komponenata. Ulje semena bobičastog voća je bogato nezasićenim masnim kiselinama, zbog čega ima sličnu oksidativnu stabilnost kao i rafinisano ulje istog masno-kiselinskog profila. Pigmenti (karotenoidi i hlorofili) koji su prisutni u nerafinisanom ulju mogu negativno da utiču na stabilnost, međutim istovremeno imaju i pozitivan efekat jer daju atraktivnu boju ulju (Lampi i Heinonen, 2009).

Za određivanje održivosti ulja koristi se nekoliko metoda. Jedna metoda je određivanje anisidinskog broja (Abr). Anisidinski broj omogućuje direktno određivanje sadržaja neisparljivih karbonilnih jedinjenja, tj. sekundarnih proizvoda oksidacije. Druga metoda je određivanje peroksidnog broja (Pbr). Ovom metodom se određuje sadržaj primarnih produkata oksidacije. Oksidativna vrednost ( $OV = 2 \text{ Pbr} + \text{Abr}$ ) daje veoma dobar uvid u stepen nastalih oksidativnih promena ulja, jer daje sadržaj i primarnih i sekundarnih produkata oksidacije (Dimić, 2005).

Anisidinski broj kod ulja semena maline i grožđa, prema Oomah i sar. (1998) je bio 14,3 i 10,5, respektivno, što ukazuje na prisustvo proizvoda sekundarne oksidacije lipida (aldehidi), koji utiču i na senzorne osobine ulja. Peroksidni broj ulja semena maline je bio između 2,2 i 4,1 mmol/kg. Sveže ekstrahovano ulje semena pasjega trna imalo je nizak peroksidni broj, 0,9 mmol/kg. Za druge vrste ulja bobičastog voća nađene su vrednosti od 2,8 do 42,6 mmol/kg. Ove vrednosti su varirale u širokom rasponu, ali su u svakom slučaju velike vrednosti. Rafinisana, visoko nezasićena ulja mogu da imaju peroksidni broj i 0, međutim propisima je prihvatljiva vrednost do 15 mmol/kg. Devičansko



maslinovo ulje i rafinisano maslinovo ulje mogu imati Pbr 10 odnosno 7,5 mmol/kg (Oomah i sar., 1998).

Peroksidni broj i drugi pokazatelji u velikoj meri zavise od procesa proizvodnje, što je dokazano ispitivanjem koje je vršeno različitim metodama sušenja semena grožđa. Ulja izdvojena iz semena koja su sušena mikrotalasima imala su znatno veće vrednosti Pbr i Abr (2,8 mmol/kg i 7,2) od hladno ceđenih ulja (0,95 mol/kg i 3,2) (Oomah i sar., 1998).

Ispitivanjem laboratorijski ekstrahovanog ulja i obezmasćenog ostatka bobičastog voća u cilju određivanja antioksidativne sposobnosti, zapaženo je da je antioksidativni kapacitet pogače veći od ulja. Na osnovu toga je zaključeno da hladno ceđeno ulje neće biti dobar izvor hidrosolubilnih polifenola, ali to je nadoknađeno visokim sadržajem tokoferola i tokotrienola i ostalim liposolubilnim antioksidantima.

Boja ulja ima značajnu ulogu u prihvatljivosti ulja od strane potrošača. Pigmenti zelene boje, naročito hlorofili, daju ulju nepoželjnu boju kod ulja bobičastog voća, i potpomažu oksidaciju. Ulje semena koštice, prema Cao i Ito (2003), je tamno zelene boje kada je ekstrahovano 10%-nim etanolom, a kada je primenjena superkritična fluidna ekstrakcija sa CO<sub>2</sub> boja ulja je bila svetlo žuta. Iz ovoga proizilazi da i boja ulja zavisi od načina izdvajanja.

Prema mnogim autorima razlike u boji, sastavu, održivosti i sl. između ulja iste, ali i različite vrste, nastaju usled procesa dobijanja ulja, od različitog mesta i načina gajenja i berbe, itd.

### **Mogući alergeni i toksične supstance specijalnih ulja**

Svaki sastavni element namirnica i kozmetičkih proizvoda mora biti bezbedan.

Alergične reakcije uzrokovane uljima semena bobičastog voća nisu česte. Mogući alergeni mogu biti proteini iz pulpe bobičastog voća, koji u malim količinama dospevaju u ulje. Rizik od alergije, koja potiče od rezidualnih proteina, dosta je smanjen pošto se u proizvodnji hrane skoro ni ne koristi takav tip ulja, osim u dodacima za hranu i kozmetičkim proizvodima.

Mogućnost unošenja toksičnih materija sa uljem semena bobičastog voća, kao i ostalim jestivim uljima je veoma mala. Problem se javlja u slučaju kontaminacije pesticidima i drugim hemikalijama, koje se upotrebljavaju za uništavanje štetnih mikroorganizama i biljaka u toku gajenja voća. Toksične materije mogu dospeti u ulje ukoliko se izdvajanje ulja vrši ekstrakcijom pomoću raznih organskih

rastvarača (Lampi i Heinonen, 2009).

### **Sastojci specijalnih ulja za unapređenje zdravlja**

U uljima semena bobičastog voća, masne kiseline, naročito  $\omega$ -3 masne kiseline, kao i antioksidativne komponente, imaju pozitivan uticaj na zdravlje ljudi. Potrebna količina  $\omega$ -3 masnih kiselina koje potiču iz ulja semena bobičastog voća, unosi se u organizam putem sokova i sušenih proizvoda od bobičastog voća.

Efekte ulja semena bobičastog voća na zdravlje ljudi nisu još dovoljno ispitani, ali neki rezultati su već utvrđeni. Prilikom jednog ispitivanja utvrđeno je da ulje semena crne ribizle ima povoljan uticaj kod kardiovaskularnih oboljenja. Johansson i saradnici (1997) su zapazili poboljšanje u količini lipida u krvi, kada je, tokom ispitivanja, 12 osoba uzimalo 5g ulja semena crne ribizle duže od četiri nedelje. U nekom drugom ispitivanju, gde su pacijenti dnevno unosili 3g ulja semena crne ribizle, nivo LDL-holesterola se smanjio (Tahvonen i sar., 2005). Korišćenjem dijetetskih suplemenata koji u sebi sadrže i ulje semena crne ribizle, došlo je do jačanja imunog sistema kod starih osoba. Ovaj imunološki efekat nastaje smanjenjem produkata prostaglandina E2 (Wu i sar., 1999). Ulja semena drugih vrsta ribizli (npr. alpske ribizle) dobri su izvori polinezasićenih masnih kiselina i koriste se za lečenje ekcema (Johansson i sar., 1999). Slično tome, ulje semena brusnice takođe utiče na redukciju LDL-holesterola u krvi, i ima ulogu u sprečavanju srčanih oboljenja (Parry i Yu, 2004). Specijalna ulja, koja sadrže oleinsku, linolnu i linolensku kiselinu u većim količinama, blagotvorno utiču na psihičko stanje ljudi. Bendaoud i saradnici (2010) su ispitivali antioksidativnu i antikancerogeno delovanje ulja *Shinus Molle L.* i *Shinus Terebinthifolius*. Zaključili su da je, zahvaljujući aktivnim komponentama prisutnim u ulju, moguća primena ulja u medicini za terapijske svrhe i za sprečavanje nekih vrsta raka. Dokazana je i antioksidativna aktivnost ulja, što mu daje ulogu u prehrambenoj industriji kao prirodni antioksidant. Ulje dobijeno iz pasjeg trna i crne borovnice pomažu ljudima u regulisanju telesne mase i istovremeno štite od nastajanja dijabetesa tipa II (Lehtonen i sar., 2011).

### **Primena specijalnih ulja**

Ulje semena bobičastog voća se, pre svega, koristi kao dijetetski suplement. Pošto se dobija kao nusproizvod industrije za preradu voća, proizvodi se u malim količinama. Ima niz pozitivnih efekata na zdravlje, što omogućava prisutnost na tržištu.

Uglavnom se takva ulja pomešana sa drugim proizvodima nalaze u raznim suplementima, dok se ulje pasjeg trna i crne ribizle može naći u kapsuliranom obliku. Bez obzira na dobra svojstva, retko se konzumiraju kao hrana. Češće se nalaze u dijetetskim suplementima i neprehrambenim proizvodima. Uzrok ovome je i velika cena, kao i manufakturna proizvodnja.

Primena ulja semena bobičastog voća je raširena i u kozmetičkim preparatima. Bogata su esencijalnim masnim kiselinama, fitosterolima, tokoferolima (vitamin E) i provitaminima vitamina A. Razne aromatične komponente obezbeđuju jedinstveni miris, pa se koriste i u kremama za lice, balzama za usne, šamponima, u gelovima za kupanje, u mleku za telo itd.  $\omega$ -3 i  $\omega$ -6 masne kiseline, naročito  $\gamma$ -linolenska kiselina, neophodni su za normalnu ćelijsku strukturu, i prema rečima proizvođača kozmetike, aktivno učestvuju u postizanju zdravijeg izgleda lica, u lečenju dermatitisa, kao i u poboljšavanju cirkulacije. Antioksidativne komponente štite kožu od štetnog dejstva slobodnih radikala. Ulje semena maline se koristi u kozmetičkim i farmaceutskim proizvodima jer pomaže kod upala; koristi se i u kremama za sunčanje, u pastama za zube, šamponima, losionima posle brijanja, dezodoransima (Lampi i Heinonen, 2009).

## ZAKLJUČAK

Dosadašnja istraživanja su pokazala da ulja dobijena postupkom hladnog presovanja mogu biti veoma dobrog kvaliteta i imati povoljan sastav bioaktivnih komponenata.

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da među uljima koštunjavog voća ima ulja oleinskog, linolno-oleinskog i linolnog tipa. Sastav i sadržaj tokoferola čine ulja pekan oraha i pistača najstabilnijim, dok su ulja pinjola i oraha najmanje stabilna. Takođe, dat je i sastav fitosterola i polifenola, iz čega se vidi da ovaj postupak izdvajanja ulja pogodan za dobijanje specijalnih ulja.

Ulje semena tikve je ulje oleinskog tipa. Dominantni izomeri tokoferola u ulju semena tikve su  $\gamma$ - i  $\alpha$ -izomeri, dok su tokotrienoli prisutni u zanemarljivim koncentracijama. Ukupni fenoli su prisutni u količinama u rasponu od 24,71 do 50,93 mg/kg, kao ekvivalenti galne kiseline.

Na osnovu masno-kiselinskog profila ulja semena bobičastog voća klasifikovana su u nekoliko grupa. Utvrđeno je da je  $\gamma$ -tokoferol zastupljeniji od  $\alpha$ -tokoferola, a da najmanje ima  $\delta$ -tokoferola. Polifenoli su prisutni u relativno malim količinama.

Razmatrana specijalna ulja dobijena presovanjem retko izazivaju alergije i retko dovode do toksikacije. Bogata su komponentama koje blagotvorno deluju na nivo holesterola u krvi, utiču na telesnu masu, a imaju i antioksidativne i antikancerogene osobine.

Specijalna ulja se primenjuju u industrijama kao što su prehrambena, farmaceutska, kozmetička i dr.

## LITERATURA

1. Anđelković, M., J. Van Camp, A. Trawka, R. Verhé (2010). Phenolic compounds and some quality parameters of pumpkin seed oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 112: 208-217
2. Arranz, J.S., R. Cert, J. Perez-Jimenez, A. Cert, F. Saura-Calixto (2008). Comparison between free radical scavenging capacity and oxidative stability of nut oils. *Food Chem.*, 110: 985-990.
3. Benaoud H., M. Romdhane, J. P. Souchard, S. Cazaus, J. Bouajila (2010). Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of *Schinus molle* L. and *Schinus Terebinthifolius raddi* berries essential oils *Journal of Food Science*, 75 (6): 466-472.
4. Bortolomeazzi R., M. De Zan, L. Pizzale, L.S. Conte (1999). Mass spectrometry characterization of the 5  $\alpha$ -, 7  $\alpha$ -, and  $\beta$ -hydroxy derivatives of  $\beta$ -sitosterol, campesterol, stigmasterol, and brassicasterol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3069-3074.
5. Breinhölder P., L. Mosca, L. Lindner (2002). Concept of sequential analysis of free and conjugated phytosterols in different plant matrices. *Journal of Chromatography, B* 777: 67-82.
6. Burton G., W.K.U. Ingold (1981). Autoxidation of biological molecules. Antioxidant activity of vitamin E and related chain-breaking phenolic antioxidants in vitro. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 103 (21): 472-477.
7. Cao, X., Y. Ito (2003). Supercritical fluid extraction of grape seed oil and subsequent separation of free fatty acids by high-speed counter-current chromatography. *J. Chromatogr.*, 1021, 117-124.
8. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
9. Dubois, V., S. Breton, M. Linder, J. Fanni, M. Parmentier (2007). Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 109: 710-732.
10. Fils, J. M. (2000). The production of oils. In: *Edible oil processing*. Ed by: W. Hamm and R. J. Hamilton. Sheffield Academic Press Ltd., Eng-

- land, pp. 47-78.
11. Goffman, F. D., S. Galetti (2001). Gamma-linolenic acid and tocopherol contents in the seedoil of 47 accessions from several *Ribes* species. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 349-354.
  12. Gordonand M. H., L. A. D. Miller (1997). Development of the steryl ester analysis for the detection of admixtures of vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74: 505-510.
  13. Haiyan, Z., Jr, D. R. Bedgood, A. G. Bishop, P. D. Prenzler, K. Robards (2007). Endogenous biophenol, fatty acid and volatile profiles of selected oils. *Food Chem.*, 100: 1544-1551.
  14. Johansson, A., P. H. Kuusisto, P. H. Laakso, K. K. Derome, P. J. Sepponen, J. K. Katajisto, H. P. Kallio (1997). Geographical variations in seed oils from *rubus chamaemorus* and *empetrum nigrum*. *Phytochem.*, 44: 1421-1427.
  15. Kamal-Eldin A., R.A. Moreau (2009). Tree nut oils. In *Gourmet and health promoting speciality oils*. Editors, Moreau R. A., A. Kamal-Eldin, AOCS Press, Urbana, Il., pp. 128-143
  16. Karlović, Đ., J. Berenji, K. Recseg, K. Kóvári (2001). Savremeni pristup uljanoj tikvi (*Cucurbita pepo* L.) sa posebnim osvrtom na tikvino ulje (*Oleum cucurbitae*), 42. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, str.177-182.
  17. Knežević A. (2010). Antiradikalska aktivnost antocijana iz bobičastog voća. Diplomski rad. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
  18. Lampi A., M. Heionen (2009). Berry seed and grapeseed oils. In *Gourmet and health promoting speciality oils*. Editors, Moreau R. A., A. Kamal-Eldin, AOCS Press, Urbana, Il., pp. 215-235.
  19. Lazić, V., D. Novaković (2010). Ambalaža i životna sredina, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
  20. Lazić, V., E. Dimić, J. Gvozdrenović, M. Curaković, Z. Suturović (2003). Barijerna svojstva staklenih boca za pakovanje ulja, 42. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Budva, str. 157-163.
  21. Lehtonen H-M., J-P. Suomela, R. Tahvonon, B. Yang, M. Venojärvi, J. Viikari, H. Kallio (2011). Different berries and berry fractions have various but slightly positive effects on associated variables of metabolic diseases on overweight and obese women, *European Journal of Clinical Nutrition*, 65: 394-401.
  22. Mirailakbari, H., F. Shahidi (2008). Oxidative stability of tree nut oils. *J. Agric. Food Chem.*, 56: 4751-4759.
  23. Murković, M., A. Hildebrant, J. Winkler, W. Pfannhauser (1996). Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *Z Lebensm Unters Forsch.*, 202: 275-278.
  24. Nes W.R., M.L. McKean (1977). *Biochemistry of steroids and other isopentenoids*. University Park Press, Baltimore, pp. 412-420.
  25. Nyam K. L., C. P. Tan, O. M. Lai, K. Long, Y. B. Che Man (2009). Physicochemical properties and bioactive compounds of selected seed oils. *LWT – Food Science and Technology*, 42 (8): 1396-1403.
  26. Oomah, B. D., S. Ladet, D. V. Godfrey, J. Liang, B. Girard (2000). Characteristic of raspberry (*rubus ideaus* L.) seed oil. *Food chem.* 69: 187-193.
  27. Oomah, B. D., G. Mazza, R. Przybylski (1998). Comparison of flaxseed meal lipids extracted with different solvents. *Lebensm.-Wiss.-Technol.*, 29: 654-658.
  28. Oštrić-Matijašević, B., J. Turkulov (1980). Tehnologija ulja i masti, I deo, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
  29. Parry, J., L. Su, M. Luther, K. Zhou, M. Yurawecz, P. Whittaker, L. Yu (2006). Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 566-573.
  30. Parry, J., L. Yu (2004). Fatty acid content and antioxidant properties of cold-pressed black raspberry seed oil and meal. *J. Food Sci.*, 69: 189-193.
  31. Piironen V., D.G. Lindsay, T.A. Miettinen, J. Toivo, A.M. Lampi (2000). Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 939-966.
  32. Pokorny J., N. Yanishlieva, M. Gordon (2001). *Antioxidants in food, Practical applications*. Woodhead Publishing Ltd., England.
  33. Rabrenović B. (2011). Uticaj fizičko-hemijskih karakteristika semena uljane tikve (*Cucurbita pepo* L.) na kvalitet i nutritivna svojstva hladno presovanog ulja. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
  34. Rac M. (1964). *Ulja i masti*. Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja i masti, Beograd.
  35. Radočaj O. (2011). Optimizacija tehnološkog procesa proizvodnje namaza sa visokim sadržajem omega masnih kiselina upotrebom

- pogače semena uljane tikve golice. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
36. Radočaj O., E. Dimić, Y. Kakuda, V. Vujasinović (2011). Chemical, nutritional and functional properties of a food by-product: hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil press-cake. *Journal of Oil Soap Cosmetic*, 60 (1): 2-8.
  37. Schuler P. (1990). Natural antioxidants exploited commercially. In Hudson B.F. (Ed.) *Food Antioxidants*, Elsevier Science, pp. 99 -105.
  38. Siger A., Kalucka-Nogala M., Szczapa-Lampart E. (2008). The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *Journal of Food Lipids* 15: 137-149.
  39. Stevenson G.D, F.J. Eller, L. Wang, J.L. Janet, T. Wang, G.E. Inglett (2008). Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 4005-4013.
  40. Szajdek A., E. J. Borowska (2008). Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: A review, *Plant Foods Hum Nutr*, 63: 147-156.
  41. Tahvonen, R. L., U. S. Schwab, K. M. Lindberg, H. M. Mykkänen, H. P. Kallio (2005). Black currant seed oil and fish oil supplement differ in their effects on fatty acid profiles of plasma lipids, and concentrations of serum total and lipoprotein lipids, plasma glucose and insulin. *J. Nutr. Biochem.*, 16: 353-359.
  42. Turkulov J. (1989). Dobijanje i prerada suncokretovog ulja. U monografiji: *Suncokret*. Urednik: D. Škorić, Nolit, Beograd.
  43. Vujasinović V. (2011). Uticaj termičke obrade na nutritivnu vrednost i oksidativnu stabilnost ulja semena uljane tikve golice (*Cucurbita pepo* L.), Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
  44. Vujasinović V., S. Djilas, E. Dimić, Z. Bastić, O. Radočaj, The effect of roasting on the chemical composition and oxidative stability of naked pumpkin seed oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, (in press) DOI:10.1002/ejlt.201100158.
  45. Wang X., P.J. Quinn (1999). Vitamin E and its function in membranes. *Progress in Lipid Research.*, 38: 309-336.
  46. Wu, D., M. Meydani, L. S. Leka, Z. Nightingale, G. J. Handelman, J. B. Blumberg, S. N. Meydani (1999). Effect of dietary supplementation with black currant seed oil on the immune response of healthy elderly subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70: 536-543.
  47. Zlatanov M. D. (1999) Lipid composition of bulgarian chokeberry, black currant and rose hip seed oils. *J. Sci. Food Agric.*, 79: 1620-1624.
  48. Zubić Ž. (1995) Kvalitet i održivost jestivog nerafinisanog ulja suncokreta. Diplomski rad. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

## UTICAJ OBRADE SOJINE LJUSKE NA KVALITET SIROVINE ZA PROIZVODNJU PROTEINSKIH PROIZVODA

Života Antičić, Milan Ševo, Radenko Stanivuk, Čedomir Pešić

*Sojino zrno veoma je bogato proteinima (36-40%), uljem (15-23%), ugljenim hidratima (34%), vitaminima i mineralima pa su i proizvodi koji se dobijaju njegovom preradom, bogat izvor ovih sastojaka. Da bi se dobio proizvod sa većim sadržajem proteina potrebno je ukloniti što veći procenat neproteinskih komponenti. "Sojaprotein" AD, Bečej u svom proizvodnom programu ima veliki broj visoko proteinskih proizvoda, kao što su sojina proteinska brašna, teksturati i dr. Pored navedenih proteinskih proizvoda "Sojaprotein" počinje gradnju pogona za proizvodnju još jednog visokoproteinskog proizvoda (sojin proteinski koncentrat) koji sadrži minimalno 65% proteina. Da bi se dobio što bolji kvalitet koncentrata potrebno je da sirovina za proizvodnju bude što kvalitetnija. Izmenom redosleda tehnoloških operacija kao i parametara na opremi postignut je bolji kvalitet pripreme materijala za proizvodnju visoko proteinskih proizvoda.*

*Ključne reči: proteini, ulje, ljuska, čestice, separacija*

## EFFECT OF PROCESSING OF SOY HULLS ON QUALITY OF RAW MATERIAL FOR PRODUCTION OF PROTEIN PRODUCTS

*Soybean is rich in protein (36-40%), oil (15-23%), carbohydrates (34%), vitamins and minerals, so the products obtained by soybean processing are a rich source of these ingredients. In order to obtain a product with higher protein content, it is necessary to remove the greatest amount of nonproteinaceous components. Sojaprotein has a number of high-protein products in its assortment, including soy protein flours, textured products etc. In order to obtain the best quality of concentrates, the raw material should be of highest quality as well. In addition to the mentioned soy protein products, Sojaprotein is constructing a new plant for the production of soy protein concentrate with a minimum of 65% protein. By changing the sequence of technological operations and parameters of the equipment, the enhanced quality of material preparation for the production of high protein products has been achieved.*

*Key words: protein, oil, hull, particles, separation*

### UVOD

Sojino zrno je sastavljeno u proseku od 90% jezgra, 8% ljuske i 2% klice. Jezgro sadrži najveći deo proteina i ulja, dok ljuska sadrži najmanje ovih komponenti. Uopšteno gledano sadržaj ulja u ljusci je tako mali da se može smatrati da je u tragovima (tabela 1).

**Tabela 1.** Sastav sojinog zrna i njegovih strukturnih delova

**Table 1.** The composition of soybean and its structural parts

	Hemijski sastav (% na suhu materiju)				
	(%) celog zrna	Proteini	Ulje	Ugljeni hidrati	Pepeo
Ljuska	8	9	1	86	4,3
Klica	2	41	11	43	4,4
Jezgro	90	43	23	29	5,0
Celo zrno	100	40	20	35	5,0

Zbog proizvodnje proizvoda od soje sa većim sadržajem proteina potrebno je da sirovina za proizvodnju takvih proizvoda sadrži što manji procenat komponenti koje nisu proteinske.

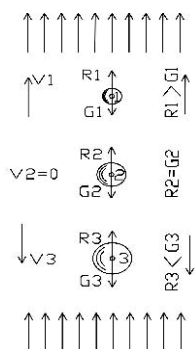
Postoje različiti načini za njihovo izdvajanje, a mogu se podeliti u dve osnovne tehnološke operacije:

- hemijske (za izdvajanje ulja i ugljenih hidrata pomoću rastvarača)
- mehaničke (za izdvajanje celuloze, mehaničkim odvajanjem ljuske).

Da bi iz sirovina za proizvodnju proteinskih proizvoda izdvojili celulozu, potrebno je odvojiti što veći procenat ljuske iz sojinog zrna, a iz ljuske što veći procenat jezgra zbog gubitka proteina. Najčešći način koji se koristi za razdvajanje takvih frakcija je mehaničko razdvajanje pomoću vazdušne separacije.

### Princip razdvajanja vazдушnom strujom

Princip razdvajanja čestica vazдушnom strujom zasniva se na razlici aerodinamičkih osobina komponenata mešavine koja se razdvaja. Osnovni pokazatelj toga je brzina lebdenja (slika 1).



**Slika 1.** Vazdušni kanal za separaciju čestica  
**Figure 1.** Air channel for the separation of particles

Ako se čestice nalaze u vertikalnom kanalu kroz koji struji vazduh, na svaku česticu će delovati sila zemljine teže,  $G$  i sila otpora,  $R$  jednake uzgonskoj sili (sila podizanja) struje vazduha pri kretanju čestice na gore ili dinamičkom otporu struje vazduha pri kretanju čestice na dole.

Pri turbulentnom strujanju vazduha u posmatranom kanalu za vazдушnu separaciju, sila otpora u osnovi zavisi od dinamičkog dejstva struje vazduha na čestice i definisana je po obrascu Njutna (1).

$$R = \xi F \rho_v v_o^2 / 2 \quad (1)$$

gde su:

$\xi$ - koeficijent aerodinamičkog otpora

$F$  - površina projekcije čestica na ravan normalnu na vektor relativne brzine u  $m^2$

$\rho_v$  - gustina vazduha  $kg/m^3$

$v_o$  - relativna brzina čestica i struje vazduha  $m/s$

Vrednost koeficijenta otpora u zavisnosti je od oblika čestice, stanja njene površine i režima strujanja vazduha tj. od Rejnoldsovog broja ( $Re$ ). U vertikalnoj vazdušnoj struji sile zemljine teže i sile otpora deluju na česticu uvek suprotstavljeno. Zato su moguća tri slučaja (slika 1):

$R_1 > G_1$  (čestica se kreće na gore)

$R_2 = G_2$  (čestica je u ravnoteži tj. lebdi)

$R_1 < G_1$  (čestica se kreće na dole)

Time, odnos  $R/G$  određuje smer kretanja čestice i ukazuje na mogućnosti razdvajanja (klasiranja) čestica vazдушnom strujom. Pri  $R/G=1$  relativna brzina zrna je jednaka apsolutnoj brzini vazdušne struje i to usmerene u suprotnom smeru. Brzina pri kojoj se čestica nalazi u ravnoteži, naziva se brzina lebdenja ili kritična brzina.

$$v_v = \sqrt{2G / \xi F \rho_v} \quad (2)$$

Treba naglasiti, da se brzina lebdenja, određuje po obrascu (2) i odnosi se na jedinične čestice, koje se nalaze u struji vazduha, isključujući njegovo dejstvo na susedne čestice.

U slučaju koncentrovanog kretanja čestica brzina lebdenja se izražava obrascem (3).

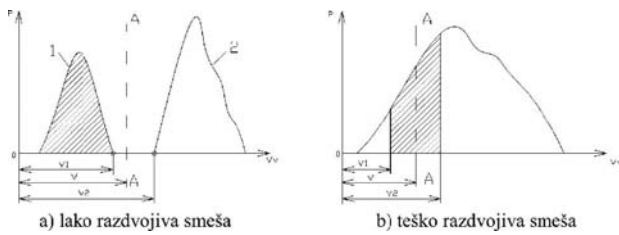
$$v'_v = (1 - k_u)^{3a} 1 - (d_c / 1 - d)^{2^{3/2}} v_v \quad (3)$$

gde je:  $(1 - k_u)$  - koeficijent, koji zavisi od koncentracije čestica u struji vazduha,  $^a 1 - (d_c / 1 - d)^{2^{3/2}}$  - koeficijent, koji zavisi od geometrijskih parametara čestica i kanala

Kod nesferičnih čestica (čestice nepravilnog oblika) vrednosti brzine lebdenja mogu biti različite i zavise od smera čestice u struji vazduha i na njenu veličinu utiče površina srednjeg preseka čestice.

Razlika brzina lebdenja komponenata mešavine čestica je osnovni pokazatelj mogućnosti razdvajanja vazдушnom strujom. Što je veća razlika brzina lebdenja između komponenata mešavine čestica time se preciznije razdvaja mešavina.

Na slici 2 je prikazano razdvajanje komponenata mešavine čestica po brzini lebdenja.



**Slika 2.** Razdvajanje komponenti po brzini lebdenja  
**Figure 2.** Separation of components depending on the speed of floating

Za uspešno razdvajanje mešavine na dve frakcije, potrebna je razlika vrednosti brzina lebdenja, tj. da bude  $v_1 < v_2$ , a neophodno je tako izabrati  $v$  vazdušne struje, da bi se ona nalazila u predviđenim graničnim vrednostima, tj.  $v_1 < v < v_2$ .

Pretpostavimo, da je potrebno razdvojiti vazdušnom strujom mešavinu, koja se sastoji iz dve komponente: čestica sojinog zrna i ljuske. Razdvajanje komponenata po brzini lebdenja prikazano je na slici 2a), gde su lake primese prikazane šrafiranom površinom variacione krive, a teže bez šrafirane površine variacione krive.

Za potpuno razdvajanje mešavine neophodno je da brzina vazdušne struje bude jednaka poluzbiru brzina lebdenja komponenti tj.

$$v = (v_1 + v_2) / 2 \quad (4)$$

U praksi se najčešće susrećemo sa teško razdvojivim mešavinama, iz kojih je potrebno razdvojiti frakcije sa različitim aerodinamičkim osobinama čestica. Kriva raspodele čestica po brzini lebdenja prikazana je na slici 2b gde je količina lakih čestica definisana šrafiranom površinom levo i desno od linije A-A. Uzimajući u obzir promenljivost vazdušne struje i promenu srednjeg preseka (usled rotiranja nepravilnih čestica), precizno razdvajanje mešavine čestica po liniji A-A je nemoguće.

Po pravilu dobijaju se dve frakcije, u kojima su sadržane obe komponente. To se objašnjava time što neke čestice imaju brzinu lebdenja  $v_1$  i  $v_2$  blisku ili jednaku srednjoj brzini vazdušne struje (sa jedne i druge strane A-A), tj. sa istom verovatnoćom može se naći u bilo kojoj od dve frakcije.

Pored toga izdvajanje lakih čestica mešavine zavisi i od koncentracije čestica u vazdušnoj struji. Što je veća koncentracija čestica u vazdušnoj struji, to je manji stepen razdvajanja komponenata. To se objašnjava time što se pri povećanju koncentracije čestica povećava brzina strujanja vazduha između čestica i usled međusobnog sudaranja deo teških čestica odlazi u frakciju lakih. Istovremeno deo lakih čestica biva zarobljen među teže čestice, ne uspevaju

se razdvojiti i padaju u frakciju teških čestica.

Tehnološka efikasnost procesa vazdušne separacije pored kvaliteta smeše koja se razdvaja, zavisi i od:

- specifičnog opterećenja
- ujednačenosti strujanja vazduha u kanalu
- ujednačenosti padanja čestica u kanal
- brzine uvođenja i brzine vazduha u kanalu

Veličina opterećenja zavisi od nasipne mase čestica. Što je ona veća to možemo više opteretiti kanal za separaciju uz isti stepen efikasnosti. Kod toga je neophodno znati da se sa povećanjem specifičnog opterećenja efekat razdvajanja i preciznost separacije pogoršava.

Povećanjem srednje brzine vazdušne struje raste stepen razdvajanja čestica, ali jednako tome povećava se sadržaj težih čestica u lakoj frakciji, tj. smanjuje se preciznost separacije. Zato je pri podešavanju režima strujanja vazduha na uređaju neophodno obratiti posebnu pažnju na izbor srednje brzine vazdušne struje. Kriterijum za to je dozvoljeni sadržaj jedne frakcije u drugoj i obrnuto.

Da bi se izvršilo što kvalitetnije razdvajanje ljuske od sojinog jezgra i obrnuto, potrebno je što bolje pripremiti smešu u tehnološkim operacijama pre separacije frakcija. Zato je dosta važno pravilno voditi tehnološke operacije kao što su:

- sušenje sojinog zrna prilikom skladištenja
- temperiranje radi pripreme zrna za bolje odvajanje ljuske od jezgra
- drobljenje radi sitnjenja sojinog zrna i stvaranja frakcija

U zavisnosti od podešenosti parametara uređaja u pojedinim tehnološkim operacijama, kao i od osobina sojinog zrna, zavisi koliki će biti odnos frakcije u pojedinim tokovima.

Sušenje i temperiranje sojinog zrna u mnogome mogu narušiti odnos frakcija u smeši pre vazdušne separacije. Tako što manji sadržaj vlage povećava količinu sitnih delova jezgra prilikom sitnjenja, a veći sadržaj vlage izaziva nedovoljno sitnjenje i veći procenat neodvojene ljuske od jezgra.

Rad uređaja za sitnjenje takođe utiče na dobru ili lošu pripremu smeše za separaciju. Geometrija valjaka i zazor utiču na neravnomerno sitnjenje i stvaranje više sitne frakcije jezgra koja povećava teško razdvojivu smešu kod vazdušne separacije.

Osnovnu opremu na liniji separacije ljuske od jezgra čine:

- uređaji za sitnjenje (mlinovi za drobljenje)
- uređaji za klasiranje i separaciju (čistilice)
- uređaji za dodatno sitnjenje (mlin čekićar)

- uređaji za dodatno klasiranje i separaciju (čistilice)

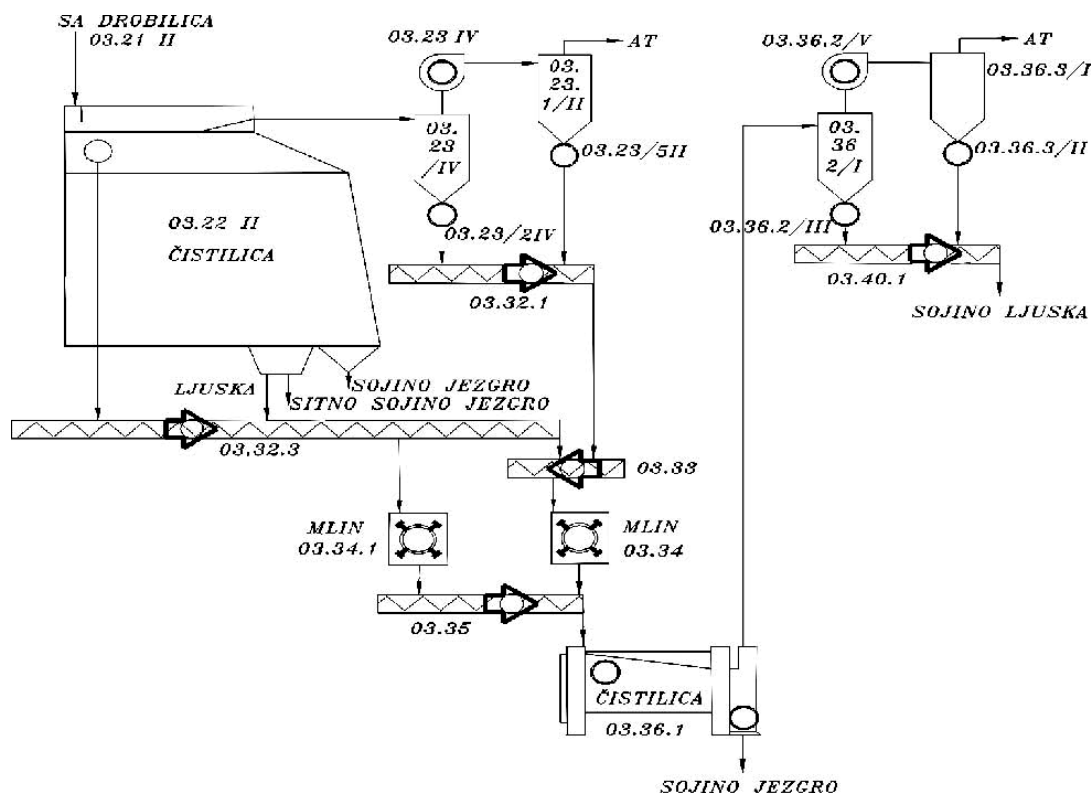
### Opis procesa pre izmena

Sojino zrno se dovodi sa uređaja za drobljenje, na čistilicu 03.22 II gde se kombinacijom klasiranja i vazdušne separacije dobija pet tokova materijala (slika 3):

- preliv preko sita - celo zrno soje, ljuska veličine

zrna soje sa ili bez delova jezgra zarobljenih u čauri ljuske

- propad kroz gornje sito (glavni tok) - drobljeno zrno sa određenim procentom delova ljuske zalepljenih za jezgro, delovi slobodne ljuske koji se nisu odvojili vazdušnom separacijom
- propad kroz donje sito - sitni delovi jezgra, ljuska,
- ljuska iz puževa - ljuska, sitni delovi jezgra
- ljuska iz ciklona - ljuska, sitni delovi jezgra



Slika 3. Šema opreme za separaciju pre izmena  
 Figure 3. Scheme of equipment for separation before the modification

Propadi kroz sita čiji je sastav frakcija zadovoljavajući odvođe se u glavni tok na druge tehnološke operacije, dok ostali tokovi (prelaz preko sita, ljuska iz puževa čistilice 03.22 II i ljuska iz ciklona) čiji je odnos frakcija približno jednak, odvođa se dalje na obradu i to na mlin 03.34 radi odvajanja zalepljenih delova ljuske od delova jezgra (slika 3).

Naknadno sitnjenje se odvija na mlinu 03.34 sa letećim noževima i sitima za kalibraciju, čija je veličina otvora  $\varnothing 5$  mm, a brzina rotora 1450 °/min.

Posle naknadnog sitnjenja materijal se odvođa na sito 03.36 za klasiranje i vazdušnu separaciju frakcija. Izdvojeno sojino jezgro se dalje odvođa i spaja sa glavnim tokom jezgra, a ljuska na termičku obradu.

### Opis procesa posle izmena

Nakon mlina za drobljenje i čistilice za separaciju, materijal koji nastaje od preliva preko sita i puževa uređaja 03.22 II preko puža 03.32.3 i elevatora 03.18 ponovo se odvođa na mlin 03.21 III za drobljenje, a zatim na čistilicu 03.22 I za klasiranje i vazdušnu separaciju.

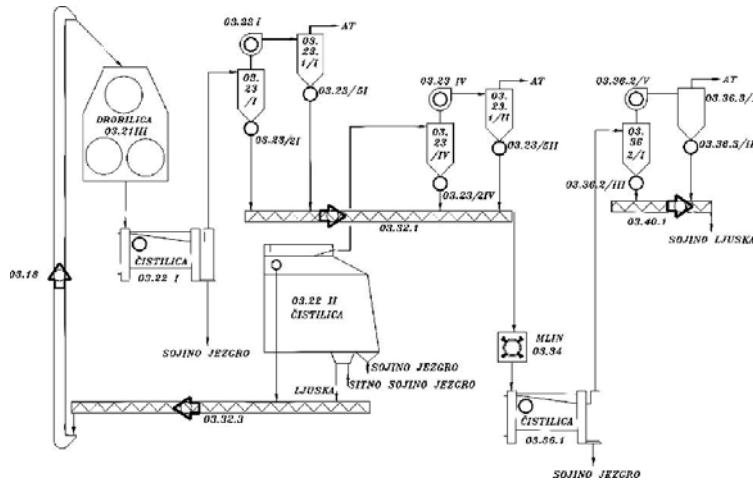
Izdvojeno jezgro se spaja sa glavnim tokom materijala, a ljuska preko ciklona, zajedno sa ostalom ljuskom odvođa na mlin 03.34 za mlevenje (slika 4).

Uređaj 03.34 je opremljen sitima za kalibraciju (veličina otvora  $\varnothing 10$  mm) i pogon sa uređajem za promenu brzine rotora od 900, 1100 i 1450 °/min (proba vršena sa 900 °/min).



Posle mlevenja materijal se odvodi na sita za klasiranje i vazdušnu separaciju frakcija. Izdvojeno

sojino jezgro se dalje odvodi i spaja sa glavnim tokom jezgra, a ljuska na termičku obradu.



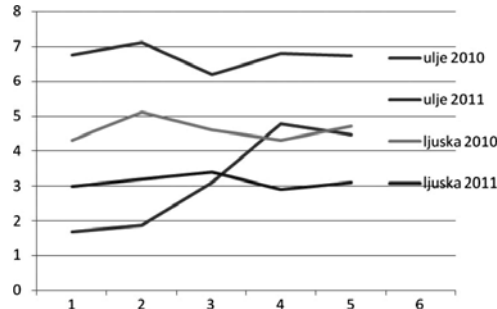
Slika 4. Šema opreme za separaciju posle izmena  
 Figure 4. Scheme of equipment for separation after the modification

U tabeli 2 prikazani su rezultati određivanja sadržaja ulja u ljusci i ljuske u jezgru pre i posle izmena na tehnološkoj opremi.

Tabela 2. Rezultati laboratorijskih analiza  
 Table 2. Results of laboratory analysis

REZULTATI SA STAROM OPREMOM			REZULTATI SA NOVOM OPREMOM		
Brzina 03.34 sa 1450 °/min			Brzina 03.34 sa 900 °/min		
Uzorak	% ulja u ljusci (03.40.1)	% ljuske u jezgru	Uzorak	% ulja u ljusci (03.40.1)	% ljuske u jezgru
1	6,75	4,58	1	1,69	3,15
2	7,1	4,42	2	1,86	4,05
3	6,2	4,6	3	3,10	3,4
4	6,80	4,5	4	4,78	3,49
5	6,73	3,6	5	4,47	3,1

Na slici 5 grafički su prikazani rezultati laboratorijskih analiza pre i posle izmena na tehnološkoj opremi.



Slika 5. Dijagram vrednosti sadržaja ulja u ljusci i ljuske u jezgru (2010/2011)  
 Figure 5. Diagram values of content of oil in the hull and hull in the kernel (2010/2011)

### ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dobijenih laboratorijskim ispitivanjima, kao i analizom procesa proizvodnje može se zaključiti:

- da je kvalitet ljuske sa izmenama na opremi poboljšan,
- da će kvalitet sirovine za proizvodnju proteinskih proizvoda biti bolji,
- da će proces odvajanja ljuske biti stabilniji (zbog bolje pripeme smeše za separaciju),
- da će potrošnja električne energije biti manja i da će finansijska dobit biti veća.

### LITERATURA

1. Egovop, G.A. (1977): Tehnologija prerabotki zerna "Kolos", Moskva.



## REKONSTRUKCIJA SEKCIJE DEGUMIRANJA U POGONU RAFINERIJE SUNCOKRETOVOG ULJA

*Maja Mišković, Admir Kojčin, Siniša Avramović*

*Rekonstrukcijom sekcije za specijalno degumiranje u sekciju za hladno degumiranje postignuto je povećanje kapaciteta proizvodnje rafinisanog suncokretovog ulja. Shodno tome, u radu je objašnjen tehnološki postupak u novoj sekciji i njegov uticaj na kvalitet ulja u narednim sekcijama. Takođe je izvršena komparacija rezultata prethodnog i sadašnjeg tehnološkog postupka.*

*Ključne reči: hladno degumiranje, voskovi, sapuni*

## RECONSTRUCTION OF DEGUMMING UNIT IN SUNFLOWER OIL REFINERY PLANT

*Increasing the production capacity of refined sunflower oil is achieved by reconstruction of section for special degumming in the section for cold degumming. Accordingly, the paper explains the technological process in the new section, its impact on the quality of oil in the following sections. Also, the comparison of results of previous and current technological process is made.*

*Key words: cold degumming, waxes, soaps*

### UVOD

Ideja za uvođenje novog tehnološkog postupka u procesu rafinacije suncokretovog ulja proistekla je iz potrebe da se odgovori na zahteve povećane potražnje za jestivim suncokretovim uljem kako na domaćem tako i na inostranom tržištu. Rekonstrukcijom postojeće sekcije za specijalno degumiranje i izmenom tehnološkog postupka u januaru 2011. god., postignuto je povećanje kapaciteta proizvodnje rafinisanog ulja i na taj način obezbeđena održivost konkurentnosti na tržištu.

Ograničavajući faktor za povećanje kapaciteta proizvodnje rafinisanog ulja predstavljao je sadržaj voskova u sirovom ulju koji se kretao u granicama od 300 ppm do 4.500 ppm. Imajući u vidu da je u prethodnom tehnološkom procesu prerade sirovog ulja uklanjanje voskova vršeno u sekciji vinterizacije koja je mogla da preradi sirovo ulje sa sadržajem voskova od 1.000 ppm uz smanjenje kapaciteta od 10%, bilo je neminovno uvođenje novog tehnološkog postupka za separaciju voskova i izbegla mogućnost pojave zamućenosti ulja. Sekciji vinterizacije koja podrazumeva filtraciju ulja kroz Ama filtere prethodi

proces hladnog degumiranja i beljenja, dok finalnu fazu rafinacije ulja čini deodorizacija.

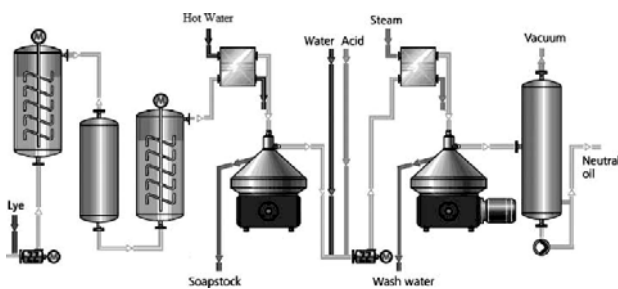
Sekcija za specijalno degumiranje rekonstruisana je u sekciju za hladno degumiranje (cold degumming) u kojoj se pored fosfolipida, sapuna i drugih nepoželjnih komponenti vrši i izdvajanje voskova što nije bilo karakteristično za postupak specijalnog degumiranja. Izmena tehnološkog postupka uticala je i na promenu procesnih parametara. Na temperaturi ispod 10° C dolazi do kristalizacije molekula voskova koji aglomerišu čime se stvaraju uslovi da se iz ulja zajedno sa sapunima izdvoje prilikom separacije centrifugalnim separatorom u vidu teže faze. Na taj način je omogućeno odvoštavanje u sekciji hladnog degumiranja i time je velikim delom preuzeta funkcija koja se u prethodnom tehnološkom procesu vršila u fazi vinterizacije. Temperatura ulja koje se šalje na separator u sekciji specijalnog degumiranja iznosila je 85° C, što je nepovoljno za kristalizaciju voskova zbog njihove velike rastvorljivosti u ulju na pomenutoj temperaturi.

Izmenom toka operacija i opreme, kapacitet proizvodnje rafinisanog ulja više nije limitiran ukupnim sadržajem voskova u sirovom ulju.

## OPIS TEHNOLOŠKOG POSTUPKA

Kontinualan proces rafinacije sirovog suncokretovog ulja podrazumeva četiri faze i to: hladno degumiranje, beljenje, vinterizaciju i deodorizaciju.

Osnovni cilj sekcije hladnog degumiranja je uklanjanje voskova i fosfatida a obuhvata kombinovani postupak neutralizacije, odvoštavanja putem centrifugalnog separatora, vodenog ispiranja i sušenja ulja u vakuum sušari. Poredeći prethodni i sadašnji tehnološki postupak, inovacija je postupak uklanjanja voskova u datoj sekciji, što će se odraziti na promenu procesnih parametara i to prvenstveno na temperaturu.



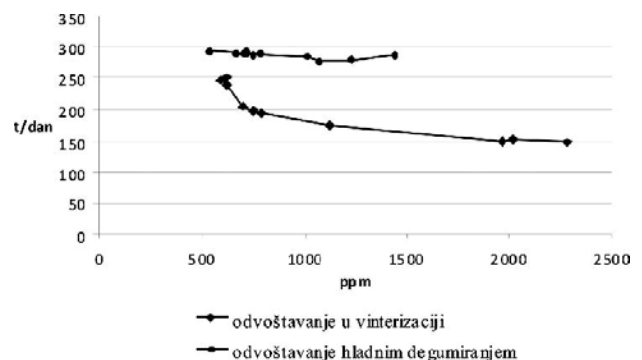
**Slika 1.** Šema sekcije hladnog degumiranja  
**Figure 1.** Cold degumming section scheme

Zagrevanjem sirovog ulja u toplotnom izmenjivaču do temperature od 40°C i dodatkom limunske kiseline hidrofolni fosfatidi prevode se u hidrofilno stanje i dalje se, tokom procesa, uklanjaju zajedno sa saponima i kristalima voskova na centrifugalnom separatoru. Uslov koji se mora zadovoljiti da bi došlo do pojave kristala voskova je snižavanje temperature ispod 10°C jer snižavanjem temperature rastvorljivost voskova u ulju opada. U našem slučaju ulje se hladi na temperaturu 1-4°C, a potom tretira rastvorom NaOH radi dodatnog stvaranja sapuna. Svrha dobijanja sapuna u višku jeste da formiraju međufazu između uljane faze i faze sačinjene od iskristalisanih voskova i tim putem zajedno budu izdvojeni na centrifugalnom separatoru. Nakon odležavanja ulja u kristalizerima, gde je vreme odležavanja ulja cca 12h a temperatura ulja na izlazu iz drugog kristalizera 7-8°C, sadržaj sapuna u ulju iznosi od 1.500-2.500 ppm što je dovoljno za efikasnu separaciju. Na niskim temperaturama viskoznost ulja je velika, što bi dovelo do smanjenja efikasnosti separacije nepoželjnih komponenti iz ulja centrifugalnim separatorom, kao sledećim korakom. U cilju smanjenja viskoziteta, ulje iz kristalizera se greje toplom vodom pomoću toplotnog izmenjivača na temperaturu od 20°C i šalje na separator RSI 300 koji je preuzeo funkciju Ama filtera u sekciji vinterizaci-

je, te ima ključnu ulogu pri odvoštavanju. Separator RSI 300 je takođe deo investicije pri uvođenju procesa hladnog degumiranja i prvi je separator ovog tipa primenjen u uljarskoj industriji a premijerno pušten u rad u VictoriaOil A.D. Šid. Karakteriše ga odsustvo reduktora, bubanj je direktno povezan na osovinu, samočišćenje je i kapaciteta 500 t/dan. Nakon odvajanja voskova, sapuna i fosfatida putem separatora RSI 300 ulje se zagreva na temperaturu od 90°C i dalje šalje na separator RSE 150 radi ispiranja ulja zakišljenom vodom, zbog prisustva sapuna koji su zaostali nakon odvajanja na prethodnom separatoru. Sadržaj sapuna posle prvog separatora se kreće do 500 ppm a nakon finalne operacije u sekciji hladnog degumiranja koja podrazumeva sušenje ulja u vakuum sušari, sadržaj sapuna iznosi manje od 70 ppm.

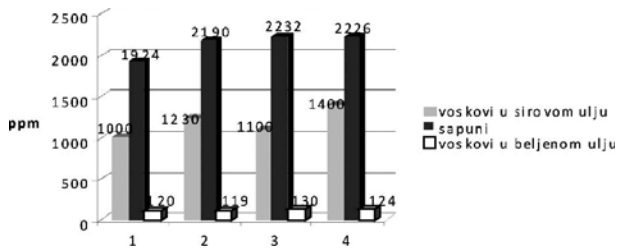
## REZULTATI I DISKUSIJA

U zavisnosti od sekcije u kojoj se vrši odvoštavanje izvršena je komparacija prethodnog i novog tehnološkog postupka u smislu poređenja kapaciteta proizvodnje rafinisanog ulja za približne vrednosti sadržaja voskova u sirovom ulju.



**Slika 2.** Promena kapaciteta proizvodnje zavisno od sadržaja voskova  
**Figure 2.** Change in production capacity depending on the content of waxes

Na osnovu zavisnosti prikazane na slici 2, može se uočiti znatno povećanje kapaciteta sa uvođenjem novog tehnološkog postupka koji ostaje relativno konstantan sa povećanjem sadržaja voskova u sirovom ulju. Uočava se da uvođenjem hladnog degumiranja kapacitet proizvodnje ostaje nepromenjen u granicama 280-300 t/dan za slučaj kad se sadržaj voskova u sirovom ulju kreće od 500 ppm do 1.500 ppm. Posmatrajući zavisnost za prethodni tehnološki proces evidentan je pad kapaciteta proizvodnje sa porastom sadržaja voskova od preko 25%.



**Slika 3.** Promena sadržaja sapuna i voskova u sirovom i beljenom ulju

**Figure 3.** Change of soaps and waxes content in crude and bleached oil

Separator svoju funkciju razdvajanja voskova od ulja najbolje obavlja pri sadržaju sapuna cca 2.500 ppm. Shodno tome, na slici 3. je prikazan sadržaj sapuna i voskova i efikasnost separacije u smislu da sadržaj voskova u beljenom ulju nakon sekcije hladnog degumiranja iznosi cca 120 ppm, određivano *turbidimeter* metodom.

Vrednost sadržaja voskova u ulju od 119 ppm predstavlja vrednost kojom je metoda ograničena i odgovara vrednosti manjoj od 15 ppm određivano gravimetrijskom metodom zasnovanoj na filtraciji ulja kroz filtre određene poroznosti. To je dovoljan pokazatelj da nakon sekcije beljenja neće biti potrebe za sekcijom vinterizacije, i u našem slučaju sekcija vinterizacije predstavlja preventivnu meru ukoliko dođe do prolaska voskova iz sekcije beljenja. Preventivna mera se ogleda u minimalnom doziranju filtracionog sredstva za filtraciju voskova u sekciji vinterizacije.

Takođe, praćenjem laboratorijskih rezultata zapaženo je da sadržaj sapuna od 70 ppm u degumiranom ulju predstavlja maksimalan sadržaj sapuna koji može biti uklonjen u narednoj sekciji beljenja putem adsorpcije filtracionim sredstvom. U suprotnom, kada je sadržaj sapuna u degumiranom ulju veći od 70 ppm, nakon sekcije beljenja sadržaj

sapuna u beljenom ulju neće moći biti sveden na 0 ppm. Prisustvo sapuna u beljenom ulju može prouzrokovati neusaglašenost finalnog proizvoda jer sekcija beljenja predstavlja poslednju sekciju u kojoj sapuni mogu biti uklonjeni.

## ZAKLJUČAK

Minimalnim ulaganjima i prepravkama na opremi i linijama u proizvodnom pogonu rafinacije, zatim prvi put u svetu uljarske industrije ugrađenim i primenjenim separatorom RSI 300, omogućeno je da se rafinišu sirova ulja sa sadržajem voskova preko 1.000 ppm i to bez ikakvog smanjivanja kapaciteta, a prvi put proizvodni kapacitet više nije limitiran sadržajem voskova u sirovom ulju.

Rekonstrukcijom pogona za rafinisanje sirovog suncokretovog ulja sa posebnim akcentom na uvođenje sekcije hladnog degumiranja postignut je željeni kapacitet proizvodnje rafinisanog ulja od 300 t/dan neprekidno tokom čitave godine, odnosno procentualno više od 25% ako se posmatra maksimalan kapacitet postignut pre rekonstrukcije.

Evidentna je i ekonomičnost procesa. Tokom rekonstrukcije je iskorišten deo postojeće opreme, postoji mogućnost povratka na tehnološki postupak specijalnog degumiranja za potrebe hemijske rafinacije pri prelaska sa jedne na drugu kulturu za veoma kratko vreme, smanjena je količina filtracionog sredstva za filtraciju kroz Ama filtere u sekciji vinterizacije kao i ušteda energije.

Kvalitet ulja je ostao na očekivanom nivou u okviru zahteva predviđenih specifikacijama o kvalitetu, što znači da nema pojave zamućenosti ulja, te temperatura skladištenja neće uticati na promenu kvaliteta.

## LITERATURA

1. Tehničko-tehnološka dokumentacija fabrike ulja „VictoriaOil“ A.D.Šid



## PROIZVODNJA TRADICIONALNIH SOJINIH PROTEINSKIH KONCENTRATA

Čedomir Pešić, Milan Ševo, Života Antičić, Radenko Stanivuk

*Sojino zrno je bogato kvalitetnim funkcionalnim proteinima, koji su visoko svarljivi i po kvalitetu ekvivalentni animalnim proteinima. Proizvodnja sojinih proteina u svetu je u stalnom porastu, pošto postoji sve veća potreba za jeftinim proteinima zbog povećanja svetske populacije, kao i porasta dohotka u zemljama u razvoju i predstavljanja proizvoda od soje kao "zdrave" hrane. Podela proteinskih sastojaka proizvedenih od sojinog zrna je izvršena prema procentu prisutnih sirovih proteina na: sojina proteinska brašna i grizeve, sojine proteinske koncentrate i sojine proteinske izolate. Sojini proteinski koncentraci (SPC) se mogu proizvesti na više načina pri čemu se kao dominantan pojavljuje postupak ekstrakcije sa razblaženim alkoholom.*

*Ključne reči: sojino zrno, sojini proteini, sojin proteinski koncentrat (SPC), sojina melasa*

## PRODUCTION OF "TRADITIONAL" SOY PROTEIN CONCENTRATES

*Soy bean is rich in quality functional proteins which are highly digestible and equivalent to animal proteins in terms of quality. The production of soy proteins is in the rise world wide since there is higher demand for low-cost proteins due to increase in both world population and incomes in developing countries and also representing soybean products as "healthy" food. Classification of soybean protein ingredients is performed according to percentage of raw protein to soy protein flower, concentrates and isolates. SPC can be produced in different ways, but method of extraction with diluted alcohol is more dominant.*

*Key words: soy bean, soy proteins, soy protein concentrates, soy molasses.*

### UVOD

Sojino zrno (*Glycine max L.*) je jedan od najstarijih useva koje je uzgajao čovek. Kinezi su je koristili u ishrani još pre 5000 godina. Iz Kine, soja se proširila i sada se uzgaja širom sveta, sa stalnim godišnjim rastom proizvodnje koji trenutno iznosi oko 137 miliona tona. Najveći proizvođači sojinog zrna su SAD, Brazil, Kina, Argentina i Indija. Soja je jedan od vodećih useva upravo zbog njene prilagodljivosti na različita zemljišta i sposobnost vezivanja azota iz tla.

U poređenju sa žitima i drugim leguminozama, sojino zrno se sastoji od najvećeg procenta proteina (oko 40%). Sojino zrno takođe sadrži oko 20% ulja, što je druga najveća vrednost od svih leguminoza koje se upotrebljavaju u ishrani. U proseku, ulje i proteini u sojinom zrnju predstavljaju oko 60% u odnosu na suhu materiju. Ostatak suve materije su uglavnom ugljeni hidrati (oko 35%) i pepeo (oko 5%). Sadržaj proteina i ulja zavisi od sorte, plodnosti

zemljišta i klimatskih uslova.

### Sojini proteini

Većina proteina u soji se nalazi uskladištena u tzv. proteinskim telašcima ili aleuronskim zrcima, koja predstavljaju subćelijske strukture, prečnika 2-20 mikrona.

Frakcionisanje i klasifikacija sojinih proteina je veoma složena operacija. Celokupnu situaciju otežava prisustvo kompleksnih proteina kao i različite metode za njihovu ekstrakciju i izolaciju. Proteini biljnog porekla se mogu klasifikovati na više načina:

- na osnovu biološke funkcije u biljci, proteini su metabolički i uskladišteni proteini. Uskladišteni proteini čine najveći deo proteina u sojinom zrnju.

- na osnovu rastvorljivosti, proteini se dele na albumine i globuline. Albumini se rastvaraju u vodi, a globulini se rastvaraju u slanom rastvoru. Najveći deo proteina u sojinom zrnju predstavlja globuline, odnosno od 65 do 80%. Globulini se mogu podeliti na legumine i viciline. U većem procentu, u soji se nalaze legumini koji se karakterišu većom molekulskom masom, manjom rastvorljivošću u slanom rastvoru i većom termičkom stabilnošću. Trivijalni

<sup>1</sup>"Sojaprotein" AD, Bečej

nazivi legumina i vicilina su glicinin i konglicinin, respektivno.

• Osborne i Campbell (1988) su prvi ekstrahovali i karakterisali sojine uskladištene proteine i ekstrahovanom proteinu dali naziv glicinin (ovaj naziv je upotrebljen kao veza sa nazivom soje, *Glycine*). Mnogo precizniji načini identifikacije proteina su zasnovani na sedimentacionim koeficijentima dobijenim ultracentrifugiranjem biljnih proteina. Ukoliko se ultracentrifugiranje vrši pri pH=7,6 i pri jonskoj jačini od 0,5 dobijaju se četiri frakcije koje se mogu opisati kao 2S, 7S, 11S i 15S (gde S predstavlja Svedbergovu jedinicu).

Iako proteini biljnog porekla imaju obično niži nutritivni kvalitet u odnosu na proteine animalnog porekla usled deficitarnosti u jednoj ili više esencijalnih aminokiselina, sojini proteini imaju dobro izbalansiran aminokiselinski sastav, koji je limitiran samo tio-aminokiselinama.

Sve do nedavno, kvalitet sojinih proteina je podcenjivan zbog korišćenja tradicionalne metode za procenjivanje kvaliteta proteina na bazi PER vrednosti. Step en iskorišćenja proteina ili PER (*Protein Efficiency Ratio*) se dobija preko ogl eda sa pacovima i definiše se kao:  $PER = (\text{povećanje telesne mase ogle dnih životinja}) / (\text{količina proteina unetog sa hranom})$ . Pošto pacovi imaju 50% veće potrebe za metioninom (tio-aminokiselina) nego čovek, izračunavanje PER vrednosti nije adekvatan pokazatelj kvalitativne vrednosti sojinih proteina. Da bi se omogućila objektivnija procena kvaliteta sojinih proteina, početo je sa upotrebom PDCAAS metode (*Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score*) koja se bazira na potrebama čoveka, odnosno dece starosti 2-5 godina kao nutritivno najzahtevnije starosne grupe kod ljudi. Pomoću ove metode se vrši poređenje aminokiselinskog profila proteina i potreba organizma za aminokiselinama, uz korekcion i faktor za svarljivost proteina. Primenom ove metode sojini proteini imaju PDCAAS vrednost između 0,95 i 1,00 tj. najveću moguću vrednost, istu kao što je vrednost proteina iz belanceta jajeta, mleka i mesa.

Proizvodnja sojinih proteina u svetu je u stalnom porastu, pošto postoji sve veća potreba za jeftinim proteinima za stočnu ishranu, puniocima u proizvodima od mesa (extenderi) i drugim prehrambenim primenama. Ovom porastu su doprinela najviše dva faktora. Prvi je povećanje svetske populacije kao i porast dohotka u zemljama u razvoju, a drugi faktor je predstavljanje proizvoda od soje kao "zdrave" hrane.

Postoji veliki broj industrijskih prehrambenih proteinskih sastojaka proizvedenih od sojinog zrna, kao što su punomasno i obezmašćeno sojino brašno,

teksturirano sojino brašno, sojini proteinski koncentraci i sojini proteinski izolati. Klasifikacija tih proteinskih sastojaka je izvršena na osnovu "grubih preporuka" za sirovi protein (N×6,25) izražen na suhu materiju:

- sojino proteinsko brašno i griz (zavisno od granulacije) imaju sadržaj proteina od 50 do 65%
- sojini proteinski koncentraci imaju sadržaj proteina od 65 do 90%
- sojini proteinski izolati imaju sadržaj proteina od 90%.

### Sojini proteinski koncentraci

Sojini proteinski koncentraci su proteinski proizvodi blagog ukusa koji se dobijaju na više načina. Sirovina za proizvodnju sojinog proteinskog koncentrata su obezmašćene sojine flekice ili obezmašćeno sojino brašno. Da bi se dobio proizvod sa minimalno 65% proteina potrebno je ukloniti što veći procenat neproteinskih komponenti pod uslovima kada je najveći deo proteina nerastvorljiv. Potrebno je rastvoriti najveći deo šećera i komponentata male molekulske mase, ostavljajući nerastvorljive proteine i polisaharide. Ovakvim postupcima je sadržaj proteina u krajnjem proizvodu povećan, a nepoželjni oligosaharidi koji izazivaju nadutost su uklonjeni.

Za proizvodnju sojinog proteinskog koncentrata (SPC) postoje različite metode: ispiranje sa razblaženom kiselinom u izoelektričnoj tački (pH=4,5) i ispiranje obezmašćenog tostovanog sojinog brašna sa vodom i ekstrakcija sa razblaženim alkoholom.

Tehnologija za dobijanje sojinih proteinskih koncentrata ispiranjem sa razblaženom kiselinom pojavila se ranih 50-ih godina. U ovom postupku koristi se veliki uticaj vrednosti pH na rastvorljivost sojinih proteina. Sojini proteini su u intervalu pH 4-5, najmanje rastvorljivi zbog izoelektrične tačke. Prema tome postupak se sastoji u sledećem: obezmašćene sojine flekice se ispiraju razblaženim kiselinama blizu izoelektrične tačke globulina pH=4,5. Na ovaj način proteini i neki polisaharidi postaju nerastvorljivi, a niskomolekularne materije (oligosaharidi) kao rastvorljive se mogu odstraniti. Nakon ekstrakcije sa kiselinom, pH vrednost nerastvorljive smeše se podešava do blizu neutralne i materijal se suši. S obzirom na to da su neki sojini proteini ipak rastvorljivi pri pH=4,5 ovim postupkom se dobija manja količina proteina u odnosu na ostale načine dobijanja sojinih proteinskih koncentrata. Ovaj način proizvodnje SPC je dugo korišćen zato što se dobija proizvod koji ima bolju primenu i ukus u odnosu na sojino tostovano brašno, kao i nižu cenu u odnosu na



sojine izolate, te služi za primene kod kojih je niži sadržaj proteina od manje važnosti.

Prilikom dobijanja SPC ispiranjem razblaženim kiselinama ne koristi se zapaljiv rastvarač što je velika prednost u odnosu na SPC dobijenog ekstrakcijom razblaženim alkoholom. Međutim, postoji veliki broj nedostataka koji su doveli do traženja drugih postupaka za dobijanje SPC. Nedostaci su sledeći: tako dobijen proizvod se ne može konvertovati u teksturirani oblik, nastaje velika količina zagađivača u tečnom obliku, manji je prinos u odnosu na SPC dobijen ispiranjem razblaženim alkoholom, niži je nutritivni kvalitet (sadrži antigene proteine, kao što su 2S, glicinin i  $\beta$ -konglicinin), niska je tolerancija na so u mesnim sistemima, često je ukus proizvoda "sapunast", potrebno je sušenje i izdvajanje velike količine vode i potrebna je oprema od nerđajućeg čelika.

Sojini proteinski koncentrat se mogu dobiti ekstrakcijom sa vrelom vodom, pri čemu se teži da se sojini proteini denaturišu toplotom i tako postanu nerastvorljivi u vodi. Toplotni tretman u prisustvu vode utiče znatno više na denaturaciju od toplotnog tretmana bez prisustva vode. Glavni cilj ovog hidrotérmičkog postupka je da se izvrši imobilizacija glavnih proteinskih frakcija pri čemu se vodom vrši ekstrakcija niskomolekularnih komponenti (rastvorljivi ugljeni hidrati, azotne materije i ostali rastvorljivi sastojci) koje se na ovaj način uklanjaju. Ovim postupkom se dobija proizvod nešto tamnije boje i neodgovarajućih senzornih osobina koji podseća na prženi orah. Nedostaci prethodne dve metode doveli su do dominantne primene procesa dobijanja SPC pomoću ekstrakcije sa razblaženim alkoholom. Ovaj postupak se zasniva na sposobnosti razblaženog rastvora nižih alifatičnih alkohola (metanol, etanol i izo-propanol) da vezuju rastvorljive sastojke sojinih flekica, bez rastvaranja proteina.

Industrijski proces se sastoji od ekstrakcije obezmašćenih netostovanih sojinih flekica (NSI=50-70%) pomoću 60-70%-nog razblaženog etanola. Sojini proteinski koncentrat se naziva tradicionalni koncentrat, a rastvorljivi materijal oslobođen alkohola se naziva sojina melasa.

Proces se sastoji od ekstrakcije čvrsto/tečno, uklanjanja i rekuperacije rastvarača iz miscele,

uklanjanja i rekuperacije rastvarača iz izekstrahovanog materijala i sušenja i mlevenja koncentrata.

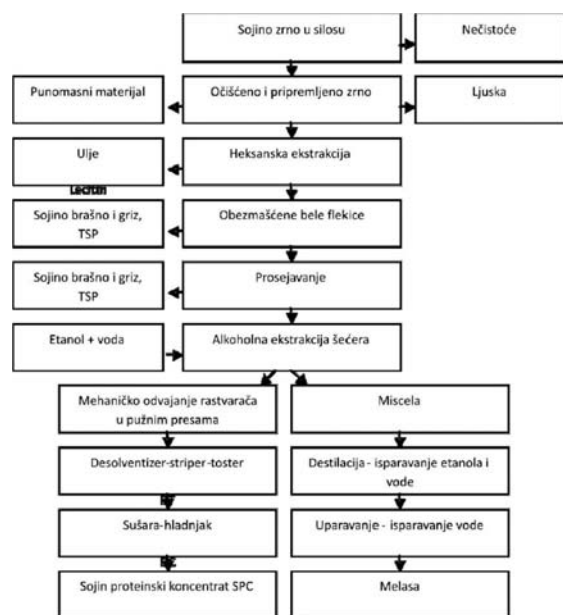
Sirovina za proizvodnju SPC su obezmašćene bele sojine flekice pa od njihovog kvaliteta zavisi i kvalitet finalnog SPC. Kvalitet belih flekica zavisi od toplotnog tretmana nakon ekstrakcije. Dužina trajanja toplotne obrade kao i visina temperature za vreme proizvodnje belih flekica utiče na rastvorljivost proteina u flekicama, odnosno potrebno je svesti na minimum denaturaciju proteina i sačuvati njihovu funkcionalnost. Ovo se izvodi u FDS sistemu (*Flash Desolventizing System*), u kome se pregrejane pare heksana dovode u kontakt sa obezmašćenim flekicama. Na taj način se za svega nekoliko sekundi oslobodi najveća količina vezanog rastvarača (oko 98%), a da su pri tome proteini ostali sačuvani. Tako se dobijaju flekice sa velikom rastvorljivošću proteina (PDI 90%).

Ukoliko se u belim flekicama nalazi veća količina sitne frakcije, odnosno prašine dolaziće do spore perkolacije tokom ekstrakcije šećera. Upravo zbog toga potrebno je prosejati bele flekice pre ulaska u ekstraktor.

Materijal se posle prosejavanja, natapa sa razblaženim rastvorom etanola da bi nabubrio i dostigao svoju prirodnu zapreminu u kontaktu sa vodom. Nabubrela materijal se zatim transportuje u ekstraktor gde formira uniforman sloj materijala koji se kreće protivstrujno sa tokom miscele. Kako materijal napreduje u ekstraktoru, miscela se obogaćuje sa ugljenim hidratima, a kao posledica se javlja povećanje procenta proteina u materijalu.

Materijal sa određenim procentom alkohola napušta ekstraktor i odlazi na desolventizaciju koja se sastoji od pužnih presa za mehaničko odvajanje rastvarača, desolventizer-toster (DT) i na kraju sušara-hladnjak (DC) da bi se dobio SPC sa minimalno 65% proteina računato na suhu materiju.

Bogata miscela, smeša vode i etanola sa rastvorenim ugljenim hidratima posle filtracije, odlazi do sistema za destilaciju i rekuperaciju rastvarača. Taj sistem se sastoji od sledećih faza: isparavanje etanola i vode, zatim uparavanje i hlađenje otparka i kondenzacije. Na ovaj način se dobija sojina melasa sa različitim procentima suve materije u zavisnosti od stepena uparavanja.



**Slika 1.** Dijagram toka materijala prilikom proizvodnje tradicionalnih SPC  
**Figure 1.** Diagram of material flow for the production of traditional SPC

Prednosti sojinog proteinskog koncentrata proizvedenog ekstrakcijom sa razblaženim alkoholom su: niski troškovi proizvodnje, visok prinos proteina, nema otpada i zagađivača, SPC se lako može teksturirati, SPC se može konvertovati u funkcionalne sojine proteinske koncentrate (FSPC), u SPC proizvedenom na ovaj način nema izoflavona, pa se može koristiti za ishranu odojčadi i visoka tolerancija na so u mesnim sistemima. Veliki nedostatak ove metode za proizvodnju SPC je korišćenje zapaljivog i eksplozivnog rastvarača što poskupljuje vrednost opreme koja mora biti u Ex izvedbi. U tabelama 1 i 2 su dati prosečni sastavi tradicionalnih SPC dobijenih alkoholnom ekstrakcijom i prosečan sastav sojine melase (na suhu materiju).

**Tabela 1.** Prosečan sastav tradicionalnih SPC dobijenih alkoholnom ekstrakcijom

**Table 1.** Average composition of traditional SPC obtained by alcohol extraction

Vlaga %	8
Proteini (% na SM)	69
Mast (etarski ekstrakt) %	1,5
Sirova vlakna %	5
Pepeo %	7
Aktivnost tripsin inhibitora, TIU/mg	7
β-konglicinin, mg/kg	3
glicinin, mg/kg	3
Lektin, mg/kg	0,1

**Tabela 2.** Prosečan sastav sojine melase (na suhu materiju)

**Table 2.** Average composition of soy molasses (on dry matter)

Sojini šećeri	58-65%
<i>Oligosaharidi</i>	
Stahioza	23-26%
Rafinoza	4-5%
<i>Disaharidi</i>	
Saharoza	26-32%
<i>Monosaharidi</i>	
Fruktoza	1,2-1,6%
Glukoza	0,9-1,3%
Proteini	5-7%
Lipidi	4-7%
Pepeo	3-7%
Saponini	6-15%
Izoflavoni	0,8-2,5%

### Primena tradicionalnih SPC i sojine melase

Najveći svetski proizvođači tradicionalnih SPC (oko 70%) su "Solae ADM", Solbar i nekoliko kineskih kompanija. Jeftiniji SPC nižeg kvaliteta (prekuvan, tamnije boje sa manjim sadržajem proteina) koji se koristi za riblju hranu, proizvode "Imcopa" i "Selecta" u Brazilu pri čemu se kao sirovina za proizvodnju SPC umesto belih flekica koristi tostovana sojina sačma. Oko 60% proizvedenih SPC se koristi za ljudsku ishranu, dok se ostatak koristi za riblju hranu, hranu za kućne ljubimce, zamenu mleka za telad i prasad. Manja količina se koristi u tehničke svrhe (adhezivno sredstvo - lepak i premazi za hartiju).

Tradicionalni sojini koncentri, kao proteinski sastojak niže cene, su zadovoljavajuća zamena proteina mesa, ribe, živine i mleka u industrijskoj preradi mesa. Sojini koncentri se takođe primenjuju u pekarskim proizvodima, dijetetskoj hrani i hrani za odojčad.

Osnovna namena SPC u prehrambenim sistemima je povećavanje sadržaja proteina, postizanje strukture i ograničenje teksture prehrambenih sistema. SPC zbog denaturacije proteina razblaženim alkoholom, ima malu rastvorljivost proteina (NSI=6-12) ali se refoldingom mogu povratiti funkcionalna svojstva proteina (vezivanje vode, vezivanje ulja, viskozitet kaše, emulgujuća svojstva, a u mesnim sistemima utiču na vezivanje mesnih sokova i masti i poboljšanje ukusa -palatabilnosti). Zbog manjeg sadržaja šećera u SPC, njegovom primenom u preh-

rambenim proizvodima smanjuje se izazivanje flatusa (nadutost), postiže se blaži profil ukusa kao i smanjenje Maillardove reakcije pa je boja finalnog proizvoda svetlija. U slučaju kada se koristi kao zamena mleka za telad, upotrebljava se smeša 48% fino mlevenog SPC, 46% surutke u prahu i 6% masti.

Prognoze su da će se do 2020. godine udeo upotrebe SPC kao supstituenta u hrani za životinje povećati na skoro 70%. Skoro 50% od potreba ribljeg brašna za proizvodnju riblje hrane se može zameniti sa SPC. Ova prognoza je sasvim izvesna, prvenstveno zbog ograničenih količina dostupnog ribljeg brašna kao i stalnog rasta cene ribljeg brašna. Ista situacija je i sa zamenom mleka za telad, čija cena takođe beleži stalan rast. Postoje realne mogućnosti upotrebe SPC za supstituciju pšeničnog glutena u proizvodnji hrane za kućne ljubimce.

Iako se sojina melasa najčešće smatra samo nusproizvodom pri proizvodnji tradicionalnih sojinih koncentrata, njene primene mogu biti raznolike. Sojina melasa se može koristiti kao glavni industrijski izvor fitohemikalija iz soje (npr. izoflavona), za smeše za ishranu životinja, naročito preživara, kao podloga i pomoćno sredstvo za fermentaciju, kao vezivno sredstvo u proizvodnji iverice i šperploča.

## ZAKLJUČAK

Poslednjih godina tržište za sojinim proteinskim koncentratima je u stalnom usponu. Do povećane tražnje biljnih proteina, a naročito sojinih proteina je došlo zbog promene u zakonskim propisima, trendova potrošača ka vegetarijanskoj ishrani i rastuće

cene proteina mleka i mesa. Stepem do kojeg će rasti potencijalno tržište zavisi od mnogo faktora gde se naročito ističe razvoj prehrambene industrije i KNOW-HOW-a.

Proizvodnja tradicionalnog SPC pomoću ekstrakcije razblaženim alkoholom se pokazala kao najbolja moguća metoda prema kvalitetu dobijenog proizvoda i troškovima proizvodnje.

Tradicionalni sojini koncentri sadrže skoro neznatnu količinu antinutritivnih faktora i oligosaharida pa se lako mogu upotrebljavati u ishrani životinja. Iako su proteini u SPC manje rastvorljivi, sačuvana su mnoga funkcionalna svojstva proteina pa se SPC može koristiti u ljudskoj ishrani.

## LITERATURA

1. Chajuss, D. (2005): Soy protein concentrate, Hayes General Technology Company Ltd.
2. KeShun, L. (1997): Soybeans: Chemistry, technology and utilization, Kluwer Academic Pub.
3. Predin, S., Ševo, M., Golubović, M. (2010): Studija izvodljivosti za pogon za proizvodnju tradicionalnih sojinih koncentrata.
4. Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S.N., Bawa, A.S. (2008): Functional and Edible Uses of Soy Protein Products. *Comprehensive Reviews of Food Science and Food Safety*, 7, 14-28.
5. Dulau, I., Thebandin, Jean-Yves: Functionality of oil seed protein products.
6. Peisker, M. (2001): Manufacturing of soy protein concentrates for animal nutrition, *Cahiers Options Mediterraneennes*, 54, 103-107.



## UNAPREĐENJE DESTILACIJE U POGONU EKSTRAKCIJE U INDUSTRIJI ULJA DIJAMANT A.D. ZRENJANIN

Ištvan Tot, Zoran Sandić, Dragana Antić, Borko Mrakić

*Promenom namene predgrejača rastvarača u kondenzator, ugradnjom "U" cevi na prelivni cevovod desorbera i promenom nivoa materijala u desolventajzer tosteru, smanjena je potrošnja heksana sa 2,53 kilograma na 1,39 kilograma po toni materijala.*

*Ključne reči: heksan, kondenzator, predgrejač rastvarača*

## IMPROVEMENT OF THE DISTILLATION PROCESS IN THE EXTRACTION PLANT OF OIL INDUSTRY DIJAMANT A.D. ZRENJANIN

*The change of use of the solvent pre-heater into condenser, mounting the "U" tube on the over-flow pipe of the desorber and changing the level of material in the desolventiser-toaster, resulted in reduced consumption of hexane from 2,53 to 1,39 kg per ton of material.*

*Key words: hexane, condenser, solvent pre-heater*

### UVOD

Povećanjem kapaciteta prerade sojinog zrna preko 500 t/dan i suncokretovog preko 700t/dan, potrošnja heksana se povećala preko normativa. Normativ potrošnje heksana je 2 kg/t semena kod prerade suncokreta, dok je kod soje 3 kg/t semena. Za 2009. godinu za preradu suncokretovog i sojinog zrna prosečna potrošnja heksana je iznosila 2,53 kilograma po toni materijala.

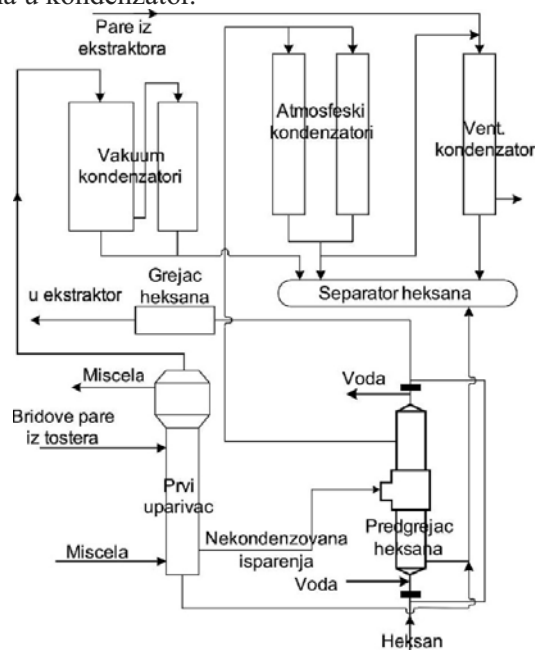
### Prisutni problemi pri većim kapacitetima prerade suncokreta i soje

Zbog veće količine materijala u ekstraktoru, preko 300 tona suncokretove i 500 tona sojine pogače, ekstraktor se zagrevao do 64°C. Temperatura rastvarača na ulazu u ekstraktor je iznosila oko 50°C. Rastvarač se nije dogrevao na predgrejaču heksana 20A, nego je proticao preko bajpasa. Predgrejač heksana se nije koristio jer bi se povećanjem temperature rastvarača ekstraktor još više zagrevao. Apsorpcioni sistem je primao veliku količinu heksanskih isparenja, tako da je u desorberu sadržaj heksana u mineralnom ulju pri 100°C, iznosio 9% a pri 110°C, 6%. Pumpa desorbera je povremeno gubila pritisak i radila manjim kapacitetom, tako da bi se u tim vremenskim intervalima aktivirao detektor prisustva heksana kod

ventilatora sistema. Desolventajzer-toster se prepunjavao kada su nivoi etaža bili u granicama preporuka proizvođača.

### Promena tehnološkog postupka na liniji destilacije

Na slici 1 je prikazana promena predgrejača heksana u kondenzator.

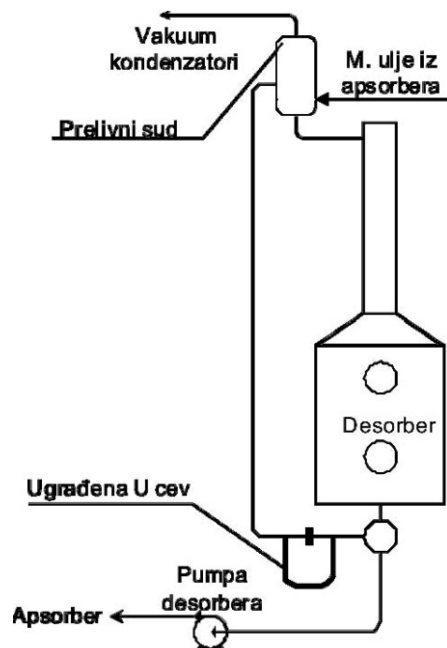


Slika 1. Promene na liniji destilacije  
Figure 1. Changes at the distillation line

Predgrejač heksana se nije koristio zbog visoke temperature rastvarača koja je iznosila  $\sim 50^{\circ}\text{C}$ . Da bi se temperatura rastvarača snizila i smanjio dotok isparenja u ventilatorske kondenzatore i apsorpcioni sistem, ulazni i izlazni cevovod rastvarača u predgrejač rastvarača je blindiran i priključen na rashladni sistem. Temperatura novonastalog kondenzata je iznosila  $\sim 30^{\circ}\text{C}$ , dok je temperatura rastvarača na ulasku u ekstraktor pala na  $\sim 40^{\circ}\text{C}$ .

### Normalizacija rada pumpe desorbera

Ugradnjom "U" cevi dužine 700 mm, tj. stvaranjem uljnog čepa, kako je prikazano na slici 2, obezbeđen je ravnomeran rad pumpe desorbera.



Slika 2. Promene na desorberu  
Figure 2. Changes at the mineral oil stripper

Stvaranje uljnog čepa u "U" cevi neutrališe negativan uticaj vakuuma od 400 mbara na pumpu desorbera, čime se sprečava da vazduh dospe do rotora pumpe. Usled ravnomernog rada pumpe apsorber je kontinualno dobijao mineralno ulje koje je vezivalo nekondenzovana isparenja iz ventilatorskog kondenzatora.

Povišena je i temperatura mineralnog ulja na  $120^{\circ}\text{C}$ , tako da laboratorijske analize nisu pokazale prisustvo rastvarača u mineralnom ulju iz desorbera.

### Promene nivoa napunjenosti etaža tostera

Zbog boljeg otparavanja rastvarača i vlage u prve tri etaže desolventacije povećana je visina materijala. U tabeli 1 su prikazane debljina sloja materijala u svakoj etaži pre i posle korekcije.

Iz table 1 se vidi da je ukupna količina materijala u tosteru skoro ista, dok su se prve tri etaže tostera zagrejale za 5EC više nego pri preporučenim nivoima etaža, dok se temperatura sačme povećala za 3EC.

Sa promenjenim nivoima etaža nema potrebe za uključivanjem grejača vazduha na sedmoj etaži tostera.

Tabela 1. Debljina slojeva na etažama desolventajzer-tostera

Table 1. Thickness of levels on stages of desolventiser-toaster

Etaža (broj) Stage (No.)	Nivo (mm, preporučeni) Level (mm, recommended)	Nivo (mm, sadašnji) Level (mm, current)
I	350	400
II	350	450
III	800	900
IV	650	750
V	650	700
VI	650	650
VII	500	250
VIII	500	250
S	4450	4350

### Prednosti i uštede sa promenjenim tehnološkim postupkom prerade

Pretvaranjem nekorišćenog predgrejača rastvarača u kondenzator ulazna temperatura heksana u ekstraktor je opala za  $10^{\circ}\text{C}$ , tako da je i temperatura ekstraktora opala na  $56^{\circ}\text{C}$  i nije bilo potrebe za ugradnjom hladnjaka pogače. Kondenzovanjem dela isparenja iz tostera rasterećeni su ventilatorski kondenzatori i apsorpcioni sistem.

Ugradnjom "U" cevi obezbeđen je ravnomerniji rad apsorpcionog sistema, jer je stvaranjem uljnog čepa onemogućeno prisustvo "falš" vazduha u pumpi desorbera.

Promenom visina materijala u etažama tostera obezbeđena je bolja isparljivost heksana iz sačme kao i brže pražnjenje tostera.

Potrošnja heksana po toni ulaznog materijala je opala sa 2,53 kg u 2009. godini na 1,39 kg za 2010. godinu.

## ZAKLJUČAK

Rezultat promene namene predgrejača heksana u kondenzator je smanjenje temperature rastvarača za

10°C i rasterećenje kondenzatora i apsorpcionog sistema. Potrošnja heksana je smanjena sa 2,53 na 1,39 kg/t ulaznog materijala.

Omogućen je rad sa manje zastoja pri dnevnim kapacitetima većim od 500 t/dan sojinog i 700 t/dan suncokretovog semena.

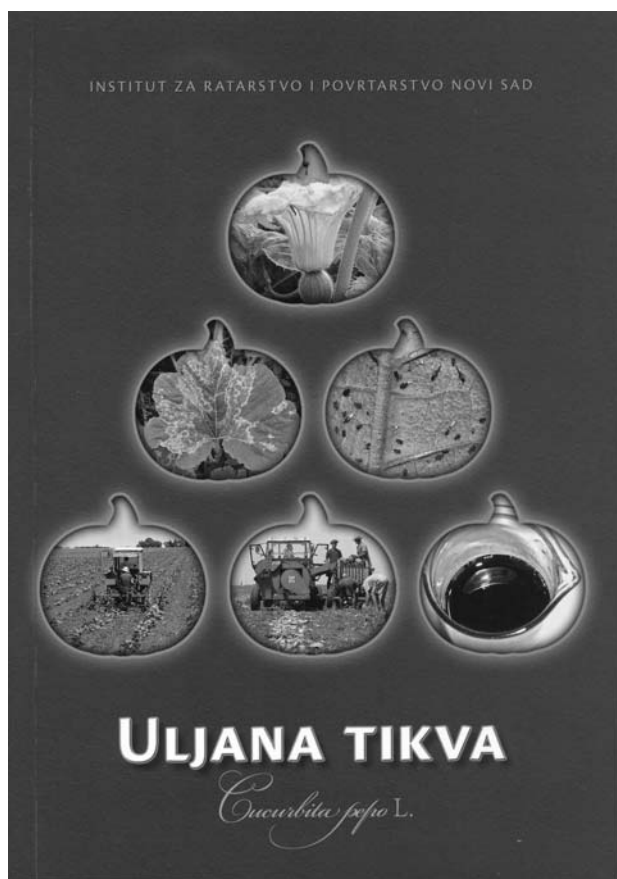
## LITERATURA

1. Tehnička dokumentacija Industrije ulja "Dijamant" A.D., Zrenjanin.
2. Laboratorijske analize Industrije ulja "Dijamant" A.D., Zrenjanin.





## PRIKAZ KNJIGE



### ULJANA TIKVA – *Cucurbita pepo* L.

**Urednik:** dr Janoš Berenji.

**Autori:** Franc Bavec, Janoš Berenji, Savo Bojić, Aleksandra Bulajić, Etelka Dimić, Tatjana Kereši, Branka Krstić, Dragana Latković, Milan Martinov, Radosav Sekulić, Vladimir Sikora, Branislav Veselinov i Vesna Vujasinović.

**Izdavač:** Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 2011.

Sa velikim zadovoljstvom predstavljamo knjigu **ULJANA TIKVA – *Cucurbita pepo* L.** koja je najkompleksnije monografsko delo posvećeno uljanoj tikvi na ovim prostorima.

#### UVODNA REČ UREDNIKA

Poslednje monografsko delo o uljanoj tikvi objavljeno je u Nemačkoj davne 1977. godine (*Walter Schuster: Der Ölkürbis [Cucurbita pepo L.]*). Eine monographische Darstellung. Fortschritte im Acker- und Pflanzenbau, Heft 4, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1977). U međuvremenu je proteklo

više od 30 godina uspešnog rada na proučavanju svih aspekata uljane tikve i srodnih oblasti kukurbitologije (nauke, koja se bavi proučavanjem vrsta ih roda *Cucurbita*) u više istraživačkih centara sveta.

Skoro nepoznata biljna vrsta, uljana tikva, postala je cenjena i tražena gajena kultura; atraktivna biljka za proizvođače i potrošače semena, tikvinog ulja i drugih proizvoda na bazi uljane tikve. Naši prostori danas su prepoznatljivi po proizvodnji uljane tikve, obimu proizvodnje i prometa koji konstantno raste, naročito sa inostranstvom.

Autori pojedinih poglavlja knjige «Uljana tikva – *Cucurbita pepo* L.» su najeminentniji stručnjaci u svojim oblastima – genetici, oplemenjivanju bilja, agrotehnici, fitopatologiji, tehnologiji prerade semena uljane tikve – i većinom su učesnici na više projekata Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije koji se bave unapređenjem proizvodnje i prerade uljane tikve.

Poglavlja u ovoj knjizi predstavljaju sumiranje sopstvenih rezultata i iskustava koja su stečena tokom višegodišnjeg bavljenja uljanom tikvom, obogaćena podacima iz domaće i svetske literature. Cilj autora je bio da principe savremene nauke, podatke i ideje saopšte razumljivim jezikom i učine ih dostupnim nauci, struci i praksi. Ova knjiga pisana je s namerom da postane solidna osnova za dalje unapređenje proizvodnje i prerade uljane tikve kod nas i u svetu.

*Prof. dr Janoš Berenji*  
*Urednik monografije*

#### IZVOD IZ RECENZIJE

Uljana tikva je alternativna biljna vrsta čije gajenje obezbeđuje rentabilnu proizvodnju i povećava diverzifikaciju naše poljoprivrede. Njena proizvodnja je radno intenzivna, ali su zato tikvino seme i ulje atraktivni na tržištu i imaju siguran plasman. Knjiga sadrži veliki broj sistematizovanih informacija iz li-terature, a sopstveni eksperimentalni rezultati autora daju joj autentičnost. Osobenost ove knjige je interesantan, lak i razumljiv stil, pri kojem je zadržan visok naučni i stručni nivo. Monografija se može preporučiti ne samo kao naučno delo već i kao izvanredni priručnik za agronome i farmere jer ukazuje na sve aspekte i specifičnosti u gajenju i upotrebi uljane tikve.

*Prof. dr Jovan Crnobarac*  
*Poljoprivredni fakultet*  
*Univerziteta u Novom Sadu*

Autori pojedinih poglavlja ove monografije su najeminentniji stručnjaci iz raznih oblasti kojima se monografija bavi i koji su većinom okupljeni u timu istraživača na tehnološkom projektu o uljanoj tikvi Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije. Monografija predstavlja uspešan spoj rezultata sopstvenih istraživanja autora i savremenog tumačenja rezultata iz relevantne naučne literature. Napisana je stručno, dokumentovana je svim neophodnim podacima, slikama, grafikovima i tabelama, što značajno doprinosi boljem razumevanju ove

biljke. Ovo je, za sada, prva sveobuhvatna naučna sinteza saznanja o ovoj alternativnoj kulturi čije se gajenje i upotreba sve više širi na našim prostorima, te je izdavanje ovakvog monografskog dela bilo neophodno.

*Dr Radovan Marinković*  
*Naučni savetnik*  
*Institut za ratarstvo i povrtarstvo*  
*u Novom Sadu*

## SADRŽAJ

*Prof. dr Janoš Berenji, dr Vladimir Sikora*

**SISTEMATIKA, MORFOLOGIJA, POREKLO, GENETIKA I OPLEMENJIVANJE ULJANE TIKVE**

*Prof. dr Franc Bavec, dr Dragana Latković*

**TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE ULJANE TIKVE**

*Prof. dr Branka Krstić, prof. dr Aleksandra Bulajić*

**BOLESTI ULJANE TIKVE**

*Prof. dr Tatjana Kereši, prof. dr Radosav Sekulić*

**ŠTETOČINE ULJANE TIKVE**

*Prof. dr Milan Martinov, prof. dr Branislav Veselinov, dipl. inž. – master Savo Bojić*

**UBIRANJE, SUŠENJE, DORADA I SKLA-DIŠTENJE SEMENA ULJANE TIKVE**

*Prof. dr Etelka Dimić, mr Vesna Vujasinović*

**TEHNOLOGIJA, KVALITET I BIOLOŠKI AKTIVNE KOMPONENTE ULJA SEMENA ULJANE TIKVE**

## UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMU RADOVA

### OPŠTE NAPOMENE

Časopis "Uljarstvo" objavljuje originalne naučne radove, pregledne i stručne radove i druge priloge (prikazi knjiga, izveštaji sa naučnih i drugih skupova, informacije i drugo).

**Originalni naučni rad** sadrži neobjavljene rezultate sopstvenih istraživanja koji moraju da budu tako obrađeni i izloženi da eksperimenti mogu da se ponove, a rezultati da se provere.

**Pregledni rad** predstavlja sveobuhvatni pregled jedne oblasti ili problematike, zasnovan na objavljenim podacima iz literature, koji se u radu prikazuju, analiziraju i raspravljaju.

**Stručni rad** sadrži praktična rešenja ili ukazuje na razvoj struke i širenje znanja u određenoj oblasti na osnovu primene poznatih metoda i naučnih rezultata.

Prispele radove (bez imena autora) redakcija upućuje recenzentima radi mišljenja o njihovom objavljivanju. Posle prihvatanja radova za štampanje na osnovu mišljenja recenzenata, radovi se lektorišu. Redakcija zadržava pravo na manje korekcije rukopisa, a u spornim slučajevima to čini u sporazumu sa autorom.

Radovi se štampaju latinicom na srpskom jeziku, a pojedini radovi (originalni naučni i pregledni) i na engleskom jeziku. Naslov rada, kratak sadržaj, ključne reči, naslov i tekstualni deo tabela, grafikona, šema, slika i ostalih priloga štampaju se dvojezično (srpski i engleski).

Objavljuju se radovi koji u istom ili sličnom obliku i sadržaju nisu štampani u drugoj periodičnoj publikaciji.

Autor je potpuno odgovoran za sadržaj rada.

### OPREMA RUKOPISA

1. Rad treba da se dostavi na disketi (urađen u Wordu, slovima Times New Roman veličine 12) i odštampan u dva primerka na belom papiru formata A-4 sa proredom 1,5 (oko 30 redova na stranici), uz slobodan prostor na levoj strani od najmanje 3 cm.
2. Stranice rada se označavaju brojem u gornjem desnom uglu, a približno mesto i redosled tabela, grafikona, šema i slika se označavaju u tekstu.
3. Ispod naslova rada, otkucati puno ime i prezime svih autora.
4. Naslov rada sa indeksom označava da je rad

saopšten na nekom naučnom skupu, čiji se tačan naziv, mesto i datum održavanja navodi u objašnjenju indeksa.

5. U donjem slobodnom prostoru na prvoj stranici rada navodi se puno ime i prezime, zvanje, naziv institucije, adresa i e-mail autora.
6. Uz rad se prilaže kratak sadržaj (150-250 reči) sa naznakom ključnih reči (do pet). Kratak sadržaj mora da sadrži cilj, metode, rezultate i zaključke rada. Takođe, prilaže se engleski prevod naslova rada, kratkog sadržaja, ključnih reči, kao i naslova i tekstualnog dela tabela, grafikona, šema i slika.
7. Po obimu rad ne treba da ima više od 20 kucanih stranica, uključujući i priloge.
8. U radu autor treba da se pridržava Međunarodnog sistema jedinica (SI) i Zakona o mernim jedinicama i merilima (Sl. list SFRJ 32/76).
9. Originalni naučni i stručni rad, po pravilu, treba da sadrži: uvod, materijal i metode rada, rezultate, diskusiju i literaturu, a zaključci nisu obavezni.

U uvodnom delu rada daje se samo kratak pregled literature koja se odnosi na rad, najkraći pregled ranijih ispitivanja i svrha rada.

Priznate i poznate metode i tehnike rada treba samo da se označe nazivom ili citatom iz literature, a sopstvene modifikacije treba da se opišu, i da sadrže dovoljno podataka da bi mogle da se ponove.

Rezultati se predstavljaju tabelama, grafikoni-  
ma, šemama i slikama, sa komentarom. Naslovi treba da su što kraći i jasni, i da sadrže sva potrebna objašnjenja, tako da mogu da se razumeju i bez čitanja teksta. U tekstu se ne ponavljaju podaci iz tabela, već se ističu najvažnija zapažanja. U diskusiji se interpretiraju dobijeni rezultati sa osvrtom na podatke iz literature, ukoliko postoje. Pri preuzimanju rezultata, tabela, grafikona, šema ili slika iz literature, naročito kod preglednog rada, autor je obavezan da precizno naznači izvornu literaturu.

1. Grafikoni, šeme i drugi crteži se izrađuju kompjuterski ili tušem na paus-papiru. Veličina crteža i oznaka, kao i debljina linija treba da je takva da za štampu mogu da se smanje za 50 posto i pri tom budu čitljivi. Slike treba da su jasne, kontrastne i izrađene na sjajnom papiru.
2. Crteži i slike se obeležavaju na poleđini (na nalepnici) brojem, imenom autora i nazivom rada.
3. U tekstu, citirana literatura se označava brojem pod kojim se navodi u literaturi, redom.
4. Citirana literatura se navodi po redosledu navođenja. Autori su odgovorni za tačnost svih podataka koji se navode u literaturi.
5. Navodi literature sadrže: prezime i inicijal imena

jednog ili više autora, naslov rada, naziv časopisa bez skraćanja (može biti skraćen ali samo prema World List of Scientific Periodicals), broj volumena (broj časopisa ili mesec navode se samo za časopise koji u svakom broju označavanje stranica počinju sa brojem 1) i brojeve stranica na kojim citirani rad počinje i završava, i godina. Ukoliko je u pitanju knjiga, potrebno je da se navede autor, naslov, ime izdavača, mesto i godina izdavanja.

**Primer:**

1. Dimić, E., J. Turkulov, Đ. Karlović, V. Puškaš, V. Vukša, Dezo-neutralizacija suncokretovog ulja primenom azota, *Uljarstvo*, 32: (1-4) 7-12 (1995).
2. Tekin, A., M. Cizmeci, H. Karabacak, M. Kaya-han, Trans Fatty Acid and Solid Fat Contents of Margarines Marketed in Turkey, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79: 443-445 (2002).
3. Bockisch, M., *Nahrungsfette und – öle*, Verlag Eugen Ulmer, Wien, 1993.
4. Frankel, E.N., in *Flavor Chemistry of Fats and Oils*, edited by D.B. Min, and T.H. Smouse. American Oil Chemists Society, Champaign, 1985, pp. 1-37.
5. Šmit, K., E. Dimić, V. Bogdan, B. Mojsin, V. Kulić, Promene kvaliteta semena i ulja suncokreta tokom prerade s posebnim osvrtom na tokoferole, 42. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp 81-86, Herceg Novi, 2001.

*Radove treba dostaviti na adresu:*

Tehnološki fakultet  
Prof. dr Etelka Dimić  
- za časopis "Uljarstvo"  
21000 NOVI SAD  
Bulevar cara Lazara 1  
Republika Srbija

E-mail: edimic@uns.ac.rs

**UREDNIŠTVO**

**GENERAL INFORMATION**

The journal "Uljarstvo" (Journal of edible oil industry) publishes original scientific papers, pre-view articles, review articles, technical papers and other works (book reviews, reports from scientific or other meetings, informations, etc.).

An original scientific paper contains unpublished results of the authors investigations, which must be processed and presented in such a way that experiments can be repeated, and the results verified.

A review article presents a comprehensive review of an area or subject matter, based on published data from literature, which are presented, analyzed and discussed in the paper.

A technical paper contains practical solutions or promotes advancements in the profession and presents knowledge in a certain area on the basis of implementation of known methods and scientific results.

The editors send the received manuscripts (without the names of authors) to reviewers for an opinion on their publication. After the manuscripts are accepted for publication on the ground of the received review, the papers are edited. The editors reserve the right to make minor corrections in the manuscripts and controversial points are resolved in agreement with the author.

Papers are published in the Latin script in Serbian language, and certain papers (original scientific papers, preview articles, and reviews) in English, as well. The title of the paper, summary, key words, headings and text of tables, graphs, diagrams, figures and other supplements are printed both in Serbian and English.

The journal publishes works that have not been published in any other periodic publication in the same or similar form or contents.

Authors are fully responsible for the contents of their papers.

**NOTES FOR CONTRIBUTORS**

1. Authors should submit manuscripts on discs (in Word, Times New Roman 12) and two hard copies of the typescript printed on white A4 paper, spacing 1,5, left margin at least 3 cm.
2. Pages are numbered in the upper right corner. The approximate position of tables, graphs, diagrams and figures is marked in the text.
3. The name and surname of the author(s) should be printed under the title.
4. The title of the paper is marked with a footnote if the work has been presented at a scientific

- symposium and the footnote should contain the exact title, date and time when it was held.
- The full name and surname, title and address of the authors should be at the bottom of the first page.
  - The manuscript should include a summary (150 – 200 words), with key words (up to five). The summary should contain the objective, methods, results and conclusions of the work. The authors should submit English translation of the title of the work, the summary, key words, headings and texts of tables, graphs, diagrams and figures.
  - Manuscripts should not be longer than 20 pages, including all appendices.
  - Authors should adhere to the International Unit System (IS) and the Law on Measurement units and standards (Official Gazette of FRY, No. 32/76).
  - Preview articles, original scientific and technical papers should contain, (as a rule), the following: Introduction, Material and Methods, Results, Discussion and References, with optional Conclusions.

The Introduction gives only a brief survey of literature relevant to the work, the briefest possible survey of previous investigations and the objective of the work.

Official methods and work techniques should be named or indicated as a reference from literature and original modifications should be described and contain sufficient data to enable their repetition.

Results are presented in tables, graphs, diagrams and figures, with comments. The headings should be brief and clear, containing all necessary explanations, so that they can be understood without reference to the text. The text should not contain repetitions of data from the tables, but point out the most important observations. The discussion interprets the obtained results with a review of data from literature, if any. In quoting results, tables, graphs, diagrams or figures from literature, in particular in review articles, authors must clearly specify the used literature sources.

- Graphs, diagrams and other drawings should be prepared by computer or Indian ink on tracing paper. The size of the drawings and markings, as well as the thickness of the lines, should be such that they can be reduced by 50 percent for printing purposes and still be readable. Pictures must be clear, contrast and on glossy paper.
- Drawings and pictures are marked on the back (using stickers) with a number, the names of authors and the title of the paper.
- Literature quoted in the text is marked with numbers.

- Quoted literature data are presented as cited in the paper. Authors are responsible for the correctness of all data given in the references.
- Literature references must contain the following: surname and initials of the name(s) of one or more authors, title of the paper, unabbreviated name of journal (abbreviations possible only according to the World List of Scientific Periodicals), volume number (the number of the journal or the month are given only for journals that begin marking pages of each number with 1) and the page reference numbers of the first and last page quoted in the work; for quotations from books, list the author, title, name of publisher, place and year of publication.

**Example:**

- Dimić, E., J. Turkulov, Đ. Karlović, V. Puškaš, V. Vukša, Dezo-neutralizacija suncokretovog ulja primenom azota, *Uljarstvo*, 32: (1-4) 7-12 (1995).
- Tekin, A., M. Cizmeci, H. Karabacak, M. Kayahan, Trans Fatty Acid and Solid Fat Contents of Margarines Marketed in Turkey, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79: 443-445 (2002).
- Bockisch, M., *Nahrungsfette und – öle*, Verlag Eugen Ulmer, Wien, 1993.
- Frankel, E.N., in *Flavor Chemistry of Fats and Oils*, edited by D.B. Min, and T.H. Smouse. American Oil Chemists Society, Champaign, 1985, pp. 1-37.
- Šmit, K., E. Dimić, V. Bogdan, B. Mojsin, V. Kulić, Promene kvaliteta semena i ulja suncokreta tokom prerade s posebnim osvrtom na tokoferole, 42. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, *Zbornik radova*, pp 81-86, Herceg Novi, 2001.

*Manuscripts should be sent to the following address:*

Faculty of Technology  
Prof dr Etelka Dimić  
- za časopis "Uljarstvo"  
21000 NOVI SAD  
Bulevar cara Lazara 1  
Republic of Serbia

E-mail: edimic@uns.ac.rs

**EDITORIAL BOARD**