



JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ujarstvo

VOLUMEN 48, BROJ 1 (2017)

ULJARSTVO

ČASOPIS ZA INDUSTRIJU BILJNIH ULJA, MASTI I PROTEINA

Volumen 48.

Broj 1

Godina 2017.

Naučni radovi
Scientific papers

1. Marijana Ačanski, Etelka Dimić, Kristian Pastor, Vesna Vujasinović, Đura Vujić, Jan Sudić, Sanja Dojčinović-Vujašković
PRIMENA MULTIVARIJANTNE ANALIZE U ISPIТИВАЊУ SLIČНОСТИ HLADНО PRESOVANIH ULJA SUNCOKRETA I KOŠТИЦА BELOG I CRNOG GROŽДА
Investigation of similarity between sunflower and white and red grape seed cold-pressed oils using multivariate analysis 3
2. Milica G. Aćimović, Mirjana T. Cvetković, Jovana M. Stanković, Anamarija I. Mandić, Marina M. Todosijević
INFLUENCE OF APIACEAE ESSENTIAL OILS ON OXIDATИVE STABILITИ OF COLD PRESSED PUMPKIN OIL
Uticaj etarskih ulja biljaka iz familije apiaceae na oksidativnu stabilnost hladno presovanog tikvinog ulja 9
3. Miloš Bjelica, Vesna Vujasinović, Sanja Dimić, Jovana Degenek, Jelena Šarić, Etelka Dimić
UTICAJ TEHNOLOŠKOG KVALITETA SEMENA GROŽДА NA KVALITET HLADNO PRESOVANOG ULJA
Impact of technological quality of grape seeds on quality of cold pressed oil 17
4. Olga Čurović
REKORDNA PROIZVODNJA I PRERADA ULJANIH KULTURA I NJEN ZNAČAJ ZA SPOLJNOTRGOVINSKU RAZMENU SRBIJE
Record production and processing of oil crops in Serbia and its importance for foreign trade exchange 25
5. Sanja Dimić, Jadranka Luković, Lana Zorić, Vladimir Miklić, Nada Hladni
TEHNOLOŠKE I MORFOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE SEMENA KONZUMNIH I ULJANIH GENOTIPOVA SUNCOKRETA I SNIMAK GRAĐE LJUSKE (PERIKARPA)
Technical and morphometric seed characteristics of confectionary and oil sunflower genotypes and hull (pericarp) structure images 31
6. Sanja Dimić, Vesna Vujasinović, Katarina Nedić Grujin, Aleksandar Fijat
PОБОЉШАЊЕ СТАБИЛНОСТИ И АРОМЕ ЈЕСТИВИХ УЛЈА ОБОГАЋИВАЊЕМ ПРИРОДНИМ ДОДАЦИМА
Improve the stability and flavour of edible oils enriched with natural additives 43
7. Biljana Rabrenović, Mirjana Demin, Jovanka Laličić-Petronijević, Ivana Aničić
SENZORNA SVOЈСТВА КРОАСАНА ПРИПРЕМЉЕНИХ СА РАЗЛИЧИТИМ ВРСТАМА МАСНОЋА
Sensory properties of croissant prepared with different types of fat 55
8. Vesna Vujasinović, Fijat Aleksandar, Sanja Dimić, Kristian Pastor
KVALITATИВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И НУТРИТИВНИ ЗНАЧАЈ HLADНО CEДЕНИХ УЛЈА ИZ NEKONВENCIONALNE SIРОВИНЕ
Qualitative characteristics and nutritive value of cold pressed oils from unconventional raw materials 73

UPUTSTVO ZA ПРИПРЕМУ РАДОВА
INSTRUCTIONS FOR PREPARING OF MANUSCRIPT

87

IN MEMORIAM

U 2017 godini naša industrija ulja je nažalost ostala bez dva svoja izuzetna stručnjaka. Napustili su nas vrhunski tehnolozi, Katalin Šmit, dipl. ing. i Istvan Mezei, dipl. ing. Zbog svega što su iskrenim i velikim srcem učinili za našu struku zasigurno će ostati u trajnom sećanju „uljarskih“ kolega, prijatelja i svih koji su ih poznavali.

Izdavač
Publisher

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Katedra za tehnologiju biljnih ulja i masti;
Institut za ratarstvo i povrтарство; DOO Industrijsko bilje, Novi Sad, Republika Srbija
University of Novi Sad, Faculty of Technology, Department of vegetable oils and fats technology;
Institute of Field and Vegetable Crops; Industrial Crops, Novi Sad, Republic of Serbia

Savetodavni odbor
Advisory Board

Dr Etelka Dimić, dr Radomir Malbaša, dr Vladimir Miklić, dr Sonja Đilas, dr Biljana Rabrenović, dr Vesna Vujasinović, Mihajlo Nastasić, dipl. ing., Zorica Belić, dipl. ing., Nada Grbić, dipl. ing., Dragan Trzin, 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. Nedjalka Yanishlieva, Institute of Organic Chemistry, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; Dr. Mirjana Bocevska, Faculty of Technology and Metallurgy, Skopje, Macedonia; Dr Đerđ Karlović, Bunge Europe, Margarine Center of Expertise, Kruszwica, Poland; Dr Olga Radočaj, Oltrad Corp., Ontario, Canada; Dr Vlatko Marušić, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, Hrvatska.

Uredivački odbor
Editorial Board

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

Glavni i odgovorni urednik
Editor in Chief

Dr Etelka Dimić

Urednik
Editor

Dr Olga Čurović

Tehnički urednik
Technical Editor
FELJTON, Novi Sad

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

PRIMENA MULTIVARIJANTNE ANALIZE U ISPITIVANJU SLIČNOSTI HLADNO PRESOVANIH ULJA SUNCOKRETA I KOŠTICA BELOG I CRNOG GROŽЂA

Marijana Ačanski, Etelka Dimić, Kristian Pastor, Vesna Vujasinović, Đura Vujić, Jan Sudić, Sanja Dojčinović-Vujašković

Hladno ceđena ulja različitih biljnih vrsta postaju sve popularnija, kako na svetskom, tako i na domaćem tržištu, jer pored specifične arome sadrže i nutritivne komponente koje imaju pozitivno dejstvo na zdravlje čoveka. Međutim, zbog povišene cene, ovakvi proizvodi podložni su falsifikovanju i mešanju sa jeftinijim sastojcima. U ovom radu ispitana je stepen sličnosti između lipidnih profila hladno presovanih ulja semena suncokreta i koštica belog i crnog grožđa, primenom multivarijantne analize. Tri uzorka hladno presovanog ulja semena suncokreta (S1, S2 and S3) i dva uzorka hladno presovanog ulja koštica grožđa (B i C) derivatizovani su primenom rastvora reagensa TMSH (trimethylsulfonium-hidroksid) u metanolu, analizirani na gasnom hromatografu, a potom su eluirajuće uljne komponente identifikovane primenom masene spektrometrije, poređenjem karakterističnih fragmentacija eluirajućih komponenata sa NIST14 i WILEY7 bibliotekama masenih spektara. Koristeći hijerarhijsku klaster analizu, kao multivarijantnu istraživačku metodu, utvrđen je visok stepen sličnosti između uzoraka hladno presovanih ulja koštica obe ispitivane sorte grožđa, kao i mogućnost razlikovanja od botanički različitog hladno ceđenog ulja semena suncokreta.

Ključne reči: ulje koštica belog i crnog grožđa, ulje suncokreta, hladno presovano ulje, GC-MS, multivarijantna analiza

INVESTIGATION OF SIMILARITY BETWEEN SUNFLOWER AND WHITE AND RED GRAPE SEED COLD-PRESSED OILS USING MULTIVARIATE ANALYSIS

Cold-pressed oils of various plant species are becoming more and more popular, both in the world and in the domestic market, because they contain, in addition to a specific aroma, nutritional components that have a positive effect on human health. However, due to the increased price, such products are subjected to adulteration and substitution with cheaper ingredients. In this work, the degree of similarity between the lipid profiles of cold-pressed sunflower seed oil and white and red grape seed oil, was determined using a multivariate analysis. Three samples of cold-pressed sunflower seed oil (S1, S2 and S3) and two samples of cold-pressed grape seed oil (B and C) were derivatized with a TMSH (trimethylsulfonium hydroxide) solution in methanol, analyzed on a gas chromatograph device, and then eluting oil components were identified using mass spectrometry, by comparing characteristic fragmentations of eluting compounds with NIST14 and WILEY7 mass spectra libraries. Using hierarchical cluster analysis, as an exploratory data analysis tool within multivariate analysis, a high degree of similarity was determined between the cold-pressed oil samples of both analyzed grape varieties, but also a possibility to distinguish these samples from the cold-pressed oil samples of sunflower species, considering the higher difference in botanical origin.

Key words: white and red grape seed oil, sunflower oil, cold-pressed oil, GC-MS, multivariate analysis

Marijana Ačanski, Etelka Dimić, Kristian Pastor
e-mail: pastor@tf.uns.ac.rs, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija; Vesna Vujasinović, Visoka hotelijerska škola strukovnih studija, Kneza Višeslava 70, 11030 Beograd, Srbija; Đura Vujić, Nezavisni istraživač, Univerzitet u Novom Sadu, Dr Zorana Đindića 1, 21000 Novi Sad, Srbija; Jan Sudić i Sanja Dojčinović-Vujašković Institut za javno zdravlje Vojvodine, Futoška 121, 21000 Novi Sad, Vojvodina, Srbija

UVOD

Jestiva biljna ulja različitih tipova i kvaliteta se široko primenjuju u domaćinstvu i prehrambenoj industriji (López-Beceiro i sar., 2011). Hladno presovanje je metoda izdvajanja ulja, koja isključuje bilo kakvu primenu toplove i hemikalija, što omogućava zadržavanje komponenata sa povoljnim efektima po zdravlje čoveka, kao što su prirodni antioksidansi (Yu i sar., 2005; Prescha i sar., 2014).

Suncokretovo ulje je jedno od najpopularnijih jestivih biljnih ulja i u nekim zemljama se preferira u odnosu na najčešće korišćena ulja soje i palme. Tradicionalno suncokretovo ulje je odlično za kuhanje, salate, margarin i sl., ali zbog slabe oksidativne stabilnosti ne može se koristiti u proizvodnji prženih proizvoda velike stabilnosti, za razliku od visoko-oleinskog tipa suncokreta (Gunstone, 2002).

Ulje koštice grožđa se proizvodi od semena u komini, koja zaostaje nakon proizvodnje soka od grožđa i vina. Iskorišćenjem koštice grožđa kao nusproizvoda, doprinosi se profitabilnosti industrijske proizvodnje. Takođe, time se postiže smanjenje problema odlaganja otpada (Lutterodt i sar., 2011). Ulje koštice grožđa (*Oleum vitis viniferae*), koje predstavlja obećavajuće biljno ulje, uglavnom se koristi u kulinarske i farmaceutske svrhe, kao i za razne tehničke aplikacije (Bail i sar., 2008). Kako hladno presovano ulje koštice grožđa, kao nerafinisano ulje, sadrži bioaktivne materije, uključujući tokoferole i brojne fenolne komponente, ono ima pozitivne efekte na ljudsko zdravlje (Bail i sar., 2008; Stajić i sar., 2014). S obzirom na neobično visoku tačku dimljenja (oko 190–230°C) ulje koštice grožđa je veoma pogodno za kuhanje na visokoj temperaturi (Bail i sar., 2008).

Proizvodi visokog kvaliteta, kao što su hladno ceđena ulja različitih biljnih vrsta, zahtevaju i visoke cene na tržištu. Ovo je uzrok mnogih krivotvorina u smislu falsifikovanja i lažnog deklarisanja proizvoda sa ciljem povećanja profita (Cserháti i sar., 2005; Muzzalupo, 2012). Postupci krivotvorenja vremenom postaju sve sofisticiraniji, zahtevajući time razvoj i stalno proboljšanje analitičkih metoda i tehnika (Oliveri i Downey, 2012).

Jestiva ulja sastoje se iz triacilglicerola (95–98%) i kompleksnih smeša minornih komponenata (2–5%). Sadržaj minornih komponenata u literaturi se vezuje za botaničko poreklo uljarica, međutim zbog velikih različitosti u hemijskom sastavu, njihova analiza može biti veoma komplikovana i dugotrajna (Cert i sar., 2000).

Cilj ovog rada je razvoj brze analitičke metode za ispitivanje sličnosti, kao i mogućnosti razlikovanja uzorka hladno presovanog ulja semena suncokreta i koštica belog i crnog grožđa, multivarijantnom statističkom analizom najzastupljenijih masnih kiselina, koje se određuju u jednom analitičkom koraku primenom sistema gasne hromatografije sa maseno-spektrometrijskom detekcijom (GC-MS).

MATERIJAL I METODE RADA

Uzorci

U ovom radu analizirana su tri uzorka hladno presovanog ulja semena suncokreta (S1, S2 i S3) i dva uzorka hladno presovanog ulja koštice belog i crnog grožđa (B i C, redom), dobijena sa Katedre za konzervisanu hranu, Tehnološkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu, na način kako je to rađeno u prethodnim ispitivanjima (Ačanski i sar., 2016).

Priprema uzorka

Po samo 10 µL svakog ispitivanog uzorka ulja odpipetirano je mikropipetom u staklenu vijalu i ras-tvoreno dodatkom 1 mL metilen-hlorida. Rastvor svakog uzorka je potom dodato 50 µL reagensa za derivatizaciju, rastvora 0,2 M TMSH (trimetilsulfonijum-hidroksida, Macherey-Nagel) u metanolu. Dodatak ovog reagensa omogućava transesterifikaciju masnih kiselina iz mono-, di- i triglycerida u odgovarajuće isparljive metil-estre (Ačanski i sar., 2015).

GC-MS analiza

Pripremljeni uzorci ulja analizirani su sistemom gasne hromatografije (Agilent Technologies 7890) sa maseno spektrometrijskom detekcijom (Agilent Technologies MSD 5975), GC-MS. Pri analizi primenjena je energija elektrona od 70 eV, DB-5 MS kolona (30 m × 0,25 mm × 25 µm), temperatura injektora od 250°C, protok gasa nosača (helijum) od 0,8 mL/min. Korišćen je sledeći temperaturni program: 50–130°C, 30°C/min i 130–300°C at 10°C/min. Po 1 µL svakog uzorka injektovan je uz split odnos 1:50.

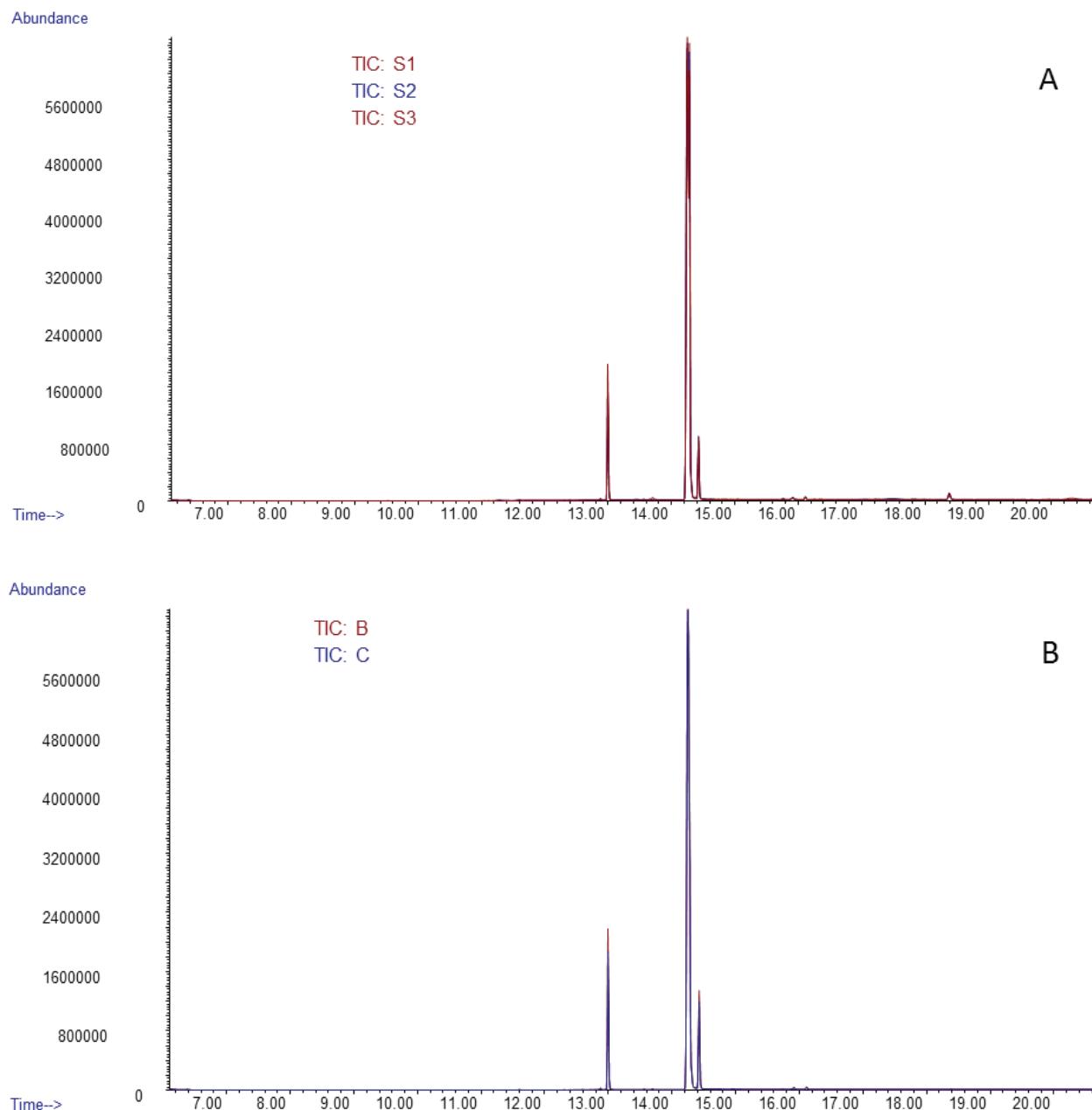
Analiza podataka

Hromatogrami ispitivanih uzorka hladno presovanog ulja suncokreta i koštica belog i crnog grožđa, dobijeni gasnom hromatografijom, analizirani su primenom ChemStation programa (Agilent Technologies). Pikovi metil-estara masnih kiselina identifikovani su korišćenjem NIST14 i WILEY7 biblioteka masenih spektara, sa kvalitetom meča od preko 90%. Površine pikova detektovanih metil-estara masnih kiselina automatski su integraljene i njihove numeričke vrednosti su uvrštene u PAST program u cilju izvođenja multivarijantne analize (Hammer i sar., 2001). U cilju poredenja i utvrđivanja stepena sličnosti dobijenih numeričkih matrica izvršena je hijerarhijska klaster analiza.

REZULTATI I DISKUSIJA

Nakon GC-MS analize uzorka hladno presovanog ulja semena suncokreta i koštice belog i crnog

grožđa, dobijaju se hromatogrami prikazani na slici 1. Slika 1 prikazuje preklopljene hromatograme totalne jonske struje (TIC) podeljene prema botaničkoj vrsti biljke, od koje je ulje proizvedeno.



Slika 1. Preklopljeni TIC hromatogrami uzoraka hladno presovanih ulja semena suncokreta (A) i hladno presovanih ulja koštica belog i crnog grožđa (B)

Figure 1. Overlaid TIC chromatograms of the samples of cold-pressed oils of sunflowerseeds (A) and white and red grapeseeds (B)

Ukoliko se posmatraju retencionna vremena, kao i površine pikova koji na tim vremenima eluiraju, na prvi pogled ne mogu se uočiti razlike između eluirajućih komponenata uzorka hladno presovanog ulja semena suncokreta i hladno presovanog ulja koštice

belog i crnog grožđa, medusobno.

Maseno-spektrometrijskom detekcijom uz primenu odgovarajućih biblioteka masenih spektara identifikovane su sledeće eluirajuće komponente, tabela 1.

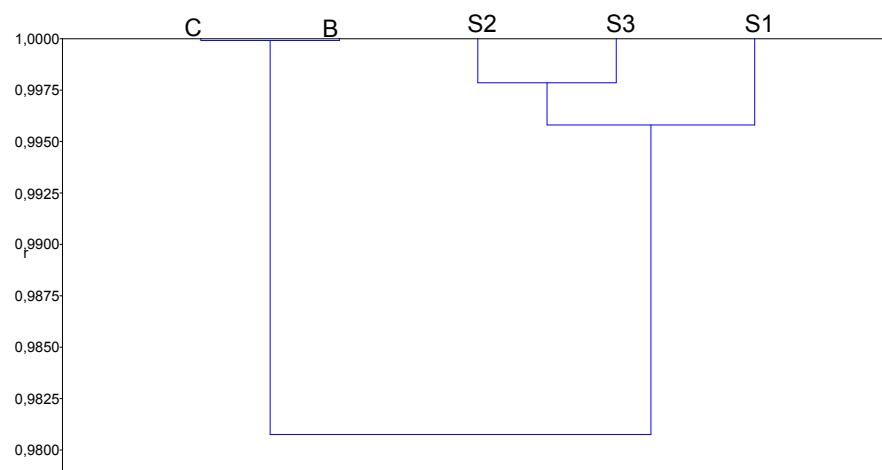
Tabela 1. Eluirajuće masne kiseline u uzorcima hladno presovanih ulja semena suncokreta i koštica belog i crnog grožđa, njihova retenciona vremena i odgovarajuće skraćenice.

Table 1. Eluting fatty acids in the samples of cold-pressed oils of sunflowerseeds and white and red grape-seeds, their retention times and corresponding abbreviations

Rt (min)	Jedinjenje Compound	Skraćenica Abbreviation
12,99	Palmitinska kiselina Hexadecanoic acid	C16:0
14,24	α -Linolenska kiselina 9,12,15-Octadecatrienoic acid	C18:3 ω -3
14,25	Linolna kiselina 9,12-Octadecadienoic acid	C18:2 ω -6
14,28	Oleinska kiselina 9-Octadecenoic acid	C18:1 ω -9
14,43	Stearinska kiselina Octadecanoic acid	C18:0
16,12	Arahinska kiselina Eicosanoic acid	C20:0

Analizom hromatograma ustanovljeno je prisustvo svih masnih kiselina, koje su tipične za ovakav tip uzorka. To su: palmitinska, stearinska, arahidinska (od zasićenih), kao i oleinska, linolna i linolenska kiselina (od nezasićenih). Zapaženo je da je prisustvo zasićene dokozanske (behenske) kiseline (C22:0) karakteristično isključivo za uzorke hladno presovanog ulja semena suncokreta.

Primenom hijerarhijske klaster analize, u okviru multivariantne statističke obrade podataka, dobija se *correlation* dendrogram sličnosti, prikazan na slici 2. Na ordinati su prikazane vrednosti sličnosti između ispitivanih uzoraka, a na apscisi ispitivani uzorci hladno presovanih ulja obe botaničke vrste.



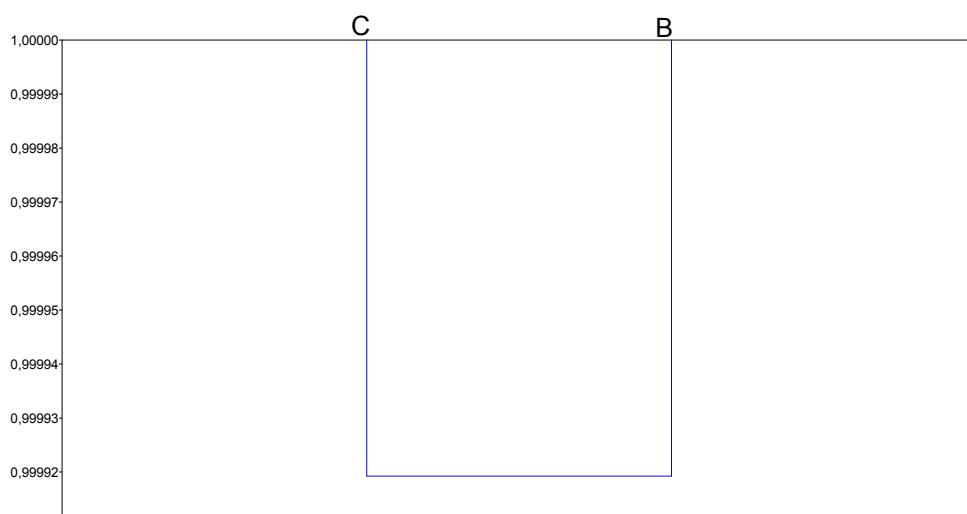
Slika 2. Dendrogram *correlation* sličnosti uzoraka hladno presovanog ulja semena suncokreta (S1, S2, S3) i koštica belog i crnog grožđa (B, C)

Figure 2. Correlation similarity dendrogram of the samples of cold-pressed oils of sunflower seeds (S1, S2, S3) and white and red grapseseds (B, C)

Pri izvođenju ovakve analize, kao varijable u obzir su uzete numeričke vrednosti integrisanih površina masnih kiselina, tipičnih za uzorke jestivih ulja. Na prikazanom dendrogramu jasno se uočava grupisanje uzoraka hladno presovanog ulja seme na suncokreta (S1, S2, S3) sa desne, kao i uzoraka hladno presovanog ulja koštice belog i crnog grožđa (B, C), sa leve strane. Sličnost između ispitivanih uzoraka iznosi 0,98, dok se očitavanjem vrednosti sa ordinati može konstatovati da razlike u okviru

iste biljne vrste gotovo i ne postoje. To je u potpunoj saglasnosti sa najnovijim naučnim tvrdnjama (Vujsinović i sar., 2016).

Primenom hijerarhijske klaster analize na numeričke vrednosti integrisanih površina eluirajućih masnih kiselina isključivo u uzorcima hladno presovanih ulja obe sorte grožđa (belog i crnog) dobija se dendrogram njihove međusobne sličnosti, slika 3.



Slika 3. Dendrogram sličnosti uzoraka hladno presovanog ulja koštica belog (B) i crnog (C) grožđa
Figure 3. Dendrogram of similarity between the samples of cold-pressed oil samples of white (B) and red (C) grapeseeds

Kao varijable uzete su numeričke vrednosti integrisanih površina isključivo najtipičnijih masnih kiselina, koje eliuraju na hromatogramima sa slike 1B. Na ordinati su prikazane vrednosti *correlation* mere sličnosti, a na apscisi analizirani uzorci hladno presovanog ulja. Posmatranjem vrednosti na ordinati može se uočiti veoma velika sličnost između ispitivanih uzoraka hladno presovanog ulja koštica crnog i belog grožđa, koja iznosi čak 0,9999. Ovi rezultati su u saglasnosti sa našim prethodnim istraživanjima, koja takođe pokazuju da postoji veliki stepen homogenosti između hladno presovanih ulja iste biljne vrste (Ačanski i sar., 2016).

ZAKLJUČAK

Primenom GC-MS sistema u kombinaciji sa savremenom multivarijantnom statističkom obradom podataka moguće je na brz način jasno raz-

likovati ispitivane uzorke ulja, dobijene hladnim presovanjem semena suncokreta i koštica grožđa, prema botaničkoj vrsti. Pri izvođenju ovakve analize, dovoljno je uvrstiti samo najtipičnije i najzas-tupljenije masne kiseline, prisutne u datim uzorcima ulja. Međutim, poređenjem masno-kiselinskih profila analiziranih uzoraka primenom multivarijantne statističke analize dokazan je veoma visok stepen sličnosti između uzoraka ulja dobijenih presovanjem koštica sorte crnog i belog grožđa, čime se dokazuje visok stepen njihove homogenosti, a takođe i nemogućnost međusobnog razlikovanja.

Zahvalnica

Autori se srdačno zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na finansijskoj podršci.

LITERATURA

1. Ačanski, M., Vujić, Dj., Psodorov, Dj. (2015). Practical Method for the Confirmation of Authentic Flours of Different Types of Cereals and Pseudocereals. *Food Chem.*, 172: 314–317.
2. Ačanski, M., Vujasinović, V., Pastor, K., Suđi, J., Dojčinović-Vujašković, S., Vujić, Đ., Marjanović-Jeromela, A. (2016). Brza metoda za određivanje homogenosti i autentičnosti uzorka ekstra-devičanskog maslinovog ulja i ulja šafranjike. *Uljarstvo*, 47(1): 3-9.
3. Bail, S., Stuebiger, G., Krist, S., Unterweger, H., Buchbauer G. (2008). Characterisation of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. *Food Chem.*, 108: 1122–1132.
4. Cert, A., Moreda, W., Pe'rez-Camino, M.C. (2000). Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable oils – review. *J. Chromatogr. A*, 881: 131–148.
5. Cserháti, T., Forgács, E., Deyl, Z., Miksik, I. (2005). Chromatography in authenticity and traceability tests of vegetable oils and dairy products: a review. *Biomed. Chromatogr.*, 19: 183–190.
6. Gunstone, F. (2002). Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses, Blackwell Publishing, CRC Press, Boca Raton, SAD, str. 128-156.
7. Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologia Electronica* 1, Oslo, str. 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
8. López-Beceiro, J., Artiaga, R., Gracia, C., Tarrío-Saavedra, J., Naya, S., Mier, J. (2011). Comparison of olive, corn, soybean and sunflower oils by PDSC. *J. Therm. Anal. Calorim.*, 104: 169-175.
9. Lutterodt, H., Slavin, M., Whent, M., Turner, E., Yu, L. (2011). Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours. *Food Chem.*, 128: 391–399.
10. Muzzalupo, I. (2012). Olive germplasm – the olive cultivation, table olive and olive oil industry in Italy, InTech, Rijeka, Croatia, str. 265-286.
11. Oliveri, P., Downey, G. (2012). Multivariate class modeling for the verification of food-authenticity claims. *Trends Anal. Chem.*, 35: 74–86.
12. Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., Grajeta, H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 91(8): 1291–1301.
13. Stajić, S., Živković, D., Tomović, V., Nedović, V., Perunović, M., Kovjanić, N., Lević, S., Stanišić, N. (2014). The utilisation of grapeseed oil in improving the quality of dry fermented sausages. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 49: 2356–2363.
14. Vujasinović, V., Bjelica, M., Lužaić, T., Dimić, S. (2016). Hladno presovano ulje koštice grožđa – realnost i budućnost. *Uljarstvo*, 47(1): 85-97.
15. Yu, L., Zhou, K., Parry, J. (2005). Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils. *Food Chem.*, 91(4): 723-729.

INFLUENCE OF APIACEAE ESSENTIAL OILS ON OXIDATIVE STABILITY OF COLD PRESSED PUMPKIN OIL

Milica G. Aćimović, Mirjana T. Cvetković, Jovana M. Stanković, Anamarija I. Mandić, Marina M. Todosijević

Since the chemically synthesized antioxidants have toxic and carcinogenic effects on human health, there is an increasing public interest in the use of natural antioxidants. Essential oils appear to be promising as antioxidants. Apart from this, they act as antimicrobial and flavoring agents. The aim of this study was to evaluate the effect of essential oils extracted from plants from Apiaceae family applied in two concentrations (200 and 400 ppm) on oxidative stability of cold press pumpkin seed oil as well as synthetic antioxidant BHT (200 ppm) during storage at high temperatures for 20 days using TBARS assay. Since the essential oils of the selected plants have significantly different chemical composition, the effects of their addition to pumpkin seed oil are significantly different. Caraway essential oil applied in both concentrations possesses great efficacy as a stabilizer of pumpkin seed oil. From the other side, anise and coriander essential oils show poor antioxidative activity when applied in lower dosages, while in higher dosages they act as pro-oxidants.

Key words: caraway, anise, coriander, TBARS

UTICAJ ETARSKIH ULJA BILJAKA IZ FAMILIJE APIACEAE NA OKSIDATIVNU STABILNOST HLADNO PRESOVANOG TIKVINOGL ULJA

S obzirom na toksično i karcinogeno delovanje hemijskih antioksidansa na ljudsko zdravlje, postoji povećani interes javnosti za primenom prirodnih antioksidanasa. Etarska ulja se javljaju kao zamena za sintetičke antioksidanse na prirodnoj bazi, bez navedenih nužefekata. Pored toga, oni deluju antimikrobnog, ali i kao aroma. Cilj ovog istraživanja je bio da se oceni efekat dodavanja etarskih ulja odabranih biljaka iz familije Apiaceae primenjenih u dve koncentracije (200 i 400 mg/kg) na oksidativnu stabilnost hladno cedenog ulja semenki bundeve, i poređenje sa sintetičkim antioksidansom BHT (200 mg/kg) pri čuvanju na povišenoj temperaturi tokom 20 dana korišćenjem TBARS testa. Etarska ulja odabranih vrsta imaju različit hemijski sastav, tako da se njihovo dodavanje hladno cedenom bundevinom ulju značajno razlikuje. Etarsko ulje kima primenjeno u obe koncentracije poseduje značajnu efikasnost kao stabilizator bundevinog ulja. Sa druge strane, etarska ulja anisa i korijandra pokazuju slabu antioksidativnu aktivnost kada se primene u manjoj dozi, dok primjenjeni u većoj dozi deluju kao prooksidansi.

Ključne reči: kim, anis, korijander, TBARS.

INTRODUCTION

The oxidative deterioration of lipids is a major cause of chemical spoilage due to the loss of quality. Oxidation has negative consequences both nutritional and sensory; namely, the changes in nutritional value of products such as the destruction of essential fatty acids and the lipid-soluble vitamins A, D,

Milica G. Aćimović, e-mail: acimovicbabimilica@gmail.com, Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia; Mirjana T. Cvetković i Jovana M. Stanković, University of Belgrade, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, Njegoševa 12, 11000 Belgrade, Serbia; Anamarija I. Mandić, University of Novi Sad, Institute of Food Technology, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia; Marina M. Todosijević, University of Belgrade, Faculty of Chemistry, Studentski trg 12-16, 11000 Belgrade, Serbia

E, and K; the decrease in caloric content; rancidity which produces off-flavors and pronounced odors; color changes, as well as flavor loss (Arab-Tehrany, 2012).

Preservation of the lipidic fraction of foods from oxidative deterioration represents an important aim when quality and shelflife are concerned (M'Hir et al., 2012). The application of antioxidants is one of the simplest ways to reduce lipid oxidation (Angelo and Jorge, 2008). Chemically synthesized compounds such as butylated hydroxianisole (BHA), butylated hydroxitoluene (BHT) and terc-butyl hydroquinone (TBHQ) are widely used in oil products. However, they have toxic and carcinogenic effects on human health (Chang et al., 2013).

Consequently, there is an increasing public interest in the use of natural antioxidants (Bamdad et al., 2006). Herbs and spices are used as food adjuncts since ancient times for flavoring, seasoning or pre-

servatives. Today, it is known that herbs possess many biologically active constituents, and because of that there are beneficial effects in medicine and food industry.

The aroma of herbs and spices mainly comes from essential oils, which consist of complex volatile compounds characterized by a strong odour. Essential oils with their chemical composition, antioxidative and antimicrobial properties influence numerous physiological processes in plants, as well as in humans. In this way they provide protection from free radicals and pathogenic microorganisms (Burt, 2004).

Plants from Apiaceae family are one of the most popular spices used as food supplements and as natural preservatives (Acimovic et al., 2015). Recently, caraway, anise and coriander have mostly been used as seed spices and for essential oil extraction. Apart from this, they are used as official drugs worldwide (European Pharmacopoeia, 2004; Blumenthal and Busse, 1998).

A new trend is the substitution of synthetic antioxidants with natural ones. The food additive regulation in USA had a limitation of 200 ppm of synthetic antioxidants, while 400 ppm is the recommended usage level of natural antioxidant (Al-Dalain et al., 2011). However, the limitation of natural antioxidants, in the first order essential oils, is due to their fragrance.

Pumpkin seed oil provides a rich source of dietary polyunsaturated fatty acids (PUFA) and mostly lipophilic antioxidants. Pumpkin seed oil is dark green and its fatty acid composition consists of polyunsaturated fatty acids, typically linoleic acid and oleic acid as the dominant fatty acids. The saturated fatty acids (SFA) palmitic and stearic acid occur at lower levels (Poiana et al., 2009; Vujsinović et al., 2010).

In recent years, consumer interest in non-refined vegetable oils has been increasing worldwide, mainly because of growing evidence that these oils have nutritional and health benefits. In the group of non-refined oils, a special place belongs to the so-called "cold pressed oils" (Nederal et al., 2012). However, the stability of the cold-pressed pumpkin seed oil does not contain the strong antioxidants formed during seed roasting (Naziri et al., 2015).

In some studies, it was established that essential oils (lavender, thyme, fennel, rosemary, ginger, ajwain) have high oxidative stability, and therefore can be used with sunflower oil as an antioxidant (Bensmira et al., 2007; Al-Dalain et al., 2011; Hashemi et al., 2014). They inhibit the formation of

primary and secondary oxidation products during heating and storage.

The aim of this study was to evaluate the effect of essential oils extracted from caraway, anise and coriander seeds, and the oxidative stability of pumpkin seed oil, rich in PUFA with addition of these oils as well as synthetic antioxidants during storage at high temperatures for 20 days using TBARS assay.

MATERIAL AND METHOD

Three aromatic spices from Apiaceae family (*Carum carvi* var. *annuum*, *Pimpinella anisum* and *Coriandrum sativum* var. *microcarpum*) grown at the experimental field in Mošorin (45°18' N, 20°09' E, and altitude 111 m) during 2014 were used in this study. The harvest was performed in the stage of full maturity, and the fruits were kept in paper bags until further analysis, not longer than three months.

The samples of caraway, anise and coriander fruits were subjected to hydro-distillation using an all glass Clevenger-type apparatus to extract essential oils according to the method outlined by the European Pharmacopoeia (2004). The 100 g of ground samples were placed in 1 L conical flask, 500 mL of distilled water was added, then connected to the Clevenger apparatus and heated up to the boiling point. The steam in combination with the essential oils was distilled into a graduated cylinder for 4 h and then separated from the aqueous layer. The oil was kept refrigerated until required for further analysis.

Gas chromatographic-mass spectrometric analysis was performed using an Agilent 6890 gas chromatograph coupled with an Agilent 5973 Network mass selective detector (MSD), in positive ion electron impact (EI) mode. The separation was effected using Agilent 19091S-433 HP-5MS fused silica capillary column with 30 m × 0.25 mm i.d., 0.25 µm film thickness. The GC oven temperature was programmed from 60°C to 285°C at a rate of 3°C/min. Helium was used as carrier gas; inlet pressure was 20.3 kPa; linear velocity was 1 ml/min at 210°C. Injector temperature: 250°C; injection mode: splitless. MS scan conditions: MS source temperature, 230°C; MS Quad temperature, 150°C; energy, 70 eV; mass scan range, 40–550 amu. The identification of components was carried out on the basis of retention index and by comparison with reference spectra (Wiley and NIST databases).

Synthetic antioxidant BHT (butylated hydroxytoluene) obtained from Sigma-Aldrich®, was used as reference substance for comparative purposes.

In this study, cold pressed pumpkin seed oil without the addition of any synthetic antioxidants produced in small company Quantum Satis, Serbia, was used.

Essential oils in concentration of 200 and 400 ppm were added to this cold pressed pumpkin seed oil, while the synthetic antioxidant BHT was added in the concentration of 200 ppm. Pumpkin seed oil was kept in closed transparent glass bottles in a thermostat at 70°C. The analysis of lipid oxidation was done after 5, 10, 15 and 20 days.

The extent of lipid oxidation was measured by thiobarbituric acid (TBA) reactive substances assay (TBARS), following the procedure of Hodges et al. (1999), modified by Mandić (2009). Briefly, 2 g of sample was extracted with 10 mL of 5% TCA and 5 mL of 0.8% BHT in hexane and homogenised in an ultrasonic bath for 5 min, followed by centrifuge on

3000 orbit/min. Supernatant (2.5 mL) was added to a test tube containing 1.5 mL of 0.8% TBA and heated at 70°C in water bath for 30 min, cooled after which the absorbance on 532 nm was measured.

All the data were subjected to statistical analysis using STATISTICA software. Differences between treatments were performed by LSD test at 0.05 level.

RESULTS AND DISCUSSION

Twelve components were found in essential oil from caraway fruits (*Carvi aethroleum*), among which the dominant are carvone (50.2%) and limonene (48.4%), while other 10 compounds compromise around 1% (Table 1). The obtained results of the chemical composition of the investigated essential oil are in accordance with the earlier published data (Sedláčková et al., 2001; Raal et al., 2012).

Table 1. Chemical composition of caraway fruit essential oil (*Carvi aethroleum*)
Tabela 1. Hemjski sastav etarskog ulja plodova kima (*Carvi aetheroleum*)

Compound Komponenta	R.t.	RI	<i>Carvi aethroleum</i>
α-pinene	5.809	935	tr
sabinene	6.908	975	tr
myrcene	7.398	993	0.3
p-cymene	8.546	1027	0.1
limonene	8.690	1031	48.4
γ-terpinene	9.79	1061	0.4
trans-dihydro carvone	15.692	1206	0.1
trans-carveol	16.351	1222	0.1
neo,iso-dihydrocarveol	16.756	1228	0.1
carvone	17.468	1251	50.2
trans-anethole	19.359	1289	0.1
trans-caryophyllene	25.379	1424	0.1
TOTAL			99.9

R.t. (Retention time) is in correlation with RI (Kovats Retention Index) for HP-5MS capillary column; percentages of single components was computed from the GC peak areas; tr-compound present less than 0.1% (in traces)

R.t. (Retenciono vreme) je u korelaciji sa RI (Retencionim Indeksom) za HP-5MS kapilarnu kolonu; procenat pojedinačnih komponenti je izaračunat na osnovi GC površine pika; tr-komponenta prisutna sa manje od 0.1% (u tragovima)

During first ten days of being stored at 70°C, pumpkin oil did not show the differences in TBA value between treatments. After 15 days, the difference between control (pure pumpkin oil) and the one with caraway essential oil applied in higher dosages (400 ppm) was significant. When applied in small dosages (200 ppm) caraway fruit essential oil has almost the same effect as BHT. However, after being storage for 20 days, the difference between control and all other treatments was significant, while differences between BHT and caraway oil was not significant, even caraway oil in higher dosages showed better effect (Figure 1).

Numerous researches have proven that caraway essential oil has great antioxidant properties (Afifi et al., 2012; Darougheh et al., 2014; Moubarz et al., 2014). Caraway essential oil is able to reduce the stable DPPH* radicals in a dosage-dependent manner and to neutralize H₂O₂, reaching 50% neutralization with IC₅₀ values of <2.5 μL/mL and strongly inhibited LP (Samojlik et al., 2010). Apart from this, the researches of carvone and limonene antioxidant potential, show that both components posses strong antioxidative activity (Elmastaş et al., 2006; Afifi et al., 2012; Murali et al., 2013).

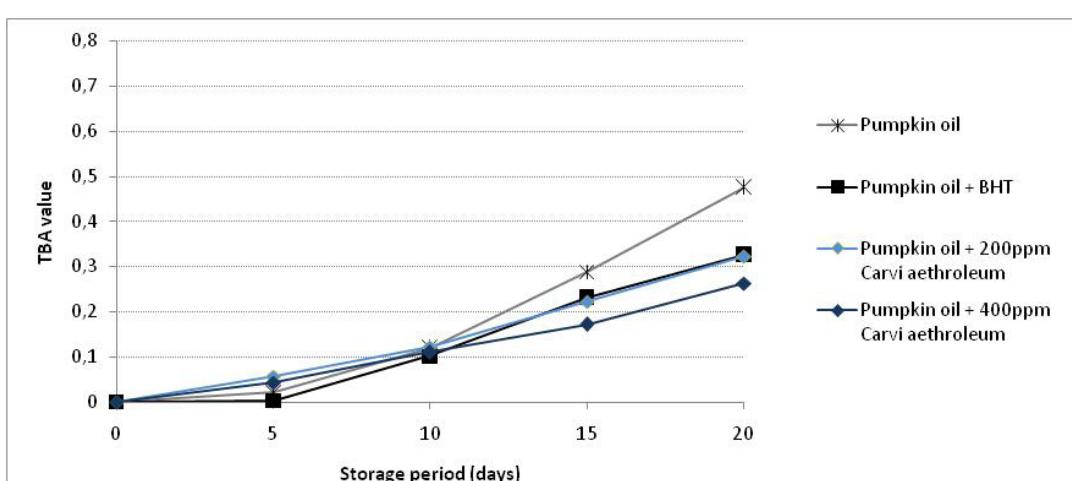


Figure 1. Effect of storage period on TBA values of pumpkin seed oil treated with Carvi aetheroleum in different concentrations and synthetic antioxidant (BHT)

Slika 1. Uticaj dužine skladištenja na TBA vrednos tikvinog ulja sa dodatim Carvi aetheroleum u različitim koncentracijama i sintetičkog antioksidansa (BHT)

Aniseed essential oil (Anisi aethroleum) percentage composition is presented in Table 2. As it can be seen from the table, the most abundant components among the ten were trans-anethole (96.4%), followed by γ-himachalene (1.9%) and methyl chavicol (0.9%), while all other compounds compromised around 0.7%. This is similar to other studies (Orav et al., 2008; Ullah and Honermeier, 2013).

During the first ten days of being stored at 70°C (Figure 2), pumpkin oil did not show the differences in TBA value between treatments. After being storage for 15 days, the addition of anise essential oil in higher dosages (400 ppm) showed statistically significantly higher TBA values in comparison to other treatments. The addition of aniseed essential oil in small dosages (200 ppm) proves to be more efficient than the control, but less in comparison to BHT. However, differences between these treatments were not statistically significant.

After 20 days, addition anise essential oil in higher dosages (400ppm) and control show statistically significantly higher TBA value in comparison to the other treatments. However, the difference between control and aniseed essential oil in lower dosage (200 ppm) was not statistically significant, as well as the difference between 200 ppm aniseed essential oil and BHT.

During the storage period, the pumpkin seed oil with 400 ppm of anise essential oil had the highest TBA values, and it can be said that anise essential oil in higher dosages acts pro-oxidatively. A similar observation was made in the case of fennel herb essential oil, which acts pro-oxidative when applied in higher dosages (>750 mg/L). This effect is contributed to trans-anethole, found in fennel samples in percentage of 31-36% (Miguel et al. 2010). Trans-anethole is the dominant compound in the aniseed essential oil with a significantly larger amount (96.4%). Because of this, the pro-oxidative activity

is manifested even when smaller dosages are applied in comparison to fennel.

Table 2. Chemical composition of aniseed essential oil (Anisi aetheroleum)
Tabela 2. Hemjski sastav etarskog ulja plodova anisa (Anisi aetheroleum)

Component Komponenta	R.t.	RI	Anisi aethroleum
α -pinene	5.809	935	tr
methyl chavicol	15.419	1200	0.9
cis-anethole	17.866	1255	0.1
trans-anethole	19.359	1289	96.4
δ -elemene	21.590	1342	0.1
α -himachalene	26.416	1454	0.2
γ -himachalene	27.660	1483	1.9
D-germacrene	27.795	1487	0.1
α -zingiberene	28.426	1500	0.2
β -himachalene	28.626	1506	0.1
TOTAL			100

R.t. (Retention time) is in correlation with RI (Kovats Retention Index) for HP-5MS capillary column; percentages of single components was computed from the GC peak areas; tr-compound present less than 0.1% (in traces)

R.t. (Retencione vreme) je u korelaciji sa RI (Retencionim Indeksom) za HP-5MS kapilarnu kolonu; procenat pojedinačnih komponenti je izaračunat na osnovi GC površine pika; tr-komonenta prisutna sa manje od 0.1% (u tragovima)

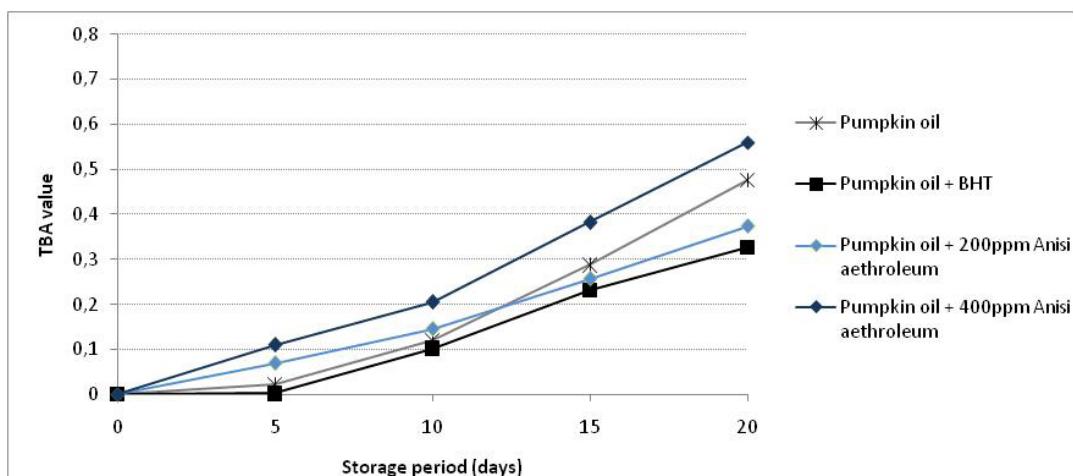


Figure 2. Effect of storage period on TBA values of pumpkin seed oil treated with Anisi aetheroleum in different concentrations and synthetic antioxidant (BHT)

Slika 2. Uticaj dužine skladištenja na TBA vrednos tikvinog ulja sa dodatim Anisi aetheroleum u različitim koncentracijama i sintetičkog antioksidansa (BHT)

Eighteen components were found in essential oil of coriander fruits (*Coriandri aethroleum*). The dominant compounds are linalool (72.0%), followed α -pinene (6.7%), camphor (3.6%), geraniol (2.2%) and geranylacetate (1.1%), while other compounds were present with less than 1% (Table 3). The obtained results of the chemical composition of the coriander essential oil are in accordance with

the earlier published data (Samojlik et al., 2010; Davazdahemami, 2015).

Table 3. Chemical composition of coriander fruit essential oil (Coriandri aetheroleum)
Tabela 3. Hemski sastav etarskog ulja plodova korijandra (Coriandri aetheroleum)

Component Komponenta	R.t.	RI	Coriandri aethroleum
α-pinene	5.809	935	6.7
camphene	6.218	950	0.7
Sabinene	6.908	975	0.3
β-pinene	7.019	980	0.6
Myrcene	7.398	993	0.8
p-cymene	8.546	1027	0.8
Limonene	8.690	1031	1.8
γ-terpinene	9.79	1061	8.6
terpinolene	10.941	1093	0.4
Linalool	11.448	1101	72.0
Camphor	13.234	1147	3.6
Borneole	14.140	1167	tr
terpinen-4-ol	14.664	1179	0.1
α-terpineole	15.239	1192	0.2
Carvone	17.468	1251	tr
Geraniol	18.040	1254	2.2
geranylacetate	23.812	1388	1.1
trans-caryophyllene	25.379	1424	0.1
TOTAL			100

R.t. (Retention time) is in correlation with RI (Kovats Retention Index) for HP-5MS capillary column; percentages of single components was computed from the GC peak areas; tr-compound present less than 0.1% (in traces)

R.t. (Retencione vreme) je u korelaciji sa RI (Retencionim Indeksom) za HP-5MS kapilarnu kolonu; procenat pojedinačnih komponenti je izaračunat na osnovi GC površine pika; tr-komonenta prisutna sa manje od 0.1% (u tragovima)

After ten days of being stored at 70°C (Figure 3), the addition of coriander essential oil in higher dosages gave significantly higher TBA value after 10 days in comparison to control and BHT. However, the difference between the additions of both concentrations of coriander essential oil was not significant.

After 15 days, the TBA value was statistically significantly higher in case of applying the higher dosages of coriander oil, while differences between other treatments were not significant. However, after 20 days, coriander essential oil applied in higher concentration showed significantly higher TBA value in comparison to other treatments, as well as control in comparison to BHT.

As it can be seen, the application of higher dos-

ages of coriander essential oil (400ppm) for all time of storage acts pro-oxidatively. The antioxidant and pro-oxidant properties of linalool were determined by the low bond dissociation enthalpy of a C-H bond located at allylic carbon atom 5C and the relatively low ionization potential, respectively (Stobiecka et al., 2014).

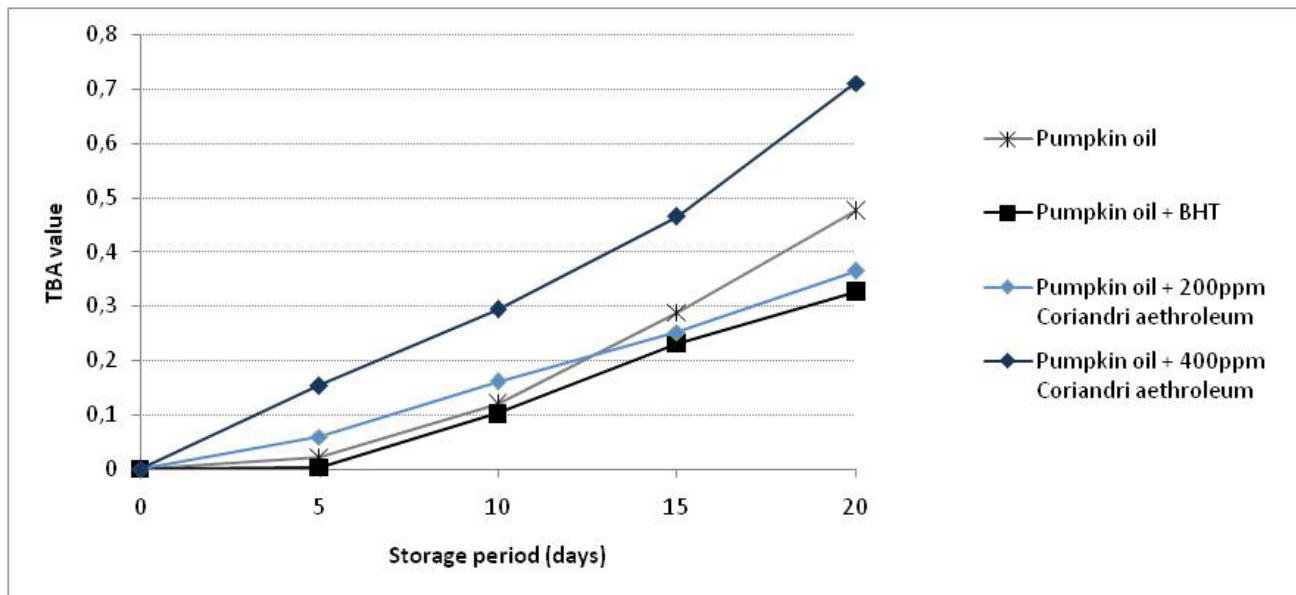


Figure 3. Effect of storage period on TBA values of pumpkin seed oil treated with Coriandri aetheroleum in different concentrations and synthetic antioxidant (BHT)

Slika 3. Uticaj dužine skladištenja na TBA vrednos tikvinog ulja sa dodatim Coriandri aetheroleum u različitim koncentracijama i sintetičkog antioksidansa (BHT)

CONCLUSION

Caraway essential oil possesses the greatest efficacy as the stabilizer of cold-pressed pumpkin seed oil. In caraway fruit essential oil the main components are carvone and limonene, and the antioxidant activity could be the consequence of the synergy between these two components. This should be studied further. In contrast to caraway, one component (trans-anethole or linalool) is dominant in essential oils of aniseed and coriander. These two oils show poor antioxidative activity when applied in lower dosages, while in higher dosages they act as pro-oxidants.

ZAHVALNICA

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, TR 31025 i TR172053

REFERENCES

1. Acimovic, M., Lj. Kostadinovic, S. Popovic, N. Dojcinovic (2015). Apiaceae seeds as functional food. Journal of Agricultural Sciences, 60(3): 237-246.
2. Al-Dalain, S.Y.A., A.H. Al-Fraihat, E.T. Al-Kassasbeh (2011). Effect of aromatic plant essential oils on oxidative stability of sunflower oil during heating and storage. Pakistan Journal of Nutrition, 10 (9): 864-870.
3. Afifi, A.E.M., H.S. El-Beltagi, A.A. Aly, A.E. El-Ansary (2012). Antioxidant enzymes activities and lipid peroxidation as biomarker for potato tuber stored by two essential oils from caraway and clove and its main component carvone and eugenol. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2 (2): 772-780.
4. Angelo, P.M., N. Jorge (2008). Antioxidant evaluation of coriander extract and ascorbyl palmitate in sunflower oil under thermoxidation. Journal of American Oil Chemists Society, 85: 1045-1049.
5. Arab-Tehrany, E., M. Jacquot, C. Gaiani, M. Imran, S. Desobry, M. Linder (2012). Beneficial effects and oxidative stability of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids. Trends in Food Science and Technology, 25: 24-33.
6. Bamdad, F., M. Kadivar, J. Keramat (2006). Evaluation of phenolic content and antioxidant activity of Iranian caraway in comparison with clove and BHT using model systems and vegetable oil. International Journal of Food Science and Technology, 41: 20-27.
7. Bensmira, M., B. Jiang, C. Nsabimana, T. Jian (2007). Effect of Lavender and Thyme incorporation in sunflower seed oil on its resistance to frying temperatures. Food Research International, 40: 341-346.
8. Blumenthal, M., W.R. Busse (1998). The complete German Commission E monographs: therapeutic guide to herbal medicines. American Botanical Council, Austin, Texas.
9. Burt, S. (2004): Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods – a

- review. International Journal Food Microbiology, 94: 223-253.
10. Chang, Sh., A. Bassiri, H. Jalali (2013). Evaluation of antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extract on oxidative stability of olive oil. Journal of Chemical Health Risks, 3 (2): 53-61.
11. Darougheh, F., M. Barzegar, M. Ali Sahari (2014). Antioxidant and anti-fungal effect of caraway (*Carum carvi L.*) essential oil in real food system. Current Nutrition and Food Science, 10: 70-76.
12. Davazdahemami, S. (2015). Comparison of essential oil yield and essential oil compositions of Iranian and European corianders (*Coriandrum sativum L.*). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 18 (3): 633-636.
13. Elmastaş M., I. Dermirtas, O. Isildak, H.Y. Aboul-Enein (2006). Antioxidant activity of S-carvone isolated from spearmint (*Mentha spicata L.* Fam Lamiaceae). Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies, 29 (10): 1465-1475.
14. European Pharmacopoeia (2004). 5th Ed. Cedex, Council of Europe: 217-218.
15. Hashemi, M.B., M. Niakousari, M.J. Saharkhiz, M.H. Eskandari (2014). Stabilization of sunflower oil with *Carum copticum* Benth & Hook essential oil. Journal of Food Science and Technology, 51 (1): 142-147.
16. Hodges, D.M., J.M. DeLong, C.F. Forney, R.K. Prange (1999). Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing antho-cyanin and other interfering compounds. *Planta*, 207: 604-611.
17. M'Hir, S., S. Sifi, N. Chammem, I. Sifaoui, A. Mejri, M. Hamdi, M. Abderrabba (2012). Antioxidant effect of essential oils of *Thymus*, *Salvia* and *Rosemarinus* on the stability to oxidation of refined oils. Annals of Biological Research, 3(9): 4259-4263.
18. Mandić, A. (2009). Antioksidativna svojstva ekstrakata semena sorti belog grožđa. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
19. Miguel, M.G., C. Cruz, L. Faleiro, M.T.F. Simões, A.C. Figueiredo, J.G. Barroso, L.G. Pedro (2010). *Foeniculum vulgare* essential oils: chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. Natural Product Communications, 5: 319-328.
20. Moubarz, G., M.M. Taha, H. Mahdy-Abdallah (2014). Antioxidant effect of *Carum carvi* on the immune status of streptozotocin - induced diabetic rats infected with *Staphylococcus aureus*. World Applied Sciences Journal, 30 (1): 63-69.
21. Murali, R., A. Karthikeyan, R. Saravanan (2013). Protective effects of d-limonene on lipid peroxidation and antioxidant enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology, 112 (3): 175-181.
22. Naziri, E., M.N. Mitic, M.Z. Tsimidou (2015). Contribution of tocopherols and squalene to the oxidative stability of cold-pressed pumpkin seed oil (*Cucurbita pepo L.*). European Journal of Lipid Science and Technology, 118 (6): 898-905.
23. Nederal, S., D. Skevin, K. Kraljic, M. Obranovic, S. Papesa, A. Bataljak (2012). Chemical composition and oxidative stability of roasted and cold pressed pumpkin seed oils. Journal of American Oil Chemists Society, 89: 1763-1770.
24. Orav, A., A. Raal, E. Arak (2008). Essential oil composition of *Pimpinella anisum L.* fruits from various European countries. Natural Product Research, 22 (3): 227-232.
25. Poiana, M.A., E. Alexa, D. Moigradean, M. Popa (2009). The influence of the storage conditions on the oxidative stability and antioxidant properties of sunflower and pumpkin oil. 4. Međunarodni simpozij agronomija, 16.-20. Februar 2009, Opatija, Hrvatska. Book of Proceedings, 449-453.
26. Raal, A., E. Arak, A. Orav (2012). The content and composition of the essential oil found in *Carum carvi L.* commercial fruits obtained from different countries. The Journal of Essential Oil Research, 24 (1): 53-59.
27. Samojlik, I., N. Lakić, N. Mimica-Dukić, K. Đaković-Švajcer, B. Bozin (2010). Antioxidant and hepatoprotective potential of essential oils of coriander (*Coriandrum sativum L.*) and caraway (*Carum carvi L.*) (Apiaceae). Journal of Agriculture and Food Chemistry, 58: 8848-8853.
28. Sedláková, J., B. Kocourková, V. Kubán (2001). Determination of essential oil content and composition in caraway (*Carum carvi L.*). Czech Journal of Food Science, 19 (1): 31-36.
29. Stobiecka, A., R. Bonikowski, J. Kula (2014). Free radical scavenging properties of thienyl and furyl linalool analogues: an experimental and DFT/B3LYP study. Flavour and Fragrance Journal, 29 (6): 325-333.
30. Ullah, H., B. Honermeier (2013). Fruit yield, essential oil concentration and composition of three anise cultivars (*Pimpinella anisum L.*) in relation to sowing date, sowing rate and locations. Industrial Crops and Products, 42: 489-499.
31. Vujsinović V., S. Đilas, E. Dimić, R. Romanić, A. Takači (2010). Shelf life of cold-pressed pumpkin (*Cucurbita pepo L.*) seed oil obtained with a screw press. J. Am. Oil Chem. Soc. 87: 1497-1505.

UTICAJ TEHNOLOŠKOG KVALITETA SEMENA GROŽЂA NA KVALITET HLADNO PRESOVANOG ULJA

Miloš Bjelica, Vesna Vujasinović, Sanja Dimić, Jovana Degenek, Jelena Šarić, Etelka Dimić

U standardnoj preradi grožđa u vinarijama semenke grožđa, kao otpad, generišu se pre fermentacije kljuka prilikom proizvodnje belih i roze vina, zatim nakon fermentacije kljuka kod proizvodnje crvenih vina i nakon fermentacije i destilacije komine prilikom proizvodnje rakije. U okviru ovog rada izvršeno je ispitivanje osnovnih tehničko-tehnoloških karakteristika semenki izdvojenih pri navedenim uslovima prerade grožđa u cilju procene njihovog kvaliteta sa aspekta proizvodnje hladno presovanog ulja. U ispitanim uzorcima osušenih semenki, sa sadržajem vlage od $7,48 \pm 0,01$ do $12,80 \pm 0,04\%$, nađen je relativno nizak sadržaj ulja, u intervalu od $6,57 \pm 0,47$ do $9,89 \pm 0,36\%$. Vrednosti kiselinskog broja su, takođe pokazale velika variranja, pri čemu seme izdvojeno posle destilacije nije pokazalo adekvatan kvalitet za proizvodnju hladno presovanog ulja. Osim toga ispitana je i oksidativni status uzoraka hladno presovanih ulja pripremljenih iz navedene sirovine.

Ključne reči: semenke grožđa, sadržaj vlage i ulja, kiselinski broj, peroksidni broj, anisidinski broj, hladno presovano ulje

IMPACT OF TECHNOLOGICAL QUALITY OF GRAPE SEEDS ON QUALITY OF COLD PRESSED OIL

During the standard processing of grapes in the wineries, grape seeds are produced as waste in various steps during the wine production. The seed are commonly originate as a by-product before the fermentation of pomace (production of white and rose wine), after the fermentation of pomace (production of red wines), and after fermentation and distillation of marc (production of brandy - snaps). In this paper we investigated basic technical and technological characteristics of the seeds, obtained during mentioned processes, in order to check their quality and feasibility of production of cold pressed oil. The moisture content in the seeds were from 7.48 ± 0.01 to $12.80 \pm 0.04\%$, and the oil content was found to be relatively low, ranging from 6.57 ± 0.47 to $9.89 \pm 0.36\%$. The values of the acid number has also shown large variations, whereby seed isolated after distillation has not shown adequate quality for the production of cold pressed oil. Additionally, the oxidative status of cold pressed oil samples, prepared from the mentioned raw material, has also tested.

Key words: grape seed, moisture and oil content, acide value, peroxide value, anisidine value, cold-pressed oil

UVOD

Iskorišćenje nusproizvoda iz različitih procesa proizvodnje hrane i pića, pa tako i pri preradi grožđa, je u svetu odavno postalo potreba u smislu proizvodnje novog proizvoda umesto kreiranja otpada. Iskorišćenje nusproizvoda je takođe postalo sastavni deo redovnog tehnološkog procesa proizvodnje, kako zbog povećanja efikasnosti prerade, tako i zbog iskorišćenja u vidu energetskog resursa. Jestivi nusproizvodi dobijeni pri izdvajaju ulja različitih uljari-

ca, kao što su soja, repica, suncokret, kokos, uljana palma, susam i lan su već našli široku primenu, kako u prehrabenoj, tako i u farmaceutskoj industriji (Pickard, 2005).

Bobice grožđa *Vitis vinifera* L. ssp sativa se od davnina koriste u različite svrhe. Grožđe se danas sve više konzumira, kako sveže tako i sušeno, koristi se u industriji vina ili u proizvodnji sokova, dok se ekstrakti iz njihove pokožice/ljuske i semenki koriste u farmaceutske svrhe zbog velikog sadržaja fenola i resveratrola (Bail i sar., 2008). Proizvodnja grožđa je najzastupljenija u umereno toplim klimatskim zonama, kao što su Italija (9.256.814 t/god.), Francuska (6.787.000 t/god.), SAD (6.414.610 t/god.), Španija (5.880.800 t/god.) i Kina (5.698.000 t/god.) (FAOSTAT, 2008). Prema Yang i sar. (2009) oko 80% grožđa se koristi za proizvodnju vina,

Miloš Bjelica, dipl. inž., e-mail: milos.bjelica@uns.ac.rs; Jovana Degenek, master; Jelena Šarić, master; dr Etelka Dimić, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, dr Vesna Vujasinović, Visoka hotelijerska škola strukovnih studija, Beograd, Sanja Dimić, dipl. biol., Novi Sad, Srbija

dok se oko 13% konzumira kao stono grožđe. Pri preradi ovih količina grožđa nastaje oko 10 miliona tona komine u vremenu od svega par nedelja tokom kampanje. Prerada komine u razvijenim zemljama se usmerava u pravcu proizvodnje ulja iz semenki, kao i proizvodnje bioaktivnih komponenata, kako iz ljske, tako i semenki. Udeo semenki u komini je značajan, iznosi oko 38-52% na bazi suve materije (Yang i sar., 2009; Vujsinović i sar., 2016a). Komina grožđa se sastoji od 20-26% semenki, oko 8-11% proteina i 10-20% ulja u zavisnosti od uslova presovanja (Bockish, 1993; Schieber i sar., 2002).

Neosporno je, da je devičansko maslinovo ulje jedno od najpoznatijih i najtraženijih ulja na tržištu. Ovo ulje potrošači smatraju zdravijim u odnosu na rafinisana biljna ulja, kako zbog primene isključivo mehaničkog postupka njegovog izdvajanja tako i specifične aromе. Međutim, poslednjih godina na tržištu se pojavljuju i druga biljna ulja koja se proizvode isključivo presovanjem, bez primene organskih rastvarača i zauzimaju konkurentsku poziciju (Matthaus i Spener, 2008). U tu paletu "prirodnih" ulja svrstano je i ulje semenki grožđa koje je na svetskom tržištu do sada predstavljeno uglavnom kao rafinisano. Najvećim delom se proizvodi u Italiji, Francuskoj i Španiji, a potražnja za ovim uljem se značajno povećava i u drugim delovima Evrope (Kamel i sar., 1985). Međutim, osim rafinisanog, poslednjih godina se sve više širi proizvodnja i ponuda hladno presovanog ulja semenki grožđa. U poređenju sa rafinisanim, koje je neutralnog mirisa i ukusa, hladno presovano ulje semenki grožđa karakteriše prijatna, svojstvena vinsko-voćna aroma, ukoliko je za proizvodnju korišćena kvalitetna sirovina. Poteškoće pri proizvodnji se javljaju zbog velike osetljivosti semenki prema mikrobiološkoj i enzimskoj degradaciji usled velikog sadržaja vlage u komini nakon presovanja (Matthäus i Spener, 2008; Vujsinović i sar., 2016b).

U okviru ovog rada izvršeno je ispitivanje osnovnih tehničko-tehnoloških karakteristika semenki izdvojenih pri različitim uslovima prerade grožđa u cilju procene njihovog kvaliteta sa aspekta proizvodnje hladno presovanog ulja. U skladu sa tim, ispitani je i oksidativni status uzoraka hladno presovanih ulja pripremljenih iz navedene sirovine.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Istraživanja su sprovedena sa prikupljenim uzorcima semenki crnog grožđa sorte Merlot i semenki belog grožđa sorte Italijanski rizling i Sila nabav-

ljenih iz vinarija na obroncima Fruške gore iz berbe 2016. U standardnoj preradi grožđa u vinarijama semenke grožđa, kao otpad, generišu se pre fermentacije kljuka prilikom proizvodnje belih i roze vina, zatim nakon fermentacije kljuka kod proizvodnje crvenih vina i nakon fermentacije i destilacije komine prilikom proizvodnje rakije.

Priprema semenki grožđa pre fermentacije kljuka

Prilikom proizvodnje belih i roze vina nakon presovanja kljuka zaostaje slatka komina iz koje je moguće izdvojiti semenke. S obzirom na to da tzv. "suvi ostatak" koji nastaje nakon presovanja kljuka (slatka komina) sadrži još oko 30-40% šire, potrebno je preraditi u roku od 24h, da ne bi došlo do fermentacije ili još gore do kvarenja, odnosno pojave plesnivosti. Slatka komina upućuje se na dalju preradu u mašini sa rotacionim perforiranim bubnjem. Na taj način vrši se grubo razdvajanje semenki grožđa, pulpe i ljske. Nakon toga materijal se upućuje u sledeću mašinu na dalje prečišćavanje strujom bočnog vazduha, pri čemu se izdvajaju lakše nečistoće, delovi ljske i zakržljale semenke. Zatim se semenke suše do sadržaja vlage od oko 10% i ubacuju u mašinu za selektovanje, gde se prvo u struji vazduha izbacuju zaostali delovi ljske, a zatim se kroz sistem sita odvajaju zdrave i dobro razvijene semenke na jednu stranu, a zakržljale semenke i ostale nečistoće na drugu. Tako dobijene semenke dosuše se do sadržaja vlage od oko 7% i skladište u džakovima do presovanja.

Priprema semeki grožđa nakon fermentacije kljuka

Semenke grožđa iz fermentisane komine se izdvajaju direktno sa dna fermentora, ispiraju i upućuju na sušenje. Najpre se vrši sušenje pri normalnom pritisku u ambijentalnim uslovima tokom 2-3 dana do postizanja vlage od oko 10%. Nakon toga se vrši finalno prečišćavanje semenki u selektoru, gde se u struji vazduha prvo izdvajaju delovi ljske i fine nečistoće, a zatim na sistemu sita se odvoje zdrave i jedre semenke. Tako sakupljeno čisto i zdravo seme suši se do sadržaja vlage od oko 7 % i skladišti do presovanja.

Priprema semenki grožđa nakon destilacije

U vinarijama, deo slatke komine, koja zaostaje prilikom proizvodnje belih i roze vina, koristi se za proizvodnju rakije. Ona se sakuplja i smešta u bazene

za vrenje i čuvanje komine i nakon završenog vreњa se prebacuje u kazan za pečenje rakije. Prilikom destilacije na jednu stranu se izdvaja destilat, koji se dalje koristi za dobijenje rakije, dok se na kraju procesa iz kazana izbacuje džibra. Tako dobijena džibra se ocedi i iz nje se direktno izdvajaju semenke na mašini sa rotacionim perforiranim bubenjem. Nakon prvog sušenja, finalno čišćenje izvršeno je na selektor mašini. Semenke su zatim suše do sadržaja vlage od oko 7%, pakuju u vreće i skladište do presovanja.

Prosečan uzorak semena grožđa

Prosečan proizvodni uzorak semena dobijen je u proizvodnom pogonu mešanjem čistog i suvog semena dobijenog preradom komine belog i crnog grožđa od berbe 2016. S ozirom na ulaznu sirovinu koja je dopremljena u pogon za preradu, može se reći da prosečan proizvodni uzorak čini seme belog grožđa i seme crnog grožđa u сразмери 2:1.

Sadržaj ukupnih nečistoća u svim uzorcima semena bio je prosečno oko 0,2%.

Proizvodnja hladno presovanog ulja semena grožđa

Od pripremljenih semenki proizvedeno je ukupno sedam uzoraka ulja sorti Merlot, Sila i Italijanski rizling, kao i jedan uzorak ulja od semena mešanih sorti grožđa.

Ulja iz osušenih semenki dobijena su primenom adekvatne tehnologije za proizvodnju hladno cedenih ulja, odnosno procesom presovanja na pužnoj presi. Kompletan tehnološki proces dobijanja ulja je obuhvatio sledeće faze:

- priprema, sušenje i čišćenje semena;
- skladištenje semena;
- presovanju na pužnoj presi;
- taloženje presovanog ulja;
- pakovanje jestivog hladno presovanog ulja.

Za presovanje semenki korišćena je pužna presa proizvođača Koprulu Machine, tip KYP 20D, Turska. Temperatura tokom presovanja svih uzoraka kretala se ispod dozvoljene gornje granice, tj. ispod 50°C. Nakon presovanja ulje je ostavljeno na tamnom i hladnom mestu radi taloženja. Proces taloženja se odvijao tokom 7 dana, nakon čega je bistro ulje dekanirano u boce, napunjene do vrha i zatvorene. Tako pripremljeni uzorci su do ispitivanja čuvani u frižideru pri temperaturi između 4 i 8°C. Nepochodno pre samih ispitivanja, uzorci ulja su temperirani pri sobnoj temperaturi.

Metode ispitivanja

Hemijske metode ispitivanja kvaliteta semena i ulja – Sadržaj vlage i ulja u semenu određeni su standardnim metodama, SRPS EN ISO 665:2008 i SRPS EN ISO 659:2011, respektivno. Kiselinski broj semena (Kbr) je određen u ulju nakon tople ekstrakcije pomoću heksana (Dimić i Turkulov, 2000). Kiselinski broj hladno presovanog ulja određen je metodom SRPS EN ISO 660:2011.

Metode za ispitivanje tehnološkog kvaliteta semena – Litarska masa, masa 1000 semenki i specifična masa semenki grožđa su određene metodama koje su uobičajene za seme uljarica (Karlovic i Andrić, 1996).

Metode za određivanje oksidativnog statusa hladno presovanog ulja

Peroksidni broj (Pbr) određen je standardnom jodometrijskom metodom (SRPS EN ISO 3960:2011), kojom se određuje količina primarnih produkata oksidacije ulja ili masti.

Anisidinski broj (Abr) u ulju je određen standardnom metodom (SRPS EN ISO 6885:2011), kojom se određuje sadržaj sekundarnih produkata oksidacije ulja ili masti.

Oksidativna vrednost (OV) ulja, pokazatelj je sadržaja primarnih i sekundarnih produkata oksidacije, i izračunava se prema sledećoj jednačini (Dimić i Turkulov, 2000):

$$OV = 2 \times Pbr + Abr$$

gde je:

OV – oksidativna vrednost ulja;

Pbr – peroksidni broj u ulju (mmol/kg);

Abr – anisidinski broj ($100 A_{350nm}^{1\%}$).

REZULTATI I DISKUSIJA

I Tehnološki kvalitet semenki grožđa

a) Sadržaj vlage, ulja i kiselost semenki grožđa

Tehnološki parametri semena, kao uljarica, su posebno važne, kako sa aspekta prerade, tako i ekonomičnosti procesa izdvajanja ulja i u tom smislu se uvek određuje sadržaj ulja i vlage u polaznom materijalu. Sa aspekta kvaliteta ulja neohodno je poznavanje, pre svega, kiselinskog broja. Ovi pokazatelji kod ispitanih uzoraka semenki grožđa prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Pokazatelji tehnološkog kvaliteta uzoraka semenki grožđa
Table 1. Parameters of technological quality of grape seed samples

Naziv uzorka Sample	Sadržaj vlage (%) Moisture (%)	Sadržaj ulja (%) Oil content (%)	Sadržaj ulja* (% SM) Oil content (% DM)	Kbr (mgKOH/g) Acid value (mgKOH/g)
Merlot pre fermentacije	10,12 ± 0,05	7,87 ± 0,14	8,76 ± 0,16	3,06 ± 0,21
Merlot posle fermentacije	10,29 ± 0,21	7,74 ± 0,29	8,63 ± 0,32	2,48 ± 0,12
Merlot posle destilacije	7,48 ± 0,01	8,39 ± 0,27	9,07 ± 0,29	2,33 ± 0,05
Italijanski rizling pre fermentacije	10,02 ± 0,04	6,93 ± 0,68	7,70 ± 0,76	3,10 ± 0,28
Italijanski rizling posle destilacije	12,40 ± 0,03	7,73 ± 0,67	8,82 ± 0,29	20,71 ± 1,65
Sila pre fermentacije	8,62 ± 0,03	7,64 ± 0,40	8,36 ± 0,40	3,82 ± 0,14
Sila posle destilacije	12,80 ± 0,04	6,57 ± 0,47	7,53 ± 0,07	9,19 ± 0,84
Prosečan proizvodni uzorak	9,14 ± 0,06	9,89 ± 0,36	10,88 ± 0,40	7,37 ± 0,08

*sadržaj ulja izražen na suvu materiju

Rezultati su izraženi kao sr. vrednost ± SD (n = 2)

Na bazi rezultata iz tabele 1 može se zaključiti da je sadržaj ulja semenki grožđa prilično nizak, ispod 10%, računato u semenu tel-quel, odnosno, ispod 11% računato na suvu materiju. Međutim, treba reći

da su dobijene vrednosti u skladu sa literaturnim podacima (7-20%SM) (Matthäus, 2008; Da Silva i Jorge, 2016). Može se, takođe, zaključiti da je seme crnog grožđa, Merlot, imalo nešto veći sadržaj ulja

(oko 8-9%) u odnosu na seme belog grožđa. Najveći sadržaj ulja nađen je kod prosečnog proizvodnog uzorka semena (10,88%SM).

Za sadržaj vlage u osušenim semenkama, koji se kreće u interval od 7,48 do 12,80% se može reći da je to dobra skladišna vлага, s obzirom na nizak sadržaj ulja. Međutim vrednosti Kbr, pokazatelja kvaliteta ulja u samoj sirovini, su veoma različite, kreće se od 2,33 mgKOH/g do čak 20,71 mgKOH/g. U odnosu na literaturne podatke u kojima je opseg kiselosti ulja od semenki grožđa domaćih proizvođača od 6,10 mgKOH/g do 7,10 mgKOH/g (Malićanin, 2014), može se zaključiti da postoje odstupanja u vrednostima dobijenim u okviru ovih ispitivanja. Prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i duge masne namaze, majonez i srodne proizvode (Pravilnik, 2006) kiselinski broj može biti maksimalno 4 mgKOH/g, što znači da su uzorci ulja dobijenog iz semenki grožđa sorte Merlot (bez i nakon fermentacije, kao i nakon destilacije), Italijanski rizling i Sila (bez fermentacije) u skladu sa istim. Ostali uzorci, ne pokazuju vrednosti kiselinskog broja u skladu sa zahtevima kvaliteta definisanim navedenim Pravilnikom.

Vrednosti kiselinskih brojeva pojedinačnih uzoraka ulja razlikuju se međusobno, što je, verovatno, rezultat i uticaja sorti kojima pripadaju. Kod sorte Merlot, može se primetiti pad vrednosti kiselinskog broja, kako nakon fermentacije, tako i nakon destilacije. Ulje od semenki belog grožđa sorte Italijanski rizling ima veće vrednosti kiselinskog broja

u odnosu na Merlot, a nakon destilacije dolazi do izuzetnog porasta vrednosti istog. Ulje dobijeno od semenki grožđa sorte Sila, ima veću vrednost kiselinskog broja u odnosu i na Merlot i na Italijanski rizling, a proces destilacije je takođe delovao na povećanje vrednosti istog. Ulje dobijeno presovanjem prosečnog proizvodnog uzorka od semenki grožđa takođe pokazuje povećanu kiselost, što može biti rezultat mešavine semenki različitih sorti.

Kiselinski broj ulja je posebno važan pokazatelj tehnološkog kvaliteta semena za proizvodnju hladno presovanog ulja. Naime, usled odsustva rafinacije, kod hladno presovanih ulja kvalitet same sirovine se direktno reflektuje na kvalitet finalnog proizvoda. To znači da visok sadržaj slobodnih masnih kiselina u semenu grožđa zasigurno neće dati hladno presованo ulje zadovoljavajućeg kvaliteta po zakonskim propisima. O tome bi proizvođači ove kategorije ulja trebali voditi strogo računa, u smislu da ne dođe do mešanja semena različitog kvaliteta pre presovanja.

b) Tehničko-tehnološke karakteristike semenki grožđa

Na efikasnost i ekonomičnost čuvanja i prerade semena, a time i na kvalitet dobijenog ulja, pored osnovnih parametara tehnološkog kvaliteta, u velikoj meri uticaj ispoljavaju i tehničko-tehnološke karakteristike semena, među kojima specifična i zapreminska, odnosno, litarska masa zauzimaju značajno mesto. Upravo ove tehničko-tehnološke karakteristike ispitanih uzoraka semenki grožđa prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2. Tehničko-tehnološke karakteristike semena grožđa
Table 2. Technical-technological characteristics of grape seed

Naziv uzorka Sample	Litarska masa (kg/dm ³) Liter mass (kg/dm ³)	Specifična masa (kg/dm ³) Specific mass (kg/dm ³)	Masa 1000 semena (g) Mass of 1000 seeds (g)
Merlot pre fermentacije	0,65 ± 0,005	1,10 ± 0,004	27,22 ± 0,13
Merlot posle fermentacije	0,65 ± 0,000	1,07 ± 0,004	27,24 ± 1,17
Merlot posle destilacije	0,55 ± 0,000	0,97 ± 0,001	22,55 ± 0,24
Italijanski rizling pre fermentacije	0,62 ± 0,005	1,06 ± 0,002	23,99 ± 0,47
Italijanski rizling posle destilacije	0,51 ± 0,000	0,94 ± 0,006	22,54 ± 0,68
Sila pre fermentacije	0,67 ± 0,003	1,14 ± 0,002	24,19 ± 0,43
Sila posle destilacije	0,58 ± 0,002	1,02 ± 0,011	19,96 ± 0,90
Prosečan proizvodni uzorak	0,62 ± 0,001	1,09 ± 0,002	30,54 ± 0,27

Rezultati su izraženi kao sr. vrednost ± SD (n = 2)

Tehničko-tehnološke karakteristike semena uljariča su važne, pre svega, zbog transporta, proračuna skladišnih kapaciteta, odabira odgovarajućih uslova sušenja, skladištenja sirovine i dr. Litarska masa ispitanih uzoraka semenki grožđa se kreće generalno u interval od 0,51 do 0,67 kg/dm³ i značajno je veća od litarske mase suncokreta (oko 0,4 kg/dm³) (Premović i sar., 2015). Litarska masa svežih semenki, bez obzira na sortu grožđa, je dosta ujednačena i kreće se od 0,62 do 0,67 kg/dm³. Međutim, litarska masa semena se smanjuje nakon destilacije do vrednosti od 0,51 do 0,58 kg/dm³.

Specifična masa semenki grožđa je uglavnom iznad 1 kg/dm³, što ukazuje na prisustvo znatno manjeg sadržaja ulja, za razliku od semena suncokreta gde je specifična masa oko 0,7 kg/dm³. Osim toga, postoje variranja i u vrednostima mase 1000 semena, kako u zavisnosti od sorte, tako i od načina izdvajanja semenki, $19,96 \pm 0,90$ do $30,54 \pm 0,27$ g. Ove vrednosti ujedno ukazuju i na znatno manje linearne

dimenzijske semenki u odnosu na suncokret. Naime, masa 1000 semena suncokreta se kreće oko 50 do 60 g (Premović i sar., 2011).

II Oksidativni status hladno presovanog ulja semenki grožđa

Autooksidacija biljnih ulja je neizbežan proces i odvija se sporije ili brže zavisno od sastava ulja, uslova čuvanja i prisutnosti sastojaka koji ubrzavaju ili usporavaju ovu reakciju (Martin-Polvillo, 2004; Fijat, 2016). Iz tih razloga, poznavanje određenih hemijskih karakteristika jestivih ulja i masti ima veoma važnu ulogu u proceni kvaliteta, zdravstvene bezbednosti, kao i prihvatljivosti proizvoda od strane potrošača. U tabeli 3 predstavljeni su rezultati određivanja peroksidnog broja, anisidinskog broja i oksidativne vrednosti svežih uzoraka ulja koštice grožđa.

Tabela 3. Parametri oksidativnog statusa ispitivanih uzoraka ulja semenki grožđa
Table 3. The parameters of oxidative state of grape seed oil samples

Uzorak Sample	Pbr (mmol/kg) Pv (mmol/kg)	Abr (100A ^{1%} _{350nm}) Av(100A ^{1%} _{350nm})	OV vrednost Totox
Merlot pre fermentacije	$1,12 \pm 0,01$	0,06	2,89
Merlot posle fermentacije	$3,08 \pm 0,17$	0,56	6,72
Merlot posle destilacije	$18,31 \pm 1,11$	2,72	39,34
Italijanski rizling pre fermentacije	$2,73 \pm 0,17$	2,12	7,58
Italijanski rizling posle destilacije	$13,71 \pm 0,02$	2,46	29,88
Sila pre fermentacije	$3,47 \pm 0,09$	1,89	8,83
Sila posle destilacije	$10,76 \pm 0,11$	3,26	24,78
Prosečan proizvodni uzorak	$4,16 \pm 0,11$	1,91	10,23

Iz podataka navedenih u tabeli 3 se vidi da je u svim analiziranim uzorcima utvrđeno prisustvo, kako primarnih tako i sekundarnih oksidacionih produkata. Najveću vrednost Pbr ima uzorak sorte Merlot posle destilacije $18,31 \pm 1,11$ mmol/kg, dok je uzorak sa najmanjim Pbr ulje od semenki pre fermentacije, iste sorte $1,12 \pm 0,01$ mmol/kg. Kod svih sorti uočen je znatno veći Pbr kod ulja semenki izdvojenih nakon destilacije u odnosu na one izdvojene pre fermentacije, kao i to da kod tih uzoraka peroksidni broj prelazi maksimalno dozvoljenu granicu

utvrđenu prema Pravilniku o kvalitetu jestivih ulja i masti (Pravilnik, 2006), gde se kod jestivih rafinskih ulja dozvoljava vrednost do 5 (mmol/kg), a kod jestivih nerafinisanih ulja do 7,5 (mmol/kg).

Morvarid i sar. (2013) su u uljima od semenki dve Iranske sorte grožđa (Lal i Khalili) pronašli vrednosti peroksidnog broja 9,3 i 10,63 meq/kg. Madawala i sar. (2012) su objavili podatak od 1,0 meq/kg za ulje iz semenki grožđa nabavljeno sa tržišta. Pardo i sar. (2009) su kod ulja iz semenki 4 različite sorte grožđa pronašli vrednosti peroksidnog broja u opsegu 5,99

– 13,50 meq/kg. Oomah i sar. (1998) su za hladno ceđeno ulje semenki grožđa objavili podatak od 1,9 meq/kg. Gomez i sar. (1996) su pronašli daleko veće vrednosti peroksidnog broja (>100 meq/kg) za ulje izdvojeno n-heksanom metodom po Soxhletu u trajanju od 20 h, i >380 meq/kg za ulje izdvojeno natkritičnom ekstrakcijom nadkritičnim ugljenikdioksidom, na 350 bara i 40°C, u trajanju od 3h. Na osnovu literaturnih podataka može se zaključiti da se dobijeni rezultati slažu sa rezultatima drugih autora, uz neka odstupanja. Razlike u vrednosti peroksidnog broja mogu biti posledica mnogih faktora: načina izdvajanja ulja, uslova skladištenja sirovine, sorte grožđa, klimatskih, ekoloških uslova, itd.

Analizirajući vrednosti anisidinskog broja iz tabele 3, kod svih uzoraka se može konstatovati i prisustvo sekundarnih neisparljivih produkata oksidacije koji nastaju razgradnjom hidroperoksida i dovode do povećanja anisidinskog broja. Najmanja vrednost Abr (0,56) pronađena kod uzorka ulja sorte Merlot, gde su semenke izvojene nakon fermentacije. Obrada rezultata ukazuje na to da između ulja iz semenki različitih sorti grožđa dobijenih istom metodom postoje značajne razlike.

Oksidativna vrednost daje sveobuhvatan pregled procesa oksidacije u uljima. Ova vrednost je pokazatelj celokupnog oksidativnog stanja ulja, jer daje uvid u količinu i primarnih i sekundarnih proizvoda oksidacije (Poiana, 2012). Najveća oksidativna vrednost dobijena je u uzorku sorte Merlot gde su semenke izdvojene nakon destilacije (39,34), dok je najmanja vrednost kod uzorka iste sorte od semenki bez fermentacije (2,89). Takođe, uočeno je da je kod svih sorti OV veća u uzorcima semenki grožđa izdvojenih nakon destilacije, u odnosu na one kod kojih su semenke bez fermentacije, što znači da je kod tih uzoraka veći sadržaj primarnih i sekundarnih produkata reakcija oksidacije.

ZAKLJUČAK

Sadržaj ulja u ispitanim uzorcima semenki grožđa je relativno nizak, kreće se u intervalu od $7,53 \pm 0,07$ do $10,88 \pm 0,40$ % na suvu materiju. Tehničko-tehnološke karakteristike semena imaju uobičajene vrednosti za ovu vrstu sirovine: litarska masa 0,51–0,67 kg/dm³; specifična masa 0,94–1,14 kg/dm³; masa 1000 semena 19,96–30,54 g. Ograničavajući uslov kvaliteta semena, kao sirovine za proizvodnju hladno presovanog ulja je kiselinski broj koji je najveći u uzorcima nakon destilacije, $20,71 \pm 1,65$ mgKOH/g kod sorte Merlot i $9,19 \pm 0,84$ mgKOH/g kod sorte Sila. Najveće vrednosti Pbr su nađene, takođe u

uzorcima ulja dobijenih iz semena nakon destilacije, što se odražava i na oksidativnu vrednost. Hladno presованo ulje najboljeg kvaliteta se može dobiti iz osušenih semenki grožđa pre fermentacije.

LITERATURA

- Bail, S., G. Stuebiger, S. Krist, H. Unterwege, G. Buchbauer (2008). Characterisation of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 108 (3):1122-1132.
- Bockish, M. (1993). *Nahrungsfette und Öle*, Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Da Silva, A.C., N. Jorge (2016). Bioactive compounds of oils extracted from fruits seeds obtained from agroindustrial waste. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 119 (4), DOI: 10.1002/ejlt.201600024
- Dimić, E., J. Turkulov (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- FAOSTAT, FAO Statistical Database, 2007, <http://www.fao.org>
- Fijat A. (2015). Ispitivanje oksidativne stabilnosti devičanskih maslinovih ulja podvrgnutih dejstvu umerenih temperatura. Master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad
- Gomez, A. M., C. P. Lopez, E.M. De La Ossa (1996). Recovery of grape seed oil by liquid and supercritical carbon dioxide extraction: A comparison with conventional solvent extraction. *Chem. Eng. J.*, 61:227-231.
- Kamel, B. S., H. Dawson, Y. Kakuda (1985). Characteristics and composition of melon and grape seed oils and cakes. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 62 (5): 881-883.
- Karlović, D., N. Andrić (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica, Tehnološki fakultet Novi Sad, Savezni zavod za standardizaciju Beograd.
- Madawala, S.R.P., S. P. Kochhar, P. C., Dutta (2012). Lipid components and oxidative status of selected specialty oils, *Grasas y aceites*, 63 (2):143-151.
- Martin-Polvillo, M., G. Marquez-Ruiz, M. C., Dobarganes (2004). Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 81: 577-583.
- Matthäus, B. (2008). Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight? *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 110: 645-650.

13. Matthäus, B., F. Spener (2008). What we know and what we should know about virgin oils – a general introduction. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 110: 597-601.
14. Morvarid, Y., N. Leila, G., Mohammad (2013). Physicochemical properties of two type of shahrodi grape seed oil (Lal and Khalili). *European Journal of Experimental Biology*, 3 (5):115-118.
15. Oomah, B.D., J., Liang, D., Godfrey, G., Mazza (1998). Microwave heating of grapeseed: Effect on oil quality. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4017-4021.
16. Pardo, J.E., E., Fernández, M., Rubio, A., Alvarruiz, G. L., Alonso (2009). Characterization of grape seed oil from different grape varieties (*Vitis vinifera*). *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 111:188–193.
17. Pickard, M. D. (2005). By-product utilization. In Shahidi F. (Ed.) *Bailey's Industrial Oil and Fat products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc., pp. 391-416.
18. Poiana, M. A. (2012). Enhancing oxidative stability of sunflower oil during convective and microwave heating using grape seed extract. *Int. J. Mol. Sci.*, 13: 9240-9259.
19. Pravilnik (2006). Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarine i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, Službeni list SCG, br. 23.
20. Premović, T., E. Dimić, A. Takači (2011). Ispitivanje uticaj mesta ugoja na sadržaj ulja i masu semena NS hibrida suncokreta. *Uljarstvo*, 42 (1-2): 7-13.
21. Premović, T., E. Dimić, A. Takači, Z. Milićević (2015). Uticaj mesta ugoja na specifičnu i zapreminsку masu semena NS hibrida suncokreta. *Uljarstvo*, 47 (1): 85-97.
22. Schieber, A., D. Müller, G. Röhrling, R. Carle (2002). Effects of grape cultivar and processing on the quality of cold-pressed grape seed oils. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 52: 29-33.
23. Vujsasinović, V., M. Bjelica, T. Lužaić, S. Dimić (2016a). Hladno-presovano ulje koštice grožđa – realnost i budućnost. *Uljarstvo*, 47 (1): 85-97.
24. Vujsasinović V., M. Bjelica, V. Večei-Funda, N. Vuksanović (2016b). Valorizacija komine grožđa – hladno ceđeno ulje iz koštice, 12 regionalna konferencija „Životna sredina ka Evropi“, Beograd, Zbornik radova, pp. 176-179.
25. Yang, J., T. E. Martinson, R. H. Liu (2009). Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry*, 116 (1): 332-339.

REKORDNA PROIZVODNJA I PRERADA ULJANIH KULTURA I NJEN ZNAČAJ ZA SPOLJNOTRGOVINSKU RAZMENU SRBIJE

Olga Čurović

IZVOD

U radu su prikazani rekordni rezultati proizvodnje uljanih kultura u svetu i Srbiji. Međutim, proizvodnja uljanih kultura u EU je imala pad od 10%. Rekordna proizvodnja u Srbiji je ostvarena zahvaljujući plodnom i dobro pripremljenom zemljištu, odličnim vremenskim uslovima i agrotehnici prilagođenim datim okolnostima. Ostvarena rekordna proizvodnja otvara mogućnosti za povećanje izvoza agrarnih proizvoda, pa samim tim i proizvoda industrije ulja i uljanih kultura. Prvi rezultati u 2017. godini obećavaju povećanje surplusa u spoljnotrgovinskoj razmeni agrarnih proizvoda Srbije. Društveno politički sistem i kretanja utiču na ekonomsku politiku, odnosno mere agrarne politike.

Ključne reči: uljane kulture, rekordna proizvodnja, faktori koji utiču na agroindustrijsku proizvodnju.

RECORD PRODUCTION AND PROCESSING OF OIL CROPS IN SERBIA AND ITS IMPORTANCE FOR FOREIGN TRADE EXCHANGE

ABSTRACT

The paper presents the results of a record production of oil crops in the world and Serbia. However, the production of oil crops in the EU had a decline of 10%. The record production was realized in Serbia, with the help of the fertile and well-prepared soil, perfect weather conditions and agrotechnics which was adapted to the circumstances. Record production opens up opportunities for increasing exports of agricultural products, and therefore the products of oil industry and oil crops. The first results in 2017 predict an increase in the surplus in foreign trade of agricultural products Serbia. Socio-political system and movements have an influence on economic policy and agricultural policy.

Key words: oil plants, record production, factors affecting the agroindustrial production.

Proizvodnja uljanih kultura u 2016/17. godini, na globalnom nivou, je ostvarila rekordnu proizvodnju od 554,2 miliona tona ili 6,2% više od prethodne godine. Rekordnu proizvodnju ostvarili su soja (336,6 mil. tona) i suncokret (44,8 mil. tona), dok je uljana repica ostvarila za 3,3% manju proizvodnju (67,9 mil. tona) u odnosu na prethodnu, 2015. godinu.

Tabela 1. Ukupna proizvodnja uljanih kutura u svetu u mil. tona
Table 1. Total production of oil crops in the world in millions of tons

Proizvod	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	Indeks %	Učešće %
Kokos	5,56	5,72	5,42	5,43	5,31	5,51	103,76	1
Pamuk	48,25	46,35	45,02	44,39	36,84	39,87	108,2	7,19
Palma	13,77	15,09	15,97	16,57	15,85	17,22	108,64	3,11
Kikiriki	38,33	39,82	41,37	39,83	40,32	42,24	104,76	7,62
Ulj. repica	61,57	64,06	71,67	71,44	70,24	67,91	96,68	12,25
Soja	240,49	268,47	282,51	319,78	312,97	336,62	107,56	60,74
Suncokret	39,68	34,99	41,61	39,43	40,42	44,82	110,89	8,09
Ukupno:	447,65	474,50	503,57	536,87	521,95	554,19	106,18	100

Posmatrano po regionima proizvodnja sunčokreta, soje i uljane repice je imala različita ostvarenja. Evropska proizvodnja je smanjena za 1,3 mil. tona ili 3,9%. Sama Evropska unija je imala još

veći pad od 1,9 mil. tona ili 10,3%. Proizvodnja u Srbiji, po istim podacima Evropske unije, ostvarila je proizvodnju veću za 300 hiljada tona ili 30%.

Tabela 2. Proizvodnja uljanih kultura u EU
Table 2. Production of oil crops in the EU

Površina - 1.000 ha Prinos - 100 kg/ha Proizvodnja - 1.000 t	Ukupno EU - 28 zemalja			
		2014.	2015.	2016.
Uljana repica	Površina	6.700	6.392	6.370
	Prinos	36,40	35,00	31,40
	Proizvodnja	24.401	22.390	20.024
Suncokret	Površina	4.313	4.152	4.081
	Prinos	21,10	18,50	19,80
	Proizvodnja	9.108	7.691	8.098
Soja	Površina	569	807	840
	Prinos	31,60	25,80	28,70
	Proizvodnja	1.798	2.080	2.411
Ukupno uljarice	Površina	11.582	11.351	11.291
	Prinos	30,50	28,30	27,00
	Proizvodnja	35.307	32.161	30.533

Analiza ostvarenih rezultata u proizvodnji industrijskog bilja polazi od osnovnih uslova pod kojima se ta proizvodnja odvijala. Ima više uslova koji se tiču postignutih rezultata u poljoprivrednoj proizvodnji. Nećemo ih sve pominjati. Poći ćemo od osnovnih i to onih, po nama, najbitnijih. Osnovne uslove definiše nekoliko faktora koji su u međusobnoj interakciji, u određenom vremenu, bili od uticaja na ostvarene rezultate u agroindustrijskoj delatnosti. Najčešće kombinacije faktora koje opredeljuju uslove u kojima se ostvaruju solidni rezultati su:

- 1) Plodno zemljište i klima, koji određuju agroekološke uslove;
- 2) Društveno – političko uređenje, ekonomска i agrarna politika;
- 3) Uticaj svetskog tržišta u uslovima globalizacije.

Dve konstante koje su uvek prisutne, odnosno faktori koji neprekidno dejstvuju na poljoprivrednu proizvodnju, su zemljište i klima odnosno vremenski uslovi. Važan činilac uzima se u obzir da je poljoprivredna proizvodnja specifična i po pitanju *zemljišta*. Zemljište je ograničeno, kao i po pitanju klimatskih uticaja na koje čovek ne može, ili može delimično i nedovoljno, da utiče. Čovek, međutim, svojim znanjem, radom i društvenim delovanjem može donekle povećati proizvodne rezultate u poljoprivredi i proizvodnji hrane uopšte, ukoliko su ova dva faktora, napred izneta, zadovoljavajuća.

Proizvodna 2015/16. godina obeležena je veoma povoljnim agrometeorološkim uslovima, stim što je period od oktobra 2015. do kraja septembra 2016. godine bio topliji od višegodišnjeg proseka. Ovako povoljni vremenski uslovi su imali za rezultat veoma visoke prinose i kvalitet svih poljoprivredno ratarskih kultura. Ratarski usevi, naročito kukuruz, suncokret i soja, kao i šećerna repa, su pokazali bolje prinose od prethodnih godina. Ovako povoljna godina za sve ratarske kulture se ne pamti, i nije zabeležena do sada.

Naravno da iz ova dva faktora proizilazi agrotehnika koja se u datim uslovima primenjuje. Agrotehniku od preporuke do same primene je obavio kvalitetan naučni, stručni i operativni ljudski kadar. U 2016. godini plodno zemljište, vremenski uslovi i agrotehnika su efikasno delovali na ukupnu ratarsku proizvodnju. Ostvareni su rekordi u proizvodnji i prinosima uljanih biljnih kultura, zatim u proizvodnji i prinosima šećerne repe. Ostale ratarske kulture su takođe ostvarile solidne prinose i proizvodnju, pšenica (+19%) i kukuruz (+35%), mnogo bolje od prethodne godine a to su naše najznačajnije žitarice.

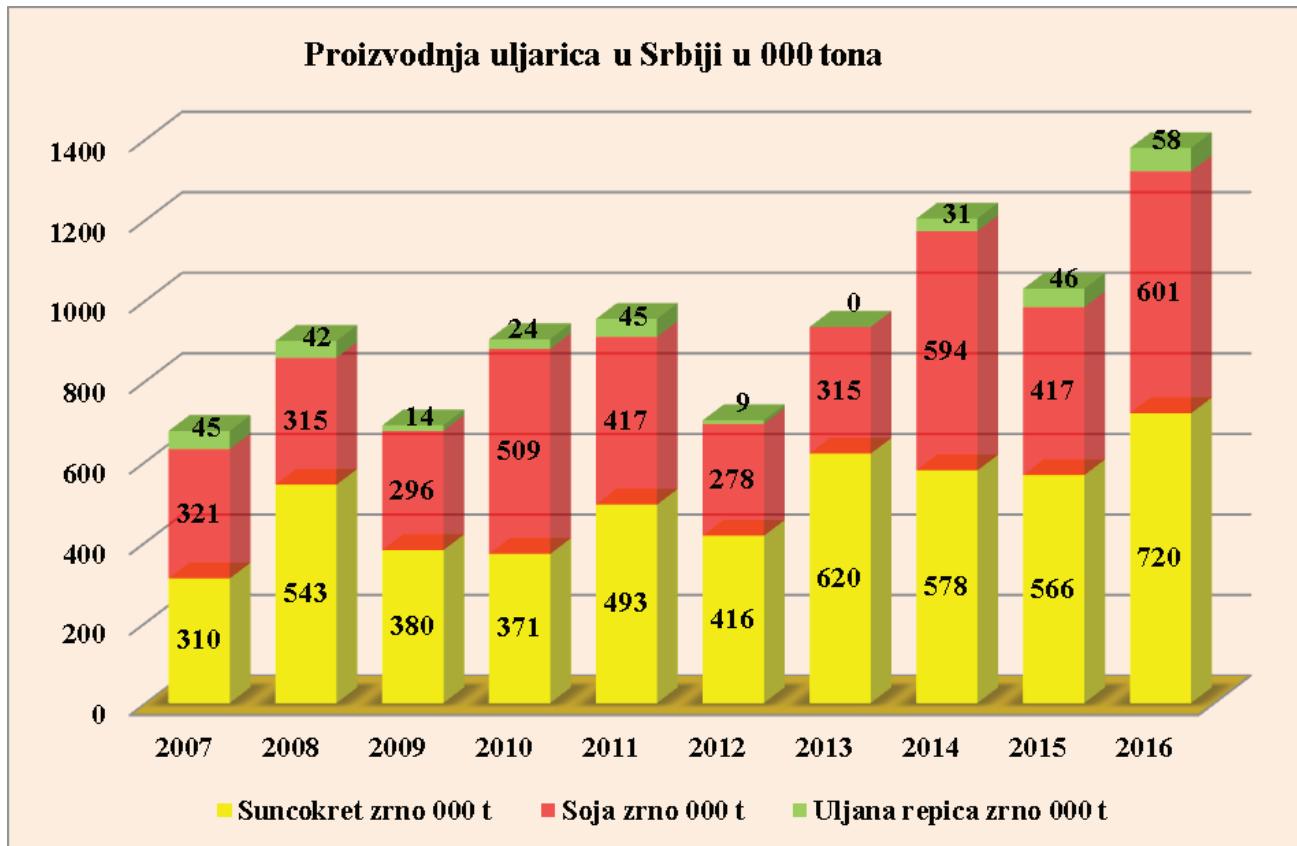
Društveno političko uređenje definiše mere ekonomске politike. Početkom XXI veka iz socijalističkog sistema Srbija je prešla u liberalni kapitalizam. Na samom početku, u prvoj godini, tržišni mehanizam je bio jedini regulator privrednih kretanja. Srpski tržišni prostor je, nakon decenijske blokade, bio potpuno otvoren. Ukupna privreda, pa samim tim i agroindustrija nisu bile konkurentne sa svetskom privredom, bile su pred kolapsom. Greška se ispravljala, pa je već u narednoj godini počeo da deluje mehanizam zaštite, kroz carine, prelemane i druge pogodnosti kao što su premije, regresi i ostale stimulacije za poljoprivrednu proizvodnju.

Istovremeno, mere ekonomске politike su rezultat i prekomerne kreditne zaduženosti naše zemlje kod MMF i drugih svetskih i evropskih banaka. Danas je spoljni dug veoma visok i kreće se oko 76% DBP.

Političke prilike su takođe faktor od značaja za vođenje ekonomске politike. Od 2000. godine, svake 2,2 godine se održavaju izbori i u takvim uslovima se formira agrarna politika u zavisnosti od personalnih rešenja u novoformiranoj Vladi Srbije. Personalna rešenja se ne bi primetila da postoji kontinuitet ekonomskih i agrarnih mera. Prethodna izlaganja oko izbora se sama po sebi nameću. Zato što se još uvek nije prešlo na izradu dugoročne strategije razvoja Srbije, osnovni nacionalni ciljevi nisu definisani, teritorijalna zaokruženost, granica itd.

Agrarna politika, u 2016. godini je kasnije doneta sa smanjenim podsticajima za biljnu proizvodnju. Za 2016. godinu subvencije za biljnu proizvodnju su smanjene na trećinu (sa 6.000 din. na 2.000 din.) za osnovni podsticaj, zatim smanjenje za trećinu za đubrivo (sa 3.000 na 2.000 din.), dok su za gorivo stavljene van snage. Davanja za premije osiguranja i skladištenja ostale su skoro iste (40% od troškova). S obzirom na to da su mere koje se odnose na agrar kasno donete kao i da su smanjene, na ostvarenu proizvodnju nisu imale pozitivnog uticaja.

Srbija raspolaže sa 3.861.477 ha plodnog poljoprivrednog zemljišta, od čega je pod uljanim kulturama bilo zasejano 2016. godine 420.000 hektara ili 11%. Suncokretom je bilo zasejano 220.180 ha, dok je sojom bilo zasejano 180.000 ha. Uljana repica je 2015. godine bila zasejana na svega 18.000 ha, a u 2016. je povećana setvena površina na 40.000 ha. Ukupna proizvodnja uljarica u 2016. godini je bila rekordna. Iznosila je 1.360 hiljada tona, za 344 hiljade tona više u odnosu na prethodnu godinu ili 34% više. Najveće povećanje je u proizvodnji soje, veća je za 184 hiljade tona u 2016. godini ili 44% više, a kod suncokreta povećanje iznosi 25%, odnosno više za 154 hiljade tona.



Slika 1. Proizvodnja uljarica u Srbiji, u tonama
Figure 1. Production of oilseeds in Serbia, in tons

Izvoz poljoprivredno prehrambenih proizvoda je postao imperativ daljeg razvoja proizvodnje hrane na prostorima Srbije. Proizvodnja hrane samo za zadovoljavanje domaćih potreba je put ka ekstenziviranju poljoprivredne proizvodnje, što svakako ne može biti naš cilj. Republika Srbija, u poslednjih nekoliko godina, postala je zemlja koja ostvaruje deficit u izvozu hrane. Ovakvi rezultati postignuti u izvozu su rezultat nekoliko činilaca:

- Zemlja sa velikim potencijalom u proizvodnji hrane kakva je Srbija, uvek postiže veći obim proizvodnje od potreba odnosno potrošnje u proseku;
- Mali broj stanovnika sa malom kupovnom moću je doveo da je mala apsorpciona moć proizvoda na domaćem tržištu, te višak mora ići u izvoz;
- Evropska unija je još novembra 2000. godine dodelila Srbiji autonomne trgovinske preferencijale, odnosno, mogućnost bescarinskog izvoza nekih poljoprivredno prehrambenih proizvoda. Za neke poljoprivredno prehrambene proizvode kao što su „bebi bif”, neka vina i posebno za šećer, određene su kvote za koje važe preferencijalne pogodnosti;

- Sporazum o slobodnoj trgovini sa Ruskom Federacijom, Srbija nije ni približno iskoristila, i pored šanse koja se ukazala zavodenjem embarga na uvoz hrane iz EU i Turske od strane Ruske administracije.

Permanentan rast izvoza, sa veoma stabilnim uvozom, bilans razmene se sistematski popravlja, da bi u 2016. godini Srbija ostvarila najveću, rekordnu vrednost izvoza poljoprivredno prehrambenih proizvoda od 3.209,3 miliona USD i deficit od 1.799,5 miliona USD. Rekordna proizvodnja je doprinela da izvoz suncokreta od roda 2016. godine iznosi 129.170 tona, suncokretovog ulja od oktobra 2016. do marta 2017. godine 199.417 tona, i suncokretovog sačme 89.122 tone u istom periodu. Izvoz soje u zrnu 168.245 tona, a samo od novog roda do marta ove godine izvezeno je 118.260 tona, sojine sačme 67.687 tona, teksturata od soje 32.729 tona, sojinog brašna i griza 26.997 tona.

Ukupan agrar učestvuje sa 21,6% u ukupnom izvozu zemlje, a sa 7,3% u uvozu. Učešće biljnih ulja i masti u ukupnom izvozu agrara iznosi 5,74% u 2016. godini, i izvoz je veći od prethodne godine za 23%.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Svetska proizvodnja uljanih kultura u 2016/17. godini ostvarila je rekordnu ukupnu proizvodnju, soje i suncokreta posebno, dok je kod uljane repice došlo do smanjenja u odnosu na prethodnu godinu.

U Evropskoj uniji je ostvarena manja proizvodnja uljanih kultura za preko 10%.

Osnovni faktori u Srbiji koji su uticali na prošlogodišnju rekordnu proizvodnju su: zemljište, vremenski uslovi i adekvatna agrotehnika.

U Srbiji su, takođe, ostvareni rekordi u proizvodnji suncokreta i soje, dok je proizvodnja uljane repice stagnirala.

Izvoz uljanih kultura, ulja i proizvoda, zahvaljujući povećanoj proizvodnji je u porastu u 2016/17. godini.

LITERATURA

1. Dr Olga Čurović, Proizvodnja i prerada industrijskog bilja u 2016. godini, Grupacija ulja, Novi Sad, april 2017. godine.
2. Republički zavod za statistiku.
3. USDA World Agricultural Production, 11. februar 2017. godine.

TEHNOLOŠKE I MORFOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE SEMENA KONZUMNIH I ULJANIH GENOTIPOVA SUNCOKRETA I SNIMAK GRAĐE LJUSKE (PERIKARPA)

Sanja Dimić, Jadranka Luković, Lana Zorić, Vladimir Miklič, Nada Hladni

U radu je analizirano devet različitih genotipova suncokreta od kojih pet pripada proteinsko-konzumnom tipu, a četiri su uljanog tipa. Cilj ovih istraživanja bio je da se ispita osnovni hemijski sastav i tehničko-tehnološke karakteristike semena i da se utvrdi da li postoje razlike u mikromorfološkim karakteristikama semena između proteinsko-konzumnih i uljanih genotipova. Predstavljeni su takođe i mikroografski snimci građe lјuske svih ispitanih grupa uzoraka.

Ključne reči: konzumni i uljani tip suncokreta, osnovni hemijski sastav, tehnološke i morfološke karakteristike semena, građa lјuske (perikarpa)

TECHNICAL AND MORPHOMETRIC SEED CHARACTERISTICS OF CONFECTIONERY AND OIL SUNFLOWER GENOTYPES AND HULL (PERICARP) STRUCTURE IMAGES

In this paper nine different sunflower genotypes were examined of which five belong to the protein-confectionary sunflower type and four belong to the oil type. The aim of this study was to determine basic chemical composition and technical-technological seed characteristics and to examine if there are differences in micro-morphological characteristics of sunflower seed between protein-confectionary and oil genotypes. Also, micrographic images of hull (pericarp) structure from all analysed samples are presented.

Key words: confectionary and oil type of sunflower; basic chemical composition, technical-technological characteristics, seed morphology, hull (pericarp) structure

UVOD

Plod suncokreta (*Helianthus annuus L.*) - ahenija (stisnuta orašica) se u oblasti tehnologije i poljoprivrede naziva „seme“, za plodov omotač - perikarp koristi se termin „lјuska“ dok se za seme koristi termin „jezgro“. U ovom radu je primenjen rečnik tehnološke terminologije.

Suncokret, zajedno sa sojom i uljanom repicom, spada u najvažnije semenske uljane kulture u svetu, dok je u našoj zemlji suncokret osnovna kultura za proizvodnju jestivih ulja (Vranceanu, 1977; Škorić, 1988; Marinković i sar., 2003; Hladni i sar., 2007). U dosadašnjoj praksi glavni cilj naših selekcionera bio je stvaranje hibrida suncokreta sa visokim sadržajem

ulja koji uz to daju i veliki prinos semena. Uočeno je, međutim, da pri promeni sadržaja ulja dolazi do promene tehničko-tehnoloških karakteristika semena, što može prouzrokovati određene poteškoće u industriji ulja, vezano pre svega za skladištenje i preradu semena, kao i rafinaciju ulja (Turkulov i Dimić, 1983, 1985; Turkulov i sar., 1988; Nedić-Grujin i sar., 2015).

U potrošnji jestivih ulja, osim rafinisanih, danas se sve veća pažnja posvećuje hladno presovanom ulju suncokreta, koje stiče važnu ulogu u ishrani ljudi i polako osvaja tržišta Evrope i sveta, čak i u onim zemljama gde se po tradiciji prednost daje maslinovom ulju (De Leonardis i sar., 2001; Dimić, 2005; Bendini i sar., 2011; Dimić i sar., 2012). Ulje suncokreta ima visoku biološko-nutritivnu vrednost, budući da veoma povoljno utiče na rad srca i krvnih sudova (Škorić i sar., 2000; Lepšanović i Lepšanović, 2000), kao i na očuvanje i unapređenje opštег zdravstvenog statusa organizma. Aterogeni indeks suncokretovog ulja je 7,00, za razliku od svinjske masti kod koje ova vrednost iznosi 28,45 (Lepšanović i Lepšanović, 1995).

Sanja Dimić, e-mail: sanjadimic85@yahoo.com; prof. dr Jadranka Luković, prof. dr Lana Zorić, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija; dr Vladimir Miklič i dr Nada Hladni, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 5, 21000 Novi Sad, Srbija.

U prehrambenoj industriji, kao i u neposrednoj primeni, pored ulja, sve je šira primena i oljuštenog semena suncokreta. Oljuštena jezgra mogu da se koriste pečena, nepečena, soljena, nesoljena, sa dodatkom raznih začina kao i za pripremanje preko 100 različitih prehrambenih proizvoda (npr. specijalnih vrsta hleba, kolača, sladoleda, čokolada, namaza i dr.) (Hladni i sar., 2009; Dimitić i sar., 2013; Premonić i sar., 2015).

U procesu oplemenjivanja suncokreta, novi hibridi se neprestano testiraju u cilju izbora i preporuke proizvodnja za određenu proizvodnju (Balalić i sar., 2007). Na efikasnost i ekonomičnost čuvanja i prerade semena, a time i na kvalitet dobijenog ulja, pored osnovnih parametara hemijskog kvaliteta, sadržaja ulja i vlage, u velikoj meri uticaj ispoljavaju i tehničko-tehnološke karakteristike semena, kao što su: masa 1000 semena, dimenzije semena, ideo ljske, karakteristike ljske, karakter ljuštenja semena, specifična i zapreminska, odnosno, litarska masa (Turkulov i sar., 1993).

Sa aspekta prerade, kako konzumnih tako i uljanih genotipova suncokreta, poseban značaj imaju tehničko-tehnološke karakteristike semena. Kod konzumnih tipova potrebno je potpuno ljuštenje semena, a efikasnost ljuštenja direktno je zavisna od debljine ljske. Pri proizvodnji hladno cedenih ulja iz uljanih tipova suncokreta debljina ljske je takođe značajna jer se pri ovom procesu seme delimično ljušti, a ljska utiče na hemijski kvalitet i senzorska svojstva izdvojenog ulja. Stoga je cilj istraživanja u okviru ovog rada bio da se utvrdi:

- da li postoje razlike u tehničko-tehnološkim i morfološkim karakteristikama semena između proteinsko-konzumnih i uljanih genotipova ispitivanih uzoraka suncokreta, i
- da se prikažu mikrografski snimci grade ljske ispitivanih genotipova.

MATERIJAL I METODE

Materijal

Analizirano je 9 različitih genotipova suncokreta koji su selezionisani u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, u Zavodu za uljane kulture. Od ispitivanih uzoraka 5 pripada protein-sko-konzumnom tipu suncokreta, a 4 su bila uljanog tipa.

Proteinsko-konzumni genotipovi su: NS-Tor, NS-Tezej, Gricko, NS-Argonaut i Borneo.

Uljani genotipovi su: NS-H-6242, NS-H-6722, NS-H-111 i Dukat (www.ifvcns.co.rs).

Metode ispitivanja

1. Metode fizičko-hemijskih ispitivanja

Najvažnije hemijske karakteristike, kao što su sadržaj vlage, ulja i proteina u uzorcima semena suncokreta određeni su odgovarajućim standardnim metodama:

- Sadržaj vlage, SRPS EN ISO 665: 2008;
- Sadržaj ulja, SRPS EN ISO 659: 2011;
- Sadržaj azota-sirovih proteina, SRPS ISO 937: 1992.

Od fizičkih karakteristika semena suncokreta određena je zapreminska i specifična masa.

- Zapreminska-litarska masa je određena pomoću Šoperove vase (Karlović i Andrić, 1996);
- Specifična masa je određena metodom koju su dali Ržehin i Sergeev (1965).

Rezultati svih fizičko-hemijskih ispitivanja prikazani su kao srednja vrednost tri pojedinačna određivanja \pm standardna devijacija.

2. Morfometrijska analiza semena

Merenja morfoloških karakteristika uzoraka izvršena su pomoću pomičnog merila na reprezentativnom uzorku od ukupno 50 pojedinačnih proizvoljno odabralih semena svakog hibrida, a rezultati su izraženi u mm. Analizirane su sledeće karakteristike: dužina semena, širina i debljina semena (merene na 1/3 dužine prema stilopodijumu-apikalna regija), kao i debljina ljske. Iz dobijenih rezultata izračunat je odnos dužine i širine semena.

Masa semena, jezgra i ljske merena je na analitičkoj vagi, a rezultati merenja su izraženi u mg. Iz dobijenih rezultata izračunat je procentualni ideo jezgra i ljske, kao i odnos mase jezgra i ljske.

Mikrografski snimci grade ljske svih ispitivanih uzoraka dobijeni su pomoću svetlosnog mikroskopa Motic (sistem za analizu slike Image Analysing System Motic 2000) korišćenjem pripremljenih polutrajnih preparata poprečnog preseka ljske, debljine 60 µm, koji su pravljeni pomoću Leica CM 1850 kriostata pri temperaturi od -20 °C

Statistička obrada podataka

Korišćenjem programa STATISTICA for Windows version 10.0, za svaki od navedenih karakteristika urađena je statistička analiza. Analiza je obuhvatila određivanje sledećih statističkih parametara: srednja vrednost, standardna greška i koeficijent varijacije. Za testiranje statistički značajnih razlika

između analiziranih genotipova korišćen je Duncan test (nivo značajnosti 0,05). Kod pojedinih pokazatelja određena je i linearna međuzavisnost između dve promenljive, odnosno koeficijent korelacije (R^2) (Hadživuković, 1991).

REZULTATI I DISKUSIJA

1. Osnovni hemijski sastav semena ispitivanih genotipova suncokreta

Osnovni hemijski sastav semena na bazi sadržaja vlage, ulja i proteina kod ispitivanih genotipova suncokreta prikazan je u tabeli 1, a na slici 1 su predstavljeni rezultati određivanja litarske i specifične mase.

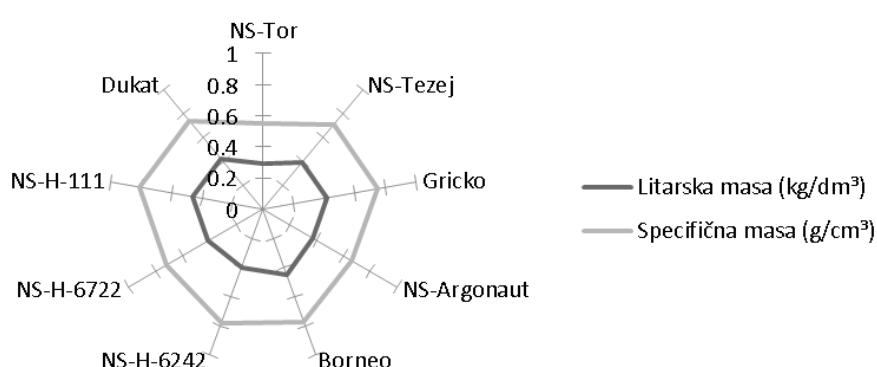
Tabela 1. Osnovni hemijski sastav semena različitih genotipova suncokreta
Table 1. Basic chemical composition of seed of different sunflower genotypes

Oznaka genotipa / Genotype		Sadržaj* (%) / Content (%)	
	Vлага / Moisture	Ulje / Oil	Proteini / Proteins
Proteinsko-konzumni genotipovi			
NS-Tor	6,42 ± 0,03	20,86 ± 0,06	28,67 ± 0,10
NS-Tezej	5,95 ± 0,02	23,57 ± 0,36	26,09 ± 0,28
Gricko	5,60 ± 0,04	34,14 ± 0,06	28,25 ± 0,55
NS-Argonaut	5,78 ± 0,07	30,64 ± 0,27	30,31 ± 0,47
Borneo	5,22 ± 0,04	40,59 ± 0,47	27,13 ± 0,66
Uljani genotipovi			
NS-H-6242	4,61 ± 0,04	49,64 ± 0,40	23,13 ± 0,89
NS-H-6722	4,56 ± 0,02	44,57 ± 0,54	25,38 ± 0,98
NS-H-111	4,73 ± 0,02	43,30 ± 0,96	27,63 ± 1,00
Dukat	5,43 ± 0,03	48,37 ± 0,27	31,63 ± 1,56

*Rezultat merenja je izražen kao srednja vrednost ± standardna devijacija

Rezultati osnovnog hemijskog sastava ukazuju na to da u relativno suvom semenu, pri sadržaju vlage od oko 5 do 6 %, sadržaj ulja uljanih genotipova je znatno veći, 43,30 - 49,64 %, u odnosu na većinu konzumnih genotipova, 20,86 – 34,14 %. Izuzetak po ovom parametru predstavlja genotip Borneo koji pripada konzumnom tipu sa većim sadržajem ulja koji iznosi 40,59 %. Sadržaj proteina svih ispitanih uzorka je manje varijabilan karakter i kreće se u rasponu od 23,13 % (NS-H-6242) do 31,63 % (Dukat).

Generalno, litarska masa semena je znatno manja u odnosu na specifičnu masu kod svih genotipova (Slika 1), u odnosu oko 1:2, što govori o većoj poroznosti semene mase suncokreta u odnosu na druge uljarice. Najmanja litarska ($0,29 \text{ kg/dm}^3$) i specifična ($0,55 \text{ g/cm}^3$) masa semena je kod konzumnog genotipa NS-Tor, a najveće vrednosti ovih pokazatelja ($0,46 \text{ kg/dm}^3$ i $0,81 \text{ g/cm}^3$) su nadene kod uljanog genotipa NS-H-111.



Slika 1. Litarska i specifična masa semena različitih genotipova suncokreta
Figure 1. Litre and specific mass of seed of different sunflower genotypes

2. Morfometrijska analiza semena različitih genotipova suncokreta

Tabela 2. Morfološke karakteristike semena različitih genotipova suncokreta
Table 2. Morphological characteristics of seed of different sunflower genotypes

Oznaka genotipa Genotype	Dužina (mm) Length (mm)	Širina (mm) Width (mm)	Debljina (mm) Thickness (mm)	Odnos dužina/širina Ratio length/ width	Debljina ljske (mm) Hull thickness (mm)
Konzumni genotipovi					
NS-Tor	14,65-21,75* $18,9^{**} \pm 0,31^a$ (11,41)***	6,75-9,00 $8,01 \pm 0,08^a$ (6,63)	3,65-5,35 $4,69 \pm 0,05^a$ (7,28)	1,83-2,69 $2,36 \pm 0,03^c$ (8,07)	0,50-0,85 $0,66 \pm 0,01^a$ (12,62)
NS-Tezej	13,25-17,85 $16,27 \pm 0,16^b$ (6,75)	5,25-7,40 $6,34 \pm 0,09^c$ (9,52)	3,35-5,00 $4,14 \pm 0,05^{bc}$ (8,13)	2,17-3,01 $2,58 \pm 0,03^b$ (7,70)	0,35-0,75 $0,53 \pm 0,01^b$ (18,78)
Gricko	13,25-16,60 $14,92 \pm 0,11^c$ (5,15)	4,50-6,55 $5,64 \pm 0,07^{cf}$ (9,33)	3,00-5,25 $3,80 \pm 0,06^{ef}$ (11,85)	2,33-3,04 $2,66 \pm 0,02^a$ (6,48)	0,40-0,85 $0,52 \pm 0,01^b$ (19,62)
NS-Argonaut	12,80-15,60 $14,42 \pm 0,11^d$ (5,44)	5,00-8,95 $6,97 \pm 0,12^b$ (12,43)	3,15-5,55 $4,30 \pm 0,09^b$ (14,98)	1,70-2,76 $2,09 \pm 0,03^e$ (10,30)	0,40-0,95 $0,63 \pm 0,02^a$ (19,92)
Borneo	11,55-13,60 $12,69 \pm 0,08^e$ (4,37)	5,10-7,00 $6,16 \pm 0,06^c$ (6,59)	3,25-5,55 $4,03 \pm 0,06^{cd}$ (10,43)	1,89-2,39 $2,06 \pm 0,02^{ef}$ (5,16)	0,25-0,50 $0,38 \pm 0,01^d$ (17,26)
Uljani genotipovi					
NS-H-6242	10,50-12,50 $11,78 \pm 0,06^f$ (3,58)	4,45-7,00 $5,87 \pm 0,06^d$ (7,53)	2,95-4,30 $3,74 \pm 0,05^f$ (8,72)	1,68-2,36 $2,02 \pm 0,02^f$ (6,81)	0,15-0,40 $0,27 \pm 0,01^e$ (20,49)
NS-H-6722	9,65-13,00 $11,12 \pm 0,10^g$ (6,05)	5,00-7,15 $6,20 \pm 0,08^c$ (8,95)	3,00-5,15 $3,93 \pm 0,07^{de}$ (12,47)	1,47-2,23 $1,81 \pm 0,03^g$ (10,84)	0,20-0,50 $0,36 \pm 0,01^d$ (21,16)
NS-H-111	9,40-11,90 $10,45 \pm 0,08^h$ (5,55)	3,70-5,30 $4,46 \pm 0,05^g$ (8,07)	2,40-3,60 $2,94 \pm 0,04^h$ (9,55)	1,89-2,78 $2,35 \pm 0,03^c$ (8,08)	0,15-0,40 $0,25 \pm 0,01^e$ (29,75)
Dukat	8,80-10,50 $9,68 \pm 0,05^h$ (3,55)	4,80-6,50 $5,76 \pm 0,06^{de}$ (7,51)	2,45-4,15 $3,38 \pm 0,05^g$ (10,13)	1,51-1,94 $1,69 \pm 0,01^h$ (6,07)	0,30-0,65 $0,46 \pm 0,01^e$ (17,93)

*Interval variranja; ** Rezultat merenja izražen kao srednja vrednost \pm standardna devijacija; ***Koeficijent varijacije Različita slova u superskriptu u kolonama ukazuju na statistički značajne razlike između analiziranih genotipova suncokreta prema Duncan testu ($p \leq 0,05$)

U pogledu morfoloških karakteristika semena analizirani genotipovi suncokreta se značajno razli-

kuju (Tabela 2). Dužina semena se kreće u rasponu od 9,68 mm do 18,91 mm, sa statistički značajnim

razlikama. Semena proteinsko-konzumnih genotipova su duža, u rasponu od (12,69 mm do 18,91 mm), u odnosu na uljane tipove (9,68 mm do 11,78 mm). Najveću dužinu ima konzumni genotip NS-Tor (18,91 mm), međutim i koeficijent varijacije je takođe najveći (11,41 %) kod ovog genotipa. Najmanja dužina semena (9,68 mm), a ujedno i najmanja varijabilnost (3,55 %) izmerena je kod uljanog genotipa Dukat.

Širina semena suncokreta kod svih uzoraka je znatno manja u odnosu na dužinu i kreće se u rasponu od 4,46 mm do 8,01 mm. Međutim, može se reći da se širina semena svih ispitanih genotipova, izuzev hibrida NS-Tor, kreće se kreće u užem rasponu, tj. od 4,46 mm do 6,97 mm. Seme genotipa NS-Tor se posebno ističe u odnosu na ostale genotipove, jer osim dužine ovaj hibrid ima i najveću širinu, dok najmanja vrednost širine karakteristika je hibrida NS-H-111.

Vrednosti debljine semena nalaze se u rasponu od 2,94 mm (uljni hibrid NS-H-111) do 4,69 mm (konzumni hibrid NS-Tor), u poređenju sa ostalim parametrima primećena je najveća varijabilnost (7,28 % do 14,98 %). U proseku debljina semena varira između 3 i 4 mm.

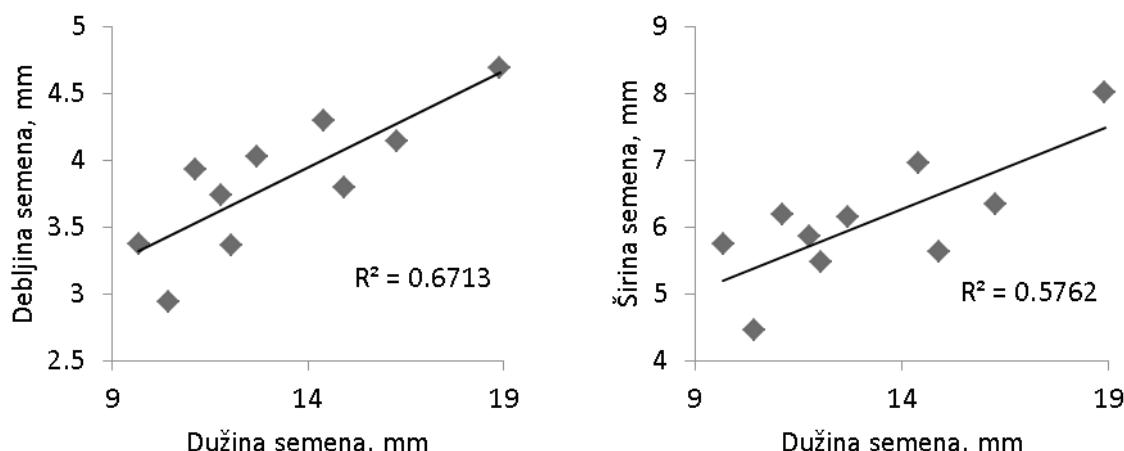
Na osnovu ustanovljenih parametara dimenzija semena, a u saglasnosti sa literaturnim navodom Škorić i Atlagić (1988), među ispitanim genotipovima zastupljeni su kako krupni tako i sitnosemeni plodovi. Kategoriji krupnosemenih plodova pripadaju uzorci NS-Tor, NS-Tezej, Gricko, NS-Aргonaut i Borneo, u sitnosemene se ubrajaju NS-H-111 i Dukat. Preostali uzorci NS-H-6722 i NS-H-6242 se mogu svrstati u prelaznu grupu. Dobijeni rezultati dimenzija semena svih uzoraka su takođe u skladu

sa literaturnim podacima više autora (Vrânceanu, 1977; Turkulov i sar., 1983; Turkulov i Dimić, 1985; Kővári i Weinbrenner, 1988; Dimić i sar., 2003).

Kod većine genotipova, izuzev genotipova NS-H-6722 i Dukat, odnos dužine i širine semena ima vrednost iznad 2. Najmanju vrednost odnosa 1,69 ima genotip Dukat. Tako mala vrednost ovog parametra je u skladu i sa njegovim vizuelnim izgledom koji se približava gotovo idealno sferičnom obliku. Sferičnost ploda, kao morfološku karakteristiku određivali su i Shukla i sar. (1992), i pri njihovim rezultatima odnos širine i dužine semena suncokreta je iznosio 0,48, odnosno, odnos dužine i širine 2,08. Prema ispitivanjima Chavoshgoli i sar. (2014) sferičnost semena dva iranska varijeteta suncokreta je iznosila 0,41 i 0,59, pri čemu su ustanovili da se sa povećanjem sadržaja vlage u jezgru, a pre svega u ljusci, povećava i sferičnost semena zbog različite raspodele udela vlage između konstitutivnih elemenata semena.

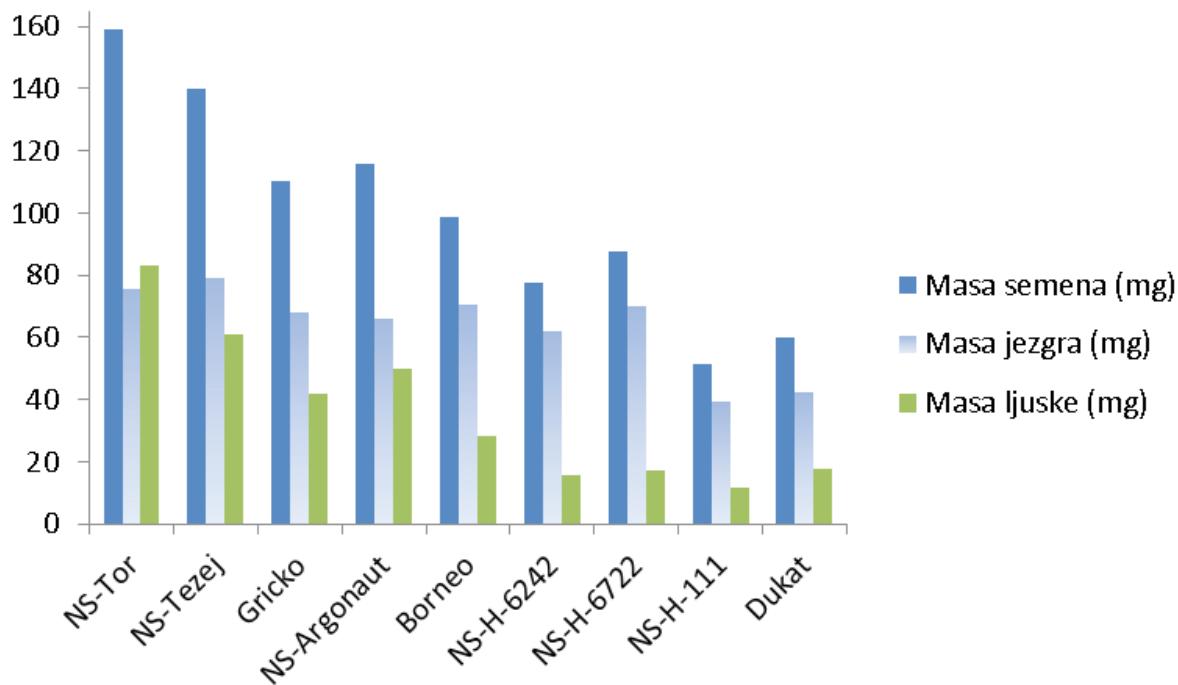
Debljina ljske ispitanih uzoraka se kreće u rasponu od 0,66 mm do 0,25 mm, sa statistički značajnim razlikama. Semena proteinsko-konzumnih genotipova generalno imaju veću debljinu ljske (0,38 mm do 0,66 mm), u odnosu na uljane tipove (0,25 mm do 0,46 mm). Hibrid NS-H-111 ima najtanju ljsku (0,25 mm), ali sa najvećim koeficijentom varijacije (29,75 %). Najveća debljina ljske (0,66 mm), a ujedno i najmanja varijabilnost (12,62 %) izmerena je kod konzumnog hibrida NS-Tor.

Analizom linearne međuzavisnosti dimenzija semena suncokreta ustanovljene su značajne korelacije između debljine i dužine semena ($R^2 = 0,6713$) i širine i dužine semena ($R^2 = 0,5762$), slika 2.



Slika 2. Korelaciona međuzavisnost morfoloških parametara semena
Figure 2. Correlation between morphological seed parameters

U pogledu mase celog semena primećena je velika raznolikost među hibridima (Slika 3). Srednja vrednost mase semena konzumnih tipova kreće se u opsegu od 98,53 mg do 158,81 mg, i znatno je veća u odnosu na uljane tipove, kod kojih se ovaj parametar kretao u rasponu od 51,49 mg do 87,42 mg. Odnos mase između najkrupnijih semena genotipa NS-Tor i najsitnijih NS-H-111 je čak 3:1.



Slika 3. Srednje vrednosti mase semena, jezgra i ljske različitih genotipova suncokreta
Figure 3. Average values of seed mass, kernels and hulls of different sunflower genotypes

Dobijene vrednosti mase jezgra ukazuju na veću uniformnost između svih hibrida, budući da rezultati variraju u užem opsegu koji se kreće od 39,57 mg do 79,12 mg. Odnos između najtežeg jezgra, NS-Tezej, i najlakšeg, NS-H-111, je 2:1. Vrânceanu (1977) navodi da je ljska obično čvrsto priljubljena za jezgro izuzev na bočnim ivicama. Međutim, postoje slučajevi kada zbog nepovoljnih klimatskih uslova ne dolazi do potpunog nalivanja semena pa jezgro ne ispunjava kompletnu unutrašnjost ljske već ostaje manje.

Što se tiče mase ljske konzumnih genotipova hibridi NS-Tor i NS-Tezej se izdvajaju sa najvećim vrednostima od 83,08 mg i 60,89 mg, redosledom. Masa ljske uljanih genotipova je znatno manja, kreće se u intervalu od 11,92 mg do 17,86 mg. Masa ljske je uslovljena njenom debljinom, što potvrđuje da genotipovi sa najvećom masom ljske ujedno imaju i najveću debljinu ljske. To je posebna odlika konzumnih genotipova gde se debljina ljske kreće od 0,38 mm do 0,66 mm. U grupi konzumnih hibrida se posebno izdvaja Borneo sa relativno velikom masom jezgra, 70,35 mg, ali malom debljinom ljske

0,38 mm.

Iz analize mase jezgra i ljske određene su vrednosti njihovog procentualnog učešća u masi semena, a rezultati su predstavljeni ilustracijom kružnih isečaka na slici 4. Od ukupno devet ispitanih uzoraka jasno je uočljivo da je udeo jezgra veći od u dela ljske, što je i odlika semena suncokreta. Jedini izuzetak je hibrid NS-Tor kod kojeg je veći udeo ljske, iznosi 52,06 %, a udeo jezgra je manji i iznosi 47,94 %. Može se reći da je generalno udeo jezgra uljanih tipova znatno veći u odnosu na konzumne tipove i kreće se na nivou od oko 70 do 80 %, a udeo ljske oko 20 do 30 %. U ovoj grupi uzoraka najveći udeo jezgra ima genotip NS-H-6722 koji iznosi 80,29 %.

Udeo ljske kod konzumnih genotipova je veći, kreće se u rasponu od oko 30 do 40%, što je sa aspekta tehnološkog procesa ljuštenja u cilju dobijanja potpuno oljuštenog semena ključni faktor (Kővári i Weinbrenner, 1984; Karlović i sar., 1992). Prema podacima Shukla i sar. (1992) udeo ljske semena suncokreta iznosi 30-40 %, a udeo jezgra 60-70 %.



Rezultati predstavljaju srednju vrednost (standardne greške su zanemarljivo male, te nisu ni prikazane); koeficijent varijacije; različita slova u superskriptu ukazuju na statistički značajne razlike između analiziranih genotipova suncokreta prema Duncan testu ($p \leq 0,05$).

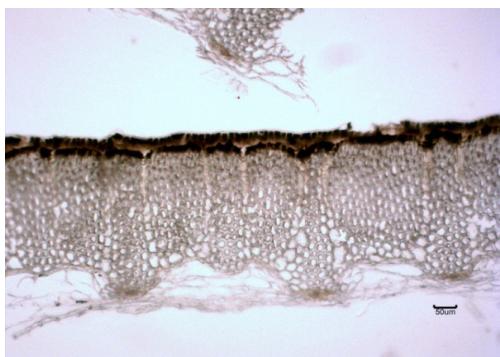
Slika 4. Prikaz udela mase jezgra i mase ljske različitim genotipovima suncokreta
Figure 4. Share of kernels mass and hulls of different sunflower genotypes

2. 1. Mikrografski snimci i opis građe ljsuske (perikarpa)

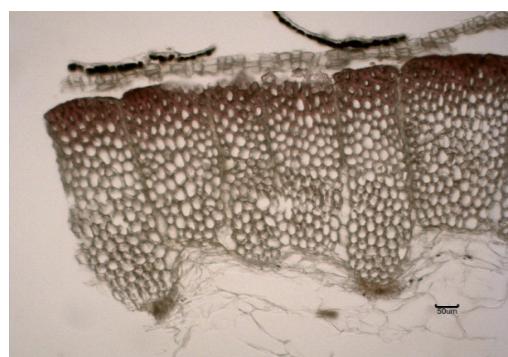
Mikrografski snimci poprečnih preseka ljsuske zrelih semena analiziranih genotipova suncokreta prikazani su na slikama 5 i 6. Jednoslojni epidermis



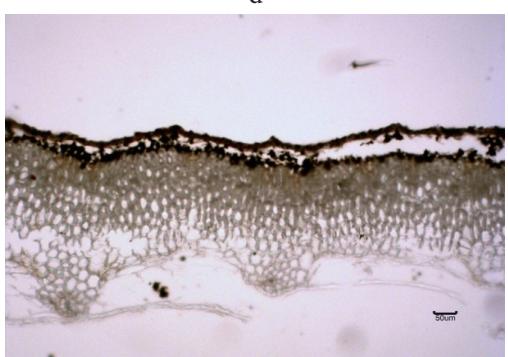
a



c

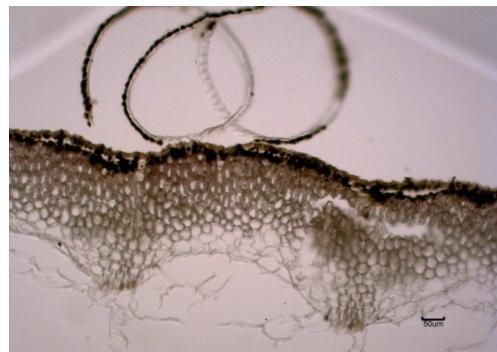


d

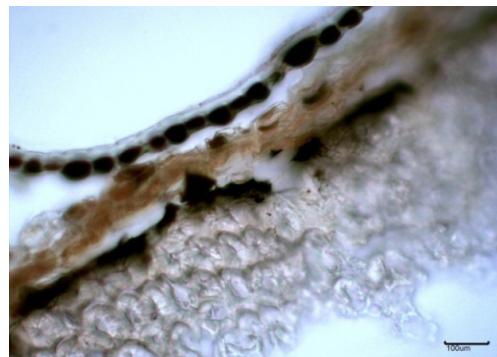


e

je građen od uniformnih ćelija sa crnim pigmentom, kod svih konzumnih genotipova, koji je nerastvorljiv u vodi. Subepidermalne slojeve – hipodermis, čine pravilni nizovi ćelija koje su pigmentisane kod konzumnih genotipova NS-Tezej, Gricko i Borneo (Slika 5 b, c, e). Kod genotipova NS-Tor i NS-Ar-



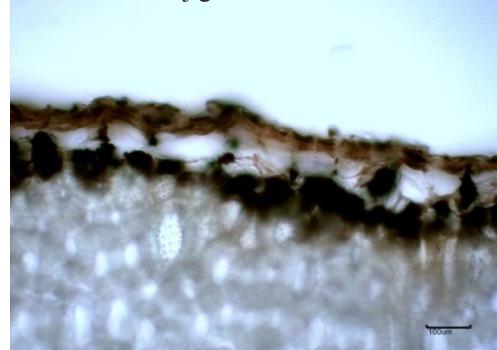
b



Detalj građe-epidermis



Detalj građe-sklerenhim

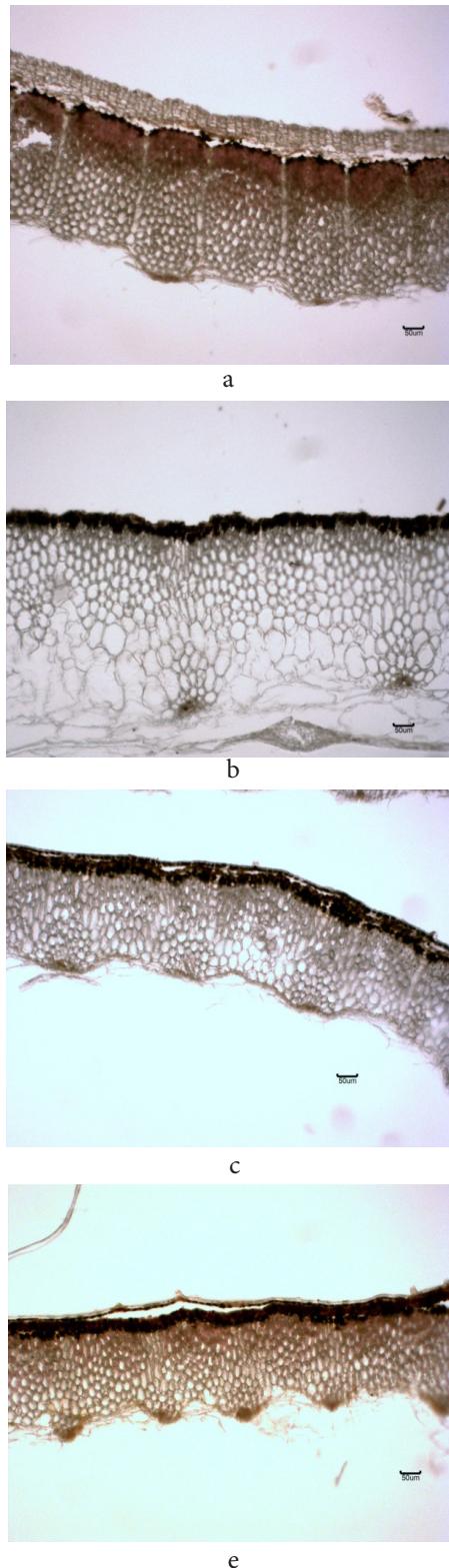


Detalj građe-hipodermis

Slika 5. Mikrografski snimci poprečnih preseka ljsuske konzumnih genotipova suncokreta:
a - NS-Tor; b – NS-Tezej; c – Gricko; d – NS-Argonaut; e – Borneo

Figure 5. Micrographic images of hulls crossing cut sections of confectionary sunflower genotypes

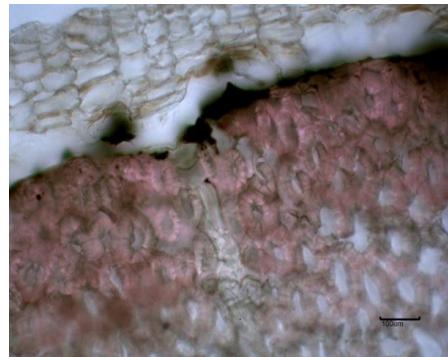
gonaut čelije hipodermisa su bez pigmenta (Slika 5 a, d). U građi mezokarpa ističu se čelije sklerenhima znatno zadebljalih zidova, poligonalnog oblika, čija se debljina postepeno redukuje prema čelijama parenhima. Međutim kod genotipova Gricko, NS-Tor i NS-Argonaut čelije sklerenhima sa zadebljalim zi-



Slika 6. Mikrografski snimci poprečnih preseka ljuske uljanih genotipova suncokreta:
a - NS-H-6242; b - NS-H-6722; c - NS-H-111; d – Dukat;

Figure 6. Micrographic images of hulls crossing cut sections of oil sunflower genotypes

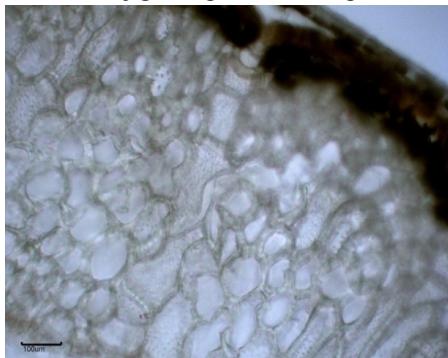
dovima prostiru se celom dužinom, ravnomerne do parenhima. Sklerenhim sa čelijama ovako opisanog tipa je u neposrednoj vezi sa debljinom i čvrstinom ljuske što doprinosi olakšanju procesa ljuštenja prilikom industrijske prerade semena.



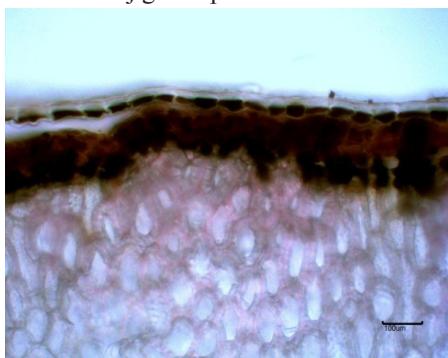
Detalj građe-pancirni sloj



Detalj građe-provodni snopić



Detalj građe-parenhimski zrak



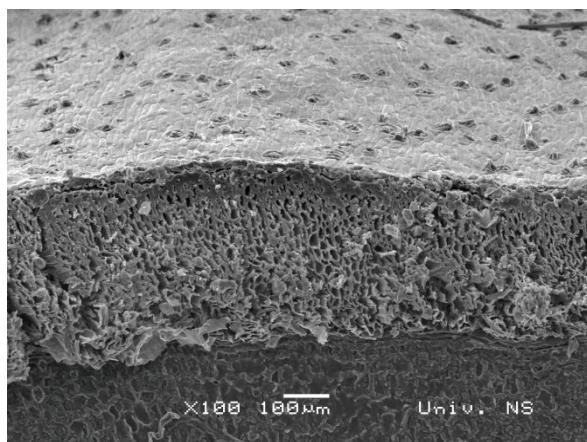
Detalj građe-hipodermis

Na pojedinim mestima u građi sklerenhima pružaju se nizovi horizontalnih ćelija koji predstavljaju parenhimske zrake. Uočljivi provodni snopici su smešteni u graničnom pojasu između sklerenhima i parenhima i karakteriše ih ravnomernan raspored. Unutrašnji parenhim čine slojevi tankozidnih ćelija. Slične strukturne karakteristike perikarpa opisalo je više autora (Gajić, 1975; Škorić i Atlagić, 1988; Andelić i Merkulov, 1989; Karlović i Andrić, 1996).

Mikrografske snimci poprečnih preseka ljske uljanih genotipova suncokreta prikazani su na slici 6. Genotipska varijabilnost je uočljiva u debljini ljske kao i po broju slojeva hipodermisa, sklerenhima i parenhima. Fitomelanin je prisutan u epidermisu svih

analiziranih uljanih genotipova. Slojevi hipodermisa uljanih genotipova su različito pigmentisani, kod genotipa Dukat ćelije su ispunjene sadržajem boje cílibara (Slika 6 d). Najveći broj slojeva ćelija hipodermisa i najjače izražene parenhimske zrake ima genotip NS-H-6242 (Slika 6 a). Karakteristika svih uljanih genotipova je prisustvo pancirnog sloja.

Jedan do dva sloja tankozidnih parenhimskih ćelija sačinjavaju parenhimske zrake, jasno uočljive kroz ceo mezokarp. Nešto slabije izraženi parenhimski zraci prisutni su kod genotipova NS-Tor, NS-Tezej, Borneo i Dukat (Slika 5 a, b, e i Slika 6 d). Debelozidne sklerenhimske ćelije sa brojnim jamicama (Slika 7) zauzimaju najveći deo mezokarpa.



Slika 7. SEM mikrografija poprečnog preseka ljske suncokreta genotipa NS-Agronaut; sk – sklerenhimsko tkivo, pa – parenhimsko tkivo

Figure 7. SEM micrographic images of hulls crossing cut sections of sunflower genotype NS-Argonaut; sk – sclerenhyematous tissue, pa – parenchymatous tissue

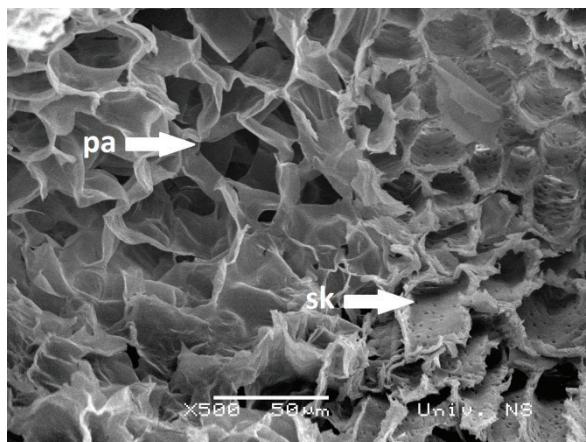
3. ZAKLJUČAK

Značajna varijabilost analiziranih genotipova dobijena je u pogledu dimenzija i mase semena suncokreta. Semena većih dimezija i mase imaju konzumni genotipovi. Odnos između mase najvećih (NS-Tor) i najmanjih (NS-H-111) dimenzija semena je 3:1.

Masa jezgra ispitivanih genotipova se pokazala kao manje varijabilan karakter. Odnos između najveće (NS-Tezej) i najmanje mase jezgra (NS-H-111) je 2:1.

Veću masu ljske imaju konzumni genotipovi. Po najvećim vrednostima izdvajaju se NS-Tor i NS-Tezej (83 mg, 61 mg, redosledom). Kod uljanih genotipova masa ljske je znatno manja, kreće se u intervalu od 12 do 18 mg.

Udeo jezgra u semenu uljanih genotipova je od 61 do 80%, i znatno je veći u odnosu na konzumne genotipove, kod kojih se ova vrednost kreće u intervalu od 48 do 71%.



Opis građe ljske u skladu je sa opisima datim u literaturi. Analiza građe poprečnog preseka ljske ukuzuje na genotipske specifičnosti koje se pre svega tiču: debljine ljske; prisustva/odsustva pancirnog sloja; debljine i broja slojeva ćelija hipodermisa i sklerenhima; širine, dužine i broja parenhimskih zraka.

LITERATURA

- Balalić I., J. Crnobarac, N. Dušanić (2007). Ocena interakcije hibrida i rokova setve za prinos ulja suncokreta, 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik rada, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 63-68.
- Bendini, A., S. Berbieri, E. Valli, K. Buchecker, M. Canavari, T. Gallina Toschi (2011). Quality evaluation of cold pressed sunflower oils by sensory and chemical analysis. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 113: 1375-1384.
- De Leonardis, A., V. Mcciola, M. De Felice

- (2001). Chemical and commercial characteristic of cold pressed sunflower seed oils. *Ital. Food Bever. Technol.*, 25: 46-52.
4. Dimić, E., V. Vujsinović, O. Radočaj, B. Borić (2013). Sensory evaluation of commercial fat spreads based on oilseeds and walnut. *APTEFF*, 44: 21-30.
5. Dimić, E. (2005). Hladno cedena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
6. Dimić, E., T. Premović, A. Takači (2012). Effect of the contents of impurities and seed hull on the quality of cold-pressed sunflower oil, *Czech J. Food Sci.*, 30 (4): 343-350.
7. 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, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 57-61.
8. 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, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 57-61.
9. 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, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 33-38.
10. Karlović, Đ., N. Andrić (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
11. Kővári, K., Zs. Weinbrenner (1988). Napraforgó fajta- és hibridmagvak jellemzői és a mag mérete közötti összefüggések vizsgálata. *Olaj Szappan Kozmetika*, 37 (4): 102-107.
12. Kővári, K., Zs. Weinbrenner (1984). Hibrid napraforgómagvak hajalásának vizsgálata félüzemű körülmények között az eltérő magjellemzők hatásának megállapítási célyából. *Olaj Szappan Kozmetika*, 33 (2): 48-53.
13. Lepšanović, L., Lj. Lepšanović (1995). Poviseni holesterol – Kako ga sniziti? Velarta, Beograd.
14. Lepšanović, L., Lj. Lepšanović (2000). Klinička lipidologija, Savremena administracija, Beograd.
15. Marinković, R., B. Dozet, D. Vasić (2003). Oplemenjivanje suncokreta, Monografija, Školska knjiga, Novi Sad.
16. Nedić-Grujin, K., E. Dimić, M. Kesić, J. Škrbić, S. Muc, G. Parenta (2015). Promene kvaliteta, nutritivne vrednosti i održivosti ulja suncokreta tokom rafinacije. *Uljarstvo*, 46 (1): 3-10.
17. Premović, T., E. Dimić, A. Takači, Z. Milićević (2015). Uticaj mesta uzgoja na specifičnu i zapreminsku masu semena NS hibrida suncokreta. *Uljarstvo*, 46 (1): 11-18.
18. Ржехин, В. П., А. Г. Сергеев (Ред.) (1965). Руководство по методам исследований, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности, Том II, част первая, ВНИИЖ, Ленинград.
19. Škorić, D. (1988). Sunflower breeding. *Uljarstvo*, 25: 3-90.
20. Škorić, D., R. Marinković, S. Jocić, D. Jovanović (2000). Doprinos oplemenjivanja suncokreta proizvodnji hrane, Zbornik radova, Eko-Konferencija, Novi Sad, pp. 311-316.
21. Turkulov, J., E. Dimić (1983). Tehničko-tehnološke karakteristike domaćih hibrida suncokreta. *Uljarstvo*, 20 (1): 19-24.
22. Turkulov, J., E. Dimić (1985), Prilog proučavanju uticaja tehničko-tehnoloških karakteristika semena suncokreta na efekat sušenja, *Uljarstvo*, 22 (2-3): 278-284.
23. Turkulov, J., E. Dimić, Đ. Karlović, S. Stefanović (1988). Effects of some factors on dehulling, pressing and extraction of new sunflower hybrids, *Uljarstvo*, 25 (2): 133-138.
24. Vranceau, A. V. (1977). Floarea – Soarelui (Prevod na mađarski), Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

SENZORNA SVOJSTVA KROASANA PRIPREMLJNIH SA RAZLIČITIM VRSTAMA MASNOĆA

Biljana Rabrenović, Mirjana Demin, Jovanka Laličić-Petronijević, Ivana Aničić

Kroasan je fino pecivo napravljeno od kvasnog lisnatog testa. Pored brašna, kao osnovnog sastojka, u sastav kroasana ulazi visok ideo masnoće. Upravo činjenica da osim udela i vrsta masnoće značajno utiče na formiranje specifičnih senzornih svojstava kroasana, inicirala je istraživanja u okviru ovog rada. U pripremi kroasana su korišćeni industrijski margarini (Argenta Pastry HF, Aristo Primeur Croissant HF i Mimetik 32) i margarinski namaz (Aloha Pastry HF), sa različitim fizičko-hemijskim i senzornim karakteristikama, kao i industrijski puter. Sadžaj masti u primenjenim masnoćama se kretnao od 70 - 80%, dok je kod putera iznosio 84%, a tačka topljenja je bila u području od 32 - 50°C. Analizom rezultata senzornog vrednovanja kroasana u pogledu svojstva ukusa izdvojili su se kroasani sa puterom i margarinom koji imitira puter (Mimetic 32). Po pitanju spoljašnjeg izgleda i strukture sredine bolje je ocenjen standarni kroasan (uzorak sa margarinskim namazom) u odnosu na puterni. Topivost i osećaj u ustima su najvišim ocenama vrednovani kod uzoraka kroasana pripremljenih sa margarinom niže tačke topljenja (Aristo Primeur Croissant HF i Mimetic 32) i puterom. Rezultati senzorne analize su pokazali da potrošači rado prihvataju izvornu verziju ovog peciva, koja se priprema sa puterom ili sa margarinom koji imitira puter.

Ključne reči: kroasani, industrijske masnoće, puter, senzorna svojstva

SENSORY PROPERTIES OF CROISSANT PREPARED WITH DIFFERENT TYPES OF FAT

Croissant is a fine bakery product made of yeast as leavening agent and subsequent lamination of the dough. In addition to flour, as a basic ingredient, the croissant comprise of large proportion of fat. The fact that, besides amount, the type of fat also significantly influences the specific sensory properties of croissants, initiated research in this work. In the preparation of the croissant samples margarine and specialty fats (Argenta Pastry HF, Aristo Primeur Croissant HF, Aloha Pastry HF and Mimetik 32), with different physico-chemical and sensory characteristics have been used, as well as industrial grade butter. The fat content in the used shortenings ranged from 70-80%, while that of butter was 84%, and a melting point was in the area of 32 - 50°C. During sensory evaluation of croissant samples in terms of sensory property of taste, a croissant with butter and imitative margarine emerged (Mimetic 32). In terms of appearance and structure of the crumb, standard croissant (sample with margarine spread) was assessed better in relation to the one with butter. The properties of melting and mouth feel were evaluated with highest scores for samples of croissant prepared with the margarine of lower melting point (Aristo Primeur Croissant HF and Mimetic 32) and butter. The results of sensory analysis showed that consumers readily accept the original version of this pastry, prepared with butter or margarine imitating the butter.

Key words: croissants, margarine and specialty fats, butter, sensory properties

UVOD

Kroasani su jedno od najpopularnijih lisnatih peciva današnjice. Najčešće se konzumiraju prazni, ali vrlo često se mogu naći punjeni sa različitim kremovima i voćnim punjenjima. Iako većina ljudi

dr Biljana Rabrenović, e-mail: biljanar@agrif.bg.ac.rs,
dr Mirjana Demin, dr Jovanka Laličić-Petronijević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd, Srbija; Ivana Aničić, Puratos d.o.o., Dobanovački put 58, Zemun, Srbija

smatra da kroasani vode poreklo iz Francuske, malo je poznato da je zapravo Austrija kolevka ovog poznatog peciva. Nastali su u XVII veku po ideji bečkih pekarja, a u znak pobede Austrijanaca protiv Otomanske Imperije. Bečki pekari su napravili pecivo u obliku polumeseca, koji je bio na zastavama njihovih protivnika i nazvali ga „kipferl“ (kifla). Udajom austrijske princeze Marije Antoanete za francuskog kralja Luja XVI „kipferl“ je stigao u francusku prestonicu, jer je to bilo omiljeno pecivo nove kraljice. Pariski pekari su se potrudili da pecivo izgleda što bogatije i nazvali ga francuskim imenom

za polumesec – „*croissant*” (<https://en.wikipedia.org/wiki/Kifli>).

Kroasani spadaju u fine pekarske proizvode lise-nate strukture sa vrlo visokim sadržajem masnoće, što predstavlja njihovu osnovnu karakteristiku. Pored brašna i masnoće, kao osnovnih sastojaka, u sirovinski sastav kroasana ulaze još i so, jaja, šećer, a kod kvasnih lisnatih testa i kvasac.

Da bi se postiglo što bolje listanje i ravnomernija struktura, koriste se masti posebnih karakteristika. To su plastične masti sa nižom tačkom topljenja od temperature tela i malom moći penetracije u testo. U tu svrhu kao najbolji su se pokazali specijalni margarinski namazi i margarini (u daljem tekstu – industrijski margarini) (Žeželj, 2005; Lai i Lin, 2006).

Industrijski margarin koji se koristi u proizvodnji peciva tipa kroasana treba da bude lak za oblikovanje i konzistentan, neophodno je da ima sadržaj čvrstih triacilglicerola od 28 - 40% i da mu tačka topljenja ne bude viša od 42°C. Temperatura proizvodne prostorije, način obrade margarina, način čuvanja i rok upotrebe su bitni preduslovi da se jedna od najbitnijih sirovina, od koje zavisi kvalitet krajnjeg proizvoda, pravilno upotrebi na najoptimalniji način.

Kvalitet margarina je regulisan Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarine i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode (Pravilnik, 2013).

Iako su biljne masti danas dominantne u proizvodnji lisnatog peciva, nije uvek bilo tako. Puter je mlečna mast koja se dugo koristila kao vodeća masnoća u proizvodnji lisnatog testa. Pecivu daje jedinstven i prefinjen ukus, i danas se koristi u proizvodnji *specijala* što je posebno naglašeno u nazivu tih proizvoda (uter kifla, puterica, puterni kroasan i slično) (Vujović, 2012).

Puter je emulzija mlečne masti i mlečne plazme koja sadrži rastvorljive proteine od 0,3-0,9%, laktuzu od 0,5-0,9%, mineralne materije 0,1-0,16% i organske kiseline. Sadržaj vode u puteru iznosi 16-20% i prema sadržaju vode puter se klasificuje po kvalitetu, a tačka topljenja je od 33-38°C. Po konzistenciji, plastičnim svojstvima i sposobnosti mešanja, ima dobra svojstva pecivosti (Gavrilović, 2003). Što je veći ideo putera u odnosu na testo, potreban je veći broj preklapanja. Kad su slojevi putera debeli, otapaju se i cure tokom fermentacije i pečenja. Kad su tanki, kidaju se tokom oblikovanja i tabla se slepljuje tako da gotovo nestaju slojevi. Najbolje je da testo i blok putera imaju istu temperaturu na početku unosa uzimajući u obzir da će tokom obrade laminiranja temperatura puter bloka rasti. Suština je da puter blok ne curi tokom laminiranja. Ako je blok

putera čvršći nego testo, probijaće slojeve testa, a ako je mekši curiće između slojeva testa i stvaraće se nejednaki slojevi putera u laminiranom testu. Kritična temperatura kod upotrebe putera je između 15-16°C i unos bi se trebao završiti pre nego što masa postigne 21°C.

Ocena kvaliteta na osnovu senzornih karakteristika korišćena je još u davnjoj prošlosti u mnogim granama industrije, kao i u prehrambenoj industriji, za ispitivanje kvaliteta i bezbednosti vode i hrane. Eksperti su definisali standarde kvaliteta za odredene prehrambene proizvode na osnovu ispitivanja svojstava proizvoda doživljenih pomoću čula vida, mirisa, ukusa, dodira i sluha.

Cilj senzornog ispitivanja može biti provera novih formulacija i postignuti efekat, uticaj izmena u nekoj fazi ili postupku povezanom sa proizvodnjom, ili jednostavno, svakodnevna kontrola kvaliteta poluproizvoda i gotovih proizvoda na liniji, u toku postupka proizvodnje.

Metoda rangiranja se koristi kao jedna od metoda senzornog ocenjivanja za upoređivanje kvaliteta proizvoda na osnovu određenih, prethodno definisanih, senzornih svojstava. Obično se određeni broj proizvoda (tri do pet) dostavlja ocenjivačima, sa zadatkom da ih rangiraju (sortiraju), prema stepenu izraženosti posmatranog svojstva. Ocenjivači bez iskustva u senzornim analizama, posle obuke za primenu metode rangiranja, mogu se angažovati za klasifikovanje uzoraka prema prihvatljivosti ili kada je u preliminarnim ispitivanjima potrebno od većeg broja uzoraka odabratи dva ili tri na kojima će se vršiti naknadna detaljnija ispitivanja. Treba istaći da je za ovu vrstu ispitivanja potrebno angažovati veći broj ispitnika, odnosno predstavnika potrošača (najmanje 50), da bi se postigla odgovarajuća preciznost rezultata ispitivanja (Grujić, 2015).

Cilj ovog rada je bio da se utvrdi na koji način različite masnoće za laminiranje utiču na senzorna svojstva kvaliteta kroasana, s obzirom na veliko učešće masnoće tokom njihove pripreme.

MATRIJAL I METODE RADA

Materijal

U cilju ispitivanja uticaja masnoće na senzorna svojstva kroasana korišćene su masnoće odnosno industrijski margarini, različitih fizičko-hemijskih i senzornih karakteristika, koji su zastupljeni na našem tržištu, kao i puter, iako se on ne koristi u proizvodnji lisnatog testa u našim pekarama.

Za pripremu kroasana korišćeni su industrijski margarini proizvođača *Puratos* (Srbija) sledećih karakteristika:

1. Aloha Pastry HF - margarinski namaz za lisnata testa, bez hidrogenizovanih ulja. Karakteristike ovog proizvoda su prikazane u tabeli 1. U njegov sastav ulaze sledeće sirovine: mešavina biljnih ulja (palma, suncokret/uljana repica), voda, kuhinjska

so, emulgator (mono i digliceridi masnih kiselina E471), limunska kiselina (E330), antioksidansi (ekstrakt bogat tokoferolima E306, askorbil palminat E304i), konzervans (kalijum-sorbit E202), puterna aroma, boja (β -karoten).

Tabela 1. Karakteristike industrijskih margarina
Table 1. Characteristics of industrial margarines

Karakteristika Characteristic	Aloha Pastry HF	Argenta Pastry HF	Aristo Primeur Croissant	Mimetik 32
Sadržaj masti (% m/m), min.	70	80	80	80
Sadržaj vode i drugih isparljivih materija (% m/m), max.	30	20	20	20
Kiselinski broj (mgKOH/g), max.	3,0	3,0	3,0	-
Peroksidni broj (mmol/kg), max.	5,0	5,0	5,0	10
Sadržaj soli (% m/m), max	2,5	2,5	2,5	-
Tačka topljenja (°C)	43-49	44-50	42-46	oko 32

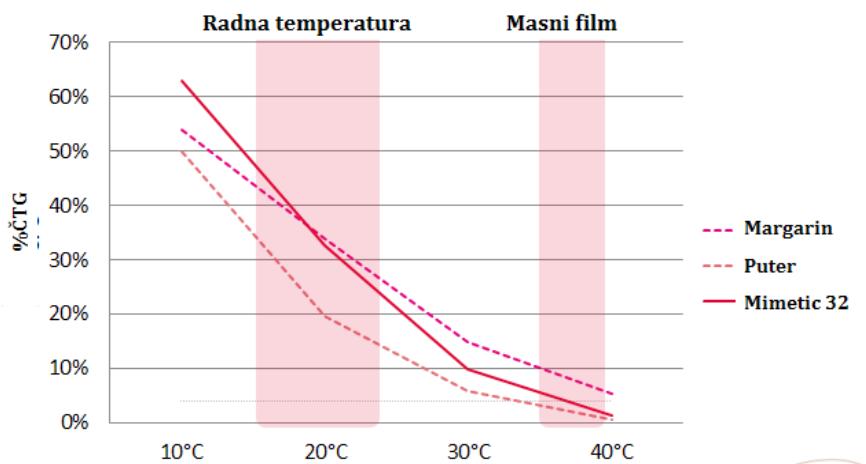
2. Argenta Pastry HF - margarin za lisnata testa, bez hidrogenizovanih ulja. Karakteristike ovog proizvoda su, takođe, prikazane u tabeli 1. U njegov sastav ulaze sledeće sirovine: mešavina biljnih ulja (palma, suncokret/uljana repica), voda, kuhinjska so, emulgatori (mono i digliceridi masnih kiselina E471), limunska kiselina (E330), antioksidansi (ekstrakt bogat tokoferolima E306, askorbil palminat E304i), konzervans (kalijum-sorbit E202), puterna aroma, boja (β -karoten E160a).

3. Aristo Primeur Croissant HF - margarin za lisnata testa, bez hidrogenizovanih ulja. Karakteristike i ovog proizvoda su prikazane u tabeli 1. U njegov sastav ulaze sledeće sirovine: mešavina biljnih ulja (palma, suncokret), voda, kuhinjska so, emulgatori (mono i digliceridi masnih kiselina E471, estri mlečne kiseline i mono i diglycerida masnih kiselina E472b), antioksidansi (limunska kiselina E330, butilhidroksianizol E320, propilgalat E310), puterna aroma, konzervans (kalijum-sorbit E202, sorbinska kiselina E200), boja (β -karoten E160a).

4. Mimetik 32 – visoko kvalitetan margarin sa fermentisanim brašnom. Ne sadrži hidrogenizovana

ulja, namenjen je za lisnata testa. Glavna svojstva ovog specijalnog margarina jesu da ima tehničke odlike margarina (visok sadržaj čvrstih triacylglycerola na radnoj temperaturi), a tačku topljenja kao puter. Karakteristike ovog proizvoda su prikazane u tabeli 1 i dijagramu 1. U njegov sastav ulaze sledeće sirovine: mešavina biljnih ulja (palma, repičino ulje), voda, kuhinjska so, emulgatori (suncokretov lecitin E322, mono i digliceridi masnih kiselina E471), aroma, konzervans (kalijum-sorbit E202), limunska kiselina (E330), antioksidant (ekstrakt bogat tokoferolom E306, askorbil palmitat E304), boja (β -karoten E160a), fermentisano pšenično brašno.

Melting curve of lamination fats



Dijagram 1. Krive topljenja za margarin, puter i Mimetic 32

Diagram 1. Melting curves for margarine, butter and Mimetic 32

5. Puter – ekstra suvi neslani puter. Proizvođač je *Elle&Vire* (Francuska). Sastoji se iz pasterizovane pavlake kravljeg mleka i mlečnih enzima. Karakteristike ovog proizvoda su prikazane u tabeli 2.

Tabela 2. Karakteristike putera
Table 2. Butter characteristics

Karakteristika Characteristic	Sadržaj Content
Sadržaj mlečne masti (% m/m)	84
Sadržaj vode i drugih isparljivih materija (% m/m), max.	16
Sadržaj mlečnih nemasnih komponenti (% m/m), max.	2%
Tačka topljenja (°C)	33-38

Metode rada

Priprema uzorka

Svi uzorci su pripremljeni po istoj recepturi, od sirovina istog porekla, jedina razlika je bila u vrsti upotrebljene masnoće. Pre početka izrade lisnatog testa, margarini su temperirani na sobnoj temperaturi (oko 20 °C), dok je puter čuvan u frižideru do momenta ugrad-

nje u testo. Primenjeni postupak rada, odnosno izrade kroasana, je bio identičan za sve uzorke. Receptura po kojoj su pripremani uzorci je data u tabeli 3.

Tabela 3. Lista sastojaka koji su korišćeni za pripremu uzorka

Table 3. List of ingredients used for sample preparation

SIROVINE	%	g
Pšenično brašno T-500	100	3000
Kristal šećer	8	240
Sveža jaja	5	150
Svež kvasac	5	150
Obrano mleko u prahu	2	60
So	1,8	48
Poboljšivač QSC A+	1,5	45
Pšenični gluten	1	30
Masnoća (% na testo)	25	1000
Voda	49	1470

Standardan postupak proizvodnje lisnatog testa i peciva odvija se po sledećoj šemi: priprema sirovina – zames – fermentacija – deljenje - unošenje masnoće - prvo preklapanje – odmaranje - drugo preklapanje – odmaranje - završno tanjenje i finalno oblikovanje - završna fermentacija – pečenje - hladjenje.

Mešenje je vršeno u spiralnom, dvobrzinskom mikseru (Bongard, Francuska), prema navedenim vremenima (tabela 4). Zames je prekinut kada je glutenska mreža razvijena u dovoljnoj meri.

Pečenje kroasana je vršeno u konvekcionoj peći (Bongard, Francuska), na režimu 180°C u trajanju od 15 min., sa inicijalnom parom i otvaranjem klapni tokom poslednjih 3 min. pečenja. Posle pečenja, uzor-

ci su ostavljeni da se ohlade na sobnoj temperaturi.

Tehnološki postupak izrade testa i kroasana je prikazan u tabeli 4.

Tabela 4. Tehnološki postupak izrade testa i kroasana
Table 4. The technological procedure of dough and croissants making

Naziv uzorka/masnoće		Argenta Pastry	Aloha Pastry	Aristo Primeur Croissant	Puter	Mimetic 32
Temperatura brašna	°C	20,5	20,2	20,5	18,7	20,2
Temperatura vode	°C	6,2	6,9	2,5	1,1	2,4
Temperatura masnoće	°C	23,3	22,3	21,5	20,4	24,1
Temperatura testa	°C	23,1	22	21	20,4	20
Mešanje prva brzina	min.	6	6	6	6	6
Mešanje druga brzina	min.	5	5	5	5	5
Odmaranje posle 1. preklapanja	min.	10	10	10	10	10
Odmaranje posle 3. preklapanja	min.	10	10	10	10	10
Finalna fermentacija	min./°C	50/35	50/35	50/35	30/35	45/35
“Šok” zamrzavanje	min./°C	45/-30	45/-30	45/-30	45/-30	45/-30
Odmrzavanje	min./°C	60/25	60/25	60/25	60/25	60/25
Pečenje	min./°C	15/180	15/180	15/180	15/180	15/180

Gotovi kroasani i njihov presek prikazani su na slici 1.



Slika 1. Izgled gotovih kroasana sa poprečnim presekom
Figure 1. The appearance and cross section of the final products

Oznake uzoraka su bile sledeće: **AX** – kroasan sa *Aloha Pastry Plate* margarinskim namazom (70% masnoće); **CF** – kroasan sa *Aristo Primeur Croissant* margarinom (80% masnoće i izražena puterna aroma); **GT** – kroasan sa *Argenta Pastry Plate* margarinom (80% masnoće, najzastupljeniji tip marga-rina na tržištu); **IK** – kroasan pripremljen sa *puterom* (84% mlečne masnoće); **MĆ** – kroasan pripremljen sa *Mimetic 32* margarinom (80% masnoće, specifična aroma koja je vrlo bliska puternoj).

Sezorno ocenjivanje

Prostorija u kojoj je bilo sprovedeno testiranje je adaptirana za potrebe ispitivanja u skladu sa zahtevima standarda (SRPS EN ISO 8589:2012) i organizovana je tako da je četvoro ocenjivača moglo da radi testiranje u istom trenutku.

Upitnik koji je korišćen tokom testiranja je posebno pripremljen za potrebe ovog rada. Baziran je na metodama i pravilima rangiranja i u njemu su prikazana ocenjivana senzorna svojstva uzorka kroasa-na. Ocenjivači su anonimno popunjivali upitnik.

Rezultati rangiranja su obrađeni tako što je određena suma rangova za svaki uzorak, po svakoj karakteristici. Suma rangova je potom podeljena sa brojem učesnika ocenjivanja, kako bi se dobila prosečna ocena. Postupak je ponovljen za svaki uzorak kod svake karakteristike koja je ocenjivana.

$$\text{Prosečna ocena} = \frac{\sum R_{xy}}{n}$$

gde je R_{xy} suma rangova za dati uzorak, a n broj ocenjivača.

Upitnik za senzorno ocenjivanje proizvoda je bio sledeći:

Datum:

Mesto:

Zaokružiti odgovarajuće polje:

Pol	MUŠKI	ŽENSKI			
Godine	<15	15-25	25-40	40-60	>60
Stepen obrazovanja	Osnovna škola	SSS	VŠS	VSS	Specijalista/Doktorat
Koliko često konzumirate kroasane?	Nikada	Jednom mesečno	Jednom u dve nedelje	Jednom nedeljno	Više puta tokom nedelje

Ispred Vas se nalazi 5 različitih uzoraka kroasana. Rangirajte ih po sopstvenom nahođenju prema navedenim karakteristikama, upisujući ocenu/rang iznad odgovarajuće šifre uzorka:

Vizuelna preferencija: stepen vizuelnog dopadanja kroasana

1 - Ne dopada mi se

--	--	--	--	--

5 - Veoma mi se dopada

AX CF GT IK MĆ

Unutrašnje listanje - opisuje listanje kroasana, izgled sredine/strukture kroasana

1 - Veoma zbijeno - zatvoreno

--	--	--	--	--

5 - Veoma otvoreno

AX CF GT IK MĆ

“Kratak zagrižaj” - potrebna sila da bi se ostvario zagriz

1 - Kroasan je teško zagristi

--	--	--	--	--

5 - Kroasan je lako zagristi

AX CF GT IK MĆ

Topivost - brzina promene faza (agregatnog stanja) pod uticajem toplote u usnoj duplji

1 - Ne topi se, lepljiv je

--	--	--	--	--

5 - Lepo se topi	AX	CF	GT	IK	MĆ
------------------	----	----	----	----	----

Osećaj u ustima - film koji zaostaje u ustima nakon što se kroasan pojede

1 - Ne topi se, lepljiv je					
----------------------------	--	--	--	--	--

5 - Lepo se topi	AX	CF	GT	IK	MĆ
------------------	----	----	----	----	----

Karakteristike korice - prisustvo i količina mrvica koje nastaju pri pritiskanju rukom kroasana o tanjur

1 - Nema mrvica uopšte					
------------------------	--	--	--	--	--

5 - Ima puno mrvica	AX	CF	GT	IK	MĆ
---------------------	----	----	----	----	----

Preferencija ukusa - stepen dopadanja ukusa kroasana

1 - Ne dopada mi se					
---------------------	--	--	--	--	--

5 - Dopada mi se	AX	CF	GT	IK	MĆ
------------------	----	----	----	----	----

Generalna preferencija - stepen sveukupnog dopadanja kroasana

1 - Ne dopada mi se					
---------------------	--	--	--	--	--

5 - Dopada mi se	AX	CF	GT	IK	MĆ
------------------	----	----	----	----	----

Opšta skala rangiranja: 1 - uopšte mi se ne dopada; 2 - ne dopada mi se; 3 - nemam mišljenje; 4 - dopada mi se; 5 - veoma mi se dopada

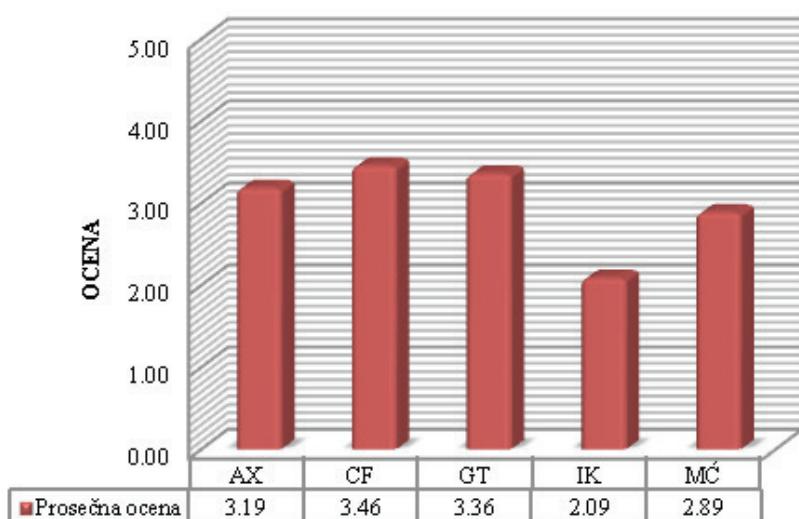
REZULTATI I DISKUSIJA

U okviru upitnika za senzorno ocenjivanje kroasana, ocenjivači su imali zadatak da ocene različite karakteristike kroasana, za koje se smatra da su najznačajnije sa aspekta sveukupnog kvaliteta: spoljašnji izgled kroasana, unutrašnje listanje, kratak zagrižaj (short-bite), topivost, osećaj u ustima, karakteristike korice i ukus.

Ocenjivači su dobrovoljno pristali da učestvuju u istraživanju. Profil je bio raznolik – od ocenjivača bez iskustva do obučenih ocenjivača i eksperata. Ukupan broj ocenjivača koji je učestvovao u testiranju je bio 51, što je bilo dovoljno za verodostojno prikazivanje rezultata u okviru metode rangiranja.

Raspodela prema polu bila je 72% žene, 28% muškarci. Starosna podela pokazuje da je grupa ocenjivača bila vrlo raznolika što ide u korist istraživanja. U najvećem procentu (39%) su bili ocenjivači starosti 15-25 godina, a zatim sledi starosna grupa od 25-40 godina (31%). Prema nivou obrazovanja, većinu (67%) su činili ocenjivači sa visokom stručnom spremom. Učestalost konzumiranja kroasana je izuzetno važan podatak, jer ukazuje na navike vezane za potrošnju ovog tipa proizvoda koji ne spada u tradicionalne i ima višu cenu. Prema podacima ovog istraživanja najviše ocenjivača (45%) konzumira kroasane jednom mesečno.

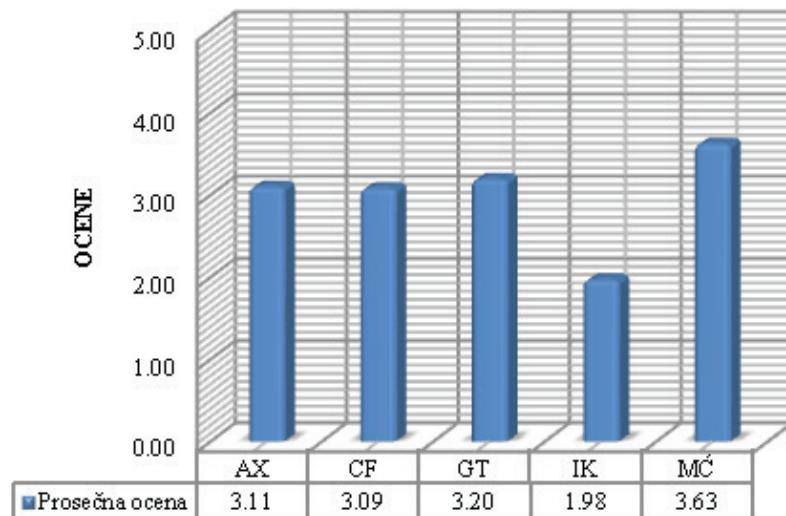
Nakon obrade podataka dobijeni su sledeći rezultati senzorne ocene kroasana:



Dijagram 2. Ocena vizuelne preferencije ispitivanih kroasana

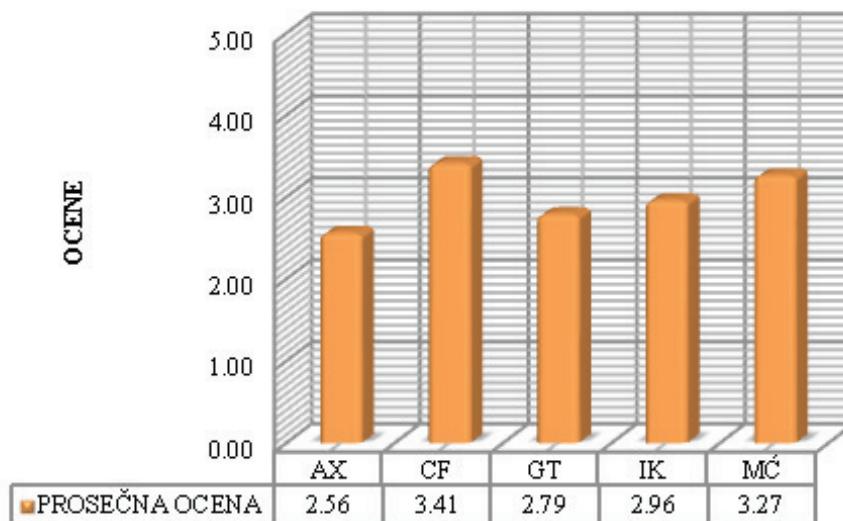
Diagram 2. The evaluation of visual preference of the examined croissant samples

- Vizuelna preferencija uzoraka podrazumeva stepen vizuelnog dopadanja kroasana. Najveću prosečnu ocenu za navedeno svojstvo dobio je uzorak CF (3,46), tačnije kroasan sa margarinom Aristo Primeur Croissant. Najlošije je ocenjen uzorak IK, kroasan sa puterom (dijagram 2).
- Kada je u pitanju unutrašnje listanje kroasana, gde je trebalo oceniti njihov izgled i strukturu, najvišu prosečnu ocenu dobio je uzorak MĆ (3,63), tačnije kroasan sa *Mimetic 32* margarinom, dok je najlošije ocenjen uzorak IK sa puterom (1,98). (dijagram 3).

**Dijagram 3.** Ocena unutrašnjeg listanja ispitivanih kroasana**Diagram 3.** The evaluation of the interior lamination properties of examined croissant samples

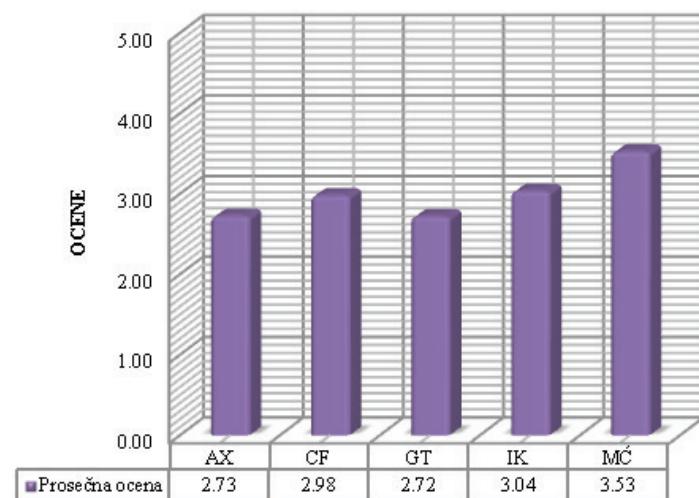
- **Kratak zagrižaj (short-bite)** je definisan kao sila koja je potrebna da bi se ostvario zagrižaj. Ocena 1 pripada kroasanu kojeg je teško zagristi, dok ocena 5 pripada kroasanu kojeg je lako zagristi.

Najvišu prosečnu ocenu je dobio uzorak CF (3,41), odnosno kroasan sa margarinom *Aristo Primeur Croissant*, a dobro je bio ocenjen i uzorak MĆ (3,27), kroasan sa *Mimetic 32* margarinom. (dijagram 4).

**Dijagram 4.** Ocena kratkog zagrižaja (short-bite) ispitivanih kroasana**Diagram 4.** The evaluation of short-bite of examined croissant samples

– **Topivost** je opisana kao lakoća žvakanja jednog zalogaja, pre nego što se taj zalogaj proguta. Najnižu ocenu bi dobio uzorak koji se ne topi i lepljiv je, dok najvišu ocenu dobija uzorak koji se lako topi. Najvišu prosečnu ocenu kod ove karakteristike

je dobio uzorak **MĆ**, odnosno kroasan sa *Mimetic 32* margarinom, a uzorci **AX** (*Aloha Pastry Plate*) i **GT** (*Argenta Pastry Plate*) su podjednako loše ocenjeni (dijagram 5).

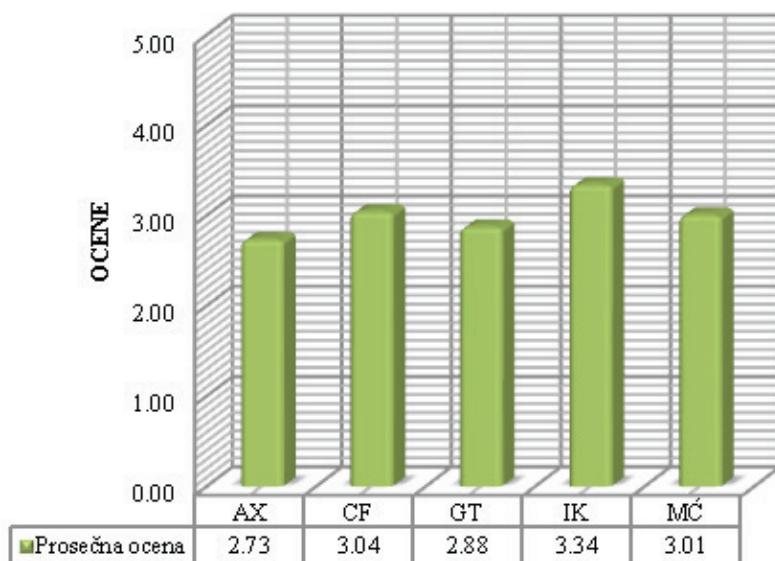


Dijagram 5. Ocena topivosti ispitivanih kroasana

Diagram 5. The evaluation of melting properties of examined croissant samples

– **Masni film** je osećaj u ustima koji zaostaje posle konzumiranja uzorka. Ocenu 1 dobija kroasan koji se ne topi i zaostaje masni film, a ocenu 5 dobija kroasan koji se lepo topi odnosno ne zaostaje masni film na nepcima nakon konzumiranja. U pogledu

ovog svojstva uzorci su bili vrlo slični, mada je najvišu prosečnu ocenu imao uzorak IK (3,34) (kroasan sa *puterom*), a najlošije je ocenjen uzorak AX (2,73) (kroasan sa *Aloha Pastry Plate* margarinom). (dijagram 6).

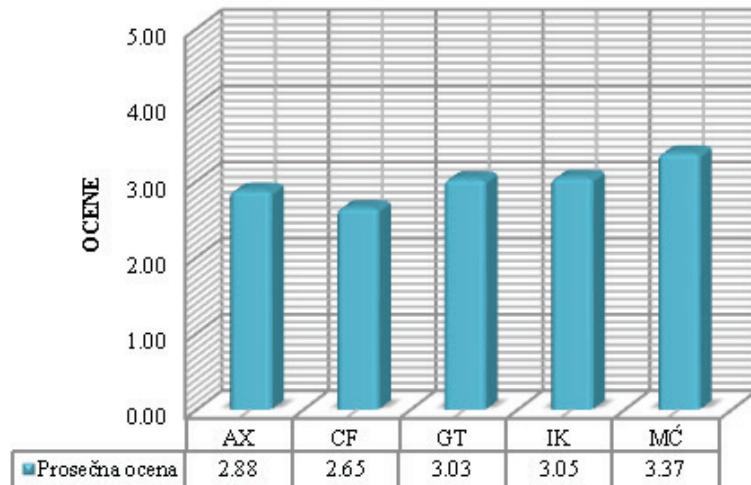


Dijagram 6. Ocena osećaja masnog filma u ustima ispitivanih kroasana

Diagram 6. The evaluation of mouth-feel of the examined croissant samples

– **Karakteristike korice** ukazuju na prisustvo i količinu mrvica koje nastaju pri pritiskanju kroasana rukom o tanjur. I ovde su uzorci vrlo slično ocenjeni, ali najvišu prosečnu ocenu je dobio uzorak

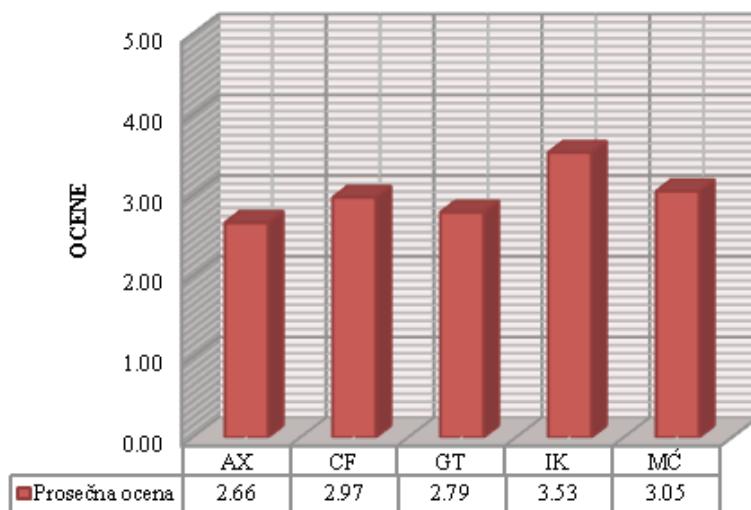
MĆ (3,37) (kroasan sa *Mimetic 32* margarinom), a najnižu uzorak CF (2,65) (kroasan sa *Aristo Primeur Croissant* margarinom).



Dijagram 7. Ocena karakteristika korice ispitivanih kroasana
Diagram 7. The evaluation of crust properties of examined croissant samples

– **Preferencija ukusa** predstavlja stepen dopadanja ukusa kroasana. Najvišu prosečnu ocenu je dobio uzorak IK (3,53) (kroasan sa *puterom*), a

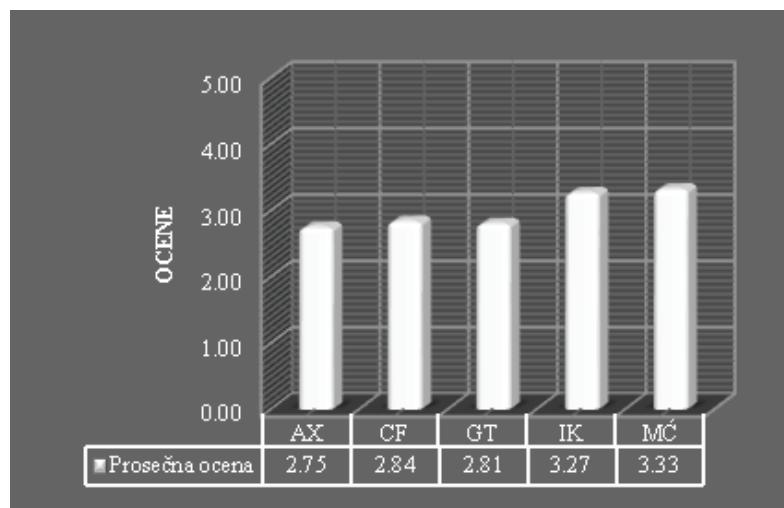
najnižu uzorak AX (2,66) (kroasan sa *Aloha Pastry*). (dijagram 8).



Dijagram 8. Preferencija ukusa ispitivanih kroasana
Diagram 8. The taste preference of examined croissant samples

– **Generalna preferencija** je stepen sveobuhvatnog dopadanja, gde je trebalo da ocenjivači rangiraju kroasane prema svim karakteristikama. Najbolje su bili ocenjeni uzorci IK (3,27) (kroasan

sa *puterom*) i MĆ (3,33) (kroasan sa *Mimetic 32* margarinom). Najlošije je bio rangiran uzorak AX (2,75) (kroasan sa *Aloha Pastry* margarinom). (dijagram 9).



Dijagram 9. Generalna preferencija ukusa ispitivanih kroasana
Diagram 9. The overall taste preference of examined croissant samples

ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio da se ispita senzorna svojstva kroasana pripremljenih sa različitim vrstama masnoća. Analizom rezultata došlo se do zaključka da su ocenjivači prema vizuelnoj preferenciji najveću prosečnu ocenu dali uzorku CF (3,46), tačnije kroasanu sa margarinom Aristo Primeur Croissant. Od ostalih senzornih svojstava najviše je vrednovano senzorno svojstvo ukusa gde su se izdvojili kroasani sa puterom i margarinom koji imitira puter (*Mimetic 32*), dok je uzorak koji je bio predstavnik standardnog kroasana na našem tržištu (uzorak sa margarinskim namazom koji ima 70% masnoće) najlošije ocenjen. Prema rezultatima generalne preferencije najbolje su bili ocenjeni uzorci IK (3,27) (kroasan sa *puterom*) i MĆ (3,33) (kroasan sa *Mimetic 32* marginom).

LITERATURA

1. Gavrilović, M. (2003). Tehnologija konditorskih proizvoda, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
2. Grujić, S. (2015). Senzorna ocena kvaliteta i prihvatljivosti prehrabrenih proizvoda, Univerzitet u Banja Luci, Banja Luka.
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Croissant>
4. Lai, H.-M., T.C. Lin (2006). Bakery products: Science and Technology, pp.4-65. u: Editor, Y.H. Hui, Bakery products: Science and Technology, Blackwell Publishing, Iowa, USA.
5. Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonezi i srodne proizvode („Službeni glasnik SCG“ br. 23/2006 i „Službeni glasnik RS“ br. 43/2013).
6. Schünemann C., G. Treu (2012). Tehnologije proizvodnje pekarskih i slastičarskih proizvoda, TIM ZIP d.o.o., Zagreb.
7. Specifikacije sirovina i proizvoda (Puratos d.o.o.).
8. SRPS EN ISO 8589:2012. Opšte uputstvo za projektovanje prostorija za ispitivanje (Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms).
9. Vujović, N. (2012). Tehnologija pekarstva – lisnato testo, Tiski cvet, Novi Sad.
10. Žeželj, M. (2005). Tehnologija žita i brašna (pre-rada brašna), NIP Glas Javnosti, Beograd.

POBOLJŠANJE STABILNOSTI I AROME JESTIVIH ULJA OBOGAĆIVANJEM PRIRODNIM DODACIMA

Sanja Dimić, Vesna Vujasinović, Katarina Nedić Grujin, Aleksandar Fijat

Zahvaljujući novim trendovima u savremenoj kvalitetnoj ishrani sve je veća potražnja za raznim specijalnim uljima, među kojima posebno mesto zauzima maslinovo ulje. Međutim, rok trajanja svih jestivih biljnih ulja je ograničen, budući da nezasićene masne kiseline, kao i biološki aktivna jedinjenja u ulju, podležu degradaciji tokom skladištenja što umanjuje senzorski, hemijski i nutritivni kvalitet proizvoda. Utvrđeno je da neke začinske biljke sadrže značajne količine antioksidanasa, koji su se pokazali kao veoma efikasni u usporavanju procesa oksidacije lipida i namirnica podložnih oksidativnim promenama. U mediteranskim zemljama dodavanje ovih začina u ekstra devičansko maslinovo ulje ima dugu tradiciju i koristi se za pripremu gotovo svih jela. Kao dodaci se uglavnom koriste: origano, ruzmarin, bosiljak, majčina dušica, paprika, beli luk i dr. U okviru ovog rada se sagledavaju karakteristike pojedinih najpoznatijih i najznačajnijih začinskih biljki, kao i njihov uticaj na stabilnost i senzorska svojstva ulja.

Ključne reči: gurmanska ulja, začinske biljke, antioksidativna aktivnost, održivost ulja, senzorska svojstva

IMPROVE THE STABILITY AND FLAVOUR OF EDIBLE OILS ENRICHED WITH NATURAL ADDITIVES

Thanks to the new trends in contemporary and high-quality nutrition, there is growing demand for a variety of special oils, among which olive oil occupies a special place. However, the shelf life of edible vegetable oils is limited, since the unsaturated fatty acids, as well as biologically active compounds in the oil, are subject to degradation during storage, which reduces the sensory, chemical and nutritive quality of the product. It has been found that some aromatic plants contain significant amounts of antioxidants, which have proved to be very efficient in slowing the lipid oxidation and foods susceptible to oxidative changes. In Mediterranean countries add these spices in extra virgin olive oil has a long tradition and is used for the preparation of almost all dishes. As additives are mainly used oregano, rosemary, basil, thyme, pepper, garlic and the others. In this paper the characteristics of some best-known and most important spice plants are perceived, as well as their impact on the stability and sensory properties of oil.

Key words: gourmet oils, spicy herbs, antioxidant activity, shelf life of oils, sensory properties

UVOD

Proizvođačima jestivih ulja je godinama bio cilj da proizvode stabilno jestivo ulje neutralnog ukusa i mirisa koja nisu uticala na senzorska svojstva namirnica pripremljenih na ulju ili u slučaju da im je ulje bilo sastavni deo. Zahvaljujući uticaju nekoliko faktora, kao što su: povratak prirodnog ishrani, ekološki pokret, doktrina ishrane, borba za tržište, proširenje asortimana i sl., proizvođači su neprestano tragali za nekim specifičnostima po kojima bi se njihovi proiz-

Sanja Dimić, dipl. biol., Studen Co., e-mail: sanjadić85@yahoo.com; dr Vesna Vujasinović, Visoka hotelierska škola strukovnih studija, Kneza Višeslava 70, 11030 Beograd, Katarina Nedić Grujin, dipl. inž., A.D. Dijamant, Temišvarski drum 14, 23000 Zrenjanin; Aleksandar Fijat, dipl. master, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bul. cara Lazara 1.

vodi razlikovali od ostalih iz iste grane proizvodnje. Tako još početkom 90-ih godina pojavio se novi pravac u proizvodnji jestivih ulja, koji je favorizovao proizvodnju tzv. **gurmanskih, aromatičnih** ili **začinskikh** ulja. Ova ulja se bitno razlikuju od rafinisanih, pre svega po aromi, odnosno, imaju karakterističan miris i ukus na izvornu sirovinu. Kako se ova ulja značajno razlikuju i po raznim drugim karakteristikama od rafinisanih ulja, često se nazivaju još i **specijalna** ulja (Dimić, 2005). U kuhinjama poznavalaca dobrih jela i odeljenjima za serviranje gurmanske hrane se neprestano istražuju nove mogućnosti primene raznih ulja. Zahtevi se upućuju, pre svega, prema specijalnim uljima, koja se mešaju sa ekstraktima raznih biljaka i začina, npr. ulje koje se meša sa belim lukom, ruzmarinom ili mirisom bosiljka, ulja koja sadrže sušene ljute paprike, đumbira, bibera i sl., ili njihove smeše. Obogaćivanje ulja začinskim biljkama ili njihovim ekstraktima doprinosi naglašavanju ili modifikaciji

senzorskih svojstava. Često dodatak ovih komponenti pored gurmanskog ima i antioksidativne efekte što je svakako pozitivno.

Zahvaljujući novim trendovima u savremenoj kvalitetnoj ishrani, sve je veća potražnja i potrošnja hladno presovanih ulja, posebno maslinovog. Međutim, rok svih jestivih biljnih ulja je ograničen, jer biološki aktivna jedinjenja u ulju podležu degradaciji tokom skladištenja, što umanjuje senzorske osobine i kvalitet proizvoda. Pored toga, nastali produkti degradacije ulja veoma su štetni po zdravlje ljudi. Najčešći vid degradacije ulja i masti je oksidacija. Najveće promene tokom skladištenja trpe antioksidansi (pre svega polifenoli) i trigliceridi. Postoji sumnja da sintetički antioksidansi, kao što su BHA, BHT, PG i dr. u hrani negativno utiču na zdravlje ljudi. Zbog toga postoji sve veće interesovanje za proučavanje i primenu prirodnih supstanci koje ispoljavaju antioksidativnu aktivnost. Utvrđeno je da neke začinske biljke sadrže značajne količine antioksidansa, koji su se pokazali kao veoma efikasni u usporavanju procesa lipidne peroksidacije u namirnicama podložnim oksidativnim promenama. U mediteranskim zemljama dodavanje ovih začina u ekstra devičansko maslinovo ulje ima dugu tradiciju i koristi se za pripremu gotovo svih jela. Kao dodaci se uglavnom koriste: origano, ruzmarin, bosiljak, majčina dušica, paprika, beli luk i dr.

Cilj ovog rada je sagledavanje karakteristika pojedinih najpoznatijih i najznačajnijih začinskih biljki i njihov uticaj na oksidativnu stabilnost i senzorska svojstva ulja.

1. Začinsko bilje i esencijalna ulja kao izvor arome i prirodnih antioksidansa

Stabilnost jestivih ulja direktno zavisi od prvočitnog sadržaja antioksidansa u njima. Biljna ulja, međutim, u zavisnosti od porekla i vrste imaju različit sadržaj prirodnih antioksidansa, usled čega je i njihova stabilnost različita. Stoga je dodavanje prirodnih supstanci sa izraženom antioksidativnom aktivnošću je jedna od mogućnosti produženja trajnosti i očuvanja kvaliteta ovih proizvoda. Prirodne supstance koje se mogu koristiti za poboljšanje održivosti ulja su eterična ulja začinskog bilja koja poseduju značajnu antimikrobnu, antioksidativnu i druge biološke aktivnosti. U farmaceutskim, kozmetičkim i prehrabbenim proizvodima eterična ulja začinskog bilja od davnina su korišćena i kao prirodni konzervansi. U cilju očuvanja prehrabbenih proizvoda poput sireva, maslinovog ulja i ribljeg ulja u širokoj su upotrebi eterična ulja origana, ruzmarina i drugih začinskih

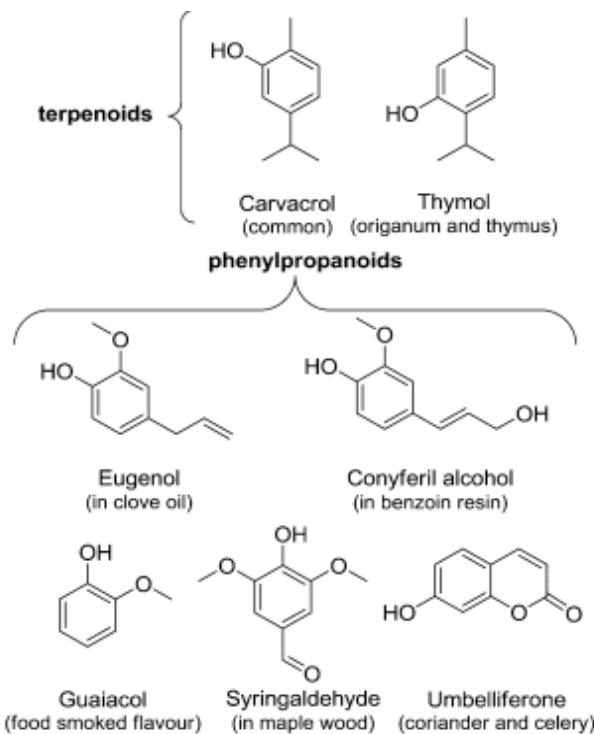
i aromatičnih biljaka. Dodatkom eteričnih ulja ovih biljaka ili samih biljaka, kao takve u određenoj koncentraciji, obezbeđuje se termička stabilnost i visoka otpornost na oksidativnu degradaciju proizvoda (Popović i sar., 2006), a literaturni podaci govore da su čak efikasnija od sintetskih antioksidanata (Estevez i sar., 2007; Valenzuela i Nieto, 1996). Osim toga, začinske biljke, odnosno, njihove komponente u značajnoj meri utiču i na promene arome, ukusa i mirisa ulja u koja su dodata. Na taj način se mogu dobiti tzv. **začinska** ili **gurmanska** ulja koja se koriste, pre svega, u kuhinjama hedonista, vrhunskih kuvara ili poznavaoča ukusne, pikantne i specifične hrane (Latta, 1991; Antoun i Tsimidoub, 1997; Dimić, 2005).

Esencijalna ulja su tečne smeše isparljivih jedinjenja dobijenih iz aromatičnih biljaka najčešće putem destilacije vodenom parom. Oni predstavljaju komponentu što nazivamo "esencijom" biljke i obično imaju prijatne aromatične mirise. Aromatične biljke i esencijalna ulja su zbog svog pozitivnog efekta na zdravlje ljudi korišćena milenijumima, a dokaze o njihovoj upotrebi mogu se naći i u drevnoj literaturi. Neka od korisnih svojstava, kao što su antiseptično, antioksidativno i antiinflamatorno dejstvo, su nedavno i praktično dokazane. U esencijalnim uljima je identifikovano više stotina jedinjenja (sekundarni metaboliti) sa relativno niskim tačkama ključanja, a njihova raznolikost u pogledu sastava utiče na oksidativnu stabilnost ulja. Nekim esencijalnim uljima su pripisana posebno dobra antioksidativna svojstva, te mogu zaštititi od užeglosti i druge prehrabene proizvode u koja su dodata. Antioksidativne osobine esencijalnih ulja potiču od sposobnosti komponenata, posebno fenola, da zaustave ili odlože aerobnu oksidaciju organske materije. Međutim, postoje i esencijalna ulja bez fenola koja ispoljavaju antioksidativnu aktivnost. Istraživanja antioksidativne aktivnosti esencijalnih ulja je u porastu, kako zbog njihove netoksičnosti, tako i zbog stalne potrage za novim prirodnim antioksidansima. Ovo je posebno važno jer se za neke sintetičke antioksidanse (kao što su butilhidroksianisol-BHA i butilhidroksitoluol-BHT) danas smatra da imaju štetno dejstvo na zdravlje ljudi. S druge strane, međutim, izveštaji o antioksidativnoj aktivnosti esencijalnih ulja dobijeni iz različitih naučnih oblasti ili laboratorijski su ponekad kontradiktorni, često zbog različitih eksperimentalnih uslova što otežava poređenje rezultata (Shi i Noguchi, 2001; Cioroi, 2009).

1.1. Antioksidativno svojstvo esencijalnih ulja

Uprkos velikoj hemijskoj različitosti, glavne komponente uobičajenih esencijalnih ulja se mogu,

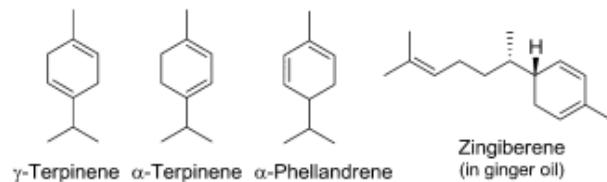
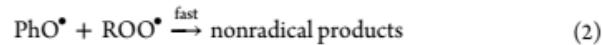
s obzirom na njihov ugljovodonični skelet, svrstati u dve strukturne porodice: terpenoide, koji nastaju kombinacijom dve (monoterpeni), tri (seskviterpen) i četiri (diterpen) izopren jedinice i fenilpropanoide. Obe ove grupe sadrže fenolna jedinjenja. Neke opšte strukture su prikazane na slici 1 (Amorati i sar., 2013).



Slika 1. Neke zajedničke fenolne komponente esencijalnih ulja (Amorati i sar., 2013)

Figure 1. Some common phenolic components of essential oils (Amorati *et al.*, 2013)

Fenolna jedinjenja, kao i druga prirodna (npr. α -tokoferol) ili sintetička (npr. BHA) jedinjenja se ponašaju kao antioksidansi zbog njihove velike reaktivnosti sa peroksil radikalima što je omogućeno transferom atoma vodonika (jednačina 1) (Foti., 2007; Estevez i sar., 2007). Stvarna brzina reakcije za većinu jedinjenja esencijalnih ulja nije poznata, međutim, merena je kao k_{inh} (konstanta inhibicije) = $5 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$ na 303K za gvajakol (Amorati i sar., 2009), a za većinu drugih komponenata prikazanih na slici 2 se može proceniti da je $k_{inh} > 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$ u poređenju sa strukturno srodnim fenolima (Valgimigli i Pratt, 2012). Zbog svoje stabilnosti, fenoksil radikal neće stvarati nove lance radikala već će sačekati novi peroksil radikal te će se u reakciji radikal-radikal ti radikali poništiti (jednačina 2).



Slika 2. Neki uobičajeni mono- i sekviterpeni sa cikloheksadien strukturu

Figure 2. Some common mono- and sekviterpens with cyclohexadiene structure

Inhibicija jednim ili drugim mehanizmom može imati različite rezultate za supstrat koji se štiti od oksidacije kao što su to npr. lipidi. Antioksidansi koji raskidaju lanac značajno inhibiraju autooksidaciju već sa malim koncentracijama ($< 10^{-3}$ molskog odnosa u odnosu na oksidirajući materijal), čak i u prisustvu radikalnih inicijatora dok se ne potroše.

1.2. Esencijana ulja nasuprot sintetičkim jedinjenjima

Prirodna esencijalna ulja su mešavina različitih komponenata pa u njima često koegzistiraju različite vrste antioksidanasa i oksidirajućih terpenoida. U slučaju prirodnih esencijalnih ulja koja se koriste za zaštitu nekih proizvoda, može se očekivati da će u njima dominirati najefikasnije antioksidativne komponente, a ukupna zaštitna svojstva tih ulja uglavnom i potiču od tih komponenti. Ova tvrdnja je istinita u većini slučajeva, ali su uočeni i određeni izuzeci (Amorati i Foti, 2012). Ukupan antioksidativni učinak je u stvari rezultat kompleksnih odnosa između komponenata i supstrata koji se štiti od oksidacije. U zavisnosti od sastava esencijalnih ulja i eksperimentalnih uslova može se očekivati sinergističko ili antagonističko delovanje. Zanimljiv pregled mogućnosti daje studija koju su dali Kulišić i sar. (2005). Autori su analizirali spontanu oksidaciju sala u prisustvu/odsustvu esencijalnih ulja ili njihovih komponeneta i frakcija koristeći Rancimat test. Nezaštićeno (izvorno) salo zagrevano na 100°C pokazivalo je intenzivnu oksidaciju nakon 5,2 sata, međutim, vreme indukcije se povećavalo nakon dodatka 0,16% (w/w) standardnih antioksidanasa

(α -tokoferola, BHA, BHT), fenolnih komponenta esencijalnih ulja timola i karvakola ili nekoliko esencijalnih ulja koja su sadržala takve komponente. Esencijalno ulje origana (*Origanum vulgare* L.) koje sadrži 67% timol+karvakol i oko 14% terpinena (α - i γ -) pruža primer sinergizma između komponenata esencijalnog ulja. U principu, treba voditi računa pre nego što se pretpostavi da antioksidativna svojstva esencijalnih ulja potiču od samo jedne karakteristične komponente. Razmatranje sastava esencijalnih ulja može dati predviđanje i njihove antioksidativne sposobnosti: dobro antioksidativno ponašanje se može očekivati od esencijalnih ulja koja imaju veliki sadržaj fenola, a mali sadržaj nezasićenih terpena; još bolja zaštita se može pružiti kada ulje sadrži velike količine i fenola i komponenata cikloheksadiena (npr. γ -terpinen). Esencijalna ulja koja su siromašna fenolima i komponentama cikloheksadiena daju skromnu ili nikakvu zaštitu kada se pomešaju sa jestivim uljima.

Međutim, treba uzeti u obzir još jednu činjenicu kada se razmatra antioksidativna aktivnost esencijalnih ulja. Prema literaturnim podacima, na antioksidativnu aktivnost mogu da utiču i spoljašnji (klimatski) faktori uzgoja začinske biljaka, budući da utiču pre svega na sastav tih ulja. Ovo se takođe odnosi i na ulja dobijena različitim tehnikama ekstrakcije. Na primer, sadržaj eugenola u uljima iz listova *Pimenta dioica* je iznosio 77,4% kada se ulje izdvajalo ekstrakcijom superkritičnim fluidima (SFE), dok je postupkom vodene destilacije taj procenat iznosio 45,4% (Morongiu i sar., 2005). Iako nedostaju opširna istraživanja u ovom polju, neka od njih su pokazala da antioksidativna aktivnost ulja dobijenih iz iste biljke (npr. čubra) dobijenih različitim SFE metodama može da nadmaši one koji su dobijeni standardnom destilacijom vodenom parom (Esquivel i sar., 1999). To može biti objašnjeno malom isparljivošću i delimičnim rastvaranjem fenolnih komponenata koje se delimično gube tokom destilacije.

2. Najpoznatiji prirodni antioksidansi - začinske biljke

Ruzmarin (*Rosmarinus officinalis*, L.) je aromatična biljka iz porodice *Lamiaceae* poreklom iz oblasti Mediterana (Ribeiro-Santos i sar., 2016).

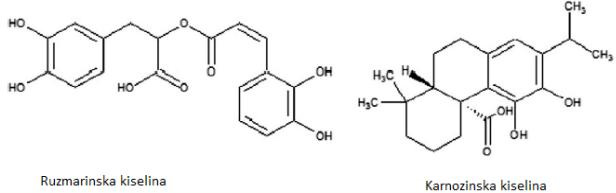


Listovi ruzmarina imaju snažan miris i sadrže velike količine fenolnih jedinjenja od kojih su u najvećoj meri prisutne fenolne kiseline, zatim kafeinska kiselina, di- i triterpeni, tabela 1. Ova jedinjenja ispoljavaju snažan antimikrobni, antimutageni i antioksidativni efekat (Ribeiro-Santos i sar., 2015).

Tabela 1. Sadržaj polifenola u listu ruzmarina
Table 1. The content of polyphenols in the rosemary leaf

Komponenta (mg/100g) Ingredients (mg/100g)	Sveži listovi Green leaves	Osušeni listovi Dried leaves
Karnozolna kiselina	2279	4205
Ruzmarinska kiselina	32,8	700
Karnozol	238	387
Kafeinska kiselina	2,95	10 - 20

Na slici 3 prikazana je strukturalna formula ruzmarinske ($C_{18}H_{16}O_8$) i karnozolne kiseline ($C_{20}H_{28}O_4$).



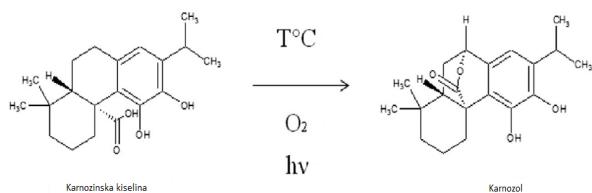
Ruzmarinska kiselina

Karnozinska kiselina

Slika 3. Strukturalna formula ruzmarinske i karnozolne kiseline

Figure 3. The structural formula of rosmarinic acid and carnosic acid

Pod dejstvom spoljašnjih faktora (temperature, svetlosti, kiseonika) dolazi do degradacije ovih jedinjenja. Konverzijom karnozolne kiseline pod uticajem navedenih faktora nastaje karnozol, koji takođe ispoljava antioksidativnu aktivnost (slika 4). Ovo pokazuje da jedinjenja koja se nalaze u listu ruzmarina mogu biti veoma efikasna u sprečavanju procesa oksidacije u namirnicama osetljivim na kiseonik i svetlo.



Slika 4. Mehanizam konverzije karnozolne kiseline u karnozol

Figure 4. Conversion mechanism of carnosic acid to carnosol

Pored velike količine antioksidanasa, list ruzmarina sadrži i druge nutritivno vredne sastojke, tabela 2.

Ruzmarin je jedan od najefikasnijih začina široko korišćen u proizvodnji hrane. On je jedini začin komercijalno dostupan za upotrebu kao antioksidans u Evropi i SAD. Rac i Oštrić (1955) su prvi objavili primenu ekstrakta lišća ruzmarina kao antioksidansa (Karlović, 2014). Berner i Jacobson su 1973. god. prijavili patent za proizvodnju antioksidansa ekstrakta ruzmarina koristeći ulje kao rastvarač. Budući da se upotreba biljke ili ekstrakta ruzmarina značajno manifestuje na aromu proizvoda bilo je brojnih pokušaja da se dobije prirodni neutralni (bez mirisa i ukusa) antioksidans iz ove biljke. Chang i saradnici (1977) su pomoću vakuumskе destilacije ekstrahovali antioksidanse iz ruzmarina i žalfije u

jestivom ulju i mastima kako bi dobili bezbojan i bez mirisa prirodni antioksidans. Inahata i saradnici (1996) objavili su patent za proizvodnju bezmirisnog i bezbednog antioksidansa iz ruzmarina pomoću ponovljene ekstrakcije, isparavanja, bistrena i rastvaranja. Najčešće je ipak nadkritična ekstrakcija pomoću CO_2 bila korišćena za proizvodnju ekstrakta ruzmarina i žalfije (Gerard i sar., 1995; Lorez-Sebastian i sar., 1998).

Tabela 2. Nutritivne komponente lista ruzmarina
Table 2. Some nutritive compounds of rosemary

Komponenta Ingredients	Sveži listovi Green leaves	Osušeni listovi Dried leaves
Energija (kcal/100g)	131	331
Voda (g/100g)	73,6	9,3
Proteini (g/100g)	1,4	4,9
Lipidi (g/100g)	4,4	15,2
Ugljeni hidrati (g/100g)	20,7	46,4
Vlakna (g/100g)	7,7	17,7
Askorbins- ka kiselina (mg/100g)	21,8	61,2
Niacin (mg/100g)	0,912	1,0
Vitamin B6 (mg/100g)	0,336	1,74
Vitamin E (mg/100g)	1,5	9,15
Vitamin A (μ g/100g)	92,0	313,0
Mineralne ma- terije (mg/100g)		
- kalcijum	779,2	22,4
- fosfor	107,5	146,6
- natrijum	271,2	4,34
- kalijum	1491,6	668
- gvožđe	33,0	0,01

Mnogi naučnici su dokumentovali antioksidativne osobine ruzmarina. Ruzmarin se smatra dvostrukim antioksidansom, kao antioksidans lipida i kao metal-helator (Nozaki, 1989). Ustanovljeno je da ekstrakti ruzmarina takođe eliminišu superokid radikale (Basaga i sar., 1997). Mnogo različitih rastvarača se koristi za ekstrakciju antioksidativnih komponenata. Chang i saradnici (1977) ekstrahovali su listove ruzmarina različitim rastvaračima i utvrdili su da je najveću antioksidativnu aktivnost imao etanolni ekstrakt.

Paralelno sa razvojem ekstrakta ruzmarina, kao antioksidansa, odnosno sredstva protiv oksidacije lipida u hrani, istraživanja su takođe bila fokusirana na izolovanje, identifikaciju i testiranje aktivnih komponenti koje ulaze u sastav ekstrakata. U ispitivanju 16 komponenata izolovanih iz ruzmarina, Bracco i saradnici (1981) su zaključili da je antioksidativna aktivnost ekstrakta ruzmarina primarno povezana sa dva fenolna diterpena: karnosol i karnosolna kiselina. Ovaj zaključak je potvrđen i od strane ostalih istraživača (Chen i sar., 1992; Aruoma i sar., 1996). Nakatani i Inatani (1984) identifikovali su rosmanol i karnosol i pronašli da su oba bila mnogo efektivnija nego α -tokoferol, BHT i BHA. Isti autori izolovali su takođe i rosmadal iz ruzmarina. Postoje mnogi podaci koji se odnose na antioksidativne osobine individualnih komponenata izolovanih iz ruzmarina. Karnosolna kiselina i karnosol efikasni su kao i BHT, međutim njihova efikasnost zavisi od koncentracije. Karnosolna kiselina i karnosol pokazali su sposobnost kompleksiranja gvožđa i hvatanja peroksil-radikala (Aruoma, 1992).

Origano je takođe aromatična mediteranska biljka iz porodice *Lamiaceae*.



Na tržištu se najčešće mogu naći grčki origano (*Origanum vulgare subsp. Hirtum*, L.), španski origano (*Coridothymus capitatus*, L.), turski origano (*Origanum onites*, L.) i meksički origano (*Lippia graveolens*). Origano sadrži veoma visok procenat polifenola, monoterpena i flavonoida koji poseduju visoku antioksidativnu aktivnost. U tabeli 3 prikazan je sadržaj antioksidanasa u esencijalnom ulju origana.

Tabela 3. Sadržaj antioksidanasa u esencijalnom ulju origana

Table 3. Content of antioxidants in essential oil of oregano

Komponenta Ingredients	Količina (%) Content (%)
Timol	35,0
Karvakol	32,0
γ - terpenin	10,5
α - terpenin	3,6
p - kumin	9,1

Origano se veoma često koristi kao začin i njegova aroma je veoma popularna kod potrošača širom sveta. Ova biljka se uspešno može koristiti i za proizvodnju tzv. začinsko-aromatičnih ulja. Ceni se i zbog svoje antibakterijske i antioksidativne osobine. Suvi origano kao i ekstrakt dobijen korišćenjem rastvarača različite polarnosti (heksan, dihlormetan i metanol) su testirani za usporavanje lipidne oksidacije u ispitivanim model sistemima ili stvarnim proizvodima (Vekiari i sar., 1993). Druge vrste origana su takođe ispitivane: *Origanum onites*, *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*, *Origanum dictamnus* (Lagouri i sar., 1993). Esencijalno ulje napravljeno od origana sadrži karvakrol i timol. Prema Lagouri i Boscou (1996) antioksidativni efekat origana zavisi od prisustva ovih izomera. Yan-



ishlieva i saradnici (1999) su utvrdili da timol i karvakrol imaju različiti inhibitorni efekat u lipidnom supstratu na sobnoj temperaturi. Timol je bio bolji antioksidans u triacilglicerolima suncokretovog ulja nego u triacilglicerolima svinjske masti.

Majčina dušica - timijan



Majčina dušica (*Thymus vulgaris* L.) potiče iz regionala Mediterana i koristi se u lečenju kašlja. Ona se takođe koristi kao začin pri pripremanju raznih jela zbog svoje arome i mirisa. Fenolni monoterpeni u majčinoj dušici, timol i karvakrol su osnovne komponente koje doprinose karakterističnoj aromi esencijalnog ulja. Poznati su i da sprečavaju lipidnu peroksidaciju (Schwarz i sar., 1996). Bifenili takođe poseduju značajne mirisne osobine ove biljke (Nakatani i sar., 1989).

Đumbir i kurkuma



Koren popularne vrste đumbira, *Zingiber officinale* je trenutno široko korišćen kao začin dajući hrani slatkastu aromu i oštar ukus. Poznato je da đumbir ima i antioksidativnu aktivnost (Jitoe i sar., 1992). U neisparljivim frakcijama ekstrakta suvog đumbira izolovano je više od trideset komponenti (Kikuzaki i sar., 1994). Oporne komponente gingerol, šogaol i zingeron pokazuju visoku aktivnost. Suvi koren domaćeg kurkuma (*Curcuma longa*) je široko korišćen kao začin, kao boja i u narodnoj medicini. Žuti pigment kurkumin i demetoksilirani kurkumini poznato je da poseduju potencijalnu antioksidativnu aktivnost (Kikuzaki i sar., 1993).

Čubar



Čubar (*Satureja hortensis* L.) je jednogodišnja aromatična, začinska i lekovita biljka koja se široko koristi u industriji hrane. Yanishlieva i Marinova (1997) utvrdile su da etanolni ekstrakt čubra ima dobar antioksidativni efekat u komercijalnom suncokretovom ulju. Dodatak od 0,1-0,5% etanolnog ekstrakta smanjuje oksidativne i termičke promene u ulju suncokreta tokom procesa dubokog prženja. Antioksidativne komponente izolovane iz čubra u esencijalnom ulju su ruzmarinska kiselina karnosol i karnosolna kiselina, karvakrol i timol (Yanishlieva-Maslarova i Heinonen, 2001).

Nar



Nar (*Punica granatum* L.) je drvenasta biljka veoma rasprostranjena u Kini, Indiji, Iranu, mediteranskim zemljama i SAD (Morton, 1987). Zemlja porekla nara je Iran gde se ova biljka gaji u priobalnim i u planinskim predelima. U Iranu je plod ove biljke veoma poznat i na persijskom jeziku se naziva "anar". Ukupna količina proizvedenog nara u Iranu u 2006. godini je iznosila oko 660 hiljada tona (Tarighi i sar., 2011). Plod nara se može konzumirati u svežem stanju ili se može preraditi u sok, sirup, džem i vino (Maestre i sar., 2000; Gil i sar., 2000). Plodovi nara su našli svoju primenu i u industriji hrane i pića kao aromi i boje, u zdravstvu, kozmetici i ručno rađenim proizvodima kao što su šamponi i kreme. U plodovima nara su nađene značajne količine polisaharida, kiselina, vitamina, minerala, polifenola i antocijana. Pored takozvanog mesnog dela ploda, drugi proizvod koji se dobija od ove biljke jeste jedinstveno jestivo ulje dobijeno iz semena nara. U zavisnosti od sorte nara, masa semena se kreće od 40 do 100g/kg ploda. Seme svih sorti nara je bogat izvor ulja (Fadavi i sar, 2006) sa sadržajem ulja od 12 do 20% od ukupne mase semena. Zainteresovanost potrošača za ovo ulje raste zbog toga što sadrži velike količine esencijalnih masnih kiselina koje ljudski organizam ne može da sintetiše. Dominantne masne kiseline u ulju nara su C18:3 (31–86%), zatim C18:2 (0,7–24,4%) i C18:1 (0,4–17,4%). Što se tiče omega-3 kiselina dominantna je punicinska kiselina (Fadavi i sar, 2006). Jedno epidemiološko istraživanje je jasno pokazalo da ovo ulje ima značajan uticaj na zdravlje zbog visokog sadržaja jedinstvene konjugovane linolenske kiseline - punicinske kiseline, antioksidansa i antikancerogenih agenasa (Lansky i sar., 2007).

Ulje nara u celini, a naročito punicinska kiselina se smatraju odličnim antikacerogenim agensima. Lansky i sar. (2005) su otkrili da konzumiranje ulja nara pomaže u sprečavanju invanzivnog širenja raka prostate. U drugom istraživanju je dokazano da punicinska kiselina smanjuje sekreciju apolipoproteina B100 što je povezano sa smanjenjem rizika od pojave srčanih bolesti i ateroskleroze (Arao i sar., 2004). Melgarejo i Artes (2000) su otkrili da ulje nara može da snizi ukupan holesterol. Polifenoli i fitosteroli u ulju nara se smatraju efikasnim u zaceljivanju rana, ublažavanju zapaljenskih procesa, sprečavanju pojave bora, smanjenju crvenila i svraba kože (Kaufman i Wiesman, 2000).

Khoddami i saradnici (2014) su određivali ukupne količine fenolnih komponenata izraženih u mg GAE/g (ekvivalent galne kiseline) u tri ulja semena nara. Ukupni sadržaj fenola se kretao od 0,44 do 9,16 mg GAE/g, što pokazuje izuzetnu različitost. Rezultati su pokazali da ulje semena nara ima znatno veće količine fenola u poređenju sa drugim veoma nezasićenim uljima kao što su ulja šafrana, semena lana i semena konoplje sa sadržajem fenola od 2,62, 1,37 i 1,88 mg GAE/g, respektivno (Teh i Birch, 2013; Aydeniz i sar., 2014). Istraživanje Khoddami i sar. (2014) je pokazalo da se hladnim ceđenjem semena nara, koji se smatra nusproizvodom prerade nara bez tržišne vrednosti, može dobiti veoma kvalitetno i nutritivno visokovredno specijalno ulje.

Ljuta crvena začinska paprika (*Capsicum annum* L.) je biljka iz porodice *Solanaceae* i pored ruzmarina i origana izvanredan je izvor antioksidansa, uključujući flavonoide (kvercetin, luteolin), fenolne kiseline, karotenoide (kapsantin, zeaksantin, karoten) i vitamine (askorbinska kiselina, tokoferoli i vitamin A). Glavna komponenta u ljutoj mlevenoj paprići je kapsaicin. Ovo jedinjenje ispoljava značajnu antioksidativnu aktivnost i ima ulogu u sprečavanju oksidacije oleinske kiseline na visokim temperaturama, kao i sprečavanju formiranja lipidnih hidroperoksida u procesu autooksidacije linolne kiseline. U tabeli 4 prikazan je hemijski sastav crvene ljute začinske paprike.

Beli luk (*Allium sativum* L.) je biljka iz porodice *Alliaceae* porekлом iz centralne Azije. U tabeli 5 prikazan je prosečan hemijski sastav belog luka. Pored navedenih komponenti u tabeli 5, ova biljka sadrži i određene enzime i oko 0,1–0,36% etarskog ulja (www.wikipedia.org).

Tabela 4. Prosečan hemijski sastav crvene ljute mlevene začinske paprike

Table 4. Average chemical composition of red hot spicy pepper
 (www.tehnologijahrane.com).

Komponenta Ingredients	Sadržaj (%) Content (%)
Voda (%)	11
Ugljeni hidrati (% SM)	20-40
Proteini (% SM)	16-17
Masti (% SM)	10-14
Minerali (% SM)	5-6
Vitamini (mg/100g)	
- vit. C	100-300
- vit. B1	0,07-0,15
- vit. B2	0,04-0,07
- niacin	0,20-0,76
- vit. E	0,30-8,24
Kapsaicin (%)	0,2

Tabela 5. Prosečan hemijski sastav belog luka

Table 5. Average chemical composition of garlic

Komponenta Ingredients	Sadržaj (%) Content (%)
Voda	62
Proteini	5 - 6
Ugljeni hidrati	30
Masti	0,15
Minerali	1 – 3
Vlakna	0,8 – 1,9
Vitamin C (mg/100g)	12 - 13

Od davnina je poznato da beli luk ispoljava antimikrobnu dejstvo i da je efikasan u lečenju pojedinih bolesti (reumatizma, kožnih infekcija, ujeda zmije i dr.). Navedena lekovita svojstva belog luka povezana su sa prisustvom pojedinih biološki aktivnih jedinjenja, od kojih su najznačajniji alicin, garlicin i skordinin (www.wikipedia.org).

Allium vrste (lukovi) kao što su beli luk (*Allium sativum L.*), crni luk (*Allium cepa L.*), vlašac (*Allium cepa* var. *aggregatum*), praziluk (*Allium am. peloponsum*) i mladi luk (*Allium fistulosum*) pomoću ekstrak-

cije daju ulja čiji se sastav uglavnom razlikuje od uobičajenih esencijalnih ulja i često nisu navedena kao esencijalna ulja zbog svog specifičnog (za neke neprijatnog) ukusa i mirisa. Ona se uglavnom sastoje od isparljivih jedinjenja sumpora za koje se tvrdi da poseduje pravo bogatstvo bioloških svojstava zbog svoje antioksidativne aktivnosti (Tsai i sar., 2012). Mnoge ove isparljive komponente nisu prisutne u samoj biljci, npr. belom luku, već se formiraju prilikom usitnjavanja belog luka pod dejstvom enzima alinaze koja transformiše amino kiselinu alin i tiosulfitni alicin. Alicin je prilično nestabilan pa se razlaže na više jedinjenja koja sadrže sumpor kroz formiranje alilsulfonske kiseline kao polaznog intermedijatora (Yu i sar., 1989). Sastav ekstrakata belog luka zavisi isključivo od postupka pripreme (Kimbiris i sar., 2006). Alicin koji se nalazi u svežem belom luku, je pokazao da ima jaku antioksidativnu aktivnost zbog formiranja nestabilnog proizvoda njegove razgradnje – alilsulfonske kiseline, koja je veoma efikasan agens za neutralisanje slobodnih radikalova (Vaidya i sar., 2009; Amorati i sar., 2012). Stoga, antioksidativno ponašanje esencijalnih ulja koja sadrže isparljiva jedinjenja sumpora iz roda *Allium* i sličnih rodova potiče od direktnog prekidanja lanca koje se ispoljava tek nakon što neaktivne komponente predu u tiosulfonate koji na kraju dovode do aktivne tiosulfonske kiseline.

3. Komparacija antioksidativnog efekta različitih biljaka i začina

Objavljen je veliki broj radova koji se odnose na antioksidativnu aktivnost biljaka, začina i čajeva. Komparacija rezultata je komplikovana zbog više faktora. Antioksidativna aktivnost varira i prema zemlji u kojoj se biljka uzgaja. Raniji rezultati istraživanja su smatrali da antioksidativna aktivnost biljaka, začina i čajeva ili njihovih ekstrakta zavisi od supstrata korišćenog u ispitivanju. Chipault i saradnici (1952) su objavili da su ruzmarin i žalfija bili ubedljivo najefikasniji antioksidansi, zatim origano, majčina dušica, muskatni orašić i kurkuma koji takođe usporavaju oksidaciju u svinjskoj masti. Neki od rezultata objedinjenih kasnije prikazuju antioksidativne aktivnosti različitih lekovitih biljaka, čajeva i začina u različitim supstratima i različitim uslovima oksidacije. Smatra se da su najviše polarnih antioksidanasa najaktivniji u čistim lipidama i da su nepolarni antioksidansi najaktivniji u polarnim supstratima, npr. u emulziji ulje-voda i odатle potiče termin “polar paradox” (Frankel i sar., 1996). Ovaj termin je usvojen kao fenomen gde su polarni antiok-

sidansi najefikasniji u ulju, budući da su nepolarni antioksidansi mnogo efikasniji u emulziji. Takođe, metalni helati su manje efikasni kao antioksidansi u hrani koja sadži vodenu fazu nego u uljima. Tako se može na kraju delimično objasniti varijacija antioksidativne aktivnosti za različite biljke i začine u različitoj hrani. Neophodno je istaći da je određivanje antioksidativne aktivnosti u heterogenim sistemima i u aktuelnim proizvodima prioritet za praktičnu upotrebu.

Utvrđeno je, takođe, da se smanjuje antioksidativna aktivnost ekstrakata pripremljenih iz određenih delova začina nasuprot pripremljenim od celih začina. ESR (elektron spin rezonanca) metodom utvrđeno je da prisustvo ekstrakata začina (bosiljak, majoran, miloduh, čubar, origano, žalfija) u Fentonovom modelu sistemu umanjuje ESR signal spin produkata hidroksil radikala, pokazujući da komponente u ekstraktima deluju efikasno na hidroksilne radikale (Madsen i sar., 1996). Ljusnati začini kao što su majčina dušica, majoran, bosiljak, žalfija, čubar, pokazuju prooksidativnu aktivnost u hrani izloženoj svetlosti, dok su u istoj hrani čuvanoj u tami potvrđile antioksidativnu aktivnost. Efekat fotosinteze hlorofila prisutnog u začinima je mnogo značajniji nego efekat antioksidanasa u hrani izloženoj svetlosti (Herrmann, 1981; Sandmeier, 1996). Balans između fotosinteze i antioksidativnog efekta je veoma delikatan i može zavisiti od koestrakcije karotenoida (Yanishlieva i sar., 1998).

Komponente u esencijalnim uljima kao što su karvon iz kima, eugenol iz karanfilića, timol iz majčine dušice i tujon iz žalfije poseduju antioksidativnu aktivnost. Međutim, aromatični karakter ovih komponenata ograničava upotrebu esencijalnih ulja kao antioksidanasa u hrani. Ispitivan je i sinergistički efekat različitih biljaka i začina sa sintetičkim antioksidansima, sa limunskom kiselinom i α -tokoferolom. Posmatran je sinergizam između različitih začina i BHA. Efekat je najviše bio izražen sa žalfijom, ruzmarinom i muskatnim orašićem. Veoma izražen sinergistički efekat je nađen između limunske kiseline i ekstrakta ruzmarina. Sinergizam nije utvrđen između različitih začina osim kod par izuzetaka. Kombinacijom majčine dušice, majorana, sperminta, lavande ili bosiljka ustanovljeno je da nema sinergizma, samo kombinacija majčine dušice i majorana ili majčine dušice i nane je pokazivala slab sinergizam (Nakatani i Kikuzaki, 1987).

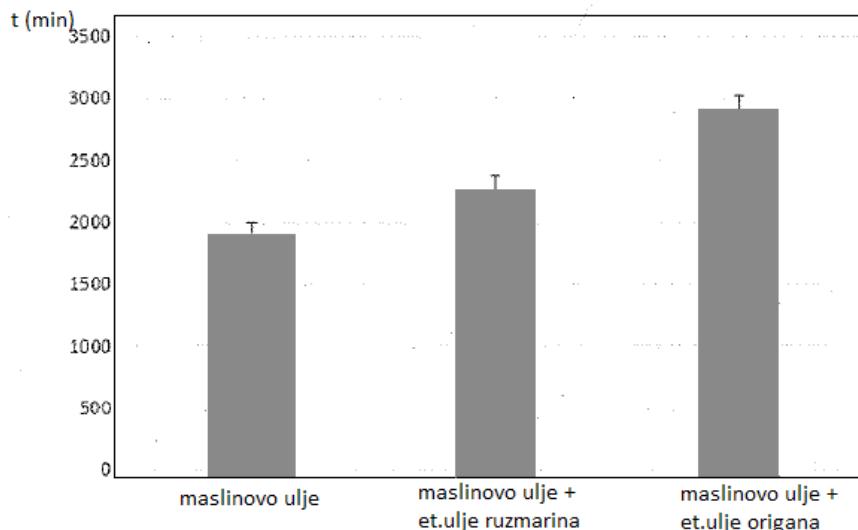
4. Uticaj prirodnih dodataka na stabilnost i senzorska svojstva na primeru devičanskog maslinovog ulja

4.1. Uticaj prirodnih dodataka na stabilnost devičanskog maslinovog ulja

Održivost jestivih ulja se najčešće sagledava preko oksidativne stabilnosti i može se definisati kao vreme za koje se ulje može sačuvati od jače izražene oksidacije. Poznavanje održivosti je veoma važno kako bi se unapred utvrdilo vreme tokom kojeg se ulje može sačuvati bez bitnih promena kavaliteata, odnosno kako bi se definisao rok upotrebe ulja (Dimić i Turkulov, 2000).

Devičansko maslinovo ulje se odlikuje veoma velikom otpornošću na oksidativnu degradaciju. Glavni doprinos visokoj stabilnosti ove vrste ulja imaju prisutna jedinjenja sa izraženom antioksidativnom aktivnošću (fenolna jedinjenja, karotenoidi, pigmenti) i visok sadržaj mononezasićenih masnih kiselina u molekulima triacilglicerola (oko 70%) oleinske kiseline) (Dimić i sar., 2016).

Postoje literaturni podaci koji govore o proceni uticaja prirodnih dodataka na antioksidativna svojstva i senzorskog kvaliteta devičanskog maslinovog ulja (Gambacorta i sar., 2007). Cavazza i sar. (2015) su ispitivali uticaj dodatka eteričnog ulja ruzmarina i origana, kao i slatke i ljute crvene začinske paprike na oksidativnu stabilnost devičanskog maslinovog ulja. Na slici 5 i 6 prikazani su njihovi rezultati indukcionog perioda maslinovog ulja sa i bez dodatka ekstrakta origana i ruzmarina čuvanog pri sobnoj temperaturi u mračnoj prostoriji nakon godinu dana. Na osnovu prikazanih rezultata se vidi da uzorci obogaćeni prirodnim dodacima pokazuju duži indukcioni period u odnosu na čisto maslinovo ulje, čime se potvrđuje pozitivni efekat dodataka na održivost ulja.

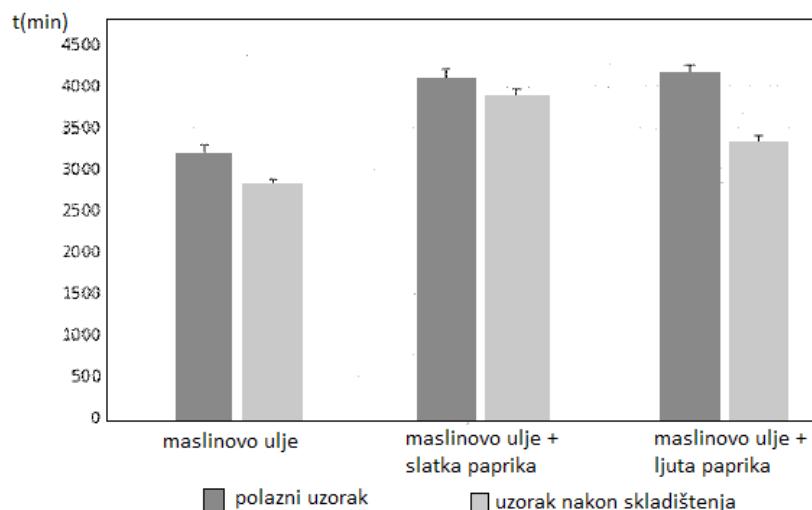


Slika 5. Indukcioni period maslinovog ulja sa i bez dodatka ekstrakta origana i ruzmarina čuvanog pri sobnoj temperaturi bez uticaja svetla

Figure 5. Induction period of olive oil with and without addition of extract of oregano and rosemary stored at room temperature without the influence of light

Određivanjem uticaja dodatka crvene začinske paprike (slika 6) na stabilnost devičanskog maslinovog ulja primećeno je povećanje indukcionog perioda nakon određenog vremena čuvanja. Takođe je zanimljivo pomenuti da u polaznom uzorku i slatko i ljuta začinska paprika ispoljavaju približno istu aktivnost, dok je nakon određenog vremena čuvanja

stabilnost uzorka sa dodatkom slatke začinske paprike bila veća. Ovi podaci ukazuju na to da kapsaicin iz ljute paprike ne ispoljava značajnu antioksidativnu aktivnost, ali verovatno ispoljava sinergistički efekat sa prisutnim antioksidansima u paprici.

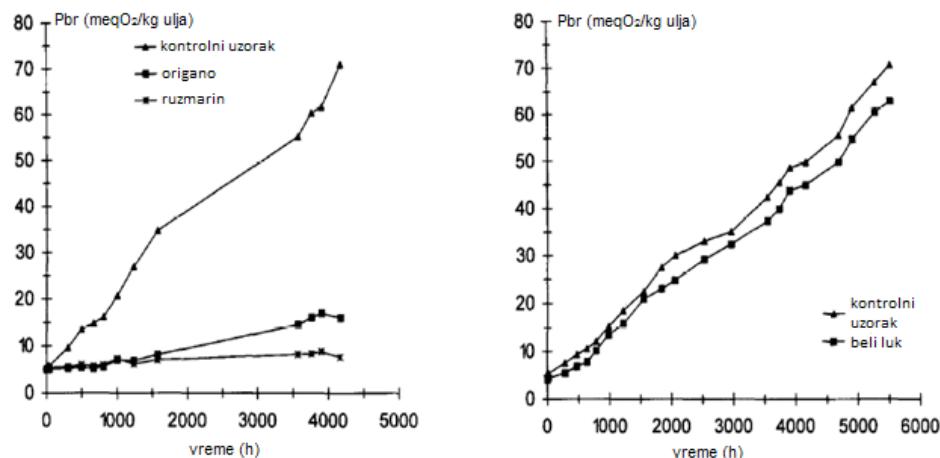


Slika 6. Indukcioni period maslinovog ulja sa i bez dodatka ekstrakta slatke i ljute crvene začinske paprike čuvanog pri sobnoj temperaturi bez uticaja svetla

Figure 6. Induction period of olive oil with and without the addition of extract of hot and sweet red pepper, stored at room temperature without the influence of light

Isti autori izvršili su ispitivanja dodatka po 2% ekstrakta origana, ruzmarina i belog luka pri čemu su pratili promene stabilnosti maslinovog ulja tokom

čuvanja pri temperaturi od 37°C dok peroksidni broj nije dostigao vrednost od 70 meqO₂/kg ulja (slika 7).



Slika 7. Promena stabilnosti maslinovog ulja obogaćenog dodatkom 2% ekstrakta origana, ruzmarina i belog luka tokom čuvanja pri temperaturi od 37°C

Figure 7. Change of stability of olive oil enriched with addition of 2% of oregano, rosemary and garlic extract during storage at temperature of 37 °C

Na osnovu rezultata prikazanih na slici 7 može se videti da je u momentu kada je kontrolni uzorak dostigao vrednost peroksidnog broja od 70 meqO₂/kg ulja, u uzorcima sa dodatkom ekstrakta origana i ruzmarina vrednost peroksidnog broja je bila 2 – 4 puta niža, što dokazuje njihovu veliku efikasnost u povećanju stabilnosti ulja. U početnoj fazi oksidacije i origano i ruzmarin su ispoljavali približno jednaku antioksidativnu moć. Međutim, može se uočiti da je nakon dužeg vremena čuvanja ekstrakt ruzmarina pokazao veću efikasnost. To je verovatno posledica većeg sadržaja neisparljivih komponenata u ekstraktu ruzmarina. Na prethodnoj slici se takođe vidi da je dodatak ekstrakta belog luka neznatno usporio nast-

janje peroksida u uzorku, što pokazuje da beli luk u odnosu na origano i ruzmarin pokazuje veoma slabu antioksidativnu aktivnost pri navedenim uslovima.

Ukoliko se u maslinovo ulje ne dodaje ekstrakt začinskog ili aromatičnog bilja, već se dodaju delovi biljke, potrebno je određeno vreme da bioaktivne komponente procesom difuzije pređu u ulje. Na brzinu difuzije antioksidanasa utiče mnogo faktora, od kojih su najznačajniji temperatura i mešanje. U tabeli 7 su dati podaci o promeni koncentracije antioksidanasa u maslinovom ulju obogaćenom ruzmarinom i origanom čuvanom pri sobnoj temperaturi i temperaturi iznad 35°C tokom određenog perioda.

Tabela 7. Promena koncentracije antioksidanasa u maslinovom ulju obogaćenom ruzmarinom i origanom pri sobnoj temperaturi i temperaturi iznad 35°C tokom određenog perioda

Table 7. Change of the concentration of antioxidants in olive oil enriched with the rosemary and oregano at room temperature and at temperature above 35 ° C during a given period

Vreme (h) Time (h)	Sobna temperatura Ambient temperature		Temperatura iznad 35°C Temperature above 35°C	
	Ruzmarin Rosemary	Origano Oregano	Ruzmarin Rosemary	Origano Rosemary
1	-	-	-	-
8	-	-	-	0,80
30	-	5,30	-	0,75
51	0,10	5,30	0,60	2,71
77	0,07	4,56	0,10	1,81
168	0,11	4,48	4,95	5,48
274	0,53	4,17	1,74	10,53

Obogaćivanje ulja uz mešanje pri povišenim temperaturama rezultiralo je efikasnijim transferom antioksidanasa u devičansko maslinovo ulje, dok samo potapanjem dela biljke u ulje nije došlo do značajnog povišenja koncentracije ruzmarinske kiseline u uzorku ulja.

4.2. Uticaj prirodnih dodataka na senzorske osobine devičanskog maslinovog ulja

Ispitivanje prihvatljivosti ovih proizvoda od strane potrošača je veoma značajno, čak i značajnije od produženja trajnosti proizvoda, jer uzalud je visoka stabilnost ako takav proizvod nije senzorno prihvatljiv.

Cavazza i sar. (2015) su ispitivali uticaj dodatka eteričnog ulja ruzmarina i origana, kao i slatke i ljute crvene začinske paprike i na senzorski kvalitet devičanskog maslinovog ulja. Test prihvatljivosti je izведен od strane panela koji je sačinjavalo 12 namumice izabralih netreniranih ocenjivača. Uzorci devičanskog maslinovog ulja mešani su sa ekstraktima začinskog bilja u različitim koncentracijama. Senzornom analizom uzorka maslinovog ulja dodatkom 1%, 2% i 5% ekstrakta origana i belog luka utvrđeno je da dodate komponente imaju veliki uticaj na miris i ukus ulja. Miris i ukus uzorka sa dodatih 5% ekstrakta origana ocenjen je kao veoma jak i svega 15,5% ocenjivača je ocenilo ovaj uzorak kao prihvatljiv. 24,2% ocenjivača se odlučilo za ulje sa 1% dodatog ekstrakta origana kao prihvatljivo, dok je 42,4% ocenjivača odabralo maslinovo ulje sa 2% dodatog ekstrakta origana kao najprihvatljivije. Maslinovo ulje sa dodatkom belog luka u svim koncentracijama ocenjeno je kao slabo prihvatljivo sa veoma izraženim mirisom i ukusom. Uzorak sa 5% dodatog belog luka ocenjen je kao srednje do veoma jak.

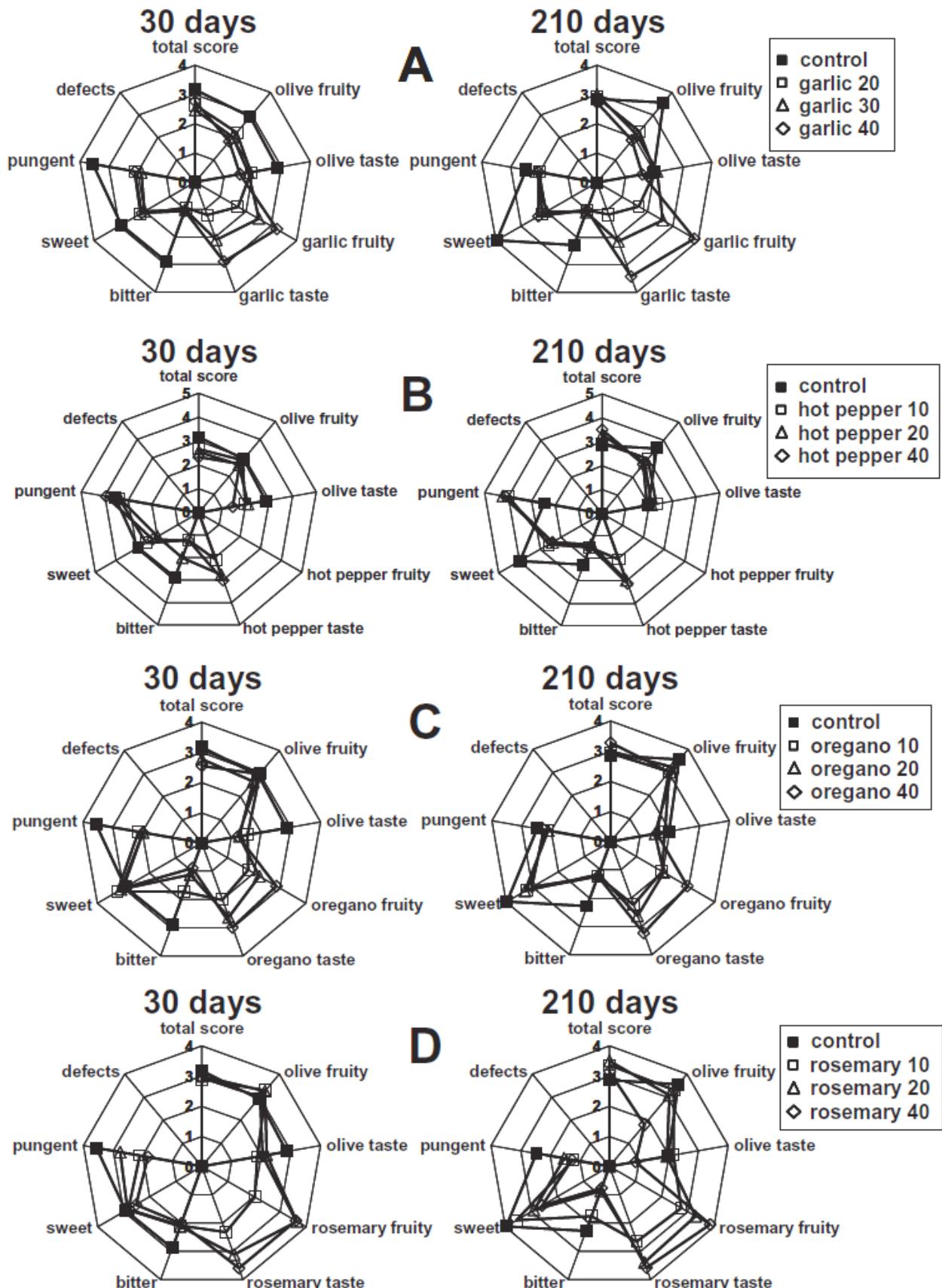
Senzorski profil maslinovog ulja sa dodatkom 10, 20 i 40 g/l ekstrakta belog luka, ljute paprike, origana i ruzmarina određen nakon 30 i 210 dana skladištenja prikazan je na slici 8.

Maslinovo ulje je jedna od osnovnih namirnica u zemljama Mediterana. Međutim potrošači u drugim zemljama sveta nemaju naviku da koriste ovu vrstu ulja. I pored svih prednosti ove vrste ulja u odnosu na druge (visoka stabilnost, zdravstveni benefiti, visok sadržaj bioaktivnih komponenata), ono je zbog specifičnih senzornih osobina slabije prihvaćeno među netradicionalnim potrošačima. Obogaćivanjem maslinovog ulja ekstraktima začina i aromatičnih biljaka može se, pored povećanja stabilnosti, postići poboljšanje senzorskih osobina i time

obezbediti da ovo ulje bude prihvatljivo i od strane netradicionalnih konzumenata (Antoun i Tsimidou, 1997).

Na osnovu pregledanih literaturnih podataka može se zaključiti da:

- trajnost hrane osetljive na oksidativne promene može se značajno produžiti dodatkom prirodnih sastojaka tj. eteričnih/esencijalnih ulja u maloj količini;
- najčešće se u tu svrhu koriste eterična ulja začinskog i aromatičnog bilja (origana, ruzmarina, crvene začinske paprike, majčine dušice, bosiljka i dr.);
- eterično ulje origana i ruzmarina ima veoma izraženu antioksidativnu aktivnost i pokazalo se kao najefikasnije u zaštiti maslinovog ulja od oksidacije. Nasuprot tome, dodatak belog luka je pokazao veoma slab uticaj na stabilnost maslinovog ulja. Sličan efekat ispoljavaju, najverovatnije, i kod ostalih jestivih ulja;
- ovi prirodni dodaci značajno utiču na promenu senzorskih osobina proizvoda. Senzorno najprihvatljivije je ulje sa dodatkom 2% ekstrakta origana, dok je najmanje prihvaćeno maslinovo ulje sa dodatkom belog luka.



Slika 8. Senzorni profil aromatizovanog maslinovog ulja
Figure 8. Sensory profile of flavored olive oil

LITERATURA

1. Amorati, R., M. C. Foti (2012). Oxidative stability and antioxidant properties of essential oils. In: Essential Oils as Natural Food Additives, Ed. Valgimigli, L., Nova Science Publishers, New York, pp 75–95.
2. Amorati, R., M. C. Foti, L. Valgimigli (2013). Antioxidant activity of essential oils, *J. Agric. Food Chem.*, 61: 10835–10847.
3. Amorati, R., S. Menichetti, E. Mileo, G. F. Pedulli, C. Viglianisi (2009). Hydrogen-atom transfer reactions from ortho-alkoxy-substituted phenols: an experimental approach. *Chemistry A.*, 15(17): 4402–4410.
4. Antoun, N., M. Tsimidou (1997). Gourmet olive oils: stability and consumer acceptability studies. *Food Research International*, 30 (2): 131-136.
5. Arao, K., H. Yotsumoto, H. Seo-Young, N. Koji, Y. Teruyoshi (2004). The 9-cis, 11-trans,13-cis isomer of conjugated linolenic acid reduces apolipoprotein B100 secretion and triacylglycerol synthesis in HepG2 cells. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 68: 2634–2645.
6. Aruoma, O. I., B. Halliwell, R. Aeschbach, J. Loliger (1992). Antioxidant and prooxidant properties of active rosemary constituents: carnosol and carnosic acid. *Xenobiotica*, 22: 257-268.
7. Aruoma, O. I., J. P. E. Spencer, R. Rossi, R. Aeschbach, A. Khan, N. Mahmood, A. Muñoz, A. Murcia, J. Butler, B. Halliwell (1996). An evaluation of antioxidant and antiviral action of extracts of rosemary and Provencal herbs. *Food Che. Toxicol.*, 34: 449-456.
8. Aydeniz, B., O. Guneser, E. Yilmaz (2014). Physico-chemical, sensory and aromatic properties of cold press produced safflower oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 91: 99–110.
9. Basaga, H., C. Tekkaya, F. Acikel (1997). Antioxidative and free radical scavenging properties of rosemary extracts. *Food Sci Technol.*, 30: 105-108.
10. Berner, D L., G.A. Jacobson (1973). Spice antioxidant principle and process for the extraction thereof, US Patent, 732-111.
11. Cavazza, A., P. Salvadeo, C. Logana, S. Corti, C. Mancinelli, C. Corradini (2015). Enhancing stability of olive oils by enrichment with natural ingredients. *INFORM*, 26 (10): 620-659.
12. Chang, S S., B. Ostrić-Matijasević, O. A.L. Hsieh, C. L., Huang (1977). Natural antiox-
- idants from rosemary and sage, *J. Food Sci.*, 42: 1102-1106.
13. Chen, Q., H. Shi, C-T. Ho (1992). Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation and soybean lipoxigenase activity. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69: 999-1002.
14. Chipault, J. R., G. R. Mizuno, J. M. Hawkins, W. O. Lundberg (1952). The antioxidant properties of natural spices. *Food Res.*, 17: 46-55.
15. Cioroi, M. (2009). Study on total polyphenols and reducing power of aqueous extracts from selected Lamiaceae species. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 15 (4): 521-524.
16. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja. Monografija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
17. Dimić, E., J. Turkulov (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
18. Dimić, E., T. Lužaić, V. Vučasinović, S. Esalami, B. Rabrenović, A. Fijat (2016). Antioksidativni kapacitet devičanskih maslinovih ulja različitih maslinarskih regija Libije pri umerenim temperaturama. *Uljarstvo*, 47 (1): 31-37.
19. Esquivel, M. M., M. A. Ribeiro, M. G. Bernardo-Gil (1999). Supercritical extraction of savory oil: study of antioxidant activity and extract characterization. *J. Supercritical Fluids*, 14 (2): 129-38.
20. Estevez, M., R. Ramirez, S. Ventanas, R. Cava (2007). Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pate. *LWT–Food Sci. Technol.*, 59: 58–65.
21. Fadavi, A., M. Barzegar, M. H. Azizi (2006). Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. *J. Food Comp. Anal.*, 19: 676–680.
22. Foti, M. (2007). Antioxidant properties of phenols. *J. Pharm. Pharmacol.* 59: 1673–1685.
23. Gambacorta, G., M. Faccia, S. Pati, C. Lamaccia, A. Baiano, E. La Notte (2007). Changes in the chemical and sensorial profile of extra virgin olive oils flavored with herbs and spices during storage. *Journal of Food Lipids*, 14: 202–215.
24. Gerard, G., K-W. Quirin, E. Schwarz (1995). CO₂-extracts from rosemary and sage, *Food Market Technol*, 10: 46-52.
25. Gil, M. I., F. A. Tomas-Barberan, B. Hess-Pierce, D. M. Holcroft, A. A. Kader (2000).

- Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Sci. Food Agric.*, 48, 4581–4589.
26. Inahata, K., T. Nakasugi, S. Matsumura, T. Nakahara (1996). Odorless and safe antioksi-dants derived from rosemary and their preparation, Jpn Kokai Tokkyo Koho JP, 08 67 874.
27. Jitoe, A., T. Masuda, I. P. Tengah, D. N. Su-prapta, I. W. Gara, N. Nakatani (1992). An-tioxidant activity of tropical ginger extract and analysis of the contained curcuminoids. *J. Agric. Food Chem.*, 40: 1337-1340.
28. Karlovits, Đ. (2014). Tajna istarske pršute. Uspomena na prof. dr Biserku Oštarić Mati-jašević (1926-2001). *Uljarstvo*, 45 (1): 3-11.
29. Kaufman, M., Z. Wiesman (2007). Pome-granate oil analysis with emphasis on MAL-DI-TOF/MS triacylglycerol fingerprinting. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 10405–10413.
30. Khoddami, A., Y. H. Che Man, T. Roberts (2014). Physico-chemical properties and fatty acid profile of seed oils from pomegranate (*Punica granatum L.*) extracted by cold press-ing. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 116: 553-562.
31. Kikuzaki, H., N. Nakatani (1993). Antioxidi-ant effects of some ginger constituents. *J. Food Sci.*, 58: 1407-1410.
32. Kikuzaki, H., Y. Kawasaki, N. Nakatani (1994). Structure of the antioxidative com-pounds in ginger, in: *Food Phytochemicals for Cancer Prevention II Teas, Spices, and Herbs*. AOCS Symposium Series No547, Ho C-T., Osawa T., Huang M-T. and Rosen R. T. (eds), Washington, ACS Press, pp. 237-247.
33. Kimbaris, A. C., N. G. Siatis, D. J. Daferera, C. S. Pappas, A. P. Tarantilis, G. M. Polissiou (2006). Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*). *Ultrason. Sonochem.*, 13(1): 54–60.
34. Kulisic, T., A. Radonic, M. Milos (2005). Inhibition of lard oxidation by fractions of different essential oils. *Grasas y Aceites*, 65 (4): 284–291.
35. Lagouri, V., D. Boskou (1996). Nutrient anti-oxidants from oregano. *Internal J. Food Sci. Nutr.*, 47: 493-497.
36. Lagouri, V., G. Blekas, M. Tsimidou, S. Kok-kini, D. Boskou, D. (1993). Composition and antioxidant activity of essential oils from oregano plants grown wild in Greece. *Z. Leb-enmittel Untersuch. Forsch.*, 197: 20-23.
37. Lansky, E. P., G. Harrison, P. Froom, P., W. G. Jiang (2005). Pomegranate (*Punica granatum L.*) pure chemicals show possible synergistic inhibition of human PC-3 prostate cancer cell invasion across MatrigelTM. *Invest. New Drugs*, 23: 121–122.
38. Lansky, E. P., R. Newman (2007). *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *J. Ethnopharmacol.*, 109: 177–206.
39. Latta, S. (1991). Gourmet oils in the 1990s, INFORM, 2 (2): 98-113.
40. Lorez-Sebastian, S., E. Ramos, E. Ibanez, J. M. Bueno, L. Ballester, J. Tabera, G. Reglero (1998). Dearomatization of antioxidant rosemary extracts by treatment with supercritical carbon dioxide. *J Agric Food Chem.*, 46: 13-19.
41. Maestre, J., P. Melgarejo, F. A. Tomas-Bar-beran, C. Garcia-Viguera (2000). Production, Processing and Marketing of Pomegranate in the Mediterranean Region: Advances in Research and Technology. CIHEAM-IAMZ, Spain, pp. 243–245.
42. Melgarejo, P., F. Artes (2000). Total lipid content and fatty acid composition of oilseed from lesser known sweet pomegranate clones. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 1452–1454.
43. Morongiu, B., A. Piras, S. Porcedda, R. Casu, R., P. Pierucci (2005). Comparative analysis of supercritical CO₂ extract and oil of *Pimenta dioica* leaves. *J. Essent. Oil Res.*, 17: 530–532.
44. Morton, J., (1987). In: Morton, J. (Ed.), *Fruits of Warm Climates*, Echo Point, Books & Me-dia, LLC, Miami, FL (USA), pp. 352–355.
45. Nakatani, N., K. Miura, T. Inagaku (1989). Structure of new deodorant biphenyl com-pounds from thyme (*Thymus vulgaris L.*) and their activity against methyl mercaptan. *Agric. Biol. Chem.*, 53: 1375-1381.
46. Nakatani, N., R., Inatani (1984). Two antioxidi-ative diterpenes from rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) and a revised structure for ros-manol. *Agric. Biol. Chem.*, 48: 2081-2085.
47. Nozaki, K. (1989). Antioxidant activity of rosemary, *New Food Ind (Japan)*, 31: 27-31.
48. Popović, M., D. Peričin, B. Kaurinović, S. Trivić, E. Dimić (2006). Antiradikalски kapacitet tikvinog i maslinovog ulja, 47. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i pre-rada uljarica, *Zbornik radova*, pp. 183-190, Herceg Novi, 2006.
49. Rac, M., B. Ostric (1955). Les propriétés anti-oxygénées du romarin. *Rev Franc Corps Gras*, 2: 796-803.

50. Ribeiro-Santos, R., D. Carvalho-Costa, C. Cavaleiro, H. S. Costa, T. Gonçalves Albuquerque, M. Conceição Castilho, F. Ramos, N. R. Melo, A. Sanches-Silva (2015). A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), Trends in Food Science & Technology, 45: 355-368.
51. Schwarz, K., H. Ernst, W. Ternes (1996). Evaluation of antioxidative constituents from thyme. *J. Sci. Food Agric.*, 70: 217-223.
52. Shi, H., N. Noguchi (2001). Introducing natural antioxidants. In: Antioxidants in food. Eds. Jan Pokorny, Nedyalka Yanishlieva and Michael Gordon, CRC Press, Cambridge, England, pp. 147-158.
53. Tarighi, J., S. Dadashi, A. Ghazvini, A. Mahmoudi (2011). Comparison of physical and hydrodynamic properties of two Iranian commercial pomegranates. *Agric. Eng. Int. CIGR J.*, 13: 1-7.
54. Teh, S. S., J. Birch (2013). Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *J. Food Comp. Anal.*, 30: 26-31.
55. Tsai, C.-W., H.-W. Chen, L.-Y. Sheen, C.-K. Lii (2012). Garlic: health benefits and actions. *BioMedicine*, 2: 17-29.
56. Vaidya, V., K. U. Ingold, D. A. Pratt (2009). Garlic: source of the ultimate antioxidants – sulfenic acids. *Angew. Chem., Int. Ed.* pp. 157-160.
57. Valenzuela, A B., K. S. Nieto (1996). Syntetic and natural antioxidants: food quality protectors, *Grasas y Aceitas*, 1996, 186-96.
58. Valgimigli, L., and D. A. Pratt (2012). Antioxidants in chemistry and biology. In Encyclopedia of Radicals in Chemistry, Biology and Materials; Eds. Chatgilialoglu, C., Studer, A., Wiley - Chichester, UK, Vol. 3, pp 1623-1677.
59. Vekiaris, S A., V. Oreopoulou, C. Tzia, C. D. Thomopoulos (1993). Isolation of natural antioxidants from oregano. *Riv. Ital. Sost. Grasse*, 70: 25-28.
60. Yanishlieva, N V., E. M. Marinova, M. H. Gordon, V. G. Raneva (1999). Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chem.*, 64: 59-66.
61. Yanishlieva, N. V., E. M. Marinova, I. N. Marekov, M. H. Gordon (1997). Effect of an ethanol extract from summer savory (*Satureja hortensis* L.) on the stability of sunflower oil at frying temperature. *J. Sci. Food Agric.*, 74: 524-530.
62. Yanishlieva-Maslarova, N. V., I. M. Heinonen (2001). Sources of natural antioxidants: vegetables, fruits, herbs, spices and teas. In: Antioxidants in food. Eds: Jan Pokorny, N. Yanishlieva and Michael Gordon, Woodhead Publishing Ltd., CRC Press, Cambridge, England, pp. 210-263.
63. Yu, T.-H., C.-M. Wu, Y.-C. Liou (1989). Volatile compounds from garlic. *J. Agric. Food Chem.*, 37: 725-730.
64. Madsen, L H., B. Sorensen, L. H. Skibsted, G. Bertelsen (1998). The antioxidative activity of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in dressing stored exposed to light or in darkness. *Food Chem.*, 63 (2): 173-80.
65. Frankel, E N., S-W. Huang, R. Aeschbach, E. Prior (1996). Antioxidant activity of rosemary extract and its constituents, carnosic acid, carnosol, and rosmarinic acid, in bulk oil and oil-in-water emulsion. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 131-135.
66. Herrmann, K. (1981). Über die antioxidative Wirkung von Gewürzen. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 77: 134-139.
67. Sandmeier, D. (1996). Prooxidative Effekte von Gewürzen unter Lichteinfluss. *Fett/Lipid*, 98: 199-202.
68. Yanishlieva, N. V., K. Aitzetmüller, V. G. Raneva (1998). β -Carotene and lipid oxidation. *Fett/Lipid*, 100: 444-462.
69. Nakatani, N., H. Kikuzaki (1987). A new antioxidative glucoside isolated from oregano (*Origanum vulgare* L.). *Agric. Biol. Chem.*, 51: 2727-2732.

KVALITATIVNE KARAKTERISTIKE I NUTRITIVNI ZNAČAJ HLADNO CEĐENIH ULJA IZ NEKONVENCIONALNE SIROVINE

Vesna Vujasinović, Fijat Aleksandar, Sanja Dimić, Kristian Pastor

Globalni svetski problem današnjice čine tri osnovna elementa: hrana, energija i zaštita životne sredine, pri čemu se, kada je reč o hrani, neminovno nameću pitanja vezana za njen kvalitet, prvenstveno u pogledu očuvanja nutritivne vrednosti i obrade bez upotrebe materija štetnih po zdravlje konzumenta. Osim toga, danas se prehrambena industrija suočava sa velikim zahtevima potrošača koji, pored očuvanja kvaliteta i nutritivne vrednosti, žele proizvode koji ispoljavaju pozitivan uticaj na zdravlje. Organska, minimalno prerađena, ili sve češće nazvana „funkcionalna“ hrana danas predstavlja ključni interes nutricionista, lekara i proizvođača hrane i, u poslednje vreme, ova grupa prehrambenih proizvoda beleži stalni porast na tržištu.

Zahvaljujući povratku prirodnog ishrani, uticaju zaštite životne sredine i proširenju asortimana prehrambenih proizvoda, krajem osamdesetih godina prošlog veka pojavio se novi pravac u proizvodnji jestivih biljnih ulja koji je favorizovao proizvodnju tzv. „gurmanskih“ ili „začinskih“ ulja, proizvedenih isključivo mehaničkim putem. Najpoznatiji i najstariji predstavnik jestivih nerafiniranih ulja je, svakako, maslinovo ulje. Međutim, danas na tržištu postoji čitav spektar hladno ceđenih ulja od najrazličitijih sirovina: semena tikve, susama, sunčokreta, lana, zatim oraha, lešnika, badema, koštice grožđa i mnogih drugih. U okviru ovog rada daje se prikaz mogućnosti upotrebe chia semena, pistacije, semena nara i koštice šljive, kao nekonvencionalne sirovine za proizvodnju jestivih nerafiniranih ulja, kao i opis fizičko-hemijskih karakteristika, masnokiselinski profil i nutritivni značaj ovih ulja.

Ključne reči: hladno ceđena ulja, chia seme, pistacije, seme nara, koštice šljive, fizičko-hemijske karakteristike, nutritivni značaj

QUALITATIVE CHARACTERISTICS AND NUTRITIVE VALUE OF COLD PRESSED OILS FROM UNCONVENTIONAL RAW MATERIALS

Three basic elements constitute the global issues of the world today: food, energy and environmental protection. When it comes to food, most of the issues are related to its quality, primarily in terms of preserving its nutritional value and food processing without the use of hazardous substances. Moreover, today the food industry faces high expectations from consumers who, in addition to preserving quality and nutritional value, also demand products that have a beneficial health impact. Organic, least processed, or also known as „functional“ food, is currently a major concern of nutritionists, medical doctors and food manufacturers. This group of food products has recently recorded a steady growth in the world market.

Thanks to the growing popularity of natural nutrition, environmental protection and demand for wider food choices, a new trend in the production of edible vegetable oils appeared in the late 1980s. It favored the production of the so-called “gourmet” or “spice” oils produced exclusively by mechanical means. The most famous and oldest representative of edible unrefined oils is definitely olive oil. However, today there is a broad range of cold pressed oils from diverse raw materials: pumpkin seed, sesame, sunflower, flax, walnut, hazelnut, almond, grape seed and many others. This paper presents the possibility of using chia seeds, pistachios, pomegranate and plum seeds, as unconventional raw materials for the production of edible unrefined oils, but also the physical and chemical characteristics, fatty acid profiles and nutritive values of these oils.

Key words: cold pressed oils, chia seed, pistacio, pomegranate seed, plum kernels, physico-chemical characteristics, nutritive value

Vesna Vujasinović, Visoka hotelijerska škola strukovnih studija, Kneza Višeslava 70, 11030 Beograd, e-mail: vesnavujasinovic@hotmail.com; Aleksandar Fijat i Kristian Pastor, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad; Sanja Dimić, dipl. biolog, Novi Sad, Srbija

1. Nekonvencionalne sirovine za proizvodnju hladno ceđenih ulja

Hladno ceđena ulja se bitno razlikuju od rafiniranih, pre svega po aromi, odnosno po karakterističnom mirisu i ukusu na izvornu sirovinu. Da bi

ova ulja sačuvala specifična senzorska svojstva, proizvode se po specijalnoj tehnologiji, isključivo presovanjem, tj. mehaničkim ceđenjem, bez ikakve upotrebe rastvarača i bez primene procesa rafinacije. Zahvaljujući vrsti sirovine, načinu izdvajanja i odustvu rafinacije, u ulju zaostaju svi važni konstruktivni elementi, te se hladno ceđena ulja razlikuju od rafinisanih u sledećem: izgledu, boji, mirisu i ukusu, zatim hemijskom sastavu, nutritivnoj vrednosti, kao i održivosti. Kako bi finalni proizvod opravdao svoj kvalitet i deklaraciju, pri proizvodnji hladno ceđenih ulja mora se voditi računa o nekoliko bitnih faktora, i to: kvalitetu sirovina, odabiru adekvatne tehnologije, kontroli kvaliteta i deklarisanju proizvoda (Dimitić i sar., 2003).

Asortiman hladno ceđenih ulja je u novije vreme znatno proširen i neprestano se traga za novim izvorima sirovina specifičnog masnokiselinskog i nutritivnog profila (Radočaj i Dimitić, 2013). Takođe, sve više se istražuju i mogućnosti valorizacije nusproizvoda određenih tehnologija (Radočaj i sar., 2011). Zbog toga se danas vode razna istraživanja u cilju razrade novih procesa za preradu nusproizvoda drugih tehnologija u nove iskoristljive proizvode, što značajno može doprineti rešavanju problema zagađenja životne sredine i, sa druge strane, stvaranju dodatnog izvora prihoda (Vujsasinović i sar., 2016). U tom smislu, za proizvodnju hladno ceđenih ulja, uspešno se mogu koristiti sirovine poput kukuruznih klica, koštice grožđa, šljive, kajsije, breskve, seme nara, koje predstavljaju nusproizvod tehnologije prerade voća, proizvodnje vina i drugih tehnologija.

1.1. Chia seme

Chia (lat. *Salvia hispanica*) je jednogodišnja zeljasta biljka koja pripada porodici *Lamiaceae*. U vremenu pre Kolumba, pored kukuruza i pasulja, chia je bila jedna od osnovnih namirnica pojedinih civilizacija Centralne Amerike. U vreme Asteka, glavni u carstvu dobijali su čak 5 - 15000 tona chia semena kao danak svog naroda (Segura-Campos i sar., 2014). Chia seme su Asteci prinosili i kao dar svojim bogovima, te je zbog svog verskog značaja, kolonizacijom Amerike, ono nestalo iz upotrebe.

Chia se tradicionalno konzumira u Meksiku, na jugozapadu SAD i u pojedinim delovima Južne Amerike. Upotreba ove biljne vrste za ishranu nije bila poznata u Evropi sve do 2009. godine, kada je Evropska Unija odobrila konzumiranje chia semena kao nove hrane (EC, 2009). Danas se chia uglavnom proizvodi u Meksiku, Boliviji, Argentini, Ekvadoru, Gvatemali i Australiji. Zahvaljujući svojim karakteris-

tikama i činjenici da može da raste u sušnim predelima, ima veliki potencijal kao buduća biljna kultura i alternativa industrijskim biljkama osetljivim na klimatske promene (Ghiotto i sar., 2013; Rabrenović i sar., 2014).

Divlja i pitoma chia se veoma malo razlikuju, a ova biljka je jedina vrsta iz roda *Salvia* čije je gajenje dozvoljeno. Zbog toga je potrebno veoma dobro poznavanje morfoloških i genotipskih razlika među njima, kako bi se sprečila pogrešna identifikacija (Reales i sar., 2004). Ova biljka proizvodi sitno tamno i belo seme ovalnog oblika. Komercijalno gajene vrste uglavnom sadrže nizak procenat belog semena, koje je nešto krupnije od tamnog. Ixtaina i sar. (2008) objavili su da prosečna dužina, širina i debljina chia semena iznosi 2,11mm, 1,32mm i 0,81mm, respektivno.

chia seme sadrži oko 90 - 93% suve materije, od čega 15 - 25% proteina, 30 - 33% ulja, 26 - 41% ugljenih hidrata, 18 - 30% dijetetskih vlakana, 4 - 5% pepele i značajne količine vitamina i antioksidanasa (Ixtaina i sar., 2008). U tabeli 1 prikazan je hemijski sastav chia brašna/mlevenog chia semena.

Tabela 1. Hemijski sastav mlevenog chia semena/brašna (Segura-Campos i sar., 2014)

Table 1. Chemical composition of chia seed/flour (Segura-Campos et al., 2014)

Komponenta Ingredient	Sadržaj (%) Content (%)
Vлага	6,82 ± 0,13
Proteini	24,11 ± 0,43
Masti	35,13 ± 0,04
Vlakna	34,46 ± 0,45
Pepeo	4,58 ± 0,04

Prikazani rezultati analize hemijskog sastava chia brašna ukazuju na to da su ulja i vlakna glavne komponente ovog semena, što ovu biljku čini pogodnom sirovinom za proizvodnju ulja (Segura-Campos i sar., 2014).

1.2. Pistacija

Pistacija (lat. *Pistacia vera* L.) je jedina biljka iz porodice Anacardiaceae koja ima jestivo jezgro. Prirodno stanište ove biljke je Jugozapadna Azija, a najveći svetski proizvođač je Iran. Takođe, pistacija je od davnina sastavni deo mediteranske ishrane, a od evropskih zemalja najveće količine se proizvode

u Italiji, u istočnom delu Sicilije. U 2005. godini proizvodnja pistacije dostigla je 2500 t (Chahed i sar., 2008).

Jezgro ove biljke ima vrlo visoku nutritivnu vrednost, kako zbog značajne količine ulja (40 - 60% SM), tako i zbog visokog sadržaja prehrambenih vlakana, minerala i bioaktivnih materija. U tabeli 2 dat je prosečan hemijski sastav jezgra pistacije.

Tabela 2. Hemijski sastav osušenog jezgra pistacije porekлом iz Italije (D’Evoli i sar., 2015)

Table 2. Chemical composition of the dried pistachio kernel originating in Italy (D’Evoli et al., 2015)

Komponenta Ingredient	Sadržaj (%) Content (%)
Vлага (g/100g)	5,34 ± 0,4
Pepeo (g/100g)	3,06 ± 0,08
Proteini (g/100g)	24,5 ± 0,4
Lipidi (g/100g)	49,0 ± 1,2
Ugljeni hidrati (g/100g)	2,8
Dijetetska vlakna (g/100g) - rastvorna - nerastvorna	2,2 ± 0,14 12,3 ± 0,21
Minerali (mg/100g) - Ca - P - K - Mg - Fe - Zn	114 ± 12 416 ± 25 962 ± 33 121 ± 7,5 4,5 ± 0,28 2,1 ± 0,12

Sadržaj vlage u svežem jezgru pistacije kreće se u opsegu od 37 - 40%, ali se jezgro nakon berbe podvrgava sušenju u cilju inhibicije aktivnosti enzima i mikroorganizama. Sadržaj vlage u osušenom jezgru iznosi 4 - 5% (Chahed i sar., 2008). Na hemijski sastav jezgra utiče čitav niz faktora, poput klime, geografskog područja, sastava zemljišta i sorte. Zbog visokog sadržaja ulja specifičnog masnokiselinskog sastava, kao i visoke koncentracije bioaktivnih jedinjenja u ulju, pistacija predstavlja vrlo zanimljivu sirovину za proizvodnju hladno ceđenog ulja (D’Evoli i sar., 2015).

1.3. Seme nara

Nar (lat. *Punica granatum* L.) je biljka koja pripada porodici *Punicaceae* i jedan je od najstarijih plodova koji se koristio u ishrani i narodnoj medicini mnogih kultura (Schubert i sar., 1999). Ova biljka vodi poreklo iz Irana, ali se uspešno gaji i u Indiji, SAD i pojedinim zemljama Bliskog i Dalekog Istoka (Kyralan i sar., 2009). Ukupno se godišnje proizvede oko 1.500.000 tona nara, od čega je 47% proizvedeno u Iranu (FAO, 2009).

Plod nara u sebi sadrži seme u količini od 40 - 100g/kg ploda, zavisno od sorte (Hernandez i sar., 1998; Fadavi 2006). Nakon obrade voća pri proizvodnji voćnog soka, seme zaostaje kao otpad-nusproizvod. Ono u sebi sadrži značajne količine lipida, proteina, ugljenih hidrata i drugih nutritivno vrednih sastojaka. Količina lipida u semenu varira u opsegu od 140-270g/kg suve materije semena (Hernandez i sar., 1998). U tabeli 3 prikazan je hemijski sastav četiri sorte nara proizvedenog u Iranu 2011. godine.

Ulje semena nara čini 10 - 20% ukupne težine semena, a manja odstupanja u sadržaju ulja i drugih sastojaka mogu se pripisati različitoj sorti voća, klimatskim uslovima gajenja (temperatura, svetlost, količina padavina) i drugim spoljašnjim faktorima koji mogu uticati na hemijski sastav plodova.

Iz rezultata prikazanih u tabeli 3 može se videti da je seme nara veoma bogato mineralnim materijama. Najzastupljeniji element je K, zatim P, Mg, Ca i Na, dok su Fe, Mn, Zn i Cu prisutni u nešto manjoj količini (Dadashi i sar., 2013).

Hemijski sastav semena nara ukazuje na to da ovaj nusproizvod tehnologije prerade voća može biti veoma dragocen izvor nutritivno vrednih komponenata (minerala, esencijalnih masnih kiselina, antioksidanasa i dr.).

Tabela 3. Hemijski sastav četiri sorte nara proizvedenog u Iranu 2011. godine
(Dadashi i sar., 2013)

Table 3. Chemical composition of four varieties of pomegranate grown in Iran in 2011(Dadashi et al., 2013)

Komponenta Ingredient (%)	Sorta nara Pomegranate varieties			
	AB	MS	PS	SH
Ulje	14,6 ± 0,08	15,6 ± 0,09	16,9 ± 0,11	13,5 ± 0,08
Proteini	8,5 ± 0,052	11,3 ± 0,064	10,7 ± 0,052	10,5 ± 0,034
Vlakna	38,9 ± 2,24	40,1 ± 3,22	42,4 ± 2,80	36,5 ± 1,99
Ugljeni hidrati	32,19 ± 1,76	26,63 ± 1,44	24,09 ± 1,26	33,41 ± 2,02
Pepeo	1,653 ± 0,004	1,592 ± 0,006	1,675 ± 0,006	1,887 ± 0,007
Minerali (mg/kg)				
- Ca	378,00 ± 10,82	674,00 ± 7,00	628,00 ± 5,20	675,33 ± 8,51
- Mg	1327,67 ± 15,63	1824,00 ± 22,00	2052,00 ± 25,00	1819,67 ± 20,84
- K	3070,00 ± 6,56	2677,33 ± 7,51	2024,67 ± 9,50	3724,67 ± 10,07
- Na	211,33 ± 3,51	144,00 ± 2,00	84,50 ± 0,56	127,33 ± 3,06
- P	2283,67 ± 19,30	2416,67 ± 17,01	2766,33 ± 22,72	2194,00 ± 18,73

Sorte: Abanmahi - AB, Malas - MS, Pust Sefid - PS i Shahvar - SH

1.4. Koštica šljive

Šljiva (lat. *Prunus domestica* L.) je biljka koja pripada porodici *Rosaceae*. Prvi pisani dokaz o korišćenju šljive u ishrani dao je Plinije još u starom veku, na osnovu kojeg se može zaključiti da su Rimljani dosta rano upotrebljavali ovo voće u ishrani. Takođe, šljivu su stari Tatari, Huni i Turci koristili kao predmet trgovine, a pretpostavlja se da je na naše prostore dospela u vreme doseljavanja Slovena (tehnologijahrane.com).

Intenzivan uzgoj šljive u mnogim evropskim zemljama započet je tek u XIX veku. Danas su najveći svetski proizvođači šljive: Kina, Srbija, SAD, Rumunija i Turska. Po proizvodnji šljive Srbija zauzima četvrto mesto u svetu i drugo mesto u Evropi sa prosečnim godišnjim prinosom od 409.000 tona u periodu od 1991. do 2001. godine (tehnologijahrane.com).

U Srbiji se šljiva gaji u gotovo svim krajevima, a izraziti šljivarski rejon je zapadni deo zemlje, uključujući okolinu Čačka, Požege, Loznice i Valjeva. Obzirom da je najzastupljenije voće, šljiva u Srbiji ima veliki privredni značaj. U 2012. godini je na teritoriji Srbije proizvedeno 391.500 tona šljive, sa

40.500.000 rodnih stabala, pri čemu je prosečan pri-nos po stablu iznosio 10kg (tehnologijahrane.com).

Prilikom prerade šljive zaostaje koštica, koja predstavlja otpad tehnologije prerade voća. Koštica šljive čini oko 2,5 - 4% mase ploda, odnosno njena masa iznosi 0,5 - 1,5g zavisno od sorte. Analizom jezgra koštice šljive utvrđeno je da ono sadrži oko 32% ulja karakterističnog masnokiselinskog profila i visokog sadržaja antioksidanasa i drugih bioaktivnih jedinjenja. Obzirom na sve veću popularnost hladno ceđenih ulja i na količinu šljive koja se godišnje proizvede na našim prostorima, ulje koštica šljive može postati veoma interesantan proizvod.

2. Sastav masnih kiselina hladno ceđenih ulja iz nekonvencionalne sirovine

Određivanje masnokiselinskog profila, kao i od-nosa različitih masnih kiselina je od velike važnosti, jer sastav i količina masnih kiselina, pored nutritivnog značaja, ima veliki uticaj na stabilnost ulja. U tabeli 4 prikazan je sastav masnih kiselina u ulju chia semena, pistacije, semena nara i koštica šljive.

Tabela 4. Masnokiselinski profil ulja chia semena, pistacije, semena nara i koštica šljive
Table 4. Fatty acid profiles of cold pressed oils from chia seed, pistachio, pomegranate and plum seed

Masna kiselina (%m/m) Fatty acid (%wt)	Uzorak ulja/Oil sample			
	Chia ^[1] Chia seed	Pistacija ^[2] Pistachio	Nar ^[3] Pomegranate	Šljiva ^[4] Plum
16:0	7,47	8,95	4,35	6,00
16:1	0,06	0,34	0,06	0,60
18:0	0,29	3,71	2,99	2,20
18:1	2,43	45,23	9,06	69,40
18:2 (ω -6)	20,40	29,47	8,11	20,40
18:3 (ω -3)	68,52	11,46	0,04	-
18:3 (ω -5)	-	-	73,15	-
20:0	0,15	0,35	0,62	0,20
20:1	0,03	0,21	0,98	0,10
Σ SFA ^a	8,50	13,01	8,01	8,40
Σ MUFA ^b	5,68	45,78	10,10	70,10
Σ PUFA ^c	85,85	40,93	81,26	20,40

Rezultati prikazani u tabeli 4 su preuzeti iz sledeće literature: [1] Segura-Campos i sar. (2014), [2] Kola i sar. (2015), [3] Dadashi i sar. (2013), [4] Minar i Hassanein (1999). ^azasićene masne kiseline; ^bmononezasićene masne kiseline; ^cpolinezasićene masne kiseline

Na osnovu masnokiselinskog profila analiziranih ulja prikazanog u tabeli 4, može se videti da se ovi uzorci značajno razlikuju po sastavu masnih kiselina. Razlike u sastavu masnih kiselina posledica su, pre svega različite vrste sirovine za proizvodnju ulja, kao i mnogih abiotičkih i biotičkih faktora, poput geografskog porekla, sastava zemljišta, izloženosti suncu, uslova gajenja, perioda i uslova berbe i drugih.

U ulju chia semena dominantna masna kiselina je α -linolenska sa udelom od 68,52%. Pored α -linolenske, u značajnoj količini je prisutna linolna kiselina (20,40%) i u manjoj količini plamitinska (7,47%) i oleinska kiselina (2,43%). Veoma slične vrednosti dobili su i Timilsena i sar. (2017), koji su analiziranjem ulja chia semena poreklom iz Australije, utvrdili da je sadržaj dominantne α -linolenske kiseline iznosio $64,39 \pm 2,13\%$, linolne $21,46 \pm 1,24\%$, a oleinske i palmitinske kiseline $5,68 \pm 0,05\%$ i $6,21 \pm 0,05\%$, respektivno.

Na osnovu prikazanog masnokiselinskog sastava, može se videti da je ulje chia semena izuzetno bogato esencijalnim masnim kiselinama, sa preko 60% ω -3 i 20% ω -6 masnih kiselina. Pored količine esencijalnih masnih kiselina koje se unose u organizam putem

hrane, veoma je bitan i njihov odnos, jer prekomeren unos ω -6 masnih kiselina može da poveća verovatnoću pojave različitih bolesti (Simopoulos, 2002). Smatra se da je optimalan odnos ω -6 i ω -3 masnih kiselina u ishrani 4:1 ili manje (Simopoulos, 2002). Međutim, ovaj odnos u ulju chia semena je obrnut, tj. odnos ω -3 i ω -6 je 3:1 (Segura-Campos i sar., 2014).

U ulju pistacije u najvećoj količini je prisutna mononezasićena oleinska kiselina (45,23%). Pored oleinske, utvrđeno je da ovo ulje sadrži i značajnu količinu polinezasićenih masnih kiselina, i to linolnu i α -linolensku u koncentraciji od 29,47% i 11,46%, respektivno. Takođe, u ovom ulju su prisutne i zasićena palmitinska (8,95%) i stearinska kiselina (3,71%) u manjoj količini.

Chahed i sar. (2008) ispitivali su uticaj klimatskih uslova i geografskog područja na masnokiselinski sastav ulja pistacije i objavili da je sadržaj dominantne oleinske kiseline u uzorku proizvedenom u severnoj regiji sa relativno vlažnom klimom iznosio $54,2 \pm 1,2\%$, dok je u uzorku poreklom iz istočne sušne oblasti količina oleinske kiseline bila značajno veća ($76,8 \pm 1,3\%$). Takođe, uočena je i značajna razlika u sadržaju linolne kiseline koja je u uzorku iz severne oblasti bila prisutna u količini od $24,1 \pm 3,0\%$,

a u uzorku iz istočne regije svega $7,6 \pm 1,1\%$, što potvrđuje da klimatski uslovi i geografsko poreklo imaju veliki uticaj na sastav ulja pistacije.

Ulje semena nara odlikuje se veoma visokim sadržajem polinezasičene punične kiselina (18:3, ω-5), čiji deo u ovom ulju iznosi 73,15%. Od polinezasičenih masnih kiselina u ulju semena nara prisutna je i linolna kiselina u količini od 8,11%, dok su mononezasičena oleinska i zasićena palmitinska kiselina zastupljene u količini od 9,06% i 4,35%, respektivno. Vrednosti prikazane u tabeli 4 ukazuju na to da su u ovom ulju u veoma visokom procentu prisutne polinezasičene kiseline (81,26%), što ovo ulje čini specifičnim u odnosu na druga ulja.

Pored ostalih činilaca, geografsko poreklo i sorta voća ima veliki uticaj na sastav masnih kiselina u ulju semena nara, što potvrđuju rezultati Boroushaki i sar. (2016). Boroushaki i sar. (2016) su analiziranjem ulja proizvedenog od različitih sorti nara u različitim regijama, utvrdili da je sadržaj dominantne punične kiseline u ulju poreklom iz Indije bio $71,5 \pm 17,9\%$, iz Turske $74,11 \pm 1,15\%$ i iz Kine $36,98 \pm 10,12\%$, dok se u uzorcima ulja proizvedenim u Iranu sadržaj punične kiseline kretao u opsegu od 78,73 - 82,40%, zavisno od sorte nara. Na sastav masnih kiselina u

ulju semena nara, pored sorte i klimatskih uslova, značajno utiče i stepen zrelosti ploda.

Najzastupljenija masna kiselina u ulju koštice šljive je oleinska kiselina (69,4%). Takođe, u ovom ulju je zabeležena i nešto veća koncentracija polinezasičene linolne kiseline (20,4%), dok su od zasičenih masnih kiselina, u ulju koštice šljive pronadene palmitinska i stearinska sa udelom od 6,0% i 2,2%, respektivno (Minar i Hassanein, 1999). Özcan i sar. (2015) su ispitivanjem ulja koštice šljive proizvedenog u turskom gradu Konya zabeležili nešto veći sadržaj oleinske kiseline (74,19%), dok je sadržaj linolne i palmitinske kiseline bio 19,14% i 6,03%, respektivno, što je u skladu sa rezultatima Minar i Hassanein (1999).

3. Fizičko-hemijske karakteristike hladno cedenih ulja iz nekonvencionalne sirovine

Poznavanje fizičko-hemijskih karakteristika ulja veoma je važno prilikom karakterizacije, određivanja autentičnosti i kvaliteta, kao i optimizacije parametara obrade ulja (Timilsena i sar., 2017). U tabeli 5 date su vrednosti pojedinih parametara kvaliteta ulja chia semena, pistacije, semena nara i koštice sljive.

Tabela 5. Fizičko-hemijske osobine ulja chia semena, pistacije, semena nara i koštice šljive
Table 5. Physico-chemical properties of cold pressed oils from chia seed, pistachio, pomegranate and plum seed

Karakteristika Property	Uzorak ulja/Oil sample			
	Chia ^[1] Chia seed	Pistacija ^[2] Pistachio	Nar ^[3] Pomegranate	Šljiva ^[4] Plum
Indeks refrakcije (n_D na 20 °C)	1,476	1,472	1,500	1,478
Gustina na 25 °C (g/cm ³)	0,924	0,916	0,925	0,905
Sbr (mgKOH/g)	222,66	-	181,10	195,00
Jbr (g/100g)	193,45	89,83	220,34	99,00
Pbr (meqO ₂ /kg)	17,50	10,00	0,48	2,95
Kbr (mgKOH/g)	2,053	4,22	8,36	3,40
Neosapunjive materije (%)	0,839	-	-	1,40

Rezultati prikazani u tabeli 4 su preuzeti iz sledeće literature: [1] Timilsena i sar. (2017), [2] Kola i sar. (2015), [3] Dadashi i sar. (2013), [4] Özcan i sar. (2015).

Indeks refrakcije pruža ključne informacije o sastavu masnih kiselina, oksidativnom statusu i eventualnom prisustvu nečistoća u ulju (Manral i sar., 2008), a vrednost indeksa refrakcije zavisi od temperature pri kojoj se vrši određivanje, stepena nezasićenosti i dužine lanca masnih kiselina. Viša temperatura pokazuje niži

indeks refrakcije, te je pri određivanju ovog parametra, pored dobijene vrednosti potrebno navesti i temperaturu na kojoj je vršeno merenje. Vrednost indeksa refrakcije proporcionalna je dužini lanca i stepenu nezasićenosti, odnosno sa porastom sadržaja nezasićenih masnih kiselina i dužine lanca indeks refrakcije se pove-

ćava (McClemenets i Decker, 2007). Indeks refrakcije se kod navedenih uzoraka kretao u opsegu od 1,472 u ulju pistacije, do 1,500 u ulju semena nara.

Gustina ulja takođe daje korisne informacije u vezi sa sastavom ulja. Gustina ulja se smanjuje sa povećanjem dužine lanca i smanjenjem stepena nezasićenosti masnih kiselina (Hasenhuettl, 2008), što se može iskoristiti prilikom praćenja procesa hidrogenacije ulja. Iako nema značajnijih razlika u gustini navedenih uzoraka ulja, najmanja vrednost zabeležena je u ulju koštica šljive ($0,905\text{g}/\text{cm}^3$), dok je najveću gustinu pokazalo ulje semena nara ($0,9245\text{g}/\text{cm}^3$).

Saponifikacioni broj (Sbr) je obrnuto сразмерan dužini lanca masnih kiselina. Najveću vrednost Sbr ima ulje chia semena ($222,66\text{ mgKOH/g}$ ulja), dok se vrednosti Sbr ostalih uzoraka slažu sa vrednostima drugih biljnih ulja, poput maslinovog (184-196), suncokretovog (188-194) i sojinog (189-195). Ovi rezultati ukazuju na to da ulje chia semena sadrži veće količine masnih kiselina kraćeg lanca, odnosno manje molekulske mase, u poređenju sa ostalim biljnim uljima (Zamora i Hidalgo, 2015).

Jodni broj (Jbr) je proporcionalan broju dvostrukih veza u lancu nezasićenih masnih kiselina. Najmanji jodni broj ima ulje pistacije ($89,83\text{g}/100\text{g}$) i nešto veći ulje koštica šljive ($99\text{ g}/100\text{g}$), što je i očekivano obzirom da je u ovom ulju dominantna mononezasićena oleinska kiselina. Slične vrednosti Jbr pokazuju maslinovo ulje ($78 - 95\text{ g}/100\text{g}$) i ulje arašida ($84 - 105\text{ g}/100\text{g}$). Nasuprot tome, u ulju chia semena i ulju semena nara primećen je znatno veći Jbr, čije su vrednosti za ove uzorce iznosile $193,45\text{ g}/100\text{g}$ i $220,34\text{ g}/100\text{g}$, respektivno. Visoke vrednosti Jbr, indeksa refrakcije i gustine zapažene u ulju chia semena i ulju semena nara posledica su prisustva visoke koncentracije polinezasićenih masnih kiselina, α -linolenske i punične kiselina. Slične vrednosti Jbr pokazuju i laneno ulje (170-204).

Peroksidni broj (Pbr) je jedan od najvažnijih hemijskih kriterijuma za definisanje kvaliteta jestivih ulja, čija vrednost pokazuje količinu primarnih produkata oksidacije (hidroperoksida i peroksida), koji su veoma štetni po zdravlje konzumenta. Vrednost peroksidnog broja zavisi od velikog broja faktora (kvaliteta sirovine, uslova skladištenja i prerade sirovine, uslova čuvanja ulja, sadržaja antioksidanasa, masnokiselinskog sastava i dr.). Najmanja vrednost Pbr pronađena je u ulju semena nara ($0,48\text{meqO}_2/\text{kg}$) i ulju koštica šljive ($2,95\text{ meqO}_2/\text{kg}$), dok je ulje pistacije i ulje chia semena imalo visok Pbr, i to $10,0$ i $17,5\text{ meqO}_2/\text{kg}$, respektivno. Prema Ballistreri i sar. (2010) Pbr u uzorcima ulja iz Italije, SAD, Grčke i Irana bio je $0,7, 2,6, 1,7$ i $1,2\text{meqO}_2/\text{kg}$ ulja, respektivno.

Kiselost ulja je posledica nastanka slobodnih masnih kiselina u procesu hidrolitičke degradacije ulja i masti. Zbog toga se kiselost ubraja među

osnovne pokazatelje kvaliteta ulja, te je ovaj parametar zakonski regulisan (Dimić i Turkulov, 2000). Najveću vrednost kiselinskog broja ima uzorak ulja semena nara ($8,36\text{ mgKOH/g}$), a najmanju ulje chia semena ($2,053\text{ mgKOH/g}$). Kiselost ulja koštica šljive, izražena kao sadržaj slobodnih masnih kiselina, iznosila je $3,4\%$, dok je u ulju pistacije kiselost bila $4,22\text{ mgKOH/g}$. Kiselost različitih uzoraka ulja pistacije proizvedenih u Italiji, SAD, Grčkoj i Iranu, izražena kao % oleinske kiseline, iznosila je $0,4, 1,3, 0,9$, i $0,6\%$, respektivno (Ballistreri i sar., 2010).

Neosapunjive materije potvrđuju prisustvo organskih jedinjenja u ulju, poput sterola, ugljovodonika, pigmenata, fosfolipida i vitamina. Sadržaj neosapunjivih materija u ulju chia semena iznosio je $0,839\%$, dok je u ulju koštica šljive pronađeno $1,4\%$ neosapunjivih materija. Količina neosapunjivih materija u ovim uzorcima slična je kao i u drugim biljnim uljima (Timilsena i sar., 2017).

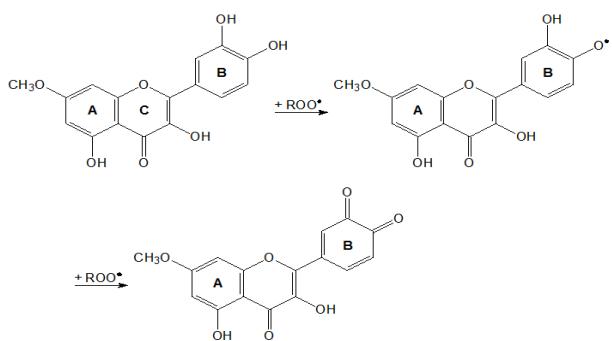
Boja ulja je takođe važna karakteristika koja zavisi prvenstveno od sadržaja različitih pigmenata. Najčešće se boja određuje pomoću CIE $L^*a^*b^*$ sistema. Timilsena i sar. (2017) su ispitivanjem boje ulja chia semena dobili vrednost svetloće $L^*=67,48\pm 2$. Vrednost a^* iznosila je $-6,56\pm 0,20$, a negativna vrednost se može pripisati prisustvu hlorofila i drugih zelenih pigmenata, dok je vrednost b^* bila $28,27\pm 1,81$, što ukazuje na prisustvo karotenoidea. S obzirom na to da ova ulja još uvek nisu potpuno istražena, podaci o boji, po CIE $L^*a^*b^*$ sistemu boje, za ulje pistacije, semena nara i koštica šljive nisu pronađeni u literaturi.

4. Oksidativna stabilnost hladno ceđenih ulja iz nekonvencionalne sirovine

Pojam oksidativne stabilnosti odnosi se na otpornost ulja budućim oksidativnim promenama. Oksidativna degradacija narušava održivost, senzorska svojstva i hranljivu vrednost ulja, a otpornost na oksidativnu degradaciju zavisi, kako od masnokiselinskog sastava ulja, tako i od sadržaja prirodnih antioksidanasa i mnogih spoljašnjih faktora (temperature, prisustva svetlosti, uslova pakovanja i skladištenja i dr.).

Od prirodnih antioksidanasa, u biljnim uljima su najčešće prisutni:

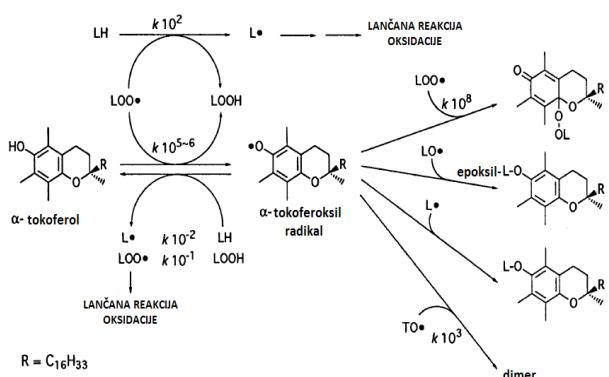
- *polifenoli* - čija se antioksidativna aktivnost ogleda u prekidanju lančane reakcije oksidacije, doniranjem vodonika slobodnim radikalima formiranim u procesu oksidacije, pri čemu nastaju stabilni radikali (slika 1);



Slika 1. Mehanizam antioksidativnog delovanja fenolnih jedinjenja (Chimi i sar., 1991)

Figure 1. Mechanisms of antioxidant action of phenolic compounds(Chimi et al., 1991)

- *tokoferoli* - predstavljaju lipofilne antioksidante prisutne u gotovo svim biljnim uljima. Zajedničko ime za grupu od četiri tokoferola (α , β , γ i δ) i četiri tokotrienola (takođe α , β , γ i δ), po novijim literaturnim navodima, jeste vitamin E. Najznačajnija uloga vitamina E je sprečavanje i usporavanje oksidacije lipidova u hrani na više načina: prekidanjem lančane reakcije autooksidacije, neutralisanjem singleta kiseoničke ($1/2 O_2$) i sprečavanjem fotooksidacije, kao i sinergističkim dejstvom sa polifenolima ili karoteinoidima. Mehanizam antioksidativnog dejstva tokoferola prikazan je na slici 2;



Slika 2. Mehanizam antioksidativnog delovanja tokoferola (Yamauchi, 1997)

Figure 2. Mechanisms of antioxidant action of tocopherols (Yamauchi, 1997)

- *skvalen* - jedan od bitnih neosapunjivih sastojaka čija uloga u povećanju stabilnosti ulja nije značajno ispitivana, ali se smatra da skvalen učestvuje u regeneraciji tokoferil-radikala u α -tokoferol;
- *steroli* - čiji uticaj na stabilnost ulja nije u potpunosti razjašnjen, ali se pretpostavlja da na visokim temperaturama deluju kao inhibitori

polimerizacije, dok na niskim temperaturama ne ispoljavaju nikakve uticaje na stabilnost ulja (Pellegrini i sar., 1998);

- *karotenoidi*, posebno β -karoten, sprečavaju fotooksidaciju i druga jedinjenja sa izraženom antioksidativnom aktivnosti.

Određivanje stabilnosti ulja veoma je važno prilikom procene roka trajanja. U tabeli 6 prikazani su rezultati ispitivanja oksidativne stabilnosti ulja chia semena.

Tabela 6. Antioksidativna aktivnost ulja chia semena (Timilsena i sar., 2017)

Table 6. Antioxidant activity of chia seed oil (Timilsena et al., 2017)

Komponenta Ingredient	Sadržaj Content
Ukupni fenoli (mgGAE/g)	0,94 ± 0,06
- hlorogena kiselina (μg/g)	4,65
- kafeinska kiselina (μg/g)	29,47
- kvercetin (μg/g)	0,15
- fenol-glikozidi (μg/g)	614
Ukupni tokoferoli (mg/kg)	510
- α -tokoferol	24
- $\beta + \gamma$ -tokoferol	433
- δ -tokoferol	53
Beta-karoten (mg/kg)	0,58 ± 0,09
DPPH (μmolTE/g)	436,61 ± 9,67
ORAC (μmolTE/g)	6,48 ± 0,47
Indukcioni period (h)	2,4

Iz rezultata navedenih u tabeli 6 može se videti da ulje chia semena sadrži različite antioksidante, pri čemu su dominantni polifenoli, tokoferoli i karotenoidi, a u manjoj količini su prisutni fosfolipidi, hlorofil i druga bioaktivna jedinjenja. Od fenolnih jedinjenja u ovom ulju u najvećoj koncentraciji prisutne su hlorogena i kafeinska kiselina, kao i fenolni glikozidi (Timilsena i sar., 2017). Pored fenola, ulje chia semena sadrži tokoferole u visokoj koncentraciji, od kojih je u najvećoj meri zastupljen γ -tokoferol. Sadržaj tokoferola u ovom ulju sličan je kao i u ulju arašida (398,6mg/kg), a znatno niži u odnosu na ulje suncokreta (634,4mg/kg) i soje (1797,6mg/kg) (Tuberoso i sar., 2007). Rancimat testom je utvrđeno da indukciona period za ulje chia semena iznosi 2,4h, što je znatno niže u odnosu na ulje repice (12-17h), masline (6-11h) i kokosa (33h), dok je u odnosu na laneno ulje (0,5-2h) ova

vrednost nešto veća (Timilsena i sar., 2017). Visok sadržaj tokoferola i polifenola i vrlo niska oksidativna stabilnost posledica su prisustva polinezasićenih masnih kiselina ($>85\%$). Iz tog razloga je bitno da se tokom obrade, transporta i skladištenja ovog ulja, faktori koji utiču na stabilnost svedu na minimum.

Nasuprot ulju chia semena i ulju semena nara, ulje pistacije sadrži veći ideo mononezasićenih masnih kiselina (45,78%), kao i vrlo visoku koncentraciju fenolnih jedinjenja, tokoferola, karotenoida i drugih bioaktivnih komponenata, što ovo ulje čini znatno stabilnijim. Količina antioksidanasa u ulju pistacije i ulju semena nara data je u tabeli 7.

Tabela 7. Sadržaj antioksidanasa u ulju pistacije i semena nara (Kola i sar., 2015; Dadashi i sar., 2013)
Table 7. Antioxidant contents in pistachio and pomegranate seed oils (Kola et al., 2015; Dadashi et al., 2013)

Antioksidans (mg/100g ulja) Antioxidants (mg/100g oil)	Ulje/Oil	
	Pistacija Pistachio	Seme nara Pomegranate seed
Ukupni polifenoli	501,5 ± 64,3	23,07 ± 1,44
Tokoferoli		
- α-tokoferol	0,77 ± 0,12	15,6 ± 3,5
- β-tokoferol	19,19 ± 5,31	-
- γ-tokoferol	0,04 ± 0,01	194,0 ± 8,7
- δ-tokoferol	0,43 ± 0,09	9,3 ± 1,1
Steroli		
- kampesterol	7,44 ± 0,16	36,4 ± 2,0
- stigmasterol	2,08 ± 0,33	17,5 ± 1,8
- β-sitosterol	116,4 ± 9,14	296,8 ± 13
Karotenoidi		
- lutein	1,26 ± 0,17	-
- β-karoten	0,18 ± 0,05	-
Skvalen	-	78,1 ± 4,1

Iz rezultata prikazanih u tabeli 7 vidi se da su dominantni antioksidansi u ulju pistacije fenoli (501,5±64,3mg/100g), kojih u ulju nara ima više strukturno manje, svega 23,07±1,44mg/100g. Ispitivanjem sastava ulja pistacije metodom hromatografije sa masenom spektrometrijom utvrđeno je prisustvo 21 fenolnog jedinjenja, i to uglavnom derivata benzoeve kiseline (galna kiselina, 4-hidroksibenzoeva kiselina i dr.) (Saitta i sar., 2014). Od tokoferola je u ulju pistacije u najvećoj koncentraciji prisutan β-tokoferol (19,19±5,31mg/100g), a u ulju semena nara γ-tokoferol (194,0±8,7mg/100g), što ukazuje na znatno veću količinu tokoferola u ulju semena nara u odnosu na ulje pistacije. U oba uzorka ulja je utvrđena značajna količina sterola, od kojih je najzastupljeniji β-sitosterol u količini od 116,4±9,14mg/100g u ulju pistacije, odnosno 296,8±13mg/100g u ulju semena nara. U ulju pistacije prisutni su i karotenoidi, od kojih je u najvećoj količini zastupljen lutein. Ulje semena nara se, pored navedenih bioaktivnih jedinjenja, odlikuje i prisustvom skvalena u koncent-

raciji od 78,1±4,1mg/100g, koji takođe ispoljava antioksidativnu aktivnost.

Ulje semena nara, zbog reaktivnosti konjugovanih dvostrukih veza u molekulu punične kiseline (18:3, ω-5) i njenih strukturnih izomera koji su veoma hemijski nestabilni, lako podleže oksidacionim promenama, pogotovo ukoliko je ulje izloženo uticaju kiseonika, svetlosti, vlage i toploće. Međutim, utvrđeno je da, kada se nalazi u molekulu triglicerida, punična kiselina pokazuje nešto veću stabilnost, što je verovatno posledica konjugacije elektrona koji obezbeđuju dodatnu stabilnost (Chen i sar., 2007). Siano i sar. (2016) objavili su da je indukcion period ulja semena nara određen Rancimat testom iznosio 0,73±0,07h, što je znatno niže u odnosu na ulje chia semena (IP = 2,4h).

Ulje dobijeno iz koštice šljive sadrži u sebi mnoštvo bioaktivnih jedinjenja koja ispoljavaju antioksidativnu aktivnost što, pored visokog sadržaja mononezasićenih masnih kiselina (70,1%), ovo ulje čini otpornim na oksidacione promene. Ovo ulje

sadrži značajne količine fenolnih jedinjenja, tokofe-rola, karotenoida i sterola. U tabeli 8 dati su rezultati ispitivanja antioksidativne aktivnosti tri uzorka

ulja koštice šljive proizvedenih u periodu od 2004 - 2006. godine.

Tabela 8. Antioksidativni kapacitet ulja koštice šljive (Popa i sar., 2011)
Table 8. Antioxidant capacity of plum seed oils (Popa et al., 2011)

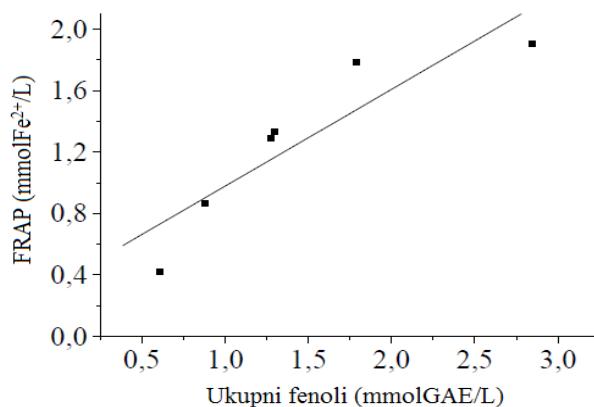
Antioksidansi Antioxidants	Godina proizvodnje ulja The year of oil production		
	2004.	2005.	2006.
Ukupni fenoli (mmol/l)	1,79 ± 0,17	0,61 ± 0,05	2,85 ± 0,24
Tokoferoli ($\mu\text{g}/100\text{g}$)			
- α -tokoferol	<0,1	122,80	<0,1
- $\beta + \gamma$ -tokoferol	164,0	1057,2	162,2
- δ -tokoferol	27,0	44,0	20,2
β -karoten ($\mu\text{g}/\text{g}$)	188,65 ± 2,03	184,95 ± 1,84	191,21 ± 2,13
FRAP* (mmolFe ²⁺ /l)	1,78 ± 0,15	0,42 ± 0,03	1,90 ± 0,16

* Ferric Reducing Antioxidant Power

Posmatrajući prikazane podatke može se zaključiti da na ukupan sadržaj antioksidanasa značajno utiče godina berbe, odnosno klimatski uslovi (količina padavina, izloženost suncu i dr.). Najveći sadržaj polifenola bio je u uzorku iz 2006. godine ($2,85 \pm 0,24 \text{ mmol/l}$), a najmanji u uzorku iz 2005. godine ($0,61 \pm 0,05 \text{ mmol/l}$). Nasuprot tome, sadržaj tokoferola je bio znatno veći u 2005. godini, a u najvećoj koncentraciji je zastupljena frakcija β - i γ -tokoferola. Što se tiče sadržaja β -karotena, nisu primećena značajna odstupanja u analiziranim uzorcima, a utvrđeno je da se koncentracija ovog jedinjenja kretala u opsegu od $184,95 - 191,21 \mu\text{g}/\text{g}$ ulja. Minar i Hassanein (1999) objavili su da su od sterola dominantno prisutni β -sitosterol, kampesterol i stigmasterol sa udelom od 87,4%, 5,5% i 0,9%, respektivno.

Na osnovu vrednosti antioksidativnog kapaciteta uzorka ulja određenog FRAP metodom (eng. Ferric Reducing Antioxidant Power) i ukupnog sadržaja fenolnih jedinjenja, jasno se vidi da maksimalne i minimalne vrednosti antioksidativnog kapaciteta odgovaraju maksimalnom i minimalnom sadržaju fenolnih jedinjenja. Na slici 3 dat je grafički prikaz

zavisnosti antioksidativnog kapaciteta i sadržaja fenola.



Slika 3. Zavisnost antioksidativnog kapaciteta od sadržaja fenola (Popa i sar., 2011)

Figure 3. A correlation between antioxidant capacity and phenolic content (Popa et al., 2011)

Linearnu zavisnost antioksidativnog kapaciteta od sadržaja fenola potvrđuje i visok koeficijent ko-

relacije ($p = 0,899$), što ukazuje na to da je sadržaj polifenola glavni parametar pri odabiru ulja visoke stabilnosti, iako, zbog prisustva tokoferola, karotenoidea i drugih bioaktivnih jedinjenja, antioksidativna aktivnost nije ograničena samo na polifenole.

5. Zdravstveni benefiti i značaj hladno ceđenih ulja iz nekonvencionalne sirovine u ishrani ljudi

Sve veća popularnost konzumiranja ulja različitih biljnih vrsta kao izvora esencijalnih nutrijenata i bioaktivnih materija podstakla je istraživače na pronalaženje novih sirovina za proizvodnju ulja što boljem kvalitetu sa što bolje izbalansiranim odnosom pojedinih komponenata, uz minimalne neželjene efekte.

Iako su neophodne za normalno funkcionisanje organizma, ljudsko telo nije u stanju da sintetiše esencijalne masne kiseline de novo u dovoljnoj količini. Stoga, one moraju biti unesene u organizam putem hrane. Danas je glavni izvor polinezasićenih masnih kiselina riblje ulje. Međutim, ono nije pogodno za veganske potrošače, niti je dovoljno da zadovolji globalnu potražnju, a osim toga, postoji povećana briga zbog prisustva teških metala i organskih zagađivača u ovom ulju. Shodno tome, biljna ulja mogu biti veoma dobar alternativni izvor polinezasićenih masnih kiselina, koji mogu zadovoljiti povećanu potražnju konzumenata (Timilsena i sar., 2017).

Zahvaljujući otkriću specifičnih i veoma povoljnih fizioloških efekata koje pojedini lipidi ispoljavaju na organizam konzumenta, kao i sve većem interesovanju potrošača za organskom, minimalno preradenom hranom, ulje chia semena, pistacije, semena nara i ulje koštice šljive mogu predstavljati veoma zanimljiv sastojak hrane.

Danas je chia seme ponovo sastavni deo ishrane u zapadnim zemljama, kao namirnica koja u velikoj meri utiče na poboljšanje ljudskog zdravlja. U tom pogledu, chia sadrži visok procenat proteina, dijetetskih vlakana, minerala, vitamina, antioksidanasa i ulja koje predstavlja odličan izvor esencijalnih masnih kiselina, posebno zbog visokog sadržaja α -linolenske (ω -3) masne kiseline u poređenju sa drugim izvorima (Guittot i sar., 2013). Obzirom da chia seme i brašno nisu pokazali negativne efekte tokom upotrebe (u smislu pojave ukusa na ribu, gubitka telesne mase i problema sa probavom), kao što je slučaj sa lanenim uljem i sličnim proizvodima, ono je jedan od najefikasnijih izvora ω -3 masnih kiselina, čiji je udeo u ovom ulju preko 68% (Ayerza, 1995; Ayerza i Coates, 2004). Takođe, dobro je poznata korelacija između prekomernog unosa

namirnica sa visokim sadržajem zasićenih masnih kiselina i pojave kardiovaskularnih bolesti i metaboličkih poremećaja. Osim toga, primećeno je da α -linolenska i druge ω -3 polinezasićene masne kiseline dugog lanca pokazuju kardiozaštitni efekat kod žena (Segura-Campos i sar., 2014). Stoga ulje chia semena, obzirom na nizak sadržaj zasićenih masnih kiselina i dobar odnos ω -3 i ω -6 masnih kiselina, sa fiziološkog gledišta je veoma dobar sastojak hrane.

Nakon izdvajanja ulja, kao sporedni proizvod ostaje pogača, odnosno sačma, koja je veoma dobar izvor proteina (19-23%), dijetetskih vlakana (33,9-39,9%) i drugih jedinjenja koja ispoljavaju biološku aktivnost (Marineli i sar., 2014). Ovaj nusproizvod, obzirom na dobra funkcionalna svojstva povezana sa prisustvom proteina i prehrambenih vlakana, može biti vrlo korisna sirovina za upotrebu u drugim granama prehrambene industrije. Primera radi, chia seme ili pogača se danas veoma često uključuje u proizvodnju jogurta, testenine, hleba i peciva, sportskih obroka i dr. (Franklin i Hongu, 2016).

Interesovanje potrošača za upotrebu pistacije u ishrani fokusirano je na visok sadržaj dijetetskih vlakana, minerala i elemenata u tragovima i ulja bogatog mononezasićenim masnim kiselinama i bioaktivnim komponentama. Bioaktivna jedinjenja u ulju pistacije (karotenoidi, steroli, polifenoli i tokoferoli) pružaju zaštitu organizmu od kardiovaskularnih oboljenja, dijabetesa i drugih bolesti savremenog doba.

Ulje semena nara karakteriše vrlo visok sadržaj polinezasićenih masnih kiselina, od kojih je dominantno prisutna konjugovana α -linolenska kiselina (ω -5), za koju je poznato blagotvorno dejstvo na zdravlje ljudi (Sassano i sar., 2009). Pozitivan efekat punične kiseline na zdravlje ljudi ogleda se u njenom antiinflamatornom, antikancerogenom i imunomodulatornom dejstvu (Boroushaki i sar., 2016). Takođe, ovoj masnoj kiselini pripisuje se i hormonska aktivnost, kao i inhibitorno dejstvo prema virusima herpesa i gripe. Ulje semena nara je veoma dobar izvor skvalena, sterola i tokoferola i drugih bioaktivnih materija koje ispoljavaju jaku antioksidativnu aktivnost, utiču na smanjenje količine serumskih triglicerida, lošeg holesterola i poboljšavaju perifernu insulinsku osetljivost i time inhibiraju progresiju dijabetesa tipa 2.

Ulje koštice šljive sadrži značajne količine fitosterola, koji imaju veliki uticaj na zdravlje konzumenta (npr. smanjuju nivo lošeg holesterola u organizmu). Pored sterola, u ovom ulju su prisutni i karotenoidi, koji takođe imaju važnu funkciju u ishrani, obzirom da dominantno prisutan β -karoten predstavlja provitamin A. Pored navedenih bioaktivnih jedinjenja,

u ulju koštice šljive u značajnoj količini prisutan je i skvalen, koji predstavlja prekursor vitamina D, holesterola i steroidnih hormona. Utvrđeno je i da skvalen štiti molekule DNK od oksidativnog oštećenja u humanim epitelnim ćelijama dojke, čime se umanjuje opasnost od nastanka kancerogenih i mutagenih promena na ćelijama.

LITERATURA

1. Ayerza, R., W. Coates, (2004). Composition of chia (*Salvia hispánica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. *Tropical Science*, 44: 131- 135.
2. Ayerza, R. (1995). Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica L.*) from five northwestern locations in Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72: 1079-1081.
3. Ballistreri, G., Arena, E. Fallico, B. (2010) Characterization of Triacylglycerols in *Pistacia vera* L. Oils from Different Geographic Origins. *Italian Journal of Food Science*, 22: 69-75.
4. Boroushaki, M. T., H. Mollazadeh, A. R. Afshari (2016). Pomegranate seed oil: A comprehensive review on its therapeutic effects, IJPSR, Vol. 7(2): 1000-13.
5. Chahed, T., A. Bellila, W. Dhifi, I. Hamrouni, B. M'hamdi, M. E. Kchouk, B. Marzouk (2008). Pistachio (*Pistacia vera*) seed oil composition: geographic situation and variety effects, *Grasas y aceites*, 59 (1): 51-56.
6. Chen, J. N., Y. Cao, H. L. Gao, L. Yang, Z. Y. Chen (2007). Isomerization of conjugated linolenic acids during methylation. *Chem. Phys.*, 150: 136–142.
7. Chimi, H., J. Cillard, P. Cillard, M. Rahmani (1991). Peroxyl and hydroxyl radical scavenging activity of some natural phenolic antioxidants, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68 (5): 307-312.
8. Dadashi, S., M. Mousazadeh, Z. Emam-Djomeh, S. Mohammad Mousavi (2013). Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed: A comparative study on biochemical composition and oil physicochemical characteristics, *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1 (4): 351-363.
9. Dimić, E., V. Vukša, V. Dimić (2003). Savremeni pravci razvoja tehnologije jestivih ulja, *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 38: 223-235.
10. Dimić, E., J. Turkulov (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
11. D'Evoli, L., M. Lucarini, P. Gabrielli, A. Aguzzi, G. Lombardi-Boccia (2015). Nutritional Value of Italian Pistachios from Bronte (*Pistacia vera* L.), Their Nutrients, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity. *Food and Nutrition Sciences*, 6: 1267-1276.
12. EC - Commission of the European Communities (2009) Commission regulation (EC) 827/2009. *Official Journal of the European Union*, 52: 12-13.
13. Fadavi, A., M. Barzegar, M. H. Azizi (2006). Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19:676–680.
14. FAO (2009). Food Agriculture Organization of the United Nations, Project document for a regional standard for Pomegranate, Rome, Italy.
15. Franklin, A. M., N. Hongu (2016). Chia seeds. The University of Arizona.
16. Guiotto, E. N., V. Y. Ixtaina, M. C. Tomás, S. M. Nolasco (2013). Moisture-dependent engineering properties of chia (*Salvia hispánica* L.) seeds. In: *Food Industry*. INTECH, 381-397.
17. Hasenhuettl, G. L. (2008). Fats and fatty oils. In Kirk-Othmer (Ed.), *Food and feed technology*, Vol. 1, pp. 427–461.
18. Hernandez, E. M., A. Kamal-Eldin (2013). Processing and nutrition of fats and oils, IFT Press, Wiley Blackwell, Chichester, West Sussex, UK.
19. Ixtaina, Y., S. M. Nolasco, M. C. Tomas (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispánica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 28, 286-293.
20. Kola, O., H. Duran, M. S. Özer, H. Fenercioğlu (2015). Fatty acid profile determination of cold pressed oil of some nut fruits, *La rivista italiana delle sostanze grasse*, 92: 107-111.
21. Kyralan, M., M. Golukcu, H. Tokgoz (2009). Oil and conjugated linolenic acid contents of seeds from important pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86: 985–990.
22. Manral, M., M. C. Pandey, K. Jayathilakan, K. Radhakrishna, A. S. Bawa (2008). Effect of fish (*Catla catla*) frying on the quality char-

- acteristics of sunflower oil. *Food Chemistry*, 106 (2): 634–639.
23. Marineli R. S., É. A. Moraes, S. A. Lenquiste, A. T. Godoy, M. N. Eberlin, M. R. Maróstica (2014). Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.), *Food Science and Technology*, 59: 1304-1310.
24. Martha, G. C., R. T. Armando, A. A. Carlos (2012). A dietary pattern including nopal, chia seed, soy protein, and oat reduces serum triglycerides and glucose intolerance in patients with metabolic syndrome. *Journal of Nutrition*, 142: 64-69.
25. McClemenets, D. J., E. A. Decker (2007). Lipids. In Srinivasan Damodaran, Kirk L. Parkin, & Owen R. Fennema (Eds.), *Fenema's food chemistry*, 4th ed., pp. 155–216.
26. Minar, M., M. Hassanein (1999). Studies on non-traditional oils: I. Detailed studies on different lipid profiles of some *Rosaceae* kernel oils, *Grasas y Aceites*, 50 (5): 379-384.
27. Özcan, M. M., A. Ünver, D. Arslan (2015). A research on evaluation of some fruit kernels and/or seed as a raw material of vegetable oil industry, *Quality assurance and safety of crops & foods*, 7(2):187-191.
28. Pellegrini, N., F. Visioli, S Buratti, F. Brighenti (2001). Direct analysis of total antioxidant activity of olive oil and studies on the influence of heating, *J. Agric. Food Chem.*, 49: 2532 – 2538.
29. Popa, V. M., C. Bele, M. A. Poiana, D. Dumbrava, D. N. Raba, C. Jianu (2011). Evaluation of bioactive compounds and of antioxidant properties in some oils obtained from food industry by-products, *Romanian Biotechnological Letters*, 16 (3): 6234-6241.
30. Rabrenović, B., M. Demin, J. Laličić-Petronijević (2014). *Salvia hispanica* L. – Potencijalna sirovina za dobijanje nutritivno vrednog ulja. *Uljarstvo*, 45 (1): 77-84.
31. Radočaj, O., E. Dimić (2013). Physico-chemical and nutritive characteristics of selected cold pressed oils found in the European market, *Rivista Ital. Sost. Grasse*, 90 (4): 219-228.
32. 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. *Olaj Szappan Kozmetika*, (Journal of oil, soap and cosmetics), 60 (1): 2-8.
33. Reales, A., D. Rivera, J. A. Palazón, C. Obón (2004). Numerical taxonomy study of *Salvia* sect. *Salvia* (labiateae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 145: 353- 371.
34. Saitta, M., G. L. La Torre, A. G. Potorti, G. Di Bella, G. Dugo (2014). Polyphenols of Pistachio (*Pistacia vera* L.) oil samples and geographical differentiation by principal component analysis, *JAOCs*, 91 (9): 1595-1603.
35. Sassano, G., P. Sanderson, J. Franx, P. Groot, J. van Straalen, J. Bassaganya-Riera (2009). Analysis of pomegranate seed oil for the presence of jacaric acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89:1046-1052.
36. Schubert, S. Y., E. P. Lansky, I. Neman (1999). Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. *Journal of Ethnopharmacology*, 66: 11–17.
37. Segura-Campos, M. R., N. Ciau-Solís, G. Rosado-Rubio, L. Chel-Guerrero, D. Betancur-Ancón (2014). Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agricultural science*, 5 (3): 220-226.
38. Siano, F., Straccia, M. C., Paolucci, M., Fasullo, G., Boscaino, F., Volpe, M. G. (2016). Physico-chemical properties and fatty acid composition of pomegranate, cherry and pumpkin seed oils. *J. Sci. Food Agric.* 96: 1730–1735.
39. Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56 (8): 365-379.
40. Timilsena, Y. P., J. Vongsivut, R. Adhikari, B. Adhikari (2017). Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil, *Food Chemistry* 228: 394–402.
41. Tuberoso, C., Kowalezyk, A., Saritzu, E., Cabras, P. (2007). Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. *Food Chemistry* 103: 1494–1501.
42. Vujasinović, V., M. Bjelica, V. Večei-Funda, N. Vuksanović (2016). Valorizacija komine grožđa - hladno ceđeno ulje iz koštice. 12. Regionalne konferencije »Životna sredina ka Evropi «, Zbornik radova EnE16-ENV.net, 26.jun, Beograd, Srbija, pp. 181-184.
43. Yamauchi, R. (1997). Vitamin E: Mechanism of Its Antioxidant Activity, *Food Sct Technol. Int. Tokyo*, 3 (4): 301-309.
44. Zamora, R., F. J. Hidalgo (2015). Fatty acids. In L. M. L. Nollet & F. Toldra (Eds.), *Handbook of food analysis*, 3rd ed. CRC Press, Vol. 1, 413–430.
45. www.tehnologijahrane.com

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 stuke i širenje znanja u određenoj oblasti na osnovu primene poznatih metoda i naučnih rezultata.

Prispele radove redakcija upućuje recenzentima radi mišljenja o njihovom objavljinjanju. Posle prihvatanja radova za štampanje na osnovu mišljenja reczenzata, 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).

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

Autor je potpuno odgovoran za sadržaj rada

PRIPREMA RUKOPISA

1. Rad treba da se dostavi na CD-u (otkucan u Word-u, slovima Times New Roman veličine 12) i odštampan u dva primerka na belom papiru formata A-4 sa proredom 1,5 i elektronski.
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 ta-

čan naziv, mesto i datum održavanja navodi u objašnjenju indeksa.

5. U donjem slobodnom prostoru na prvoj stranici rada navodi se za sve autore puno ime i prezime, naziv institucije, adresa kao i e-mail adresa prvog 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 su obavezni.

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

Priznate i poznate metode i tehnike rada treba 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, grafikonima, 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.

10. Grafikoni, šeme i drugi crteži se izrađuju kompjuterski. Veličina crteža i oznaka, kao i debljina linija treba da je takva da za štampu mogu da se smanje za 50 % i pri tom budu čitljivi. Slike treba da su jasne, kontrastne.
11. U tekstu, citirana literatura se označava imenom autora i godinom publikacije. Autori su odgovorni za tačnost svih podataka koji se navode u literaturi.
12. Navodi literature sadrže: prezime i inicijal imena jednog ili više autora, godina, naslov rada, naziv časopisa bez skraćenja (može biti skraćen ali samo prema World List of Scientifical

Periodicals), broj volumena (broj časopisa ili mesec navode se samo za časopise koji u svakom broju označavanje stranica počinju sa brojem 1) i brojke stranica na kojim citirani rad počinje i završava. Ukoliko je u pitanju knjiga, potrebno je da se navede autor, naslov, ime izdavača, mesto i godina izdavanja i stranice citiranja.

Primer:

1. Dimić, E., J. Turkulov, Đ. Karlović, V. Puškaš, V. Vukša (1995). Dezo-neutralizacija suncokretovog ulja primenom azota. *Uljarstvo*, 32 (4): 7-12.
2. Tekin, A., M. Cizmeci, H. Karabacak, M. Kayahan (2002). Trans fatty acid and solid fat contents of margarines marketed in Turkey. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79: 443-445.
3. Bockisch, M. (1993). *Nahrungsfette und–öle*, Verlag Eugen Ulmer, Wien, pp. 155-168.
4. Frankel, E.N. (1985). Autoxidation of oils. In: *Flavor chemistry of fats and oils*, Edited by D.B. Min, and T.H. Smouse. American Oil Chemists Society, Champaign, Illinois, pp. 1-37.
5. Šmit, K., E. Dimić, V. Bogdan, B. Mojsin, V. Kulić (2001). Promene kvaliteta semena i ulja suncokreta tokom prerade s posebnim osvrtom na tokoferole. 42. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp 81-86.

Radove treba dostaviti na adresu:

Univerzitet u Novom Sadu
Tehnološki fakultet
Za časopis **ULJARSTVO**
21000 NOVI SAD
Bulevar cara Lazara 1
Republika Srbija

UREDNIŠTVO

**INSTRUCTIONS FOR
EDITING AND PREPARING OF
MANUSCRIPTS**

GENERAL INFORMATION

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

The 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.

The 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.

The 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 CD (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, as well as by e-mail.

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.
5. The full name and surname, title and address of the authors should be at the bottom of the first page.
6. 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.
7. Manuscripts should not be longer than 20 pages, including all appendices.
8. Authors should adhere to the International Unit System (IS) and the Law on Measurement units and standards (Official Gazette of FRY, No. 32/76).
9. 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.

10. Graphs, diagrams and other drawings should be prepared by computer. 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% for printing purposes and still be readable. Pictures must be clear, contrast.
11. Literature quoted in the text is marked with authors and years of publication. Authors are responsible for the correctness of all data given in the references.
12. Literature references must contain the following: surname and initials of the name(s) of one or more authors, title of the paper, unabridged 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:

1. Dimić, E., J. Turkulov, Đ. Karlović, V. Puškaš, V. Vukša (1995). Dezo-neutralizacija suncokretovog ulja primenom azota. Uljarstvo, 32 (1-4): 7-12.
2. Tekin, A., M. Cizmeci, H. Karabacak, M. Kayahan (2002). *Trans* fatty acid and solid fat contents of margarines marketed in Turkey. J. Am. Oil Chem. Soc., 79: 443-445.
3. Bockisch, M. (1993). Nahrungs-fette und-öle, Verlag Eugen Ulmer, Wien, pp. 155-168.
4. Frankel, E.N. (1985). Autoxidation of oils. In: Flavor chemistry of fats and oils, Edited by D.B. Min, and T.H. Smouse. American Oil Chemists Society, Champaign, Illinois, pp. 1-37.
5. Šmit, K., E. Dimić, V. Bogdan, B. Mojsin, V. Kulić (2001). Promene kvaliteta semena i ulja suncokreta tokom prerade s posebnim osvrtom na tokoferole. 42. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 81-86.

Manuscripts should be sent to the following address:

University of Novi Sad
Faculty of Technology
ULJARSTVO – Journal of edible oil industry
21000 NOVI SAD
Bulevar cara Lazara 1
Republic of Serbia

EDITORIAL BOARD

