

JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ujarsuo

VOLUMEN 52, BROJ 1 (2021)

DOO INDUSTRIJSKO BILJE NOVI SAD



INDUSTRIJSKO BILJE

www.indbilje.co.rs

ULJARSTVO

ČASOPIS ZA INDUSTRIJU BILJNIH ULJA, MASTI I PROTEINA

Volumen 52.

Broj 1

Godina 2021.

Originalni naučni radovi

Original scientific papers

1. Krstić M., Ovuka J., Mladenov V., Radić V., Krstić J., Ćuk N., Miklič V.
MEĐUZAVISNOST SADRŽAJA ULJA U ČISTOM SEMENU I
OSTALIH ISPITIVANIH OSOBINA INBRED LINIJA SUNCOKRETA
*Interdependence of the Oil Content in Pure Seed and Other
Tested Traits of Inbred Sunflower Lines* 5
2. Lužaić T., Grahovac N., Cvejić S., Hladni N., Jocić S., Romanić R.
ISKORIŠĆENJE I KAPACITET PROIZVODNJE HLADNO PRESOVANOG
ULJA SEMENA ULJANIH I KONZUMNIH HIBRIDA SUNCOKRETA
*Production Yield and Capacity of Cold Pressed Oil
of Oily and Confectionary Sunflower Hybrid Seeds* 13
3. Đukić V., Miladinović J., Mamlić Z., Stojanović D., Marinković J., Dozet G., Vasiljević S.
SADRŽAJ I PRINOS PROTEINA I ULJA U NS SORTAMA SOJE
REGISTROVANIM U 2021. GODINI
Content Yield of Protein and Oil in Ns Soybean Varieties Registered in 2021 21
4. Dozet G., Đukić V., Mamlić Z., Miladinović J., Đurić N., Jovanović Todorović M., Jakšić S.
UTICAJ JESENJEG I PROLEĆNOG ĐUBRENJA SOJE
NA PRINOS ZRNA I SADRŽAJ ULJA
Effects of Autumn and Spring Soybean Fertilization on Grain Yield and Oil Content 27
5. Đurović A., Kravić S., Stojanović Z., Lužaić T., Romanić R., Grahovac N.
Karakterizacija masnokiselinskog sastava mešanih ulja
suncokreta i lana sa aspekta faktora nutritivnog kvaliteta
*Characterisation of the Fatty Acid Profile of Blended
Sunflower and Flaxseed Oil From the Aspect of Nutritional Quality Factors* 35
6. Lončarević I., Pajin B., Petrović J., Aleksić S., Šojić B., Zarić D., Nikolin M.
UTICAJ MASTI BEZ TRANS MASNIH KISELINA NA FIZIČKE
Karakteristike masnih punjenja namenjenih
proizvodnji punjene čokolade
*The Influence of Edible Fats Without Trans Fatty Acids on Physical
Characteristics of Fat Fillings Intended for Production of Filled Chocolate* 43
7. Petrović J., Lončarević I., Pajin B., Aleksić S., Romanić R., Zarić D., Šojić B.
ODRŽIVOST I SENZORSKE KARAKTERISTIKE MASNIH
PUNJENJA PROIZVEDENIH OD RAZLIČITIH NAMENSKIH MASTI
Shelf Life and Sensory Characteristics of Fat Fillings Produced from Different Fats 51
8. Aleksić S., Adamović B., Škrbić J., Nikolin M., Muc S., Andrić M., Petrović I.,
Manojlović M., Jeremić S., Ivić S.
RAZVOJ „PALM FREE“ INTERESTERIFIKOVANE MASTI NA BAZI
SOJNOG ULJA KAO STRATEŠKE SIROVINE
ZA MASTI I MASNE NAMAZE
*Development of „Palm Free“ Interesterified Fat
Based on Soybean Oil as a Strategic Raw Materials
for Fat and Fat Spreads* 57

Pregledni radovi*Review articles*

9. Ugarković J., Šuput D., Hromiš N., Romanić R., Popović S.
MOGUĆNOST VALORIZACIJE SPOREDNIH PROIZVODA INDUSTRIJE
ULJA KROZ SINTEZU BIOPOLIMERNIH AMBALAŽNIH MATERIJALA 61
Valorisation Possibility of Oil Industry By-Products
Trough Biopolymer Packaging Material Synthesis

Stručni radovi*Technical papers*

10. Šarac V., Nikolovski Z., Gombošev D., Cvetković D.
ADAPTACIJA I OPREMANJE INTERNE LABORATORIJE SOJAPROTEINA
INTERNA VALIDACIJA UREĐAJA VIDAS® UP SALMONELLA (SPT) 71
Adaptation and Equipping Sojaprotein Internal Laboratory
Internal Validation of Vidas® Up Salmonella (Spt)

Prilozi*Supplements*

- IN MEMORIAM - Mr BOGDAN BERIĆ 81
IN MEMORIAM - Mr BOGDAN BERIĆ
- NAJAVA DOGADAJA 82
EVENT ANNOUNCEMENT
- UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA 87
INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS

Izdavač(i)
Publisher(s)

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Tehnologija biljnih ulja i masti
Institut za ratarstvo i povrтарstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Poslovna zajednica „Industrijsko bilje” DOO, Novi Sad
University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Vegetable Oils and Fats Technology
Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia, Novi Sad
Business Association „Industrial crops” Novi Sad

Savetodavni odbor
Advisory board

Doc. dr Ranko Romanić, Prof. dr Biljana Pajin, Dr Vladimir Miklič, Prof. dr Biljana Rabrenović, Doc. dr Ivana Lončarević, Gordana Parenta, dipl. inž., Milan Ševo, dipl. inž., Nada Grbić, dipl. inž., Dragan Trzin, dipl. inž., Mirjana Grujić, dipl. hem.

Članovi savetodavnog odbora iz inostranstva
Advisory board members from abroad

Prof. György Karlovits, Ph.D., Corvinus University, Budapest, Hungary; Ph.D. Branislav Dozet, KWS Group, Budapest, Hungary; Prof. Mirjana Bocevska, Ph.D., Faculty of Technology and Metallurgy, Skopje, Macedonia; Prof. Vlatko Marušić, Ph.D., Mechanical Engineering Faculty, Slavonski Brod, Croatia; Prof. Nedjalka Yanishlieva-Maslarova, Ph.D., Institute of Organic Chemistry, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; Prof. Gerhard Jahreis, Ph.D., Friedrich-Schiller-Universität, Jena, Germany; Ph.D. Werner Zschau, Wörthsee, Germany

Uredivački odbor
Editorial board

Doc. dr Ranko Romanić, Zoran Nikolovski, dipl. inž., mr Zvonimir Sakač

Glavni i odgovorni urednik
Editor in chief

Doc. dr Ranko Romanić

Urednik
Editor

Dr Olga Čurović

Tehnička priprema i dizajn
Technical preparation and design

Feljton, Novi Sad

Adresa redakcije
Editorial board address

**Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Tehnologija biljnih ulja i masti,
21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, Republika Srbija**
Telefon: 021 485 3700; Fax: 021 450 413; e-mail: uljarstvo.tf@uns.ac.rs
*University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Vegetable Oils and Fats Technology,
21000 Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, Republic of Serbia*
Phone: +381 21 485 3700; Fax: +381 21 450 413; e-mail: uljarstvo.tf@uns.ac.rs

Tiraž
Number of copies

150

Štampa
Print

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

MEĐUZAVISNOST SADRŽAJA ULJA U ČISTOM SEMENU I OSTALIH ISPITIVANIH OSOBINA INBRED LINIJA SUNCOKRETA

Miloš Krstić^{1*}, Jelena Ovuka¹, Velimir Mladenov², Velimir Radić¹, Jovana Krstić¹, Nemanja Ćuk¹, Vladimir Miklić¹

IZVOD

Cilj ove studije je bio da se ispita stepen varijabilnosti osobina četiri inbred linije suncokreta i njihova međuzavisnost primenom korelaceone analize. Tokom 2018. i 2019. godine, na lokalitetu Bijeljina, Bosna i Hercegovina, umnožene su 4 inbred linije suncokreta: L-1 (SU), L-2 (SU), L-3 (IMI), L-4 (IMI) vlasništvo Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Ponavljanja su napravljena na taj način što je jedna kaseta parcele (odnos redova A-sterilnog analoga i B-fertilnog analoga u jednoj kaseti je 6:2) predstavljala jedno ponavljanje, a broj ponavljanja iznosio je četiri. Rezultati dvogodišnjih istraživanja u poljskim uslovima pokazali su statistički visoko značajne razlike, ispitivane inbred linije suncokreta razlikovale su se u prosečnim vrednostima klijavosti semena, mase 1000 semena, sadržaja ulja u čistom semenu i prinosa semena. Najveći koeficijent varijacije ostvaren je kod prinosa semena ($CV=46,4\%$), a najmanji kod sadržaja ulja u čistom semenu ($CV=6,37\%$). Klijavost semena u 2018. godini kod ispitivanih inbred linija u proseku je bila veća za 8 % u odnosu na 2019. godinu. Iste godine inbred linije su ostvarile veći prinos semena u proseku za 196 kg ha⁻¹. Veća masa 1000 semena i sadržaj ulja u čistom semenu u proseku ostvaren je u 2019. godini, masa 1000 semena u proseku bila je veća za 7,67 g, dok je sadržaj ulja u čistom semenu bio veći za 0,75%, što statistički nije bilo značajno ($p=0,063$). Povećanje sadržaja ulja u čistom semenu prati statistički značajno povećanje masa 1000 semena ($r=0,401$), ali sa povećanjem prinosa semena, visoko statistički značajno se smanjio sadržaj ulja u čistom semenu, što je predstavljalo najjaču negativnu korelaciju ($r=-0,434$).

Ključne reči: suncokret, inbred linije, sadržaj ulja, prinos semena, masa 1000 semena, klijavost

INTERDEPENDENCE OF THE OIL CONTENT IN PURE SEED AND OTHER TESTED TRAITS OF INBRED SUNFLOWER LINES

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the degree of variability of traits of four inbred sunflower lines and their interdependence using correlation analysis. During 2018 and 2019, at the location of Bijeljina, Bosnia and Herzegovina, 4 inbred sunflower lines were multiplied: L-1 (SU), L-2 (SU), L-3 (IMI), L-4 (IMI) owned by the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad. Repetitions were made in such a way that one plot cassette (ratio of rows of A-sterile analogue and B-fertile analogue in one cassette was 6:2) represented one repetition, and the number of repetitions was four. The results of a two-year study of field conditions showed statistically highly significant differences, the examined inbred sunflower lines differed in the average seed germination, 1000 seeds weight, oil content in the pure seed and seed yield. The highest coefficient of variation was achieved in seed yield ($CV = 46.4\%$), and the lowest with the oil content in pure seed ($CV = 6.37\%$). Seed germination in 2018 in the examined inbred lines was on average 8 % higher than in 2019. In the same year, inbred lines achieved a higher seed yield by an average of 196 kg ha⁻¹. Higher weight of 1000 seeds and oil content in the pure seed on average was achieved in 2019, weight of 1000 seeds on average was higher by 7.67 g, while oil content in the pure seed was higher by 0.75 %, which was not statistically significant ($p=0.063$). The increase in oil content in the pure seed is accompanied by a statistically significant increase in the weight of 1000 seeds ($r=0.401$), but with increasing seed yield, the statistically significant decrease in oil content in the pure seed, which was the strongest negative correlation ($r=-0.434$).

* Mast. inž. polj. Miloš Krstić, istraživač pripravik
Tel.: +381 21 489 8424

E-mail: milos.krsticrp@gmail.com

¹ Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

² Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija

Key words: sunflower, inbred lines, oil content, seed yield, 1000 seed weight, germination.

UVOD

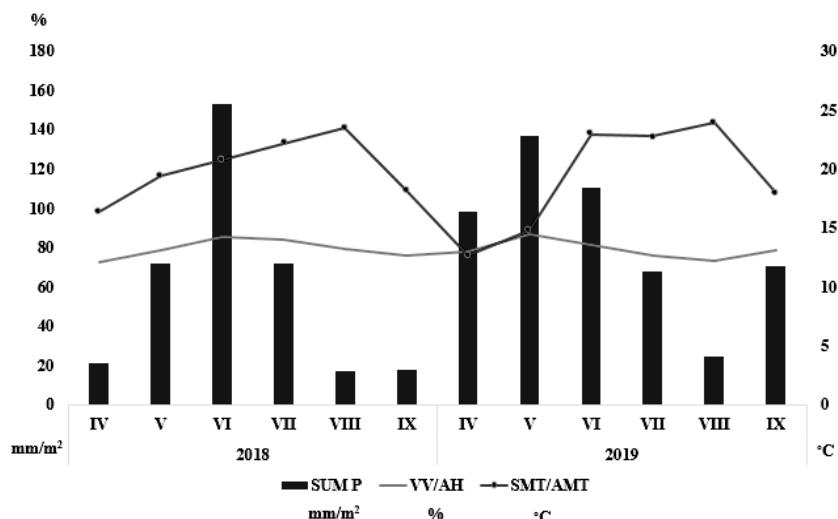
Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je najvažnija uljana biljna vrsta u Srbiji. Suncokretovo ulje ima važnu ulogu u ishrani ljudi zbog svoje visoke energetske i biološke vrednosti. Sadržaj ulja u čistom semenu hibrida suncokreta iznosi 40-58 %, dok je kod inbred linija suncokreta nešto manji. Sadržaj ulja u semenu je kvantitativno svojstvo određeno genotipom, okolinom i njihovom interakcijom (Mijić i sar., 2011; Liović i sar., 2012). Poljoprivredni proizvodači za cilj imaju da ostvare što veći prinos semena sa što većim sadržajem ulja u semenu. Jedna od najvažnijih komponenti prinosa jeste masa 1000 semena (Radić i sar., 2013). Da bi se iskoristio genetički potencijal za prinos semena suncokreta neophodno je u semenarstvu proizvesti seme visoke klijavosti. Shodno tome što je prinos semena najvažnija osobina zbog koje se suncokret gaji, on predstavlja glavnu osobinu većine istraživanja (Vear, 2016). Prinos semena pored primenjene agrotehnike uslovljen je genetskim faktorima, uslovima spoljašnje sredine, kao i njihovom interakcijom. Neke od najvažnijih osobina, koje bi trebale da imaju što veće vrednosti odnosno bolje od vrednosti osobina postojećih hibrida, da bi se novi hibrid uveo u proizvodnju su: prinos semena, sadržaj ulja u semenu, masa 1000 semena itd. (Pekcan i sar., 2015). Inbred linije se koriste za stvaranje različitih tipova hibrida: visoko-prinosni hibridi, hibridi tolerantni na herbicide, oleinski hibridi, hibridi za ishranu ptica i dekorativni genotipovi (Miklić i sar., 2018). Kako navodi Ćuk i sar. (2020) na osnovu namene, inbred linije mogu biti različitog tipa:

- ✓ linolne, klasične uljane (LIN)
- ✓ visoko oleinske (OLE)
- ✓ tolerantne na imidazolinone - Clearfield tehnologija (IMI)
- ✓ tolerantne na imidazolinone - Clearfield plus tehnologija (CLP)
- ✓ tolerantne na sulfonil-ureu (SU)
- ✓ dekorativne (DEK)
- ✓ za ishranu ptica (PT)

Jedan od najvećih izazova oplemenjivača suncokreta predstavlja uvođenje novih hibrida koji omogućavaju veći prinos semena i ulja u širokom arealu gajenja (Cvejić i sar., 2019). Cilj ovog rada bio je da se ispita stepen varijabilnosti osobina četiri inbred linija suncokreta i njihova međuzavisnost pri-menom korelacione analize.

MATERIJAL I METODE RADA

Tokom dve godine, na lokalitetu Bijeljina, Bosna i Hercegovina, umnožene su četiri inbred linije suncokreta: L-1 (SU), L-2 (SU), L-3 (IMI) i L-4 (IMI) u vlasništvu Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Agrometerološki podaci prikazani su u tabeli 1 i na slici 1 (<https://ng.fieldclimate.com/station/0020360A/data>). U proizvodnji su primenjene sve agrotehničke mere neophodne za proizvodnju osnovnog semena suncokreta. Prostorna izolacija između semenskih parcela kretala se od 3 km do 5 km, da ne bi došlo do stranooplodnje između inbred linija. Setva je obavljena mašinski na međuredni razmak 70 cm i 22 cm u redu, što odgovara sklopu od približno 65000 biljaka ha^{-1} , žetva je obavljena mašinski. Ponavljanja su napravljena na taj način što je jedna kaseta parcele (odnos redova A-sterilnog analoga i B-fertilnog analoga u jednoj kaseti je 6:2) predstavljala jedno ponavljanje, a broj ponavljanja iznosi je četiri. Sedam dana od završetka cvetanja B-fertilni analog je uklonjen, a nakon žetve prinos semena (PS) je preračunat na 9 % vlage, 3 % nečistoće i predstavljen u kg ha^{-1} . Tri meseca od žetve seme je podvrgnuto standardnom laboratorijskom testu po ISTA (International Seed Testing Association) pravilima, klijavost semena (KS) je očitana 10. dan i iskazana u procentima (%). Masa 1000 semena (M1000S) je utvrđena po standardnom metodu ISTA i izražena u gramima (g) (ISTA, 2018). Sadržaj ulja u čistom semenu (SUS) određen je metodom nuklearno-magnetne rezonance (NMR), prema Granlund i Zimmerman (1975). Rezultati ispitivanja inbred linija prikazani su osnovnim statističkim parametrima: prosečna vrednost (Art), minimalna (Min) i maksimalna (Max) vrednost, standardna devijacija (St. dev) i koeficijent varijacije (CV), da bi se sagledala njihova varijabilnost. U radu su korišćeni sledeći statistički metodi: analiza varijanse, Dankanov višestruki intervalni test, korelaciona analiza.



SUM P - suma padavina/total precipitation; VV/AH - vlažnost vazduha/relative air humidity;
SMT/AMT - srednje mesečne temperature/average monthly temperatures

Slika 1. Agrometerološki podaci po mesecima za 2018. i 2019. godinu
Figure 1. Agrometeorological data by months for 2018 and 2019

Tabela 1. Agrometerološki podaci za 2018. i 2019. godinu

Table 1. Agrometeorological data for 2018 and 2019 year

2018 Apr.-Sept.	SMT °C			SUM P			VV %			
	AMT °C	Precipitation	AH %	Max	Min	Art	R mm	Max	Min	Art
Art	34,2	7,5	20,1	59,1	99,4	24,7	79,6			
SUM			120,6	354,8						
2019 Apr.-Sept.	SMT °C			SUM P			VV %			
	AMT °C	Precipitation	AH %	Max	Min	Art	R mm	Max	Min	Art
Art	34,1	6,4	19,2	85,1	99,4	22,3	79,4			
SUM			115,4	510,8						

SUM P - suma padavina/total precipitation;
VV/AH - vlažnost vazduha/relative air humidity;
SMT/AMT - srednje mesečne temperature/average monthly temperatures

REZULTATI I DISKUSIJA

Biljka suncokreta zahteva odgovarajuću količinu vode i topote u svim fazama razvoja da bi ostvarila optimalnu produktivnost. U odnosu na ostale ekološke činioce, voda ima najveći uticaj na visinu prinosa (Vratarić, 2004). Visoke dnevne teperature vazduha i niska vlažnost vazduha u periodu cvetan-

ja imaju visok uticaj na oplodnju, a samim tim i na visinu prinosa. Prinos semena zavisi od količine i rasporeda padavina u periodu vegetacije (od 400 do 500 mm m⁻²), a potrebe za toplotom tokom vegetacije iznose 2500 - 3000 °C. Analiza količine padavina, temperatuta i vlažnosti vazduha pokazala je da su dve analizirane godine bile međusobno različite u pogledu sume padavina i srednjih mesečnih temperaturi, što se vidi po različitim rezultatima ispitivanih osobina inbred linija suncokreta. Uslovi u 2018. i 2019. godini su bili relativno povoljni za proizvodnju inbred linija suncoreta na lokalitetu Bijeljina. Tokom 2019. godine suma padavina u periodu vegetacije od početka aprila do kraja septembra bila je veća 156 mm m⁻² u odnosu na 2018. godinu, ali raspored padavina nije bio idealan. Takođe treba navesti da je suma srednjih mesečnih temperatura vazduha bila za 5,2 °C veća u 2018. godini.

Najveći koeficijent varijacije ostvaren je kod priroda semena (CV=46,4 %), a najmanji kod sadržaja ulja u čistom semenu (CV=6,37 %), za šta su rezultati prikazani u tabeli 2. Prosečna klijavost semena je bila značajno veća u 2018. godini (92 %) u odnosu na 2019. godinu (84 %). Značajno najveću klijavost semena su ostvarile inbred linije L-2 i L-3 (97 %) u 2018. godini, dok je najmanju ostvarila inbred linija L-2 (76 %) u 2019. godini. Značajno veća prosečna masa 1000 semena je ostvarena u 2019. godini (67,95 g) u odnosu na 2018. godinu (60,28 g). Značajno najveću masu 1000 semena je ostvarila inbred linija L-3 (75,36 g) u 2019. godini, dok je najmanju ostvarila ista inbred linija, ali u predhodnoj 2018. godini (56 g). Prosečan sadržaj ulja u čistom semenu je

bio veći u 2019. godini (36,50 %) u odnosu na 2018. godinu (35,75%), što statistički nije bilo značajno ($p=0,063$). Najveći sadržaj ulja u čistom semenu je ostvarila inbred linija L-4 (38,96 %) u 2018. godini, a najmanji inbred linija L-1 (33,06 %) u istoj godini. Značajno veći prosečan prinos semena je ostvaren u 2018. godini (561 kg ha^{-1}) u odnosu na 2019. godinu (365 kg ha^{-1}). U obe godine značajno najveći prinos semena je ostvarila inbred linija L-1 (792 kg ha^{-1} odnosno 731 kg ha^{-1}), a najmanji inbred linija L-4 u 2018. godini (392 kg ha^{-1}) odnosno inbred linija L-3 u 2019. godini (203 kg ha^{-1}). IMI inbred linije (L-3,L-4) su u obe godine ostvarile prosečno veće vrednosti za većinu ispitivanih osobina (klijavost semena, masa 1000 semena, sadržaj ulja u čistom semenu), dok su SU inbred linije (L-1, L-2) ostvarile prosečno veći prinos semena u obe ispitivane godine. Analizom varijanse i Dankanovim višestrukim testom potvrđeno je da su oba faktora (genotip i godina) imala statistički visoko značajan uticaj na skoro sve ispitivane osobine, pored toga interakcija između dva faktora potvrdila je isto (tabela 2). Mrđa i sar. (2012) potvrđuju statistički značajne razlike između genotipova i godina proizvodnje u pogledu klijavosti semena, što je u saglasnosti sa ovim istraživanjem. Isti autori navode da je fizički kvalitet semena tj. klijavost semena određena velikim brojem parametara i ne može se sa sigurnošću reći koji je od njih najvažniji. Veoma je važno da se taj kvalitet semena suncokreta održi na visokom nivou u različitim uslovima proizvodnje. Pacheco i sar. (2005) navode da na klijavost semena suncokreta u velikoj meri utiču faktori okoline, što najčešće rezultuje velikom varijabilnošću, među različitim godinama na istoj lokaciji. Ovo istraživanje je u saglasnosti sa Mijić i sar. (2009), isti autori ističu da postoje statistički visoko značajne razlike između ispitivanih genotipova u pogledu mase 1000 semena. Opšte je prihvaćeno da seme koje se koristi za setvu treba da ima što veću masu 1000 semena, jer takvo seme ima veće količine rezervnih materija i razvijenije embrione. To može dovesti do bržeg nicanja, razvoja i rasta ponika, što je od velikog značaja u područjima gde postoji velika verovatnoća da se mogu javiti nepovoljni klimatski faktori koji mogu uticati na nicanje semena (Mrđa i sar., 2012). Varijabilnost mase 1000 semena karakteristična je između ispitivanih genotipova na jednoj lokaciji navodi Marinković (1992), takođe Dušanić (1998) tvrdi da masa 1000 semena pre svega zavisi od godine proizvodnje i samog genotipa. Miklić i sar. (2011), Mijić i sar. (2009) potvrđuju da postoje statistički značajne razlike izmedju genotipova u pogledu prinosa semena i sadržaja ulja u čistom

semenu, što je u saglasnosti sa iznetim rezultatima. Visoko statistički značajan uticaj godine na prinos semena i sadržaj ulja u čistom semenu ostvaren je u istraživanju koje su predhodno sproveli Liović i sar. (2012), Pospišil i sar. (2006), što je delimično u saglasnosti sa iznetim rezultatima, gde godina nije imala visok statistički značajan uticaj na sadržaj ulja u čistom semenu, ali je imala na prinos semena. U obe ispitivane godine srednja mesečna temperatura vazduha i suma padavina u mesecu avgustu su bile slične, kada je suncokret u fazi sinteze ulja, pa se pretpostavlja da iz tog razloga godina nije uticala na sadržaj ulja u čistom semenu. Kako navodi Škorić (1989) na sadržaj ulja u semenu suncokreta najviše utiču srednje dnevne temperature vazduha i količina padavina u fazi sinteze ulja, kao i vreme trajanja te faze. Istraživanja Pacheco i sar. (2005), Villegas i sar. (2010) pokazala su da uprkos različitim agrometeorološkim uslovima, glavne razlike u prinosu semena nastaju zbog samog genotipa. Prinos semena i sadržaj ulja u semenu zavise od hibrida i njegove interakcije sa faktorima spoljašnje sredine ističu Balalić i sar. (2012). Ove osobine su veoma varijabilne zbog različitih godina ispitivanja odnosno faktora spoljašnje sredine. Usled interakcije genotipa sa faktorima spoljašnje sredine vrednosti njihovih osobina se mogu promeniti do te mere da se menja i njihov poredak u različitim sredinama (godina, lokalitet), a što može znatno da oteža izbor najboljih genotipova. Veličina interakcije genotip i spoljašnja sredina proizilazi iz variranja nekontrolisanih činilaca, kao što su na primer klimatski faktori koji iz godine u godinu variraju (Adugna i Labuschange, 2002). Na statistički visoko značajne razlike u pogledu prinosa semena su uticale velike količine padavina ($153,2 \text{ mm m}^{-2}$) u junu mesecu 2018. godine što je veće za $42,4 \text{ mm m}^{-2}$ za isti mesec u odnosu na 2019. godinu, kada su inbred linije bile u fazi butonizacije, što se pozitivno odrazilo na povećanje prinosa. Prema Vrebalovu (1989), suncokret ima najveće potrebe za vodom u fazi intenzivnog porasta (od butonizacije do cvatnje), koje iznose 43 % od ukupno potrebnih količina. Od cvatnje do fiziološke zrelosti suncokret potroši 38 % od ukupnih količina vode koju usvoji tokom vegetacije. Kako navode Liović i sar. (2017) i Dragović i sar. (2001) vlažne godine imaju nepovoljan uticaj na proizvodnju suncokreta, zbog razvoja bolesti koje mogu značajno smanjiti prinos, fizički i tehnički kvalitet semena.

Tabela 2. Rezultati ispitivanih osobina po godinama proizvodnje
Table 2. Results of tested traits by years of production

Godina Years	Genotip Genotype	Tip Type	KS (%) ±St. dev Seed germination	M1000S (g) ±St. dev Weight 1000 seeds	SUS (%) ±St. dev Oil content in the pure seed	PS kg ha ⁻¹ ±St. dev Seed yield
2018	L-1	SU	87±1,71 ^b	58,73±0,55 ^b	33,06±1,31 ^c	792±15,58 ^a
	L-2	SU	97±1,31 ^a	59,17±0,19 ^b	34,22±0,41 ^c	600±21,48 ^b
	L-3	IMI	97±1,31 ^a	56±0,47 ^c	36,76±1,41 ^b	460±15,43 ^c
	L-4	IMI	89±2,97 ^b	67,24±0,39 ^a	38,96±0,50 ^a	392±26,92 ^d
	Art		92±4,99	60,28±4,35	35,75±2,53	561±159,07
2019	L-1	SU	90±1,03 ^a	73,26±0,65 ^b	36,97±1,70 ^a	731±14,81 ^a
	L-2	SU	76±1,11 ^c	60,81±0,54 ^d	33,75±1,39 ^b	300±29,02 ^b
	L-3	IMI	89±1,29 ^a	75,36±0,44 ^a	36,76±0,54 ^a	203±13,49 ^c
	L-4	IMI	80±1,41 ^b	62,36±0,41 ^c	38,51±0,41 ^a	224±20,31 ^c
	Art		84±6,02	67,95±6,66	36,50±2,06	365±222,44
Art Average	L-1	SU	89±2,23 ^b	65,99±7,79 ^a	35,01±2,52 ^c	761,5±35,51 ^a
	L-2	SU	87±11,01 ^c	59,99±0,95 ^c	33,98±0,96 ^c	450±162,09 ^b
	L-3	IMI	93±4,64 ^a	65,68±10,36 ^a	36,76±0,99 ^b	331,5±138,03 ^c
	L-4	IMI	85±7,00 ^d	64,60±2,63 ^b	38,73±0,48 ^a	308±92,47 ^d
	Max		97	75,36	38,96	792
	Min		76	56,00	33,06	203
	Art		88±7,01	64,12±6,76	36,12±2,30	463±214,83
	CV %		8	10,54	6,37	46,4
Genotip Genotype	df		3	3	3	3
	F		35,549	282,548	29,438	838,448
	p		0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Godina Years	df		1	1	1	1
	F		227,306	2122,906	3,804	743,735
	p		0,000**	0,000**	0,063	0,000**
G × G G × Y	df		3	3	3	3
	F		71,643	1137,655	7,585	53,844
	p		0,000**	0,000**	0,001**	0,000**

** p<0,01 - statistički visoko značajno; ** p <0.01 - statistically highly significant

* p <0.05 - statistically significant; * p<0,05 - statistički značajno

U oplemenjivačkom radu, bitno je poznavati međuzavisnost između osobina. Radić i sar. (2021) navode da uspešan program oplemenjivanja i selekcije suncokreta zahteva dobro poznavanje te povezanosti odnosno koje osobine su pozitivno, a koje negativno povezane i kojim intenzitetom. U radu su ispitane korelacije između četiri osobine (tabela 3), ali se najviše pratila međuzavisnost između sadržaja ulja u čistom semenu i ostalih ispitivanih osobina (slika 2).

Tabela 3. Korelativne veze između ispitivanih osobina

Table 3. Correlative relationships between the examined traits

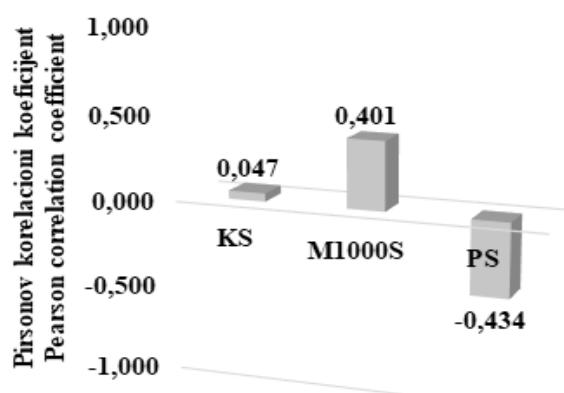
Osobine	KS Seed germination	M1000S Weight 1000 seeds	SUS Oil content in the pure seed	PS Seed yield
KS	1	-0,076	0,047	0,418**
M1000S		1	0,401*	-0,192
SUS			1	-0,434**
PS				1

** Značajnost korelacije na nivou 0,01;

Significance of correlation at level 0.01

* Značajnost korelacije na nivou 0,05;

Significance of correlation at level 0.05



Slika 2. Pirsonov koeficijent korelacija ispitivanih osobina sa sadržajem ulja u čistom semenu

Figure 2. Pearson's correlation coefficient of the tested traits with the oil content in pure seed

Najjača pozitivna statistički visoko značajna korelacija utvrđena je između prinosa semena i njegove klijavosti ($r=0,418$). Takođe, povećanje sadržaja ulja u čistom semenu prati pozitivno statistički značajno povećanje mase 1000 semena ($r=0,401$). Mijić sar. (2009) utvrdili su, takođe statistički značajnu, ali negativnu korelaciju između ove dve osobine. Najjaču negativnu statistički visoko značajnu korelaciju grade sadržaj ulja u čistom semenu i prinos semena ($r=-0,434$), dok ostale korelacije nisu bile statistički značajne. Visoko statistički značajnu korelaciju između prinosa semena i sadržaja ulja u čistom semenu utvrdili su i drugi autori, ali ona je bila pozitivna (Mijić i sar., 2009; Radić i sar., 2013; Singh i sar., 2018). Ćuk i sar. (2020), kao i Radić i sar. (2021)

navode da između prinosa semena i mase 1000 seme na ne postoje statistički značajne korelacije, sa čime su i rezultati ovog istraživanja u saglasnosti.

ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja u poljskim uslovima 2018. i 2019. godine pokazali su statistički visoko značajne razlike, ispitivane inbred linije suncokreta razlikovale su se u proseku klijavosti semena, mase 1000 semena, sadržaja ulja i prinosa semena. Klijavost semena u 2018. godini kod ispitivanih inbred linija u proseku je bila veća za 8 % u odnosu na 2019. godinu. Iste godine inbred linije su ostvarile veći prinos semena u proseku za 196 kg ha^{-1} . Veća masa 1000 semena i sadržaj ulja u čistom semenu u proseku ostvareni su u 2019. godini, masa 1000 semena je bila veća za $7,67 \text{ g}$, dok je sadržaj ulja u čistom semenu bio veći za $0,75 \%$, što statistički nije bilo značajno ($p=0,063$). IMI inbred linije su u obe godine ostvarile prosečno veće vrednosti za većinu ispitivanih osobina (klijavost semena, masa 1000 semena, sadržaj ulja u semenu), dok su SU inbred linije ostvarile veći prinos semena u obe ispitivane godine. Najjača pozitivna statistički visoko značajna korelacija utvrđena je između prinosa semena i njegove klijavosti ($r=0,418$). Takođe, povećanje sadržaja ulja u čistom semenu prati statistički značajno povećanje masa 1000 semena ($r=0,401$), ali povećanje prinosa semena visoko statistički značajno smanjuje sadržaj ulja u čistom semenu, što je predstavljalo najjaču negativnu korelaciju ($r=-0,434$).

Zahvalnica

Ovo istraživanje podržalo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencijski broj ugovora: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

- Adugna, W., Labushange, M.T. (2002). Genotype-environment interactions and phenotypic stability analysis of linseed in Ethiopia. *Plant Breeding*, 121: 66-71.
- Balalić, I., Miklić, V., Jocić, S., Marinković, R., Cvejić, S., Hladni, N., Miladinović, D. (2012). Ocena NS hibrida suncokreta u mikro-ogledima preko interakcije hibrid × lokalitet. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(3): 270-281.

3. Ćuk, N., Cvejić, S., Mladenov, V., Jocković, M.M., Babec, B., Miklić, V., Jocić, S.S. (2020). Variability of agronomic traits in sunflower inbred lines. *Selekcija i semenarstvo*, 26(1): 29-37.
4. Cvejić, S., Jocić, S., Mladenov, V., Banjac, B., Radeka, I., Jocković, M., Jeromela-Marjanović, A., Miladinović, D., Miklić, V. (2019). Selection of sunflower hybrids based on stability across environments. *Genetika*, 51 (1): 81-92.
5. Dragović, S., Maksimović, L. i Škorić, D. (2001). Potrebe za vodom i efekat navodnjavanja NS-hibrida suncokret. *Zbornik radova instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 35: 403-413.
6. Dušanić, N., 1998. Effect of stand density on growth dynamics, yield, and some microclimatic factors in sunflower hybrids. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Serbia (in Serbian).
7. Granlund, M., Zimmerman, D.C. (1975). Effects of drying conditions on oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as determined by wide-line nuclear magnetic resonance (NMR). *Proceedings, North Dakota Academy of Science*, 27: 128-132.
8. ISTA Rules (2018): International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Switzerland.
9. Liović, I., Krizmanić, M., Mijić, A., Bilandžić, M., Markulj, A., Marinković, R., Gadžo, D. (2012). Linija × tester analiza u procjeni kombinatornih sposobnosti sadržaja ulja kod suncokreta. *Poljoprivreda* 18(2): 3-6.
10. Liović, I., Mijić, A., Markulj Kulundžić, A., Duvnjak, T., Gadžo, D. (2017). Utjecaj vremenskih uvjeta na urod zrna, sadržaj ulja i urod ulja novih OS hibrida suncokreta. *Poljoprivreda*, 23(1): 34-39.
11. Marinković, R., 1992. Path-coefficient analysis of some yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica* 60: 201-205.
12. Mijić, A., Liović, I., Zdunić, Z., Marić, S., Marjanović-Jeromela, A., Jankulovska, M. (2009). Quantitative analysis of oil yield and its components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Romanian Agricultural Research*, 26: 41-46.
13. Mijić, A., Sudarić, A., Krizmanić, M., Duvnjak, T., Bilandžić, M., Zdunić, Z., Ismić, E. (2011). Grain and oil yield of single-cross and three-way cross OS sunflower hybrids. *Poljoprivreda* 17(1): 3-8.
14. Miklić, V., Balalić, I., Jocić, S., Marinković, R., Cvejić, S., Hladni, N., Miladinović, D. (2011). Produktivnost NS hibrida suncokreta u mikro-ogledima u Srbiji u 2010. godini. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 48(1), 57-66.
15. Miklić, V., Ovuka, J., Marjanović-Jeromela, A., Terzić, S., Jocić, S., Cvejić, S., Miladinović D, Hladni N, Radić V, Ostojić B, Jocković M, Dušanić N, Đorđević V, Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Balalić, I. (2018). Oplemenjivanje i semenarstvo uljanih biljnih vrsta u Srbiji. *Selekcija i semenarstvo*, 24(2): 1-9.
16. Mrđa, J., Crnobarac, J., Radić, V., Miklić, V. (2012). Sunflower seed quality and yield in relation to environmental conditions of production region. *Helia*, 35(57): 123-134.
17. Pacheco, M., Duarte, B., Vencovsky, R., Pinheiro, B. and Oliviera, B. (2005). Use of supplementary genotypes in AMMI analysis. *Theor. Appl. Genet.* 110: 812-818.
18. Pekcan, V., Evci, G., Yilmaz, I., Kaya, Y. (2015). Developing confectionery sunflower hybrids and determination of their yield performances in different environmental conditions. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 1-2: 47-55.
19. Pospišil, M., Pospišil, A., Antunović, M. (2006). Prinos sjemena i ulja istraživanih hibrida suncokreta u ovisnosti o vremenskim prilikama. *Poljoprivreda*, 12(2): 11-16.
20. Radić, V., Mrđa, J., Jocković, M., Čanak, P., Dimitrijević, A., Jocić, S. (2013). Sunflower 1000-seed weight as affected by year and genotype. *Ratarstvo i povrtarstvo* 50(1): 1-7.
21. Radić, V., Balalić, I., Jaćimović, G., Krstić, M., Jocković, M., Jocić, S. (2021). A study of correlations and path analyses of some parameters in sunflower parental lines. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 58(1): 7-13.
22. Singh, K., Chander, S. (2018). Correlation analysis for seed yield and its component traits in sunflower. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3): 2299-2301.
23. Škorić, D. (1989.). Dostignuća i dalji pravci u oplemenjivanju suncokreta, Suncokret, Nolit. Beograd, 285-392.
24. Vear, F. (2016). Changes in sunflower breeding over the last fifty years. *OCL, Oilseeds and Fats Crops and Lipids*, 23(2), 1-8.
25. Villegas, D., Casadesus, J., Atienza, S.G., Martos, V., Maalouf, F., Karam, F., Aranjuelo,

- I., Nogues, S. 2010). Tritordeum, wheat and triticale yield components under multi-local mediterranean drought conditions. *Field Crop. Res.* 116: 68-74
26. Vratarić, M. (2004). Ekološki uvjeti za proizvodnju suncokreta. *Suncokret, Poljoprivredni institut Osijek*, 53(67): 2001-2004.
27. Vrebalov, T. (1989.). Ekologija i gajenje suncokreta. *Suncokret, Nolit. Beograd*, 31-54.
28. <https://ng.fieldclimate.com/station/0020360A/data>, pristupljeno: 01.10.2021. godine.

ISKORIŠĆENJE I KAPACITET PROIZVODNJE HLADNO PRESOVANOG ULJA SEMENA ULJANIH I KONZUMNIH HIBRIDA SUNCOKRETA

Tanja Lužaić¹, Nada Grahovac², Sandra Cvejić², Nada Hladni², Siniša Jocić², Ranko Romanić^{1*}

IZVOD

U svetu, prema podacima Organizacije za hranu i poljoprivredu (Food and Agriculture Organization, FAO) i Departmana za poljoprivredu Sjedinjenih Američkih Država (United States Department of Agriculture, USDA) proizvodnja semena suncokreta raste. Takođe, u svetu rastu i potrebe za proizvodnjom ulja i visokokvalitetnih proteina, zbog čega su se izdiferencirali i hibridi suncokreta u cilju zadovoljenja pomenutih potreba na uljane i konzumne (neuljane, proteiniske). Istraživanjem u ovom radu pokazano je da je proizvodnja ulja postupkom hladnog presovanja moguća i od konzumnih hibrida suncokreta, ne samo od uljanih, međutim razlike u iskorišćenju i kapacitetu tj. količini dobijenog ulja su značajne. Iskorišćenje ulja i semena bili su 2,12 i 2,17 puta veći kod uljanih u odnosu na konzumne hibride suncokreta, dok za 1 h kroz presu prođe 1,84 puta više semena i dobije se 3,89 puta više ulja, kod uljanih u odnosu na konzumne hibride suncokreta.

Ključne reči: suncokret, uljani hibridi, konzumni hibridi, hladno presovano ulje, iskorišćenje

PRODUCTION YIELD AND CAPACITY OF COLD PRESSED OIL OF OILY AND CONFECTIONARY SUNFLOWER HYBRID SEEDS

ABSTRACT

According to the Food and Agriculture Organization (FAO) and the United States Department of Agriculture (USDA), world sunflower seed production is increasing. The needs for the production of oil and high-quality proteins are growing in the world, which is the reason for sunflower hybrids divergence in oily and confectionary (non-oily, protein) hybrids, in order to meet the mentioned needs. Research in the paper has shown that the production of oil by cold pressing is possible from confectionary sunflower hybrids, not only from oily, but the differences in the oil yield and amount of obtained oil are significant. Oil and seed yield were 2.12 and 2.17 times higher for oily compared to confectionary sunflower hybrids, while 1.84 times more seed and 3.89 times more oil of oily hybrids passed through the press in 1 hour compared to confectionary sunflower hybrids.

Key words: sunflower; oily hybrids, confectionary hybrids, cold pressed oil, yield

UVOD

Seme suncokreta je u prvih pet najzastupljenijih uljarica na svetu, kao i suncokretovo ulje među jestivim biljnim uljima. U cilju poboljšanja karakteristika suncokreta, oplemenjivači stvaraju nove hibride. Kod suncokreta su se izdvojile dve grupe

* Dr Ranko Romanić, docent

Tel.: +381 21 485 3700; E-mail: rankor@uns.ac.rs

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

² Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

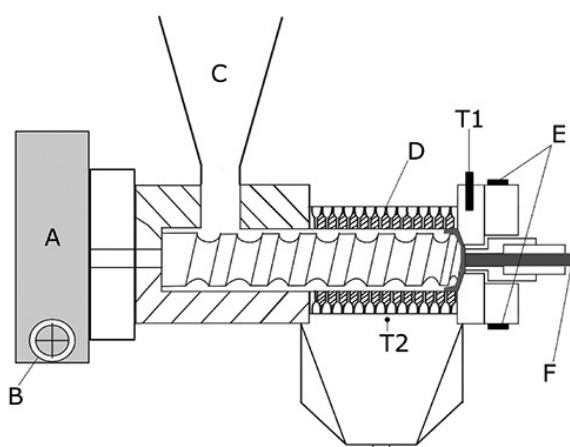
hibrida, pre svega hibridi sa povećanim sadržajem ulja (uljani hibridi), čije je seme prvenstveno namenjeno za proizvodnju ulja, i hibridi sa povećanim sadržajem proteina (konsumni, neuljani, proteinски hibridi). Hibride suncokreta uljanog tipa karakteriše uglavnom crno seme, sa tankom ljuskom, a sadržaj ulja je iznad 40%. Sa druge strane, konsumni hibridi suncokreta ima krupnije seme sa debljom, uglavnom šarenom najčešće crno - belom ljuskom koja slabo prijava uz jezgro i lako se odstranjuje (González-Pérez i Vereijken, 2007). Ovo seme sadrži značajno manje ulja (oko 30%).

Naćin izdvajanja ulja utiče na sadržaj i sastav mineralnih jedinjenja koja imaju funkcionalna svojstva i

doprinose oksidativnoj stabilnosti ulja. U poslednje vreme, tehnologija hladnog presovanja ulja postaje poželjna alternativa široko zastupljenoj „hemiskoj“ ekstrakciji ulja zbog želje potrošača za bezbednim i prirodnim jestivim proizvodima (Ramadan, 2013; Kırlan i sar., 2018; El Makawy i sar., 2019). Prednosti tehnologije hladnog presovanja na industrijskom nivou uključuju nižu potrošnju energije i niže investicione troškove. Ovaj način izdvajanja ulja ne koristi toksične rastvarače i ne stvara otpadne vode, što osigurava bezbedno radno okruženje za zaposlene. Izdvajanje ulja mehaničkim putem (hladnim presovanjem) ima manji uticaj na životnu sredinu, u poređenju sa hemijskom ekstrakcijom (pomoću rastvarača) i poka-

zuje veću fleksibilnost jer je obrada različitih vrsta semena brza i laka. Hladno presovana ulja su poželjnija u odnosu na rafinisana ulja, jer sadrže više antioksidansa i bioaktivnih komponenti poput sterola, karotenoida i fenola. Takođe, hladno presovana ulja sadrže prirodno prisutne biološki aktivne supstance poput fenolnih jedinjenja i tokoferola, koje poboljšavaju oksidativnu stabilnost ulja (Bhatnagar i Gopala Krishna, 2014; Prescha i sar., 2014).

Uređaji za hladno presovanje imaju jednostavnu radnu šemu u kojoj se seme uljarice dovodi na jedan ulaz, a nastaju ulje i pogača (Çakaloğlu i sar., 2018), slika 1.



A - elektromotor
B - elektromotor/regulator broja obrtaja
C - levak za napajanje prese semenom
D - otvor za izlaz ulja
E - regulator temperature glave prese
F - izlaz pogače kroz otvor (diznu)
T1, T2 - temperaturni senzori

Slika 1. Pužna presa pogodna za presovanje ulja iz semena suncokreta (Romanić, 2020)
Figure 1. Mechanical screw press for sunflower oilseeds extraction (Romanić, 2020)

U principu, seme se dovodi u prostor gde se pritiskom smanjuje zapremina dostupna semenu i na taj način pritiskom na seme vrši istiskivanje ulja iz njega (Elhassan, 2009; Nde i Foncha, 2020). Pužna presa sastoji se od levka za napajanje prese semenom, pogonskog dela (elektromotor sa reduktorom), puža, plašta (tzv. košuljice ili korpe) i glave prese sa konusnim prstenom na izlazu (tzv. dizne).

Kritični parametri prilikom proizvodnje hladno presovanog ulja su karakteristike sirovine, tj. materijala (semena) za presovanje (vrsta sirovine, prisustvo ljeske, sadržaj ulja i sadržaj vlage), napajanje prese materijalom (semenom) za presovanje, temperatura, brzina rotacije puža, prečnik otvora za pogaču na izlazu iz prese, predtretman materijala (semena) za presovanje (Çakaloğlu i sar., 2018). Svi pomenuti parametri utiču i na iskorишćenje prilikom presovanja. Cilj ovog rada je da se ispita iskorишćenje ulja i semena, kao i protok materijala za presovanje i ulja kroz presu (kapacitet presovanja) novih uljanih i konzumnih hibrida suncokreta uzgajanih u dve godine ispitivanja. Primenim hijerarhijske klaster

analize ispitana je i različitost među uzorcima na osnovu ispitanih parametara.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U eksperimentalnom istraživanju u ovom radu korišćeno je seme četiri najnovija uljana: NS Konstantin, NS Ronin, Pegaz i NS Romeo, i četiri najnovija konzumna hibrida suncokreta: NS-H-6791, NS-H-6308, NS-H-6489 i NS-H-6488, druge filijalne generacije (F2). Hibridi suncokreta gajeni su na lokaciji Novi Sad, Srbija, na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povtarstvo u Novom Sadu ($45^{\circ}15'6,01''$ severne geografske širine, $19^{\circ}50'12,98''$ istočne geografske dužine). Uzorci za ispitivanja su uzeti od semena hibrida gajenih u dve godine ispitivanja, 2017. i 2018. Svi hibridi su dvoredni hibridi dobijeni ukrštanjem majčinskih linija, citoplazmatske muške sterilne i samooplodne očinske linije koje poseduju gene za obnavljanje plodnosti. Suncokret je uzgajan

pod standardnim uslovima gajenja bez navodnjavanja. Svi hibridi posejani su u tri bloka, slučajnom raspodelom. Osnovna veličina parcele iznosila je $13,3 \text{ m}^2 (0,7 \times 0,25 \times 76)$, a sakupljeno je seme iz dva srednja reda i upotrebljeno za ispitivanja. Reprezentativna količina semena čuvana je na 20°C do trenutka proizvodnje ulja (presovanja) i ispitivanja. Proizvodni uzorak koji predstavlja masu materijala za presovanje (m) kretao se od 3,052 do 6,000 kg. Posle 6 meseci skladištenja seme je presovano na pužnoj presi proizvođača SZR Mikron (Temerin, Srbija), snaga pogonskog motora: 2,2 kW, serijski broj: 119, projektovanog kapaciteta 25 - 30 kg/h, pri frekvenciji od 33 - 34 o/min. Pre započetog procesa presovanja, presa tj. glava prese je pomoću grejača zagrejana na radnu temperaturu ($80 - 100^\circ\text{C}$). Nakon presovanja dobijena su dva proizvoda, sporedni - pogača i glavni - hladno presovano ulje. Dobijena pogača nakon presovanja je ohlađena do sobne temperature, izmerena i skladištena na sobnoj temperaturi (20°C) do ispitivanja.

Metode

Iskorišćenje ulja (Yo) izračunato je na osnovu sadržaja ulja u semenu (Os), izraženog kao g ulja po g semena, i sadržaja ulja u pogači (Oc), izraženog kao g ulja po g pogače, dobijenoj nakon izdvajanja ulja pomoću pužne prese na osnovu jednačine (1) (Beerens, 2007; Karaj i Müller, 2011):

$$Yo(\%) = \left[1 - \frac{Oc/(1-Oc)}{Os/(1-Os)} \right] \times 100 \quad (1)$$

Sadržaj ulja u polaznom materijalu (semenu) koje je presovano (Os) i dobijenoj pogači (Oc) određen je metodom ekstrakcije po Soxhlet-u (SRPS EN ISO 659:2011).

Iskorišćenje semena (Ys) predstavlja teorijsku vrednost i ukazuje na udeo semena potpuno iskorišćenog za proizvodnju ulja, a računa se takođe, na osnovu sadržaja ulja u semenu (Os) i sadržaja ulja u dobijenoj pogači (Oc), pomoću jednačine (2):

$$Ys(\%) = \left[100 - \frac{Oc}{Os} \right] \times 100 \quad (2)$$

Protok materijala kroz presu (Qs) daje podatke o realnom kapacitetu prese ostvarenom prilikom presovanja pojedinačnih hibrida, a računa se na osnovu količine materijala za presovanje (m) i vremena presovanja (τ), pomoću jednačine (3):

$$Qs \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) = \frac{m}{\tau} \times 60 \quad (3)$$

Protok ulja (Qo) predstavlja količinu ulja u kg koja izade iz prese u jednom času, a računa se na

osnovu protoka materijala (Qs) i iskorišćenja ulja (Yo), prema jednačini (4):

$$Qo \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) = \frac{Qs \times Yo}{100} \quad (4)$$

Hijerarhijska klaster analiza koristi se u cilju grupisanja sličnih uzoraka u isti klaster na osnovu promenljivih koje opisuju ispitivane uzorke (Miller i Miller, 2010; Kovačević i sar., 2019). Na osnovu ispitanih parametara: sadržaja ulja u semenu i pogači, mase materijala za presovanje i vreme presovanja, iskorišćenja ulja i semena i protoka semena i ulja kroz presu ispitanih hibrida suncokreta uredena je hijerarhijska klaster analiza sa ciljem utvrđivanja različitosti među uzorcima. Primenjena metoda grupisanja je metoda najbližih elemenata (engl. *Single Linkage*) a različitost među uzorcima prikazana je kao vrednost Euklidovih rastojanja (engl. *Euclidean distances*).

Statistička obrada dobijenih rezultata izvršena je primenom softvera *Statistica*, verzija 13.5.0.17 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, SAD).

REZULTATI I DISKUSIJA

Mnogi faktori, kao što su genotip, površina uzgoja, vrsta zemljišta, primena agrotehničkih mera, klimatski uslovi i uslovi obrade, utiču na hemijski sastav i stoga na hranljivu vrednost uljarica (García-Rebollar i sar., 2016). Sadržaj ulja u semenu uljanih hibrida suncokreta kretao se od $36,10 \pm 3,19\%$ do $43,70 \pm 1,56\%$, dok su konzumni hibridi suncokreta imali značajno manje količine ulja, od $21,93 \pm 0,38\%$ do $33,63 \pm 1,38\%$ (tabela 1). Ukoliko se uporede prva i druga godina ispitivanja, uočava se da je utvrđeni prosečni sadržaj ulja nešto veći u drugoj godini ispitivanja, i kod uljanih i kod konzumnih hibrida suncokreta. Na osnovu dobijenih rezultata zaključuje se da na sadržaj ulja utiču vrsta hibrida, kao i uslovi gajenja, što je u saglasnosti sa prethodnim istraživanjima (Aguirrezábal i sar., 2003; Izquierdo i sar., 2008).

Značajno veća količina ulja ($18,26 \pm 1,06\%$) ostala je nakon presovanja u pogači konzumnih hibrida suncokreta u prvoj godini ispitivanja, u odnosu na pogaču uljanih hibrida ($15,69 \pm 0,96\%$). Veća količina ulja ostalog u pogači kod konzumnih hibrida, pored značajno manjeg prosečnog sadržaja ulja u semenu ($23,79 \pm 1,23\%$), u poređenju sa uljanim hibridima ($39,15 \pm 3,06\%$) ukazuje na značajno manji prinos ulja dobijen presovanjem. U drugoj godini ispitivanja utvrđen je veći sadržaj ulja u pogačama ispitanih hibrida ($18,26 \pm 1,06\%$ i $19,47 \pm 3,39\%$, kako kod uljanih, tako i kod konzumnih hibrida sun-

cokreta, redom), što je u skladu sa dobijenim vrednostima sadržaja ulja u semenu (tabela 1). Podaci o nešto nižim vrednostima sadržaja ulja u pogači se-

mena suncokreta, i to $14,32 \pm 0,10\%$ i $17,19 \pm 0,04\%$, postoje i u literaturi (Evon i sar., 2009).

Tabela 1. Sadržaj ulja u semenu i pogači ispitanih hibrida suncokreta
Table 1. Seeds and cakes oil content of the examined sunflower hybrids

Hibrid <i>Hybrid</i> 1. godina	Sadržaj ulja u semenu <i>Seed oil content</i> Os [%]		Sadržaj ulja u pogači <i>Cake oil content</i> Oc [%]		
	2. godina	1. godina	2. godina		
Uljani <i>Oily</i>	NS Konstantin	$41,66 \pm 2,08$	$41,66 \pm 2,08$	$14,80 \pm 0,05$	$17,44 \pm 0,02$
	NS Ronin	$36,93 \pm 1,36$	$36,93 \pm 1,36$	$16,46 \pm 0,01$	$19,19 \pm 0,10$
	Pegaz	$41,91 \pm 2,34$	$41,91 \pm 2,34$	$16,58 \pm 0,75$	$19,16 \pm 0,37$
	NS Romeo	$36,10 \pm 3,19$	$36,10 \pm 3,19$	$14,92 \pm 0,05$	$17,25 \pm 0,03$
	Prosek / Average	$39,15 \pm 3,06$	$41,84 \pm 1,60$	$15,69 \pm 0,96$	$18,26 \pm 1,06$
Konzumni <i>Confectionary</i>	NS-H-6791	$22,45 \pm 1,60$	$25,76 \pm 0,76$	$18,47 \pm 0,10$	$17,63 \pm 0,10$
	NS-H-6308	$24,38 \pm 0,29$	$21,93 \pm 0,38$	$17,14 \pm 0,78$	$15,62 \pm 0,24$
	NS-H-6489	$23,12 \pm 0,20$	$30,54 \pm 0,24$	$16,98 \pm 0,81$	$22,12 \pm 0,09$
	NS-H-6488	$25,20 \pm 1,29$	$33,63 \pm 1,38$	$20,31 \pm 0,13$	$22,50 \pm 0,08$
	Prosek/ Average	$23,79 \pm 1,23$	$27,97 \pm 5,16$	$18,23 \pm 1,54$	$19,47 \pm 3,39$

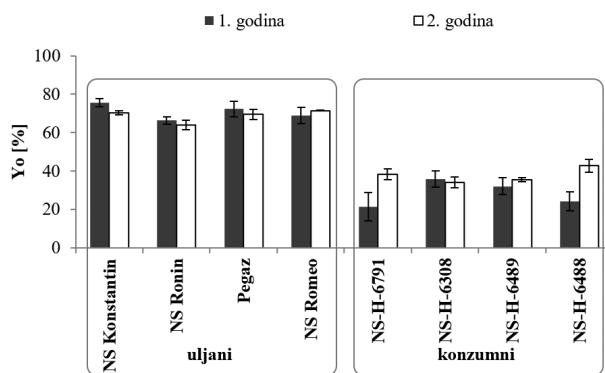
Prilikom presovanja težnja je bila da podešeni uslovi presovanja budu istovetni kod svih uzoraka. Presa je podešena na sledeći način: temperatura predgrevanja glave prese iznosila je $80 - 100^\circ\text{C}$, broj obrtaja puža podešen je na $33 - 34$ obrtaja u minutu, zato što je dokazano da je pri manjem broju obrtaja puža iskorišćenje ulja veće, međutim tada sam proces traje duže, a temperatura dobijenog ulja je manja (Teh, 2016). Za ispitivanje je odabran manji broj obrtaja sa ciljem dobijanja što većeg iskorišćenja ulja sa jedne, i sa što boljim kvalitetom ulja sa druge strane. Odabir broja obrtaja nije značajno uticao na vreme presovanja, budući da su količine semena za presovanje iznosile oko 5 kg (tabela 2). Vreme presovanja kretalo se od 7 do čak 23 minuta. Na vreme presovanja, pored parametara presovanja i karakteristika semena, na-

jveći uticaj ima količina semena za presovanje, koja je zavisila od količine semena dobijene na eksperimentalnoj parcelli. Korelacija dobijena između količine semena za presovanje i vremena presovanja iznosila je $R = 0,58$ ($p = 0,019$).

Vrednost iskorišćenja je izuzetno bitan ekonomski parametar. Uljani hibridi su imali značajno veće vrednosti iskorišćenja - prinosu ulja mehaničkom ekstrakcijom pomoću pužne prese (od $64,05 \pm 2,48\%$ do $75,61 \pm 1,99\%$) u odnosu na konzumne (od $21,40 \pm 7,49\%$ do $42,62 \pm 3,29\%$), kao što je i prikazano na slici 2. Dobijeni rezultat je očekivan ako se uzme u obzir sadržaj ulja utvrđen u ispitanim semenima (tabela 1).

Tabela 2. Masa materijala za presovanje i vreme presovanja ispitanih hibrida suncokreta
Table 2. Pressing material mass and pressing time of the examined sunflower hybrids

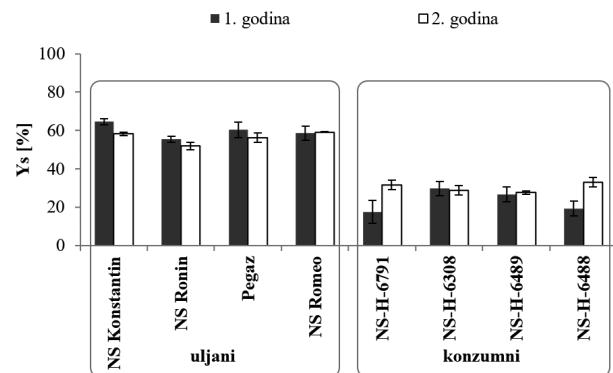
Hibrid <i>Hybrid</i> 1. godina	Masa materijala za presovanje <i>Pressing material mass</i> m [kg]		Vreme presovanja <i>Pressing time</i> τ [min]		
	2. godina	1. godina	2. godina		
Uljani <i>Oily</i>	NS Konstantin	3,410	4,282	7,0	9,0
	NS Ronin	3,682	3,860	7,5	9,0
	Pegaz	3,558	3,984	7,0	8,0
	NS Romeo	5,106	3,750	10,0	8,0
Konzumni <i>Confectionary</i>	NS-H-6791	3,500	4,160	13,0	15,0
	NS-H-6308	3,400	3,100	14,0	12,0
	NS-H-6489	3,600	4,726	14,0	18,0
	NS-H-6488	6,000	3,052	23,0	11,0



Slika 2. Iskorišćenje ulja (Yo) ispitanih hibrida suncokreta

Figure 2. Oil yield (Yo) of the examined sunflower hybrids

U ispitanim hibridima izračunato je i iskorišćenje semena koje ukazuje na udeo polazne mase semena iz kojeg je ulje izdvojeno u potpunosti u postupku hladnog presovanja. Ova vrednost predstavlja teorijsku vrednost, budući da je poznato da je nemoguće da pogača koja zaostane nakon presovanja ne sadrži ulje. Iskorišćenje semena uljanih hibrida suncokreta je bilo značajno veće u odnosu na iskorišćenje semena konzumnih hibrida. Kod uljanih hibrida ove vrednosti su se kretale od $51,76 \pm 1,94\%$ do $64,41 \pm 1,67\%$, a kod konzumnih hibrida od $17,45 \pm 6,13\%$ do čak $33,03 \pm 2,52\%$ (slika 3).



Slika 3. Iskorišćenje semena (Ys) ispitanih hibrida suncokreta

Figure 3. Seed yield (Ys) of the examined sunflower hybrids

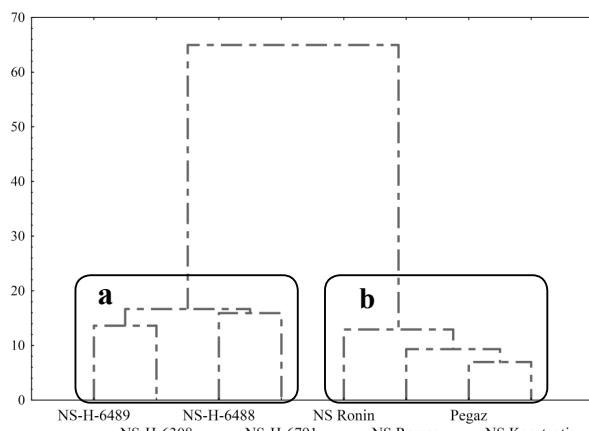
Ostvareni kapacitet presovanja izražen kao protok semena je takođe izračunat i dobijene vrednosti su bliske maksimalnom kapacitetu prese (30 kg/h) kod uljanih hibrida suncokreta. Ostvareni kapacitet presovanja konzumnih hibrida je u proseku bio dvostruko manji ($15,45 \pm 0,66$ i $16,14 \pm 0,60$ kg/h) usled različitih karakteristika semena u odnosu na seme uljanih hibrida. Protok ulja je takođe bitan parametar u procesu proizvodnje ulja postupkom hladnog presovanja, jer ukazuje na masu ulja koja se proizvede u jedinici vremena. Za 1 h nastane između 16,48 i 22,10 kg hladno presovanog ulja suncokreta uljanih hibrida, dok se kod konzumnih hibrida ta vrednost kreće od 3,46 do 7,09 kg, u zavisnosti od vrste hibrida i uslova gajenja. Iz tabele 3 uočljivo je da se protok semena i ulja kod uljanih hibrida nije značajno menjao u dve ispitane godine, dok su kod konzumnih hibrida, kao i kod iskorišćenja, vrednosti protoka značajno veće u drugoj godini ispitivanja, što se povezuje sa povećanim vrednostima sadržaja ulja u semenu.

Tabela 3. Protok semena i ulja kroz presu ispitanih hibrida suncokreta

Table 3. Seed and oil flow of the examined sunflower hybrids through the press

Hibrid <i>Hybrid</i> 1. godina	Protok semena <i>Seed flow</i> Qs [kg/h]		Protok ulja <i>Oil flow</i> Qo [kg/h]		
	2. godina	1. godina	2. godina	1. godina	
Uljani <i>Oily</i>	NS Konstantin	29,23	28,55	22,10	20,09
	NS Ronin	29,46	25,73	19,53	16,48
	Pegaz	30,50	29,88	22,03	20,73
	NS Romeo	30,64	28,13	21,05	20,08
	Prosek/Average	$29,96 \pm 0,72$	$28,07 \pm 1,73$	$21,18 \pm 1,20$	$19,35 \pm 1,93$
Konzumni <i>Confectionary</i>	NS-H-6791	16,15	16,64	3,46	6,37
	NS-H-6308	14,57	15,50	5,22	5,28
	NS-H-6489	15,43	15,75	4,93	5,57
	NS-H-6488	15,65	16,65	3,78	7,09
	Prosek/Average	$15,45 \pm 0,66$	$16,14 \pm 0,60$	$4,35 \pm 0,86$	$6,08 \pm 0,82$

Primenjena hijerarhijska klaster analiza pokazala je sličnost među uzorcima grupisanim u dva pod-klastera a (konzumni) i b (uljani hibridi suncokreta), što je prikazano na slici 4. Različitost među uljanim hibridima, izražena kao vrednost Euklidovih distan- ci, kretala se od 7,0 do 17,5, dok su se konzumni hibridi međusobno više razlikovali. Naime, vrednost Euklidovih distanci utvrđena kod ovih uzoraka kretala se u rasponu od 13,6 do 25,0. Najveća različitost utvrđena je među hibridima NS-H-6791 i NS Konstantin (Euklidova distanca je iznosila 91,9), zatim između hibrida NS-H-6791 i Pegaz (87,9) i između hibrida NS-H-6488 i NS Konstantin (87,0).



Slika 4. Hijerarhijska klaster analiza ispitanih hibrida suncokreta

Figure 4. Hierarchical cluster analysis of the examined sunflower hybrids

ZAKLJUČAK

Dobijene vrednosti iskorišćenja ulja i semena, kao i protoka semena i ulja kroz pužnu presu konzumnih hibrida suncokreta su značajno niže u odnosu na uljane, što je i očekivano, ako se uzmu u obzir karakteristike i sadržaj ulja u semenu. Međutim, dobijeni rezultati ukazuju da je proizvodnja hladno presovanog ulja iz konzumnih hibrida suncokreta moguća. Dobijeni rezultati ukazuju, i da konzumni hibridi suncokreta predstavljaju potencijalnu novu sirovinu u proizvodnji ulja, jer se na taj način pored ulja dobijaju i proteini, koji su zdravstveno bezbedni, ne sadrže tragove rastvarača, što je dodatna prednost izdvajanja ulja mehaničkim putem u odnosu na hemijsku ekstrakciju, proizvodnja nerafinisanog - hladno presovanog ulja i pogače kao sporednog produkta sa povećanim sadržajem proteina.

Zahvalnica

Istraživanje sporevedeno u okviru ovog rada je finansirano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru programa naučnoistraživačkog rada NIO (broj programa: 451-03-9/2021-14/200134).

LITERATURA

1. Aguirrezaabal, L. A. N., Lavaud, Y., Dosio, G. A. A., Izquierdo, N. G., Andrade, F. H., González, L. M. (2003). Weight per seed and oil concentration in a sunflower hybrid are accounted for by intercepted solar radiation during a definite period of seed filling. *Crop Sci.*, 43: 152–161.
2. Beerens, P. (2007). Screw-pressing of *Jatropha seeds* for fuelling purposes in less developed countries. Eindhoven University of Technology Department of Sustainable Energy Technology Eindhoven, Netherlands, pp. 11-37.
3. Bhatnagar, A. S., Gopala Krishna, A. G. (2014). Lipid classes and subclasses of cold-pressed and solvent-extracted oils from commercial Indian Niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.) seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 91: 1205–1216.
4. Çakaloğlu, B., Özyurt, V. H., Ötleş, S. (2018). Cold press in oil extraction. A review. *Ukr. J. Food Sci.*, 7: 640–654.
5. El Makawy, A. I., Ibrahim, F. M., Mabrouk, D. M., Ahmed, K. A., Fawzy Ramadan, M. (2019). Effect of antiepileptic drug (*Topiramate*) and cold pressed ginger oil on testicular genes expression, sexual hormones and histopathological alterations in mice. *Biomed. Pharmacother.*, 110: 409–419.
6. Elhassan, S. H. A. R. (2009). Mechanical Expression of Oil from Sesame (*Sesamum indicum* L.). Ph.D. Thesis, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
7. Evon, P., Vandebossche, V., Pontalier, P. Y., Rigal, L. (2009). Aqueous extraction of residual oil from sunflower press cake using a twin-screw extruder: Feasibility study. *Ind. Crops Prod.*, 29: 455–465.
8. García-Rebollar, P., Cámara, L., Lázaro, R. P., Dapoza, C., Pérez-Maldonado, R., Mateos, G. G. (2016). Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 221: 245–261.

9. González-Pérez, S., Vereijken, J. M. (2007). Sunflower proteins: Overview of their physicochemical, structural and functional properties. *J. Sci. Food Agric.*, 87: 2173–2191.
10. Izquierdo, N. G., Dosio, G. A. A., Cantarero, M., Luján, J., Aguirrezaabal, L. A. N. (2008). Weight per grain, oil concentration, and solar radiation intercepted during grain filling in black hull and striped hull sunflower hybrids. *Crop Sci.*, 48: 688–699.
11. Karaj, S., Müller, J. (2011). Optimizing mechanical oil extraction of *Jatropha curcas* L. seeds with respect to press capacity, oil recovery and energy efficiency. *Ind. Crops Prod.*, 34: 1010–1016.
12. Kiralan, M., Çalik, G., Kiralan, S., Ramadan, M. F. (2018). Monitoring stability and volatile oxidation compounds of cold-pressed flax seed, grape seed and black cumin seed oils upon photo-oxidation. *J. Food Meas. Charact.*, 12: 616–621.
13. Kovačević, S., Lončarević, I., Pajin, B., Fišteš, A., Vasiljević, I., Lazović, M., Mrkajić, D., Karadžić Banjac, M., Podunavac-Kuzmanović, S. (2019). Toward identification of the risk group of food products: Chemometric assessment of heavy metals content in confectionery products. *Food Addit. Contam. Part A*, 36: 1068–1078.
14. Miller, J. N., Miller, J. C. (2010). Statistics and chemometrics for analytical chemistry, 6th ed. Harlow (UK): Pearson.
15. Nde, D. B., Foncha, A. C. (2020). Optimization methods for the extraction of vegetable oils: A review. *Processes*, 8(2): 209, 1–21.
16. 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: 1291–1301.
17. Ramadan, M. F. (2013). Healthy blends of high linoleic sunflower oil with selected cold pressed oils: Functionality, stability and antioxidative characteristics. *Ind. Crops Prod.*, 43: 65–72.
18. Romanić, R. (2020). Cold pressed sunflower (*Helianthus annuus* L.). In *Cold Pressed Oils: Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications*, 1st Edition, Ramadan, M. F. (Ed.); Elsevier Inc., pp. 197-218.
19. Srpski standard SRPS EN ISO 659 (2011). Seme uljarica - Određivanje sadržaja ulja (Referentna metoda), Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
20. Teh, H. E. (2016). Extraction and characterization of functional components from fruit and vegetable processing waste. Ph.D. thesis, University of California, Davis.

SADRŽAJ I PRINOS PROTEINA I ULJA U NS SORTAMA SOJE REGISTROVANIM U 2021. GODINI

Vojin Đukić^{1*}, Jelena Marinković¹, Gordana Dozet³, Sanja Vasiljević¹
Danijela Stojanović², Zlatica Mamlić¹, Jegor Miladinović¹

IZVOD

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo do 2020. godine registrovano je 160 sorti soje i to 29 sorti soje grupe zrenja 000 i 00, 38 sorti 0 grupe zrenja, 50 sorti I grupe zrenja, 37 sorti II grupe zrenja i 6 sorti soje III grupe zrenja. Cilj ovoga rada je analiza prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, najnovijih NS sorti soje priznatih u 2021. godini. Najviši prinos zrna ostvaren je sa sortom soje I grupe zrenja NS Deneris (4574 kg ha⁻¹). Najviši sadržaj proteina imala je sorta soje NS Pavle, I grupe zrenja (40,53 %), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod sorti soje I grupe zrenja NS Zmaj (23,04 %) i NS Deneris (23,01 %). Najviši prinos proteina po jedinici površine imala je sorta soje I grupe zrenja NS Deneris (1781 kg ha⁻¹), a najviši prinos ulja sorta soje I grupe zrenja NS Zmaj (1051 kg ha⁻¹).

Ključne reči: soja, prinos, sadržaj proteina, sadržaj ulja, prinos proteina, prinos ulja

CONTENT YIELD OF PROTEIN AND OIL IN NS SOYBEAN VARIETIES REGISTERED IN 2021

ABSTRACT

Until 2021, 160 soybean varieties were registered at the Institute of Field and Vegetable Crops, 29 soybean varieties of ripening group 000 and 00, 38 varieties of 0 ripening group, 50 varieties of ripening group I, 37 varieties of ripening group II and 6 soybean varieties of ripening group III. The aim of this paper is to analyse the yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area, the latest NS varieties registered in 2021. The highest grain yield was achieved with the soybean variety of I ripening group NS Deneris (4574 kg ha⁻¹). The highest protein content was in the soybean variety NS Pavle, I ripening group (40.53 %), while the highest oil content was recorded in the soybean variety I of the ripening group NS Zmaj (23.04 %) and NS Deneris (23.01 %). The highest protein yield per unit area was in the soybean variety of I ripening group NS Deneris (1781 kg ha⁻¹), and the highest oil yield per unit area was in the soybean variety of I ripening group NS Zmaj (1051 kg ha⁻¹).

Key words: soybean, yield, protein content, oil content, protein yield, oil yield

UVOD

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, koji je lider u selekciji soje u ovom delu Evrope, do sada je reg-

* Dr Vojin Đukić, viši naučni saradnik
Tel. +381 21 489 8485; E-mail: vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

¹ Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

² Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Odeljenje za priznavanje sorti, Omladinskih brigada 1, SIV 3, 11070 Novi Beograd, Srbija

³Megatrend Univerzitet, Fakultet za Biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija

istrovano 160 sorti soje, sa vegetacionim periodom od 100 do 145 dana (Đukić i sar., 2020). Novosadske sorte soje dobro su poznate proizvođačima soje, kako u našoj zemlji, tako i u inostranstvu, što potvrđuje podatak da se naše sorte soje gaje na području od Francuske do Kazahstana i Uzbekistana, odnosno od južnog Sibira do Irana (Đukić i sar., 2019). Porastom svetske populacije značaj soje postaje sve veći (Đukić, 2009), površine pod sojom se iz godine u godinu povećavaju, pogotovo površine pod genetski nemodifikovanom sojom u Evropi u cilju zadovoljenja Evropskih potreba (Randelović i sar., 2020). Zahvaljujući kontinuiranom radu selekcionera,

proizvođačima soje su na raspolaganju visokoprinosne sorte različite po dužini vegetacionog perioda (Đukić i sar., 2015), morfološkim osobinama (Miladinov i sar., 2019), agrotehničkim zahtevima (Đukić i sar., 2019b), dobre adaptabilnosti i stabilnosti prinoa (Miladinović i sar., 2017). Za ostavljanje visokih i stabilnih prinosa neophodno je sve agrotehničke mere primeniti pravilno i pravovremeno (Đukić i sar., 2018b), ali moramo imati u vidu da su najvažnije agronomiske i hemijske osobine svake sorte pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013). Gajenjem sorti soje različitih grupa zrenja najkritičnije faze razvoja protiču u različitim periodima, što dovodi do sigurnije proizvodnje i ostvarivanju zadovoljavajućih prinosa (Đukić i sar., 2011; Miladinov i sar., 2017), odnosno mogu se ublažiti negativna delovanja agroklimatskih uslova u proizvodnji soje (Đukić i sar., 2019b). Osim visokih i stabilnih prinosa, veoma je važno da zrno soje poseduje i zadovoljavajući tehnološki kvalitet (Đukić i sar., 2020). Lokalitet gajenja ima veoma izražen uticaj na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i na prinos proteina i ulja po jedinici površine (Đukić i sar., 2018c) i uz vremenske prilike u godini proizvodnje ima veći uticaj na variranje navedenih osobina u odnosu na različite sorte soje (Đukić i sar., 2017). Pri odabiru sortimenta prednost treba dati novostvorenim sortama soje, koje su nastale i testirane u uslovima promjenjene klime, odnosno onim sortama koje zadovoljavajuće prinose ostvaruju i u povoljnim i u sušnim godinama (Đukić i sar., 2018b). Pre komisijskih testiranja vrše se višegodišnji ogledi od strane selekcionera, a nakon registracije dodatna testiranja na različitim

lokalitetima i samo najbolji genotipovi se uvode u proizvodnju (Đukić i sar., 2018a).

MATERIJAL I METODE RADA

U ovim istraživanjima analizirani su rezultati testiranja Odeljenja za priznavanje sorti, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. Prikazani su podaci za šest novih NS sorti soje, registrovanih u 2021. godini (NS Valantis, 00 grupa zrenja, NS Viseris, 0 grupa zrenja, NS Deneris, NS Belma, NS Pavle i NS Zmaj, I grupa zrenja) i standardnih sorti za pojedine grupe zrenja (Merkur, 00 grupa zrenja, Galina i NS Maximus, 0 grupa zrenja, Sava i NS Apolo, I grupa zrenja). Ogledi su postavljeni na pet lokaliteta: Sombor, Karavukovo, Rimski Šančevi, Sremska Mitrovica i Pančevo. U ovom radu analizirani su dvogodišnji podaci iz 2019. godine i 2020. godine sa navedenih lokaliteta. Analizirane su prosečne vrednosti za prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Pri izvođenju ogleda ispoštovane su preporuke u pogledu sklopa za pojedine grupe zrenja, a nakon žetve sadržaj proteina i ulja u zrnu sa svih lokaliteta određivan je u PSS Sombor. Prinosi soje obrađeni su statistički analizom varijanse, a razlike su testirane LSD testom. Prosečni, dvogodišnji rezultati prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prinos novopriznatih NS sorti soje, kao i sorti koje predstavljaju standarde u ogledima za priznavanje sorti soje prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje (kg ha^{-1}), (2019-2020)
Table 1. Average yield of NS soybean variety (kg ha^{-1}), (2019-2020)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Prosečan prinos Average yield	LSD		Povećanje prinoa (%) Increase in the yield (%)
			0,05	0,01	
00	Merkur	3874			-
00	NS Valantis	4117	125	174	6,27
0	Galina	4129			-
0	NS Maximus	4156	214	253	-
0	NS Viseris	4365			5,72 5,03
I	Sava	3936			-
I	NS Apolo	4085			-
I	NS Deneris	4574			16,21 11,97
I	NS Belma	4318	111	149	9,71 5,70
I	NS Pavle	4220			7,22 3,30
I	NS Zmaj	4559			15,83 11,60

Da bi nova sorta soje bila priznata u sortnoj komisiji mora ostvariti minimum za 3 % viši prosečan prinos u odnosu na standardnu sortu soje za određenu grupu zrenja. Novopriznata veoma rana sorta soje, 00 grupe zrenja, NS Valantis (4117 kg ha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Merkur (3874 kg ha^{-1}), a povećanje prinosa iznosilo je 6,27 %. Rana sorta soje iz 0 grupe zrenja, NS Viseris (4365 kg ha^{-1}) nije imala statistički značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje NS Maximus (4156 kg ha^{-1}), odnosno imala je statistički značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Galina (4129 kg ha^{-1}), ali je razlika u prinosu iznosila 5,72 % u odnosu na sortu soje Galina i 5,03 % u odnosu na sortu soje NS Maximus. Nova srednjestasna sorta soje, I grupe zrenja, NS Deneris (4574 kg ha^{-1}), imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardne sorte soje Sava (3936 kg ha^{-1}), odnosno NS Apolo (4085 kg ha^{-1}), a povećanje prinosa iznosilo je 16,21 % u odnosu na sortu soje Sava i 11,97 % u odnosu na sortu soje NS Apolo. Novopriznata sorta soje I grupe zrenja NS Belma (4318 kg ha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardne sorte soje Sava i NS Apolo, a povećanje prinosa iznosilo je 9,71 % u odnosu na sortu soje Sava i 5,70 % u odnosu na sortu soje NS Apolo. Novopriznata sorta soje NS Pavle (4220 kg ha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na sortu soje Sava i statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu soje NS Apolo, a povećanje prinosa je iznosilo 7,22 % u odnosu na sortu soje Sava i 3,30 % u odno-

su na sortu soje NS Apolo. Sorta soje NS Zmaj imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardne sorte soje Sava i NS Apolo, a povećanje prinosa je iznosilo 15,83 % u odnosu na sortu soje Sava i 11,60 % u odnosu na sortu soje NS Apolo.

Prosečan sadržaj proteina i ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 2.

Najviši prosečan sadržaj proteina u ovim istraživanjima zabeležen je kod sorte NS Pavle (40,53 %) i rane sorte Merkur (40,03 %), a najniži sadržaj proteina kod sorte soje NS Apolo (37,70 %).

Najviši sadržaj ulja u zrnu imale su sorte soje NS Zmaj (23,04 %) i NS Deneris (23,01 %), a najniži sadržaj ulja zabeležen je kod sorte soje Galina (22,31 %). Sorte soje sa kraćim vegetacionim periodom nakupljaju u zrnu više proteina, dok kasnije sorte soje, sa dužim vegetacionim periodom imaju veći sadržaj ulja u zrnu (Đukić i sar., 2013), ali su selekcijom stvorene kasne sorte soje koje imaju povišen sadržaj proteina, kao i ranije sorte sa povišenim sadržajem ulja (Đukić i sar., 2019b). Sorta soje NS Pavle ima povišen sadržaj proteina, dok veoma rana sorta soje Merkur ima povišen sadržaj ulja u zrnu (22,88 %). Sorte soje NS Belma, NS Pavle i Merkur odlikuju se povećanom sposobnošću za deponovanje hranjivih materija u zrnu, tako da ove sorte imaju povišen sadržaj proteina i povišen sadržaj ulja u zrnu. Lokalitet gajenja, kao i pojedine godine imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte soje (Đukić i sar., 2017).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina i ulja NS sorti soje (%), (2019-2020)

Table 2. Average protein content and oil content of NS soybean variety (%), (2019-2020)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Prosečan sadržaj proteina (%) Average protein content (%)	Prosečan sadržaj ulja (%) Average oil content (%)
00	Merkur	40,03	22,88
00	NS Valantis	39,32	22,82
0	Galina	38,95	22,31
0	NS Maximus	38,37	22,72
0	NS Viseris	38,18	22,83
I	Sava	38,69	22,76
I	NS Apolo	37,70	22,93
I	NS Deneris	39,00	23,01
I	NS Belma	39,60	22,68
I	NS Pavle	40,53	22,68
I	NS Zmaj	38,08	23,04

Prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine prikazan je u tabeli 3.

Zbog visokog prinsa zrna, sorta soje NS Deneris imala je najviši prinos proteina po jedinici površine

(1781 kg ha^{-1}), a visoki prinosi proteina ostvareni su i sa NS sortama NS Zmaj (1735 kg ha^{-1}), NS Pavle (1710 kg ha^{-1}), NS Belma (1708 kg ha^{-1}) i NS Viseris (1666 kg ha^{-1}). Najniži prinos proteina zabeležen je

kod sorte soje Sava (1523 kg ha^{-1}), a niski prinosi proteina zabeleženi su i kod sorti soje NS Apolo (1537 kg ha^{-1}) i Merkur (1548 kg ha^{-1}). Nove sorte soje NS Deneris (1052 kg ha^{-1}) i NS Zmaj (1051 kg ha^{-1}) imale su najviši prinos ulja po jedinici površine, dok je najniži prinos ulja imala sorta soje Merkur (886 kg ha^{-1}).

Tabela 3. Prosečan prinos proteina i ulja NS sorti soje (kg ha^{-1}) (2019-2020)
Table 3. Average protein yield, and oil yield of NS soybean variety (kg ha^{-1}) (2019-2020)

Grupa zrenja Maturity group	SORTA Variety	Prosečan prinos proteina (kg ha^{-1}) Average protein yield (kg ha^{-1})	Prosečan prinos ulja (kg ha^{-1}) Average oil yield (kg ha^{-1})
00	Merkur	1548	886
00	NS Valantis	1623	938
0	Galina	1616	920
0	NS Maximus	1593	944
0	NS Viseris	1666	997
I	Sava	1523	897
I	NS Apolo	1537	937
I	NS Deneris	1781	1052
I	NS Belma	1708	982
I	NS Pavle	1710	948
I	NS Zmaj	1735	1051

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata dvogodišnjeg testiranja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Od novopriznatih NS sorti soje, srednjestasne sorte NS Deneris, NS Zmaj, NS Belma i rana sorta soje NS Valantis ostvarile su veoma visoke prinose u odnosu na standardne sorte iz navedenih grupa zrenja.

Sorte soje NS Pavle, Merkur i NS Belma odlikuju se visokim sadržajem proteina, dok sorte soje NS Zmaj i NS Deneris imaju povišen sadržaj ulja u zrnu soje.

Veoma visoki prinosi proteina po jedinici površine ostvareni su sa sortama soje NS Deneris, NS Zmaj, NS Pavle i NS Belma, dok su veoma visoki prinosi ulja po jedinici površine ostvareni sa sortama soje NS Deneris, NS Zmaj, NS Viseris i NS Belma.

LITERATURA

- Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun, 1-127.
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011). Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine. Ratarstvo i povrtarstvo (48) 1, 137-142.
- Đukić, V., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Dozet, G., Cvijanović, M., Petrović, K. (2013). Uticaj rejona gajenja na prinos i kvalitet soje. 54. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica. Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 69-73.
- Đukić, V., Cvijanović, M., Dozet, G., Popović, V., Valan, D., Petrović, K., Marinković, J. (2015). Prinos i kvalitet NS sorti soje različitih grupa zrenja. 56. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 87-91.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017). Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. 58. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica. Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018a). Hemski sastav zrna novih NS sorti soje. Uljarstvo, 49 (1), 5-10.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D.,

- Petrović, K. (2018b). Kritični momenti u proizvodnji soje. 52. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanja agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zbornik referata, Zlatibor, 2018., 34-44.
8. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018c). Sadržaj proteina i ulja u novim NS sortama soje. 59. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 65-71.
9. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Dozet, G., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Marinković, J. (2019). Kvalitativne osobine NS sorti soje registrovanih u 2019. godini. 60. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 71-78.
10. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinović, J., Miladinov, Z., Đorđević, V., Dozet, G., Petrović, K. (2019b). Sadržaj proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2019. godini. Uljarstvo, vol. 50, br. 1, 19-23.
11. Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov, Z., Stojanović, D., Randelović, P., Dozet, G., Jačimović, S. (2020): Sadržaj i prinos proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2020. godini. Uljarstvo, vol. 51, br. 1, 5-9
12. Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017). Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. 58. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 75-82.
13. Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Ćeran, M., Petrović, K., Randelović, P., Cvijanović, G. (2019). Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. 60. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 63-69.
14. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Šukić, V., Đorđević, V. (2013). Soja u 2012. Godini. Zbornik radova 47. Savetovanja agronoma Srbije, Zlatibor, 03.02.-09.02. 2013., 79-86.
15. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Ćeran, M. (2017). Soja u 2016. godini, Zbornik referata 51. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), 22.01.-28.01. 2017., Zlatibor, 11-20.
16. Randelović, P., Stojanović, D., Đukić, V., Petrović, K., Dozet, G., Vasiljević, M., Miljaković, S. (2020). Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2020. godini. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12-17. jul 2020., Herceg Novi, Crna Gora, 47-54.

UTICAJ JESENJEG I PROLEĆNOG ĐUBRENJA SOJE NA PRINOS ZRNA I SADRŽAJ ULJA

Gordana Dozet^{1*}, Vojin Đukić², Zlatica Mamlić², Jegor Miladinović², Nenad Đurić¹,
Marijana Jovanović Todorović³, Snežana Jakšić²

IZVOD

Tokom 2017., 2018. i 2019. godine ispitivana je primena NPK i N đubriva u jesenjem i prolećnom periodu na prinos, sadržaj ulja u zrnu soje i prinos ulja po jedinici površine. Jesenja primena NPK đubriva uz predsetvenu primenu azotnog đubriva AN ima najveći pozitivan efekat na prinos zrna i prinos ulja po jedinici površine. Predsetvena primena azotnih đubriva, bez primene NPK đubriva ima mali efekat na povećanje prinosa zrna i ulja soje. Prolećna primena NPK đubriva i azotnog đubriva AN povećava sadržaj ulja u zrnu, ali smanjuje prinos ulja po jedinici površine i prinos zrna, u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva.

Ključne reči: soja, NPK đubrivo, prinos, sadržaj ulja, prinos ulja

EFFECTS OF AUTUMN AND SPRING SOYBEAN FERTILIZATION ON GRAIN YIELD AND OIL CONTENT

ABSTRACT

During the years 2017, 2018 and 2019, application of NPK and N fertilizers was examined in autumn and spring periods, as well as its influence on yield, soybean grain oil content and oil yield per area unit. Applying NPK fertilizer in autumn along with a pre-sowing treatment with nitrogenous fertilizer AN has the greatest positive effect on grain and oil yield per area unit. Pre-sowing application of nitrogenous fertilizers without the use of NPK fertilizer has a small effect on the increase of soybean grain and oil yields. Spring application of NPK fertilizers and nitrogenous fertilizer AN increases grain oil content, but decreases oil yield per area unit and grain yield, when compared to autumn application of NPK fertilizers.

Key words: soybean, NPK fertilizer, yield, oil content, oil yield

UVOD

Količina i vreme primene đubriva u proizvodnji soje je veoma bitno pitanje za ostvarenje visokih i stabilnih prinosa i zadovoljavajućeg kvaliteta zrna soje. Đubrenje useva soje je specifično zbog toga što soja kao leguminozna biljka većinu svojih potreba za azotom obezbeđuje iz atmosfere, a veće količine

* Dr Gordana Dozet, redovni profesor
Tel. +381 24 712 209

E-mail: gdozet@biofarming.edu.rs

¹ Megatrend Univerzitet, Fakultet za Biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija

² Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

³ Institut za ekonomiku poljoprivrede, Volgina 15, 11060 Beograd, Srbija

mineralnog azota unešenog u zemljište može dovesti i do smanjenja prinosa (Abduladim i sar., 2021). Manje količine azota biljkama soje neophodne su u početnim fazama rasta, dok se ne formiraju kvržice na korenju, a primena većih količina azota kod soje ima smisla samo na izrazito kiselim zemljишima i ako ne dolazi do formiranja kvržica na korenju biljaka (Đukić i sar., 2021). Za postizanje visokih i stabilnih prinosa soje, neophodno je đubrenje vršiti na osnovu analize zemljišta i planiranog prinosa (Đukić i sar., 2021), a kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama (Miladinović i sar., 2018). Primena đubriva treba da se zasniva na principu kontrole plodnosti zemljišta, odnosno održavanju ili poboljšanju plodnosti zemljišta u cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa (Đukić i Dozet, 2014). Давыденко и сар. (2004) препоручује да се

za ostvarenje visokih prinosova, pod osnovnu obradu zemljišta za soju unese 40-60 kg fosfora i 60-80 kg kalijuma, zavisno od rezultata analize zemljišta. Primena manjih doza azotnih đubriva doprinosi povećanju prinosova, a količine azota veće od 50 kg ha⁻¹ dovode do smanjenja prinosova soje (Đukić i sar., 2009). Pored đubrenja, količina i raspored padavina, temperaturni uslovi tokom vegetacionog perioda, vreme pojave, trajanje kao i intenzitet suše, značajno određuju visinu prinosova (Dozet, 2009., Đukić i sar., 2011, Dozet i sar., 2019). posebno je bitna količina padavina u kritičnim fazama razvoja soje kao što su kljanje i nicanje, period formiranja mahuna i nalivanja zrna (Đukić i sar., 2018). Radi postizanja visokih i stabilnih prinosova treba vršiti đubrenje na osnovu analize zemljišta, uz pravilnu i pravovremenu primenu đubriva (Đukić i sar., 2021).

Cilj ovih istraživanja je analiza uticaja đubrenja i vremena primene NPK i N đubriva na prinos soje, sadržaj ulja u zrnu i prinos ulja kod tri sorte soje.

MATERIJAL I METODE RADA

U cilju proučavanja jesnjeg i predsetvenog đubrenja NPK đubrivom i AN-om na prinos soje, sadržaj ulja u zrnu i prinos ulja po jedinici površine, postavljen je trogodišnji ogled, tokom 2017., 2018. i 2019. godine, sa tri sorte soje, šest različitih varijanti đubrenja i u tri ponavljanja, na oglednim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Rimskim Šančevima. Ispitanje je vršeno na ranoj sorti soje Galina, srednjestasnoj sorti NS Apolo i srednjekasnoj sorti Rubin. Velike parcele bile su sorte soje, a podparcele šest varijanti đubrenja (kontrolna varijanta bez đubrenja, varijanta sa primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva formulacije 8:15:15 u jesen, varijanta sa primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva formulacije 8:15:15 u jesen, pred osnovnu obradu zemljišta i 70 kg ha⁻¹ azotnog đubriva AN predsetveno, varijanta sa predsetvenom primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva, varijanta sa predsetvenom primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva i 70 kg ha⁻¹ AN-a i varijanta gde je predsetveno primenjeno 70 kg ha⁻¹ azotno đubrivo AN). Osnovna parcela je bila veličine 15 m², (šest redova, međuredni razmak 50 cm i pet metara dužine). U sve tri godine primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva kombajnom za ogled, izmerena vlaga zrna i izračunat prinos sa 14 % vlage. Merenje sadržaja ulja u zrnu vršeno je u Odeljenju za soju na spektrofotometru, firme „Perten”, koji radi na principu NIR tehnike. U ovom radu analiziran je prinos soje, sadržaj ulja u zrnu i prinos ulja po jedinici površine.

Rezultati trogodišnjih istraživanja obrađeni su analizom varijanse trofaktorijskog ogleda (Hadživuković, 1991), a značajnost razlika testirana je LSD testom na nivou značajnosti 1 % i 5 % (statistički program „Statistica 10.0“). Rezultati su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Posmatrajući prinos soje po godinama (tabela 1), uočavaju se statistički veoma značajne razlike između pojedinih godina (2272 kg ha⁻¹ u 2017. godini, 3550 kg ha⁻¹ u 2018. godini i 2730 kg ha⁻¹ u 2019. godini).

Posmatrajući prosečne prinosove soje po sortama uočava se da je sorta Rubin ostvarila najviši prinos (2981 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sortu Galina (2664 kg ha⁻¹) i statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu NS Apolo (2907 kg ha⁻¹).

Posmatrajući prinosove po varijantama đubrenja uočava se da je najviši prinos zabeležen kod primene 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva u jesenjem periodu, pred osnovnu obradu zemljišta i 70 kg ha⁻¹ azotnog đubriva AN sa predsetvenom pripremom zemljišta u prolećnom periodu (3083 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva i azotnog đubriva AN (2847 kg ha⁻¹), predsetvenu primenu samo NPK đubriva (2795 kg ha⁻¹), predsetvenu primenu samo azotnog đubriva AN (2752 kg ha⁻¹) i kontrolnu varijantu ogleda (2681 kg ha⁻¹), kao i statistički značajno viša vrednost u odnosu na primenu samo NPK đubriva u jesenjem periodu, bez primene azotnog đubriva AN (2947 kg ha⁻¹). Na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva zabeležen je statistički veoma značajno viši prinos soje u odnosu na prolećnu primenu NPK đubriva, prolećnu primenu azotnog đubriva AN i kontrolnu varijantu. U odnosu na kontrolnu varijantu ogleda predsetvenom primenom NPK đubriva i AN-a ostvaren je statistički veoma značajno viši prinos soje, dok je statistički značajno viši prinos zabeležen na varijanti sa predsetvenom primenom NPK đubriva.

Posmatrajući istu godinu, a različite sorte soje uočava se da je u 2017. godini najviši prinos zabeležen kod sorte soje NS Apolo (2389 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sortu Galina (2161 kg ha⁻¹) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sortu Rubin (2268 kg ha⁻¹). U 2018. godini postojale su statistički veoma značajne razlike u visini prinosova između sve tri sorte soje u ogledu (Rubin 3802 kg ha⁻¹, NS Apolo 3600 kg ha⁻¹ i Galina 3248 kg ha⁻¹). U 2019. godini najviši prinos zabeležen je sa sortom Rubin (2873 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno

viši prinos u odnosu na sortu Galina (2584 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu NS Apolo (2731 kg ha^{-1}). Statistički značajne razlike u visini prinosa bile su i između sorti NS Apolo i Galina.

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je u 2017. godini najviši prinos zabeležen pri jesenjoj primeni NPK đubriva i prolećnoj primeni AN-a (2469 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva (2229 kg ha^{-1}), predsetvenu primenu AN-a (2179 kg ha^{-1}) i kontrolnu varijantu (2124 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na prolećnu primenu NPK đubriva i azotnog đubriva AN (2283 kg ha^{-1}). Statistički značajno viši prinos u odnosu na kontrolnu varijantu ostvaren je i primenom NPK đubriva u jesen (2351 kg ha^{-1}). U 2018. godini najviši prinos je takođe zabeležen pri jesenjoj primeni NPK đubriva i prolećnoj primeni AN-a (3750 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu

NPK đubriva (2492 kg ha^{-1}), predsetvenu primenu AN-a (3476 kg ha^{-1}) i kontrolnu varijantu (3382 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na prolećnu primenu NPK đubriva i azotnog đubriva AN (3560 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno viši prinos zabeležen je i pri jesenjoj primeni NPK đubriva (3639 kg ha^{-1}) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda. U 2019. godini najviši prinos zabeležen je pri jesenjoj primeni NPK đubriva i prolećnoj primeni AN-a (3029 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva i azotnog đubriva AN (2696 kg ha^{-1}), predsetvenu primenu NPK đubriva (2665 kg ha^{-1}), predsetvenu primenu AN-a (2601 kg ha^{-1}) i kontrolnu varijantu (2536 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno viši prinos zabeležen je i pri jesenjoj primeni NPK đubriva (2850 kg ha^{-1}) u odnosu na predsetvenu primenu AN-a i kontrolnu varijantu ogleda, odnosno statistički značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva.

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje (kg ha^{-1})
Table 1. Average yield of NS soybean variety (kg ha^{-1})

Godina / Year A	Sorta / Variety B	Đubrenje / Fertilization C						Prosek / Average A×B	Prosek / Average A
		1	2	3	4	5	6		
2017	Galina	1985	2296	2463	2044	2162	2016	2161	2272
	NS Apolo	2245	2440	2598	2350	2384	2314	2389	
	Rubin	2142	2316	2346	2292	2304	2207	2268	
	Prosek / Average A×C	2124	2351	2469	2229	2283	2179	-	
2018	Galina	3048	3382	3511	3156	3236	3155	3248	3550
	NS Apolo	3417	3701	3724	3552	3657	3549	3600	
	Rubin	3681	3834	4016	3768	3788	3725	3802	
	Prosek / Average A×C	3382	3639	3750	3492	3560	3476	-	
2019	Galina	2466	2679	2824	2517	2535	2483	2584	2730
	NS Apolo	2546	2835	3022	2659	2694	2631	2731	
	Rubin	2595	3036	3241	2817	2860	2690	2873	
	Prosek / Average A×C	2536	2850	3029	2665	2696	2601	Prosek / Average B	
Prosek / Average B×C	Galina	2500	2786	2933	2572	2644	2551	2664	
	NS Apolo	2736	2992	3115	2854	2912	2831	2907	
	Rubin	2806	3062	3201	2959	2984	2874	2981	
Prosek / Average C		2681	2947	3083	2795	2847	2752	-	
Prosek / Average 2017-2019.								2851	

Dubrenje / Fertilization: 1. Kontrolna varijanta, 2. 300 kg ha^{-1} NPK u jesen, 3. 300 kg ha^{-1} NPK u jesen + 70 kg ha^{-1} AN predsetvено, 4. 300 kg ha^{-1} NPK predsetvено, 5. 300 kg ha^{-1} NPK + 70 kg ha^{-1} AN predsetveno, 6. 70 kg ha^{-1} AN predsetveno

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1 %	162,7	90,5	137,7	149,9	239,9	230,8	404,4
5 %	97,5	64,5	104,3	106,2	181,4	174,8	306,3

Posmatrajući prosečne prinose za istu sortu, a različite varijante đubrenja uočava se da je najviši prinos kod sve tri sorte zabeležen pri jesenjoj primeni

NPK đubriva i prolećnoj primeni AN-a (Galina 2933 kg ha^{-1} , NS Apolo 3115 kg ha^{-1} , Rubin 3201 kg ha^{-1}). Kod sorte Galina ova vrednost je statistički veoma

značajno viša u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva i azotnog đubriva AN (2644 kg ha^{-1}), predsetvenu primenu NPK đubriva (2665 kg ha^{-1}), predsetvenu primenu AN-a (2551 kg ha^{-1}) i kontrolnu varijantu (2500 kg ha^{-1}). Pri jesenjoj primeni NPK đubriva ostvaren je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu AN-a i kontrolnu varijantu, kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva. Kod sorte NS Apolo pri jesenjoj primeni NPK đubriva i prolećnoj primeni AN-a ostvaren je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva (2959 kg ha^{-1}), predsetvenu primenu AN-a (2831 kg ha^{-1}) i kontrolnu varijantu bez đubrenja (27356 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva i AN-a (2912 kg ha^{-1}).

Kod sorte Rubin statistički veoma značajno viši prinos zabeležen je pri jesenjoj primeni NPK đubriva i predsetvenoj primeni AN-a u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva (2959 kg ha^{-1}), predsetvenu primenu AN-a (2874 kg ha^{-1}) i kontrolnu varijantu (2806 kg ha^{-1}), kao i statistički značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu NPK đubriva i AN-a (2984 kg ha^{-1}). Na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva (3062 kg ha^{-1}) ostvaren je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na kontrolnu varijantu i statistički značajno viši prinos u odnosu na predsetvenu primenu AN-a. Statistički značajno viši prinos zabeležen je i pri predsetvenoj primeni NPK đubriva i azotnog đubriva AN u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda. Ovi rezultati su u saglasni sa istraživanjima Dozet i sar. (2021).

U tabeli 2 dat je prosečan sadržaj ulja po godinama.

Tabela 2. Prosečan sadržaj ulja (%)
Table 2. Average oil content (%)

Godina / Year A	Sorta / Variety B	Đubrenje / Fertilization C						Prosek / Average A×B	Prosek / Average A
		1	2	3	4	5	6		
2017	Galina	22,77	21,73	21,67	22,33	22,00	22,63	22,19	22,10
	NS Apolo	22,40	21,77	21,67	22,07	22,37	22,00	22,04	
	Rubin	22,50	21,83	21,47	22,17	22,07	22,30	22,06	
	Prosek / Average A×C	22,56	21,78	21,60	22,19	22,14	22,31	-	
2018	Galina	21,07	20,23	19,67	20,97	20,50	21,13	20,59	20,71
	NS Apolo	21,53	20,53	19,97	21,43	21,30	20,83	20,93	
	Rubin	21,17	20,20	19,93	20,87	20,50	20,87	20,59	
	Prosek / Average AxC	21,26	20,32	19,86	21,09	20,77	20,94	-	
2019	Galina	22,70	22,03	21,83	22,30	22,23	22,53	22,27	22,31
	NS Apolo	22,60	21,80	21,30	22,37	22,40	22,23	22,12	
	Rubin	22,77	22,80	21,67	22,57	22,70	22,70	22,53	
	Prosek / Average A×C	22,69	22,21	21,60	22,41	22,44	22,49	Prosek / Average B	
Prosek / Average B×C	Galina	22,18	21,33	21,06	21,87	21,58	22,10	21,69	21,70
	NS Apolo	22,18	21,37	20,98	21,96	22,02	21,69	21,70	
	Rubin	22,14	21,61	21,02	21,87	21,76	21,96	21,73	
Prosek / Average C		22,17	21,44	21,02	21,90	21,79	21,91	-	
Prosek / Average 2017.-2019.								21,70	

Đubrenje / Fertilization: 1. Kontrolna varijanta, 2. 300 kg ha^{-1} NPK u jesen, 3. 300 kg ha^{-1} NPK u jesen + 70 kg ha^{-1} AN predsetveno, 4. 300 kg ha^{-1} NPK predsetveno, 5. 300 kg ha^{-1} NPK + 70 kg ha^{-1} AN predsetveno, 6. 70 kg ha^{-1} AN predsetveno

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1 %	0,58	0,32	0,74	0,59	1,25	1,24	2,15
5 %	0,36	0,23	0,55	0,43	0,95	0,94	1,62

Posmatrano po godinama uočava se da je najniži procenat ulja u zrnu soje zabeležen u 2018. godini (20,71 %), što je statistički veoma značajno niži

procenat ulja u odnosu na 2019. godinu (22,31 %) i 2017. godinu (22,10 %).

Sadržaj ulja po sortama soje kretao se od 21,69 % kod sorte Galina do 21,73 % kod sorte Rubin i između ovih vrednosti nisu postojale statistički značajne razlike.

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je najviši sadržaj ulja zabeležen na kontrolnoj varijanti (22,17 %), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na primenu NPK đubriva u jesenjem periodu uz primenu AN-a pre setve (21,02 %) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na primenu NPK đubriva u jesenjem periodu (21,44 %).

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante đubrenja uočava se da je najviši sadržaj ulja u sve tri godine zabeležen na kontrolnoj varijanti ogleda (22,56 % u 2017. godini, 21,26 % u 2018. godini i 22,69 % u 2019. godini) i ove vrednosti su bile statistički značajno više u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva uz prolećnu primenu AN-a u 2017. godini (21,67 %) i 2019. godini (21,60 %), odnosno statistički veoma značajno više u odnosu na 2018. godinu (19,86 %).

U tabeli 3 dat je prosečan prinos ulja po godinama.

Tabela 3. Prosečan prinos ulja (kg ha^{-1})

Table 3. Average oil yield (kg ha^{-1})

Godina / Year A	Sorta / Variety B	Đubrenje / Fertilization C						Prosek / Average A×B	Prosek / Average A
		1	2	3	4	5	6		
2017	Galina	452	499	534	456	476	456	478,8	501,7
	NS Apolo	503	531	563	519	533	509	526,3	
	Rubin	482	506	504	508	508	492	500,0	
	Prosek / Average A×C	479	512	533	494	506	486	-	
2018	Galina	642	684	691	662	663	667	668,1	734,5
	NS Apolo	736	760	744	761	779	739	753,2	
	Rubin	779	774	800	786	777	777	782,4	
	Prosek / Average A×C	719	740	745	736	740	728	-	
2019	Galina	560	590	617	561	564	560	575,2	608,5
	NS Apolo	575	618	644	595	603	585	603,4	
	Rubin	591	692	702	636	649	611	646,8	
	Prosek / Average A×C	575	633	654	597	605	585	Prosek / Average B	
Prosek / Average B×C	Galina	551	591	614	560	568	561	574,0	608,5
	NS Apolo	605	636	650	625	639	611	628	
	Rubin	617	657	669	643	645	627	643	
Prosek / Average C		591	628	644	609	617	600	-	
Prosek / Average 2017.-2019.								614,9	

Đubrenje / Fertilization: 1. Kontrolna varijanta, 2. 300 kg ha^{-1} NPK u jesen, 3. 300 kg ha^{-1} NPK u jesen + 70 kg ha^{-1} AN predsetveno, 4. 300 kg ha^{-1} NPK predsetveno, 5. 300 kg ha^{-1} NPK + 70 kg ha^{-1} AN predsetveno, 6. 70 kg ha^{-1} AN predsetveno

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1 %	79,8	32,8	75,1	72,4	131,1	125,6	220,3
5 %	48,1	23,4	56,8	51,0	99,1	95,2	166,9

Posmatrajući istu sortu i različite varijante đubrenja uočava se da je najniži sadržaj ulja kod sve tri sorte soje zabeležen pri jesenjoj primeni NPK đubriva uz prolećnu primenu azotnog đubriva AN (Galina 21,06 %, NS Apolo 20,98 %, Rubin 21,02 %) i ove vrednosti su statistički značajno niže u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (Galina 22,18

%, NS Apolo 22,18 %, Rubin 22,14 %). Kod sorte soje Galina sadržaj ulja u zrnu soje bio je statistički značajno viši i pri predsetvenoj primeni azotnog đubriva AN (22,10 %) u odnosu na jesenju nprimenu NPK đubriva uz prolećnu primenu đubriva AN. Sadržaj ulja u zrnu soje je pod jakim uticajem faktora spoljne sredine i on znatno varira u zavisnosti od

lokaliteta, godine i vremenskih uslova u pojedinim godinama (Vidić i sar., 2002).

Prosečan prinos ulja po jedinici površine po godinama je iznosio $501,7 \text{ kg ha}^{-1}$ u 2017. godini, $734,5 \text{ kg ha}^{-1}$ u 2018. godini i $608,5 \text{ kg ha}^{-1}$ u 2019. godini a između ovih vrednosti postoje statistički veoma značajne razlike.

Posmatrano po sortama soje uočava se da je prinos ulja kod sorti Rubin (643 kg ha^{-1}) i NS Apolo (628 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viši u odnosu na sortu Galina (574 kg ha^{-1}).

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da se prinos ulja kretao od 591 kg ha^{-1} na kontrolnoj varijanti do 644 kg ha^{-1} na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva uz prolećnu primenu AN-a, ali između pojedinih varijanti đubrenja nisu postojale statistički značajne razlike.

Posmatrajući istu godinu, a različite sorte soje uočava se da je kod sorte Galina u 2018 godini ($668,1 \text{ kg ha}^{-1}$) zabeležen statistički veoma značajno niži prinos ulja po jedinici površine u odnosu na sorte Rubin ($782,4 \text{ kg ha}^{-1}$) i NS Apolo ($753,2 \text{ kg ha}^{-1}$), dok je u 2019. godini sa sortom Galina ($575,2 \text{ kg ha}^{-1}$) ostvaren statistički značajno niži prinos ulja u odnosu na sortu Rubin ($646,8 \text{ kg ha}^{-1}$). Kasna sorta soje Rubin imala je viši prinos zrna, viši sadržaj ulja u zrnu i viši prinos ulja po jedinici površine u odnosu na ranije sorte Galina i NS Apolo (Dozet i sar., 2021). Na visinu i stabilnost prinosa u proizvodnji soje, kao i na kvalitet semena može se uticati pravilnim izborom sorti, odnosno optimalnom zastupljenosti različitih grupa zrenja u proizvodnji soje (Đukić i sar., 2011).

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Godina, sa svojim proizvodnim specifičnostima ima značajan uticaj na prinos zrna soje, sadržaj ulja u zrnu i prinos ulja po jedinici površine.

Sorta soje ima značajan uticaj na visinu prinosa i prinos ulja po jedinici površine.

Varijante đubrenja imale su značajan uticaj na visinu prinosa soje i sadržaj ulja u zrnu.

Najveći efekat na povećanje prinosa zrna i prinos ulja po jedinici površine imala je jesenja primena NPK đubriva uz predsetvenu primenu azotnog đubriva AN. Na ovoj varijanti je zabeležen najmanji sadržaj ulja u zrnu, ali najviši prinos zrna soje i najviši prinos ulja po jedinici površine.

Zahvalnica

Realizacija istraživanja finansirana je sredstvima budžeta Republike Srbije, a na osnovu odluke Ministarstva posvete, nauke i tehnološkog razvoja o finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2021.godini, broj: 451-03-9/2021-14.

LITERATURA

1. Abduladim, E., Đukić, V., Cvijanović, G., Šurić, N., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M. (2020). Primena efektivnih mikroorganizama i NPK đubriva u cilju povećanja prinosa i kvaliteta soje, Uljarstvo, 51(1), 11-16.
2. Давыденко, О.Г., Голоенко, Д.В., Розенцвейг, В.Е.(2004). Соя для умеренного климата, „Тэхннологія“ Минск , Беларусь, 173.
3. Dozet, G. (2009). Uticaj đubrenja predkulture azotom i primena Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija, Megatrend Univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.
4. Dozet, G., Đurić, N., Cvijanović, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Miladinov, Z., Vasiljević, M. (2019). Uticaj broja biljaka po jedinici površine na neke morfološke osobine soje. Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja - Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine“. 18. oktobar 2019., Bačka Topola, 121-128.
5. Dozet, G., Miladinov Mamlić, Z., Đukić, V., Đurić, N., Miladinović, J., Jovanović-Todorović, M., Cvijanović, G. (2021). Uticaj vremena primene NPK đubriva na sadržaj ulja u zrnu soje. Zbornik radova 62. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, 27. jun - 02. jul 2021., Herceg Novi, 101-107.
6. Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Dozet, G., Bajagić, M., Jovanović Todorović Marijana, Cvijanović, V. (2021). Prinos soje u zavisnosti od vremena primene NPK đubriva. Zbornik radova, XXVI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 12-13 mart, 2021. 43-48 str. DOI: 10.46793/SBT26.043DJ.
7. Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Uni-

- verzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
Zemun, str. 1-127.
8. Dukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011). Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine. *Rat Pov/Field Veg Crop Res.* 48(1), 137-142.
 9. Dukić, V., Dozet, G. (2014). Tehnologija gajenja semenskog useva soje, ured. Balešević-Tubić, S., Miladinović, J.,: Semenarstvo soje, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
 10. Dukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018). Kritični momenti u proizvodnji soje, *Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS)*, Zlatibor, 21-27. januar 2018. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 34-44. ISBN:978-86-80417-78-3.
 11. Hadživuković, S. (1991). Statistički metodi. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
 12. Miladinov, Z., Đukić, V., Ćeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, *Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”*, 17-22. jun 2018., Herceg Novi, Crna Gora, 73-78.
 13. Vidić, M., Hrustić, M., Jocković, Đ., Miladinović, J., Tatić, M., Balešević-Tubić, S., Petrović, Z. (2002). Sortni ogledi soje u 2001. godini. *Zbornik referata XXXVI Seminara agronoma*. 113-122.

KARAKTERIZACIJA MASNOKISELINSKOG SASTAVA MEŠANIH ULJA SUNCOKRETA I LANA SA ASPEKTA FAKTORA NUTRITIVNOG KVALITETA

Ana Đurović¹, Snežana Kravić¹, Zorica Stojanović¹, Tanja Lužaić¹, Ranko Romanić¹, Nada Grahovac²

IZVOD

U ovom radu ispitana je mogućnost poboljšanja nutritivnog kvaliteta rafinisanog suncokretovog ulja (S) dodavanjem hladno presovanog lanenog ulja (L) sa aspekta masnokiselinskog sastava, kao i određenih nutritivnih indeksa. Sadržaj masnih kiselina određen je primenom gasne hromatografije - masene spektrometrije, analizom metil estara masnih kiselina. Sadržaji zasićenih masnih kiselina (ZMK), mononezasićenih masnih kiselina (MNMK), polinezasićenih masnih kiselina (PNMK), kao i sadržaj ω3 i ω6 masnih kiselina određen je računski. Dodavanjem lanenog ulja uočeno je značajno povećanje sadržaja ω3 masne kiseline u dobijenim mešanim uljima. Pri mešanju nisu uočene značajne promene u sadržaju ZMK, sadržaj MNMK se dodavanjem lanenog ulja smanjio sa 30,44 % m/m na 17,15 % m/m, dok se sadržaj PNMK povećao od 59,78 % m/m do 73,15 % m/m. Dobijeni odnosi PNMK/ZMK za mešana ulja bili su u rasponu 6,07-7,54, što je u skladu sa smanjenjem faktora rizika za povećanje nivoa holesterola u krvi. Aterogeni i trombogeni indeksi bili su mnogo niži od 1, dok su HH indeksi bili relativno visoki 14,70-18,03, što je takođe u skladu sa preporučenim vrednostima sa nutritivnog aspekta kvaliteta ulja. Kriterijum koji je najviše uticao na kvalitet mešanih ulja bio je ω6/ω3 odnos, a optimalne vrednosti ovog odnosa (1-5) postignute su dodavanjem od 30 do 60% hladno presovanog lanenog ulja. U odnosu na kontrolni uzorak O, dobijena mešana ulja pokazala su veliku prednost po pitanju sadržaja PNMK, ω3, ω6, dok je izuzetno visok sadržaj MNMK i nešto niži sadržaj ZMK određen u uzorku O.

Ključne reči: *sadržaj masnih kiselina, suncokretovo ulje, laneno ulje, mešana ulja, nutritivni kvalitet*

CHARACTERISATION OF THE FATTY ACID PROFILE OF BLENDED SUNFLOWER AND FLAXSEED OIL FROM THE ASPECT OF NUTRITIONAL QUALITY FACTORS

ABSTRACT

In this paper, the possibility of improving the nutritional quality of refined sunflower oil (S) by adding cold pressed flaxseed oil (L) from the aspect of fatty acid content, as well as certain nutritional indices, was investigated. The content of fatty acids was determined using gas chromatography - mass spectrometry, by analysing fatty acid methyl esters. The contents of saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA), as well as the content of ω3 and ω6 fatty acids were calculated. By adding flaxseed oil, a significant increase in the content of ω3 fatty acid was observed in the obtained mixtures. No significant changes in the content of SFA were observed during mixing, the content of MUFA was reduced by the addition of flaxseed oil from 30.44 % m/m to 17.15 % m/m, while the content of PUFA increased from 59.78 % m/m to 73.15 % m/m. The obtained PUFA/SFA ratios for mixtures ranged from 6.07 to 7.54, which is consistent with a reduction in risk factors for increased blood cholesterol levels. Atherogenic and thrombogenic indices were much lower than 1, while HH indices were relatively high 14.70-18.03, which are also in accordance with the recommended values from the nutritional aspect of oil quality. The criterion that most affected the quality of mixed oils was the ω6/ω3 ratio, and the optimal values of this ratio (1-5) were achieved by adding 30 to 60% of cold pressed flaxseed oil. Compared to the control sample O, the obtained mixtures showed a great advantage in terms of PUFA content, ω3, ω6, while the extremely high MUFA content and slightly lower SFA content determined in sample O.

* Dr Ana Đurović, naučni saradnik

Tel: +381 21 485 3658

E-mail: ana.djurovic@uns.ac.rs

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

² Institut za ratarstvo i povrтарstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

Key words: *fatty acid content, sunflower oil, flaxseed oil, blended oils, nutritional quality*

UVOD

Biljna ulja su neophodna komponenta u ishrani i predstavljaju glavni izvor lipida, materija koja pored energetske uloge učestvuju i u izgradnji lipidnih membrana u organizmu. Značajan je izvor masnih kiselina (MK), naročito esencijalnih MK, a pored toga omogućuje apsorpciju liposolubilnih vitamina. U ljudskoj ishrani biljna ulja najčešće se koriste za pripremu hrane, a u velikoj meri i u prehrambenoj industriji, gde svojim sastavom i kvalitetom u pogledu nutritivnih i senzorskih karakteristika definišu kvalitet krajnjeg prehrambenog proizvoda.

Poznato je da upravo sastav MK, kao glavnih komponenata ulja, najviše utiče na sam kvalitet ulja, odnosno prehrambenih proizvoda u koje se ova ulja dodaju. U zavisnosti od strukture, odnosno prisustva dvostrukih veza u molekulu, razlikujemo zasićene MK (ZMK), mononezasićene MK (MNMK) i polinezasićene MK (PNMK). Povećan unos ZMK dovodi do povećanja sadržaja holesterola, što je povezano sa povećanom stopom smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti, te je sa medicinskog aspekta u cilju prevencije koronarne bolesti srca preporučljivo smanjenje ZMK u ishrani, odnosno njihova zamena PNMK (Astrup i sar., 2011; Nettleton i sar., 2017). Najznačajniji predstavnici ZMK su stearinska, palmitinska, miristinska i laurinska kiselina, i ova grupa MK karakteristična je za proizvode životinjskog porekla (Hu i sar., 1999). MNMK odlikuje prisustvo dvostrukih veza u molekulu, a najznačajniji predstavnik ove grupe je oleinska kiselina. Biljna ulja predstavljaju bogat izvor MNMK, ali se ove masne kiseline mogu naći i u životinjskim mastima u većim količinama. Ishrana bogata MNMK značajna je u prevenciji kardiovaskularnih bolesti, a karakteristična je za mediteransku ishranu, u kojoj dominira maslinovo ulje (Metcalf i sar., 2007). Prisustvo dve ili više dvostrukih veza u molekulu karakteristika je PNMK, a brojne studije pokazale su da ulja bogata PNMK kao što su omega-3 (ω_3) i omega-6 MK (ω_6) doprinose brojnim zdravstvenim benefitima, smanjujući rizik od kardiovaskularnih i neurodegenerativnih bolesti, artritisa, dijabetesa i određenih tipova kancera (Orsavova i sar., 2015). Prekursori ω_3 i ω_6 MK jesu α -linolenska kiselina (C 18:3, n-3), odnosno linolna kiselina (18:2, n-6), koje se usled nepostojanja potrebnih enzima ne mogu sintetisati u organizmu, što ih definije kao esencijalne, a budući da su neophodne za pojedine fiziološke procese, njihov unos putem hrane od izuzetnog je značaja (Kaur i sar., 2014).

Pored sadržaja specifičnih grupa MK, njihovih odnosa (PNMK/ZMK, ω_6/ω_3), u cilju procene nu-

tritivnog kvaliteta ulja koriste se i brojni indeksi kao što je aterogeni indeks, trombogeni indeks i hipo-cholesterolski/hipercholesterolski indeks. Nažalost, nijedno prirodno biljno ulje ne obezbeđuje optimalni sastav MK (Orsavova i sar., 2015). Pored toga, veliki problem kod ulja bogatih PNMK vezan je za njihovu nestabilnost, odnosno ova ulja lako oksiduju, čime im se direktno ograničava vremenski rok upotrebe. U cilju poboljšanja kvaliteta ulja po pitanju stabilnosti, primene i nutritivne vrednosti mogu se primeniti različite modifikacije, a jedna od njih je mešanje. Mešanje dva ili više ulja različitih karakteristika predstavlja jednostavan i ekonomičan način dobijanja krajnjeg proizvoda poboljšane stabilnosti i nutritivnih karakteristika, a ovakva ulja se koriste i u prehrambenoj industriji (Hashempour-Baltrok i sar., 2016).

Suncokret je jedna od najvažnijih uljarica kako u svetu tako i kod nas, a njegovo jestivo ulje je po nutritivnom kvalitetu uvršteno među najbolja biljna ulja (Škorić i sar., 2008). Odlikuje ga bogat sadržaj NMK, pri čemu dominiraju linolna i oleinska kiselina (Škorić i sar., 2008). Iako se suncokretovo ulje u velikoj meri koristi na našem podneblju, prijatnog je ukusa, velika mana ovog ulja je nizak sadržaj ω_3 MK. Jedna od mogućnosti unapređenja suncokretovog ulja po ovom pitanju jeste mešanje sa drugim biljnim uljem koje sadrži veće količine ω_3 MK. Laneno ulje smatra se jednim od najkorisnijih prirodnih ulja, a pored ishrane, ovo ulje koristi se i u lekovite svrhe. Iako se na teritoriji Republike Srbije lan gaji na malim površinama, laneno ulje karakteriše visok sadržaj α -linolenske kiseline, odnosno ω_3 MK, a pored toga sadrži linolnu kiselinu, fenole, polisaharide, alkaloidе, vitamine (A, B, C, E), selen i dr. (Matsumoto i sar., 2002). Pored toga, konzumiranje lanenog ulja dovodi do poboljšanja kvaliteta kose, noktiju i kože, regulacije telesne mase, snižavanja holesterola i krvnog pritiska, a doprinosi i sprečavanju pojave artritisa i kancera (Popović i sar., 2017).

U cilju poboljšanja kvaliteta suncokretovog rafinisanog ulja, u ovom radu je ispitana nutritivna kvalitet ulja dobijenih mešanjem rafinisanog suncokretovog ulja sa hladno presovanim lanenim uljem u različitim odnosima. Određen je masnokiselinski sastav, a u skladu sa tim određeni su i sadržaji ZMK, MNMK, PNMK, PNMK/ZMK, ω_6/ω_3 , nutritivni indeksi, te je na osnovu ovih parametara procenjen nutritivni kvalitet dobijenih mešanih ulja. Kao kriterijum za poređenje kvaliteta dobijenih ulja, korišćeno je komercijalno ulje *Omegol*, koje karakteriše idealan odnos ω_6/ω_3 MK.

MATERIJAL I METODE RADA

U radu su korišćeni uzorci mešanih biljnih ulja prema spisku datom u tabeli 1. Za pripremu mešanih biljnih ulja korišćena su komercijano dostupna ulja i to: rafinisano ulje semena suncokreta (S) i hladno presovano ulje semena lana (L). Nakon odmeravanja, ulja su mešana pomoću magnetne mešalice (50-60 Hz) u vremenskom intervalu od dva minuta, a zatim prebačena u PET boce zapremine 0,5 l koje su u potpunosti napunjene uljem (bez praznog prostora), zatvorene originalnim zatvaračem, i čuvana do analiziranja u frižideru na temperaturi 0-4 °C. U cilju poređenja korišćeno je mešano rafinisano biljno ulje *Omegol* (O), kao jedino komercijalno dostupno ulje sa najpovoljnijim odnosom ω6 i ω3 MK na našem tržištu, dobijeno mešanjem rafiniranih ulja uljane repice, suncokreta i kukuruznih klica u nepoznatom odnosu po opadajućem redosledu.

Tabela 1. Oznake uzorka mešanih biljnih ulja korišćenih za ispitivanja
Table 1. Sample labels of the blended vegetable oils used for the analysis

Oznaka uzorka Sample label	Maseni odnos mešanih biljnih ulja Mass ratio of blended vegetable oils	
	S (% m/m)	L (% m/m)
0S:100L	0	100
10S:90L	10	90
20S:80L	20	80
30S:70L	30	70
40S:60L	40	60
50S:50L	50	50
60S:40L	60	40
70S:30L	70	30
80S:20L	80	20
90S:10L	90	10
100S:0L	100	0
O	-	-

S – rafinisano ulje suncokreta, L – hladno presovano ulje lana, O – mešano rafinisano biljno ulje *Omegol* proizvedeno mešanjem rafiniranih ulja uljane repice, suncokreta i kukuruznih klica u nepoznatom odnosu po opadajućem redosledu, kao jedino komercijalno dostupno ulje sa povoljnim odnosom ω6/ω3 na domaćem tržištu.
S – refined sunflower oil; F – cold pressed flaxseed oil; O – blended refined vegetable oil *Omegol* produced by mixing refined oils of rapeseed, sunflower and corn germ in an unknown order in descending order as the only commercially available oil with ω6/ω3 ratio on the domestic market.

Za izvođenje GC-MS analize korišćena je zapremina od 1 µl, pri čemu je odnos razdeljivanja iznosio 1:40. Helijum je korišćen kao gas nosač pri protoku od $0,58 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$. Maseni spektri snimani su SCAN tehnikom u intervalu m/z 40-400 a.m.u. Temperatura masenog spektrometra iznosila je 180 °C, a temperatura injektor-a 230 °C. Analize su izvedene

Odredivanje sastava masnih kiselina

Sastav MK mešanih ulja određen je gasnom hromatografijom - masenom spektrometrijom (GC-MS) u skladu sa standardnom metodom (ISO 12966-1:2014) uz korišćenje gasnog hromatografa GC 7890B (Agilent Technologies, USA) sa masenim spektrometrom kao detektorom MSD5977A (Agilent Technologies, USA) i autosemplerom 7693 (Agilent Technologies, USA). Metilestri MK pripremljeni su standardnom metodom (ISO 12966-2:2017), a u cilju njihovog razdvajanja, korišćena je kapilarna kolona SP-2560 (Supelco, USA) dužine 100 m, unutrašnjeg prečnika od 0,25 mm i debljine sloja stacionarne tečne faze od 0,20 µm.

po definisanom temperaturnom programu: početna temperatura kolone iznosila je 100 °C (5 min), a porast temperature izведен je brzinom od 6°C min^{-1} do krajnje temperature od 240 °C (20 min). Kvantitativno određivanje izvedeno je primenom metode 100 %, a kvalitativno na osnovu retencionih vremena i masenih spektra. Za definisanje retencionih vremena

korišćena je standardna referentna smeša 37 metil estara masnih kiselina, 37 FAMEs Mix (Supelco, Bellefonte, PA). Sadržaj ZMK, MNMK, PNMK, kao i sadržaj ω3 i ω6 MK određen je računski, sabiranjem određenih masenih udela.

Izračunavanje nutritivnih indeksa

Nutritivni indeksi na osnovu kojih je procenjen nutritivni kvalitet analiziranih ulja određeni su na osnovu masnokiselinskog sastava, odnosno sadržaja pojedinih MK. Proračun za aterogeni indeks (AI) i trombogeni indeks (TI) razvili su Ulbricht i Southgate (1991), dok su hipoholesterolski/hiperholes-terolski indeks (HH) predložili Santos-Silva i sar. (2002). Ovi indeksi su računati na osnovu sledećih formula:

$$AI = \frac{(C_{12:0} + 4 \times C_{14:0} + C_{16:0})}{(\Sigma MNMK + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)} \quad (1)$$

$$TI = \frac{(C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0})}{(0,5 \times \Sigma MNMK + 0,5 \times \Sigma \omega 6 + 3 \times \Sigma \omega 3)} \quad (2)$$

$$HH = \frac{(C_{18:1\text{Cis}39} + C_{18:2\text{ }\omega 6} + C_{20:4\text{ }\omega 6} + C_{18:3\text{ }\omega 3} + C_{20:5\text{ }\omega 3} + C_{22:5\text{ }\omega 3} + C_{22:6\text{ }\omega 3})}{(C_{14:0} + C_{16:0})} \quad (3)$$

REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni masnokiselinski sastav analiziranih ulja prikazan je u tabeli 2. Sagledavanjem dobijenih rezultata iz tabele 2 može se videti da u hladno presovanom ulju semena lana dominira α-linolenska kiselina, odnosno ω3 MK sa sadržajem od 54,84 % m/m, dok u rafinisanom ulju suncokreta dominira linolna (ω6) sa 59,71 % m/m. Pored dominantnih ω3 i ω6 najzastupljenije MK u analiziranim uzorcima mešanih ulja su i oleinska (17,02-30,25 % m/m), a palmitinska (4,99-6,08 % m/m) i stearinska kiselina (2,76-4,28 % m/m) su zastupljene u nešto nižoj meri, i njihov ukupni sastav čini 99 % m/m svih prisutnih MK. Behenska kiselina (C 22:0) zastupljena je sa niskim masenim udelom do 0,6 % m/m, dok su palmitooleinska (C 16:1), γ-linolenska (C 18:3, n6), arahinska (C 20:0), eikosenska (C 20:1) i lignocerinska kiselina (C 24:0) detektovane u tragovima.

Povećavanje udela hladno presovanog ulja lana rezultiralo je značajnim povećanjem sadržaja α-li-

nolenske kiseline, dok se sadržaj oleinske i linolne kiseline u velikoj meri smanjio. Kod mešanog uzorka u kojem su podjednako prisutne obe vrste ulja (50S:50L), utvrđeno je da se sadržaj oleinske kiseline smanjio za 6 % m/m, linolne kiseline za 19 % m/m, a sadržaj α-linolenske kiseline se povećao za 26 % m/m u odnosu na čisto rafinisano ulje suncokreta. Što se tiče sastava *Omegola*, ovo ulje odlikuje se višim sadržajem oleinske kiseline (64,21 % m/m), pri čemu je sadržaj linolne i α-linolenske kiseline kod ovog ulja niži u odnosu na većinu ispitivih uzoraka.

Ukupni sadržaji ZMK, MNMK i PNMK, ω3 i ω6 MK, kao i izračunati nutritivni indeksi za analizirana ulja u ovom radu sumirani su u tabeli 3. U sastavu ispitivanih mešanih biljnih ulja preovladavaju NMK, i to PNMK, dok su ZMK prisutne u manjim količinama. Najniži sadržaj ZMK (6,41 % m/m) utvrđen je u uzorku mešanog rafinisanog biljnog ulja O, i ovaj tip ulja karakteriše najpogodniji sastav ove grupe MK sa zdravstvenog aspekta. Dodatak lanenog ulja nema većeg uticaja na sadržaj ZMK. Prilikom mešanja utvrđeno je da se sadržaj ZMK menjao u granicama od 9,74-10,42 % m/m, a najviši sadržaj potvrđen je za mešano ulje 60S:40L i iznosi 10,42 % m/m. Sa druge strane, mešanjem dolazi do značajnog smanjenja MNMK sa 30,44 % m/m na 17,15 % m/m, i povećanja PNMK od 59,78 % m/m do 73,15 % m/m.

Nizak odnos PNMK/ZMK u ishrani (<0,45) predstavlja faktor rizika za povećanje nivoa holesterola u krvi (Department of Health and Social Security, 1984). Svi uzorci analiziranih mešanih ulja odlikuju se relativno visokim vrednostima ovog odnosa (6,07-7,54), a najniža vrednost dobijena je kod uzorka O (4,44). Dodatak lanenog ulja rezultira povećanjem PNMK/ZMK odnosa. Dobijeni rezultati pokazuju da ulja dobijena mešanjem imaju izbalansirani sastav ovih MK.

Što se tiče sadržaja ω3 MK, iz rezultata se može videti da suncokretovo ulje sadrži ovu kiselinu gotovo u tragovima, tako da ova kiselina u mešanim uljima potiče isključivo od lanenog ulja. ω6 MK najvećim delom potiču iz rafinisanog ulja semena suncokreta, tako da veći sadržaj ovog ulja u mešavina obezbeđuje i veći sadržaj ovih kiselina.

Tabela 2. Masnokiselinski sastav ispitivanih mešanih biljnih ulja
Table 2. Fatty acid composition of the analysed blended vegetable oils

Oznaka uzorka Sample label	Masna kiselina / Fatty acid (% m/m)											
	C 14:0	C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1c	C 18:2c	C 18:3n6	C 18:3n3	C 20:0	C 20:1	C 22:0	C 24:0
0S:100L	nd	4,99	0,04	4,28	17,02	18,17	0,14	54,84	0,12	0,09	0,15	0,16
10S:90L	nd	5,18	0,06	4,11	18,55	23,56	0,12	47,88	0,12	0,09	0,18	0,14
20S:80L	nd	5,27	0,06	4,00	19,38	26,54	0,11	44,09	0,13	0,09	0,21	0,13
30S:70L	nd	5,28	0,05	3,83	21,17	32,04	0,09	36,93	0,14	0,09	0,27	0,11
40S:60L	nd	5,46	0,06	3,64	22,37	36,02	0,08	31,69	0,15	0,10	0,30	0,13
50S:50L	nd	5,56	0,06	3,61	23,82	40,13	nd	26,02	0,17	0,10	0,37	0,16
60S:40L	nd	6,00	0,08	3,62	26,13	42,16	nd	21,11	0,18	0,11	0,44	0,17
70S:30L	nd	6,08	0,11	3,40	26,62	48,34	nd	14,48	0,17	0,13	0,47	0,19
80S:20L	nd	5,84	0,07	3,20	27,36	52,99	nd	9,51	0,18	0,10	0,51	0,23
90S:10L	nd	5,84	0,07	2,93	28,57	57,18	nd	4,33	0,18	0,11	0,56	0,22
100S:0L	0,04	5,97	0,08	2,76	30,25	59,71	nd	0,07	0,19	0,11	0,60	0,21
O	nd	3,99	0,11	1,53	64,21	23,70	nd	4,78	0,40	0,79	0,31	0,20

MK – masna kiselina; nd – nije detektovano.

FA – fatty acid; nd – not detectable.

Određivanje odnosa $\omega 6/\omega 3$ MK značajno je sa zdravstvenog aspekta, a pitanje idealnog odnosa problematika je mnogih naučnih radova. Retrospektivo, ovaj odnos evolucijom višestruko je uvećan od 1 do preko 20, što je posledica ishrane koja obiluje crvenim mesom, mlečnim proizvodima, solju, a osiromašene voćem, povrćem, mahunarkama i ribom (Simopoulos, 2016). U cilju prevencije pojedinih bolesti značajni su različiti indeksi. Tako je odnos 4 povezan sa smanjenjem smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti, odnos 2-3 značajan je kod pacijenata sa kolorektalnim tumorom i reumatidnim artritisom, a odnos od 5 ima blagotvorno dejstvo kod pacijenata koji boluju od astme (Simopoulos, 2016; Lupette i Benning, 2020). U cilju postizanja izbalansiranog odnosa $\omega 6/\omega 3$ MK u ishrani treba težiti ka nižim odnosima (AFSSA, 2010; Simopoulos, 2010), odnosno smatra se da je raspon vrednosti od 1 do 5 optimalan za ljudsko zdravlje (Lupette i Benning, 2020). Kod analiziranih uzoraka izuzetno visoka vrednost (892,91) karakteristična je za čisto rafinisan suncokretovo ulje, a već minimalnim dodatkom

lanenog ulja dolazi do značajnog smanjenja odnosa (na 13,19). Optimalne vrednosti ovog odnosa (1-5) postignute su dodavanjem 30% do 60% hladno presovanog lanenog ulja. Kod uzorka *Omegol* određen je odnos 4,96, što je blizu maksimalnom preporučenom odnosu, dok je dodatkom 20% lanenog ulja dobijen odnos nešto viši od preporučenog (5,57).

U cilju procene faktora nutritivnog kvaliteta mešanih ulja, izračunati su i nutritivni indeksi uključujući AI, TI i HH. Aterogeni indeks (AI) na osnovu odnosa ZMK i NMK opisuje aterogeni potencijal MK. Konzumiranje hrane sa nižim AI može doprineti smanjenju nivoa ukupnog i LDL holesterola (Yurchenko i sar., 2018). Trombogeni indeks (TI) karakteriše trombogeni potencijal MK, a predstavlja vezu između protrombogenih (C 14:0, C 16:0 i C 18:0) i antitrombogenih MK (MNMK, $\omega 3$ i $\omega 6$ MK) (Ulbricht i Southgate, 1991). U suštini oba indeksa povezana su sa rizikom od kardiovaskularnih bolesti, i moraju biti što niži.

Tabela 3. Sadržaj zasićenih masnih kiselina (ZMK), mononezasićenih masnih kiselina (MNMK), polinezasićenih masnih kiselina (PNMK), ω_3 , ω_6 , ω_6/ω_3 , uz nutritivne indeke (AI, TI, HH)

Table 3. The content of saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA), ω_3 , ω_6 , ω_6/ω_3 , with nutritional indices (AI, TI, HH)

Oznaka uzorka Sample label	ZMK SFA	MNMK MUFA	PNMK PUFA	PNMK/ ZMK PUFA/SFA	ω_3	ω_6	ω_6/ω_3	AI	TI	HH
0S:100L	9,70	17,15	73,15	7,54	54,84	18,31	0,33	0,06	0,05	18,03
10S:90L	9,74	18,70	71,57	7,35	47,88	23,68	0,49	0,06	0,06	17,37
20S:80L	9,74	19,53	70,73	7,26	44,09	26,65	0,60	0,06	0,06	17,07
30S:70L	9,63	21,31	69,06	7,17	36,93	32,13	0,87	0,06	0,07	17,09
40S:60L	9,68	22,52	67,80	7,00	31,69	36,10	1,14	0,06	0,07	16,51
50S:50L	9,88	23,97	66,15	6,70	26,02	40,13	1,54	0,06	0,08	16,17
60S:40L	10,42	26,32	63,27	6,07	21,11	42,16	2,00	0,07	0,10	14,90
70S:30L	10,32	26,86	62,82	6,09	14,48	48,34	3,34	0,07	0,12	14,70
80S:20L	9,97	27,54	62,50	6,27	9,51	52,99	5,57	0,06	0,13	15,39
90S:10L	9,73	28,75	61,52	6,32	4,33	57,18	13,19	0,06	0,16	15,43
100S:0L	9,74	30,44	59,78	6,14	0,07	59,71	892,91	0,07	0,19	14,96
O	6,41	65,10	28,48	4,44	4,78	23,70	4,96	0,04	0,09	23,26

U okviru ove studije dobijene vrednosti AI i TI u svim uzorcima ulja daleko su niže od 1. Treba istaći da se promenom sastava MK, koji se javlja kao posledica dodavanja lanenog ulja, vrednosti AI neznatno variraju (0,06-0,07), dok se vrednosti TI smanjuju (0,19-0,05). Najniža vrednost AI dobijena je za uzorak O od 0,04. Uzimajući u obzir odnos hipoholesterolemičnih i hiperholesterolemičnih MK (Santos-Silva i sar., 2002), HH indeks razmatra efekat MK na metabolizam holesterola, a sa nutritivnog stanovištva poželjne su visoke vrednosti ovog indeksa. Obogaćivanjem suncokretovog ulja lanenim uljem dolazi do povećanja HH indeksa u analiziranim uzorcima sa 14,96 na 18,03. Najviša vrednost ovog indeksa iznosila je 23,26 i odredena je u uzorku O.

ZAKLJUČAK

Iako se nijedno biljno ulje ne može okarakterisati idealnim po pitanju sastava masnih kiselina, u cilju poboljšanja sastava rafinisanog ulja suncokreta i hladno presovanog ulja semena lana, u radu je ispitana mogućnost mešanja ova dva ulja. Rezultati su pokazali da je u dobijenim mešanim uljima povećan sadržaj esencijalnih masnih kiselina: linolne i α -linolenske, odnosno ω_6 i ω_3 polinezasićenih masnih kiselina, kao i sadržaj oleinske kiseline. Kako je kvalitet ulja definisan i dobrim balansom ω_6/ω_3

masnih kiselina, pojedina mešana ulja u okviru ovih eksperimenata demonstrirala su izuzetan potencijal po pitanju ovog odnosa, te su se potvrstile kao mogući konkurenti *Omegolu*, jedinom komercijalnom dostupnom mešanom biljnom ulju, koje karakteriše idealan odnos ovih masnih kiselina, a koje je dostupno na našem tržištu.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na finansijskoj podršci (projekat broj 451-03-9/2021-14/ 200134).

LITERATURA

1. AFFSA (2010). Opinion of the French Food Safety Agency (AFSSA) on the update of French population reference intakes (ANCs) for fatty acids. (<https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2006sa0359.pdf>), pristupljeno: 10.10.2021.
2. Astrup, A., Dyerberg, J., Elwood, P., Hermansen, K., Hu, F. B., Jakobsen, M. U., Kok, F. J., Krauss, R. M., Lecerf, J. M., LeGrand, P., Nestel, P., Risérus, U., Sanders, T., Sinclair, A., Stender, S., Tholstrup, T., Willett, W. C. (2011). The role of reducing intakes of

- saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? Am. J. Clin. Nutr., 93(4): 684-688.
3. Department of Health and Social Security (1984). Report on Health and Social Subjects, Diet and Cardiovascular Disease: London: HMSO. (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/743801/Diet_and_Cardiovascular_Disease_1984_.pdf), pristupljeno: 10.10.2021.
 4. Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. Trends Food Sci Technol., 57 Part A: 52-58.
 5. Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Ascherio, A., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Hennekens, C. H., Willett, W. C. (1999). Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. Am. J. Clin. Nutr., 70(6): 1001-1008.
 6. ISO 12966-1 (2014). Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 1: Guidelines on modern gas chromatography of fatty acid methyl esters. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
 7. ISO 12966-2 (2017). Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
 8. Kaur, N., Chugh, V., Gupta, A. K. (2014). Essential fatty acids as functional components of foods- a review. J. Food Sci. Technol., 51(10): 2289-2303.
 9. Lupette, J., Benning, C. (2020). Human health benefits of very-long-chain polyunsaturated fatty acids from microalgae. Biochimie, 178: 15-25.
 10. Matsumoto, T., Shishido, A., Morita, H., Ito-kawa, H., Takeya, K. (2002). Conformational analysis of cyclolinopeptides A and B. Tetrahedron, 58(25): 5135-5140.
 11. Metcalf, R. G., James, M. J., Gibson, R. A., Edwards, J. R., Stubberfield, J., Stuklis, R., Roberts-Thomson, K., Young, G. D., Cleland, L. G. (2007). Effects of fish-oil supplementation on myocardial fatty acids in humans. Am. J. Clin. Nutr., 85(5): 1222-1228.
 12. Nettleton, J. A., Brouwer, I. A., Geleijnse, J. M., Hornstra, G. (2017). Saturated fat con-sumption and risk of coronary heart disease and ischemic stroke: a science update. Ann. Nutr. Metab., 70(1): 26-33.
 13. Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, J. V., Vicha, R., Mlcek, J. (2015). Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. Int. J. Mol. Sci., 16(6): 12871-12890.
 14. Popović, V., Marjanović-Jeromela, A., Živanović, Lj., Sikora, V., Stojanović, D., Kolarić, Lj., Ikanović, J. (2017). Produktivnost i blagodeti uljanog lana *Linum usitatissimum* L. 58. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarića, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, str. 95-105.
 15. Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. Livest. Prod. Sci., 77(2-3): 187-194.
 16. Simopoulos, A. P. (2010). The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications. Oilseeds and fats, Crops and Lipids Nutrition – Santé, 17(5): 267-275.
 17. Simopoulos, A. P. (2016). An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. Nutrients, 8(3): 128-145.
 18. Škorić, D., Jocić, S., Sakač, Z., Lečić, N. (2008). Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. Can. J. Physiol. Pharmacol., 86(4): 215-21.
 19. Ulbricht, T. L., Southgate, D. A. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. Lancet, 338(8773): 985-992.
 20. Yurchenko, S., Sats, A., Tatar, V., Kaart, T., Mootse, H., Jõudu, I. (2018). Fatty acid profile of milk from Saanen and Swedish Landrace goats. Food Chem., 254: 326-332.

UTICAJ MASTI BEZ TRANS MASNIH KISELINA NA FIZIČKE KARAKTERISTIKE MASNIH PUNJENJA NAMENJENIH PROIZVODNJI PUNJENE ČOKOLADE

Ivana Lončarević^{1*}, Biljana Pajin¹, Jovana Petrović¹,
Suzana Aleksić², Branislav Šojoć¹, Danica Zarić³, Marina Nikolin²

IZVOD

Masna punjenja za punjenu čokoladu predstavljaju smeše namenskih masti, šećera, fino usitnjene jezgrastog voća, kokosovog ili kestenovog brašna i dodataka. Masti za masna punjenja moraju biti kompatibilne sa kakao maslacem iz čokoladnog omotača, a takođe mora postojati minimalna interakcija između masti iz koštunjavog voća i masti iz punjenja, da ne bi došlo do migracije masti i pojave sivljenja. S druge strane, u današnje vreme pooštreni su regulacioni standardi u konditorskoj industriji i, umesto namenskih masti dobijenih procesom hidrogenacije, gde u sporednim produkti nastaju trans masne kiseline, sve veću upotrebu imaju masti proizvedene postupcima interesterifikacije, frakcionisanja i mešanja koje sadrže veoma mali udio ili ne sadrže trans masne kiseline.

U radu su analizirane toplotne, reološke i teksturalne karakteristike palmine masti (P) i mešavine frakcija palmine masti i sunčokretovog ulja (PS), kao i masnih punjenja za punjenu čokoladu koja su proizvedena sa navedenim mastima. Budući da P i PS imaju tendenciju da zamene hidrogenovanu biljnu mast (HBM) u proizvodnji masnih punjenjenja za punjenu čokoladu, dobijeni rezultati za fizičke karakteristike namenskih masti P i PS, odnosno masnih punjenjenja dobijenih sa navedenim mastima (P-punjene i PS-punjene) su upoređeni sa rezultatima dobijenim za HBM, odnosno masnim punjenjem proizvedenim sa HBM masti (HBM-punjene).

Ključne reči: namenske masti, masna punjenja, toplotne karakteristike, reologija, čvrstoća

THE INFLUENCE OF EDIBLE FATS WITHOUT TRANS FATTY ACIDS ON PHYSICAL CHARACTERISTICS OF FAT FILLINGS INTENDED FOR PRODUCTION OF FILLED CHOCOLATE

ABSTRACT

Fat fillings for filled chocolate are mixtures of edible fats, sugar, finely chopped nuts, coconut or chestnut flour and additives. Fats for fatty fillings must be compatible with cocoa butter from the chocolate coating, and there must also be minimal interaction between the fat from the nuts and the fat from the filling, in order to avoid fat migration and the appearance of fat blooming. On the other hand, nowadays regulatory standards in the confectionery industry recommend the use of fats produced by intersterification, fractionation and mixing processes, that contain very small share or no trans fatty acids, instead of edible fats obtained by the hydrogenation process, where trans fatty acids are formed as by-products.

The paper analyzes the rheological, textural and thermal characteristics of palm fat (P) and mixtures of palm fat and sunflower oil fractions (PS), as well as fat fillings intended for filled chocolate produced with these fats. Since P and

PS tend to replace hydrogenated vegetable fat (HBM) in the production of fatty fillings for filled chocolate, the results obtained for the physical characteristics of edible fats P and PS, ie fat fillings obtained with these fats (P-filling and PS-filling) were compared with the results obtained for HBM, ie fat filling produced with HBM fat (HBM-filling).

Key words: edible fats, fat fillings, thermal properties, rheology, hardness

* Dr Ivana Lončarević, docent

Tel. +381 21 485 3788

E-mail: ivana.loncarevic@uns.ac.rs

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

² Industrija ulja „Dijamant” a.d., Temišvarski drum 14, 23000 Zrenjanin, Srbija

³ Inovacioni Centar Tehnološko-Metalurškog Fakulteta u Beogradu d.o.o., Karnegijeva 4, 11120 Beograd

UVOD

Čokolada je proizvod dobijen od prerađenog kakao-zrna i šećera, pri čemu mlečna čokolada sadrži i mleko ili mlečne proizvode, a bela čokolada se definiše kao proizvod dobijen od kakao-maslaca, mleka ili mlečnih proizvoda i šećera. Punjena čokolada je defenisana kao proizvod čiji spoljašnji deo čini crna, mlečna ili bela čokolada, dok je unutrašnjost proizvoda ispunjena konditorskom masnom masom. Pravilnikom je propisano da čokoladni omotač ne može da čini manje od 25% ukupne mase proizvoda (Sl. glasnik RS, br. 24/2019).

Masna punjenja sadrže značajnu količinu masti (30-40%) koja predstavlja kontinualnu masnu fazu i utiče na teksturalne karakteristike masnog punjenja, a takođe i gotovog proizvoda koji ga sadrži. Iz tog razloga je izbor masti za određenu vrstu proizvoda veoma bitan i zahteva dobro poznavanje karakteristika, kako masti tako i složenih procesa koji mogu nastupiti u toku proizvodnje i kasnije pri čuvanju proizvoda (Pajin i sar., 2007). Masno punjenje se može topiti tokom konzumiranja brže ili sporije, što utiče na senzorske karakteristike i prihvatanje proizvoda od strane potrošača (Lončarević i sar., 2017). Masna punjenja imaju veliki uticaj na kvalitet finalnog proizvoda u čiji sastav ulaze zato što čine mnogo veći deo samog proizvoda u odnosu na omotač, a takođe imaju i veći sadržaj masti od omotača. Punjene čokolade najčešće sadrže oko 60% punjenja u kojima je prisutno 40% masti nasuprot omotaču koji čini 40% udela u proizvodu sa maksimalno 30% masti. Masti, pri tome čine kontinualnu fazu punjenja u kojoj su raspoređeni ostali sastojci, tako da imaju značajnu ulogu u senzorskim svojstvima kao što su: čvrstoća, „zaostali“ ukus i ukupan osećaj prilikom konzumiranja.

Namenske masti za masna punjenja se najčešće dele na:

- Masti za masna punjenja sa visokim sadržajem simetričnih triacilglicerola - pokazuju odlične osobine topljenja, kao i otpornost prema oksidaciji;
- Laurinske masti - imaju prednost što se ne moraju temperirati, ali je nedostatak to što su osetljive na hidrolizu (stvara se „sapunski“ ukus);
- Masti za masna punjenja sa visokim sadržajem *trans* masnih kiselina - ne moraju se temperirati, imaju manju tendenciju ka migraciji, ali se sporije tope, stvaraju „voskast“ ukus i nepoželjne su u ishrani sa nutritivnog aspekta;
- Masti sa uravnoteženim odnosom simetričnih i asimetričnih triacilglicerola, takođe se ne moraju temperirati.

Međutim, nove tendencije u primeni masti za masna punjenja, obuvataju korišćenje: nelaurinskih

masti, bez *trans* masnih kiselina i bez temperiranja, tzv. NON-LTT (non-lauric, non-*trans*, non-tempered). Za njih je karakteristično da poseduju nekoliko prednosti, kao što su: smanjen sadržaj zasićenih masnih kiselina, smanjenu osetljivost na hidrolitičke promene, ne sadrže *trans* masne kiseline i potrebno im je mnogo sporije hlađenje (Pajin i Torbica, 2020). Pomenute masti se proizvode postupcima interesterifikacije, frakcionisanja i mešanja kako bi se dobile masti promjenjenog sastava (Lončarević i sar., 2013), naročito kristalizacionih karakteristika, pri čemu ne nastaju *trans* masne kiseline (Piska i sar., 2006).

Cilj ovog rada je bio da se ispitaju toplotne, reološke i teksturalne karakteristike palmine masti (P) i mešavine frakcija palmine masti i suncokretovog ulja (PS), kao i reološke i teksturalne karakteristike masnih punjenja za punjenu čokoladu koja su proizvedena sa navedenim mastima. Dobijeni rezultati su upoređeni sa rezultatima dobijenim za hidrogenovanu biljnu mast (HBM), koja se duži vremenski period koristi u proizvodnji masnog punjenja za punjenu čokoladu, odnosno masnim punjenjem proizvedenim sa HBM masti (HBM-punjjenje).

MATERIJAL I METODE RADA

U radu je korišćeno tri uzorka namenskih masti domaćeg proizvođača:

1. Rafinisana hidrogenovana biljna mast, proizvedena postupkom delimičnog hidrogenovanja jestivog rafinisanog sojinog ulja (HBM);
2. Biljna mast proizvedena postupkom mešanja rafinisanih frakcija palminog ulja i suncokretovog ulja, sa sadržajem *trans* masnih kiselina do 1% (PS);
3. Rafinisana biljna mast dobijena od palminog ulja, bez laurinske masne kiseline i sadržajem *trans* masnih kiselina do 1% (P).

Određivanje sastava masnih kiselina u mastima

U cilju određivanja sastava masnih kiselina namenskih masti primenjena je gasna hromatografija, prema metodi ISO 5508:1990.

Određivanje toplotnih karakteristika masti

Intervali topljenja masti odredeni su primenom diferencijalne skenirajuće kalorimetrije (DSC), korišćenjem uređaja DSC 910, Termal analyzer 990 i Dynamic mechanical analyzer (Du Point Instruments, USA), pri čemu se uzorak izlaže brzini zagrevanja od 5°C/min, u temperaturnom intervalu od 25-50 °C.

Proizvodnja masnih punjenja u laboratorijskom kugličnom mlinu

Masna punjenja su proizvedena u laboratorijskom kugličnom mlinu, kapaciteta 5 kg. Temperatura u kugličnom mlinu iznosila je 40 °C. U mlinu je napre otopljena mast, a zatim su postepeno dodavani šećer u prahu i surutka. Prva količina lecitina dodata je nakon 45 minuta mlevenja, zatim nakon 75 minuta mlevenja, a mlevenje mase je trajalo ukupno 90 minuta, nakon čega je masno punjenje dozirano u plastične posudice. Dobijeni su sledeći uzorci, u zavisnosti od vrste masti u masnom punjenju: HBM-punjenje, PS-punjenje, P-punjenje.

Određivanje reoloških karakteristika masti i masnih punjenja

Reološke karakteristike masti i masnih punjenja analizirane su na rotacionom viskozimetru RheoStress 600, Haake. Prilikom analiziranja uzorka masti, uzorak je najpre temperiran 300 s na temperaturi 35 °C, odnosno na temperaturi bliskoj tački topljenja kontrolne masti HBM. Prilikom analiziranja uzorka masnih punjenja, uzorak je najpre temperiran 300 s na temperaturi 32,5 °C, odnosno na temperaturi doziranja masnog punjenja u čokoladni omotač. Brzina smicanja povećavana je od 0-60 1/s u trajanju od 180 sekundi, zatim je održavana 60 sekundi na maksimalnoj brzini od 60 1/s, a smanjivanje brzine smicanja od 60-0 1/s takođe je trajalo 180 sekundi.

Tabela 1. Sastav masnih kiselina ispitivanih biljnih masti
Table 1. Fatty acid composition of examined edible fats

Masna kiselina/Fatty acid (% m/m)	HBM	PS	P
Kaprilna (C8:0)	nd	0,16	nd
Kaprinska (C10:0)	nd	0,16	nd
Laurinska (C12:0)	0,18	2,64	0,22
Miristinska (C14:0)	0,15	1,82	1,01
Palmitinska (C16:0)	10,68	41,83	43,43
Stearinska (C18:0)	9,42	4,75	4,53
Arahinska (C20:0)	0,44	0,41	0,38
Behenjska (C22:0)	0,46	0,11	0,07
Lignocerinska (C24:0)	0,18	0,10	0,08
Palmitoleinska (C16:1)	0,06	0,13	0,16
Oleinska (C18:1)	74,50	38,13	40,32
C18:1 <i>trans</i>	30,09	0,55	0,38
C18:1 <i>cis</i>	44,41	37,58	39,94
C20:1	nd	0,15	0,17
Linolna C18:2	3,92	9,50	9,42
C18:2 <i>trans</i>	3,09	0,44	0,14
C18:2 <i>cis</i>	0,83	9,06	9,28
Linolenska C18:3	nd	0,11	0,21

nd - nije detektovano

Prilikom ispitivanja uzorka korišćen je pribor Z20 DIN (cilindar).

Određivanje teksturalnih karakteristika masti i masnih punjenja

U cilju određivanja teksture masnih punjenja primjena metoda penetracije konusa na sobnoj temperaturi od 25 °C, na teksturometu TA.XT Plus, prema metodi Margarine Spreadability – MAR4_SR. Korišćeni pribor čine oprema HDP/SR koja obuhvata teg od 5 kg, konusni klip i čašice pričvršćene za metalnu platformu HDP/90 (www.stablemicrosystem.com).

Određivanje raspodele veličine čestica u masnim punjenjima

Raspodela veličina čvrstih čestica uzorka masnih punjenja odredena je primenom uređaja Mastersizer 2000, Malvern Instruments, Engleska. Masno punjenje je dispergovano u suncokretovom ulju na sobnoj temperaturi i dozirano u Hydro 2000 µP jedinicu do postizanja adekvatne obskuracije.

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav masnih kiselina uzorka masti:

Sastav masnih kiselina ispitivanih namenskih masti prikazan je u tabeli 1.

Mast HMB sadrži najveći udeo mononezasićenih masnih kiselina (74,56 %m/m), gde 74,50 %m/m čini oleinska, sa 44,41 %m/m u *cis* obliku i 30,09 %m/m u *trans* obliku. S druge strane, PS i P sadrže 38,41 %m/m i 40,65 %m/m mononezasićenih masnih kiselina, pri čemu uzorak PS sadrži svega 0,55 %m/m mononezasićenih masnih kiselina u *trans* obliku, a uzorak P ne sadrži mononezasićene masne kiseline u *trans* obliku.

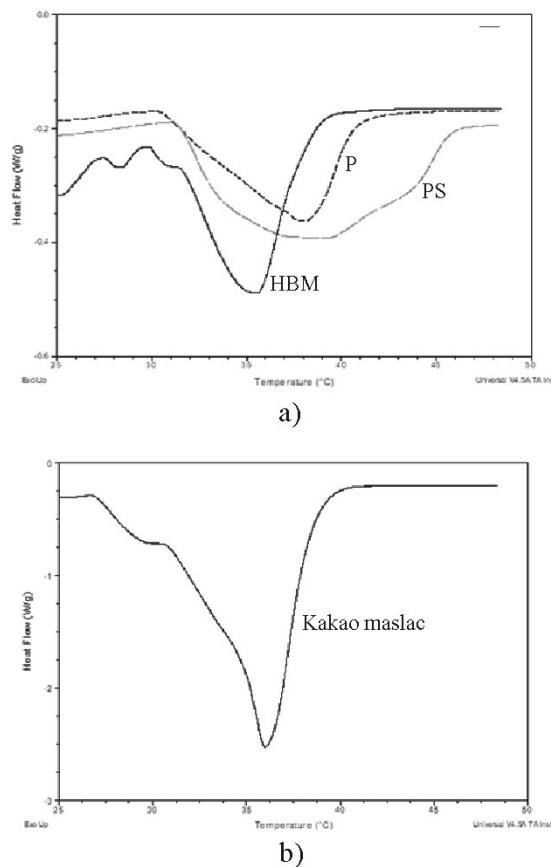
Za razliku od uzorka masti HBM koja ima 21,51 %m/m zasićenih masnih kiselina (od čega 10,68 %m/m palmitinske i 9,42 %m/m stearinske), uzorak PS sadrži 51,98 %m/m, a uzorak P 49,72 %m/m zasićenih masnih kiselina, pri čemu je palmitinska masna kiselina najzastupljenija (41,83 %m/m u uzorku PS i 43,43 %m/m u uzorku P), dok je stearinska masna kiselina zastupljena u znatno manjem udalu (4,75 %m/m u uzorku PS i 4,53 %m/m u uzorku P). Uzorak PS sadrži 2,64 %m/m laurinske masne kiseline, koja je prisutna u uzorcima HBM i P u neznatnom udalu. Takođe, uzorak PS sadrži i najveći udeo miristinske masne kiseline. Uzorci PS i P sadrže veći udeo polinezasićenih masnih kiselina u poređenju sa kontrolnim uzorkom (3,92 %m/m), gde je sadržaj u uzorku PS (9,61 %m/m), a u uzorku P (9,63 %m/m) sa neznatnim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina u *trans* obliku.

Toplotne karakteristike masti

Na slici 1 prikazani su intervali topljenja masti za masna punjenja, kao i kakao maslaca koji čini najveći deo masne faze čokoladnog omotača u punjenoj čokoladi.

Zagrevanjem uzorka masti, odnosno, dovođenjem toplove, došlo je do topljenja kristala masti što predstavlja endotermni proces. Uzorak HBM ima uzak interval topljenja, kao i najnižu tačku topljenja, dok se mast PS topi u širokom intervalu topljenja i ima najveću tačku topljenja.

U tabeli 2 prikazane su karakteristične temperature početka (T_{onset}) topljenja, pika topljenja (T_{peak}), završetka topljenja (T_{end}) i entalpije topljenja (latentne toplove topljenja) (J/g).



Slika 1. Intervali topljenja:
a) masti za masna punjenja; b) kakao maslaca

Figure 1. Melting intervals of:
a) fats for fat fillings; b) cocoa butter

Tabela 2. DSC parametri namenskih masti i kakao maslaca

Table 2. DSC parameters of edible fats and cocoa butter

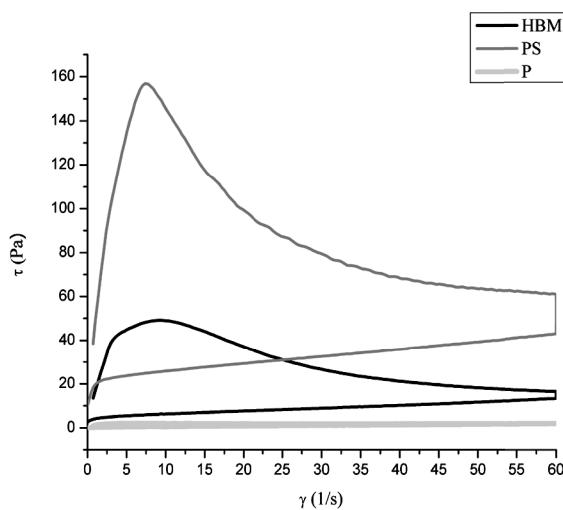
	HBM	PS	P	Kakao maslac
T_{onset} (°C)	31,19	31,47	30,59	33,07
T_{end} (°C)	41,47	47,63	44,96	40,79
T_{peak} (°C)	35,60	39,07	38,00	36,02
ΔH_{melt} (J/g)	15,14	24,47	44,96	132,00

Uzorak HBM ima interval topljenja veoma sličan intervalu topljenja kakao maslaca, kao i najnižu tačku topljenja, dok se mast PS topi u širokom intervalu topljenja i ima najveću tačku topljenja (39,07 °C). HBM ima tačku topljenja 35,60 °C, što je najpričinjivo vrednosti tačke topljenja kakao maslaca (36,02 °C) koji čini masnu fazu čokoladnog omotača u koji se dozira punjenje. S druge strane, interval topljenja masti P je takođe veoma sličan inter-

valutopljenja kakao maslaca, pri čemu ova mast ima veće vrednosti pika ($38,00\text{ }^{\circ}\text{C}$) i završetka topljenja ($44,96\text{ }^{\circ}\text{C}$). Kakao maslac predstavlja najuređeniji sistem i ima najveću entalpiju topljenja (132 J/g), odnosno zahteva najveću količinu termalne energije kako bi prešao iz čvrstog u tečno agregatno stanje.

Reološke karakteristike masti i masnih punjenja

Krive proticanja uzoraka ispitivanih masti na temperaturi bliskoj tački topljenja kontrolne masti HBM (35°C), prikazane su na slici 2.



Slika 2. Tiksotropne krive ispitivanih masti

Figure 2. Flow curves of examined fats

Sa slike 2 se može videti da uzorak masti PS, koji ima najveću tačku topljenja, ima najsloženiju strukturu sa najvećom viskozitetom na $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ i najveću površinu tiksotropne petlje. S druge strane, neočekivano, uzorak P, koji ima veću tačku topljenja od kontrolne masti HBM ima najmanji viskozitet na $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Reološki parametri uzoraka masti na $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ prikazani su u tabeli 3.

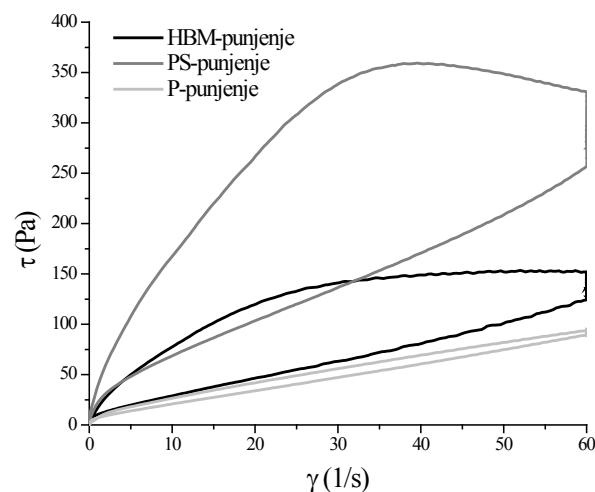
Tabela 3. Reološki parametri ispitivanih masti na $35\text{ }^{\circ}\text{C}$

Table 3. Rheological parameters of examined fats at $35\text{ }^{\circ}\text{C}$

Uzorak	Prinosni napon (Pa)	Viskozitet na maksimalnoj brzini smicanja (Pas)	Povrsina tiksotropne petlje (Pa/s)
HBM	7,82	0,25	1215
PS	14,07	0,85	3370
P	0,63	0,032	54,15

Uzorak palmine masti P, koji ima veću tačku topljenja od kontrolnog uzorka HBM, ima više od 12 puta manji prinosni napon od kontrolnog uzorka HBM na $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, kao i skoro 8 puta manju vrednost viskoziteta. S druge strane, uzorak masti PS pokazuje očekivano veće vrednosti reoloških parametara na $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ u odnosu na kontrolni uzorak biljne masti HMB.

Krive proticanja uzoraka masnih punjenja na temperaturi doziranja u čokoladni omotač ($32,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), prikazane su na slici 3.



Slika 3. Tiksotropne petlje uzoraka masnih punjenja

Figure 3. Flow curves of fat filling samples

Svi uzorci pokazuju tiksotropno proticanje, pri čemu uzorak masnog punjenja PS-punjenje ima najveću složenost sistema i najveću površinu tiksotropne petlje, dok uzorak P-punjenje ima najmanju površinu tiksotropne petlje i najmanje je viskozan. Reološki parametri uzoraka masnih punjenja prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Reološki parametri masnih punjenja na $32,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Table 4. Rheological parameters of fat fillings at $32,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

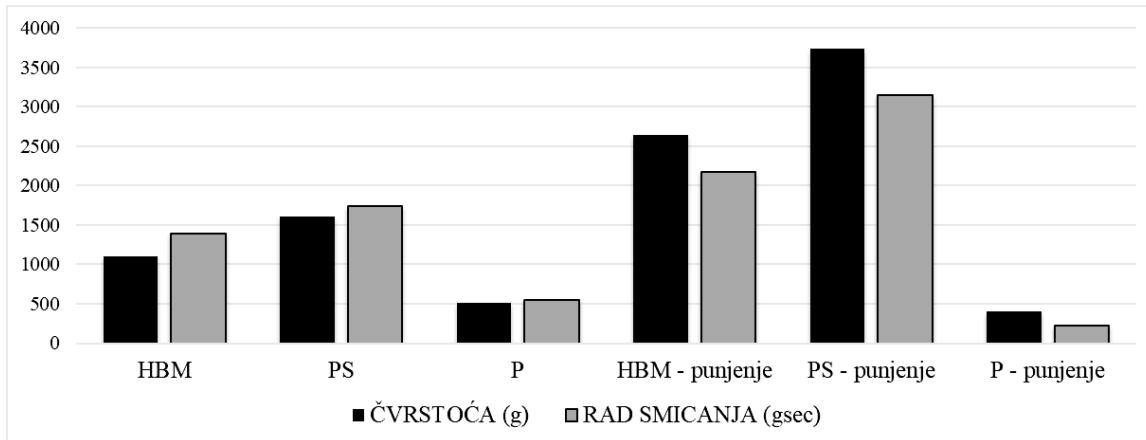
Uzorak	Prinosni napon (Pa)	Viskozitet na max brzini smicanja	Casson-ov viskozitet (Pas)	Površina tiksotropne petlje (Pa/s)
HBM-punjenje	21,11	2,12	0,87	3521
PS-punjenje	56,15	4,31	1,61	8678
P-punjenje	2,38	1,49	1,07	455,6

Uzorak P-punjenje ima najmanju vrednost prisnog napona, odnosno kod ovog uzorka potrebno je primeniti najmanju silu kako bi masno punjenje počelo da protiče na 32,5 °C (2,38 Pa). Ovaj uzorak ima i najmanju vrednost viskoziteta na maksimalnoj brzini smicanja od 60 1/s, ali, s druge strane, nema najmanju vrednost Casson-ovog viskoziteta koji se dobija ekstrapolacijom za velike brzine smicanja i predstavlja viskozitet u stanju mirovanja. Najmanju vrednost Casson-ovog viskoziteta ima HBM-punjenje. Uzorak PS-punjenje ima najveće vrednosti svih reoloških parametara.

Teksturalne karakteristike masnih punjenja na 25°C

Teksturalne karakteristike uzorka ispitivanih namenskih masti, kao i masnih punjenja, prikazane su na slici 4.

Čvrstoća proizvedenih masnih punjenja sa mastima HBM i PS je više od 2 puta veća u odnosu na mast bez dodataka. S druge strane, neočekivano, uzorak masti PS ima veću čvrstoću i rad smicanja u odnosu na masno punjenje koje je proizvedeno sa ovom masti.



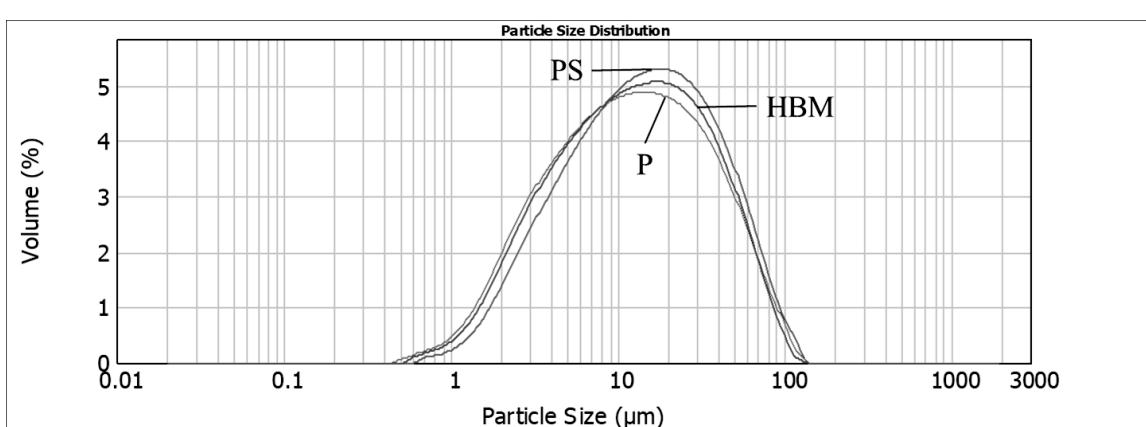
Slika 4. Čvrstoća i rad smicanja ispitivanih masti i masnih punjenja
Figure 4. Hardness and work of shearing of examined fats and fat fillings

P-punjenje ima preko 9 puta nižu vrednost čvrstoće (398,5 g) od PS-punjenja (3738 g) i više od 6 puta manju čvrstoću od uzorka masnog punjenja sa kontrolnom masti HBM. Čvrstoća masnog punjenja proizведенog sa namenskom masti HBM, koja se koristi u proizvodnji punjenja za punjenu čokoladu, iznosi 2643 g. Prisustvo najvećeg sadržaja laurinske i miristinske masne kiseline u uzorku PS doprinosi

najvećoj čvrstoći uzorka masnog punjenja PS-punjenje (3738 g) na sobnoj temperaturi.

Raspodela veličina čestica u masnim punjenjima

Raspodela veličina čvrstih čestica u uzorcima masnih punjenja prikazana je na slici 5.



Slika 5. Raspodela veličina čvrstih čestica u uzorcima masnih punjenja
Figure 5. Particle size distribution in fat filling samples

Budući da se proizvodnja svih uzoraka masnih punjenja odvijala na temperaturi iznad tačke topljenja ispitivanih masti (40°C), raspodela veličina čvrstih čestica je veoma slična u svim uzorcima masnih punjenja. Parametri raspodele veličine čestica prikazani su u tabeli 5.

Tabela 5. Parametri raspodele veličine čestica masnih punjenja

Table 5. Particle size parameters of fat fillings

Uzorak	d(0,1) (μm)	d(0,5) (μm)	d(0,9) (μm)	D[4,3] (μm)
HBM-punjene	2,82	12,62	47,43	19,51
PS-punjene	3,33	14,44	51,30	21,82
P-punjene	2,63	11,98	46,69	19,45

Uzorak PS-punjenja ima najveće vrednosti, a uzorak P-punjenja najmanje vrednosti raspodele veličina čestica. Parametar d(0,1) ukazuje da 10% zapremine uzorka masnog punjenja ima čestice manje od $2,82 \mu\text{m}$ (uzorak HBM-punjene); $3,33 \mu\text{m}$ (uzorak PS-punjene) i $2,63 \mu\text{m}$ (uzorak P-punjene) dok 90% zapremine uzorka masnih punjenja ima čestice koje su veće od navedenih vrednosti. Parametri d(0,5) i d(0,9) ukazuju da 50%, osnosno 90 % zapremine uzorka masnog punjenja ima čestice manje od vrednosti parametra d(0,5), odnosno d(0,9), dok 50% zapremine uzorka, odnosno 10 % zapremine uzorka masnih punjenja ima čestice koje su veće od vrednosti parametra d(0,5), odnosno parametra d(0,9) za svaki uzorak masnog punjenja (Stojanović i Marković, 2012).

Srednji prečnik zapreminske raspodele D[4,3] ima vrednosti od $19,45 \mu\text{m}$ kod uzorka P-punjenja do $21,82 \mu\text{m}$ kod uzorka PS-punjenja što odgovara optimalnoj raspodeli veličina čestica u čokoladi koja mora biti u intervalu od $15\text{--}30 \mu\text{m}$ (Bolenz i sar., 2014).

ZAKLJUČAK

Za razliku od kontrolne hidrogenovane biljne masti HBM koja sadrži preko 30 % *trans masnih kiselina*, palmina mast i mešavina palmine masti i suncokretovog ulja sadrže nepoželje *trans masne kiseline* u zanemarljivom udelu.

Uzorak kontrolne hidrogenizovane biljne masti HBM ima interval topljenja veoma sličan intervalu topljenja kakao maslaca, kao i veoma blisku

tačku topljenja ($35,60^{\circ}\text{C}$). Mast PS ima visoku tačku topljenja ($39,07^{\circ}\text{C}$) i topi se u širokom temperaturnom intervalu što ukazuje da ova mast nije kompatibilna sa kakao maslacem po pitanju toplotnih karakteristika. S druge strane, mast P ima nešto nižu tačku topljenja (38°C) od masti PS i njen interval topljenja više odgovara intervalu topljenja kakao maslaca.

Rezultati reoloških ispitivanja na temperaturi doziranja masnog punjenja u čokoladni omotač su pokazali da P-punjene ima nešto nižu vrednost viskoziteta od kontrolnog HBM-punjene, međutim, iznenadujuće, P-punjene ima više od 6 puta manju čvrstoću na sobnoj temperaturi od kontrolnog HBM-punjene. S druge strane, najveći udeo miristinske i laurinske masne kiseline u masti PS doprinosi najvećoj tački topljenja ove masti i najvećoj temperaturi završetka topljenja što uzrokuje najveće vrednosti reoloških parametara na temperaturi doziranja masnog punjenja u čokoladni omotač, kao i najveću vrednost čvrstoće na sobnoj temperaturi.

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da je mast P pogodnija za proizvodnju mazivog krem proizvoda umesto masnog punjenja za punjenu čokoladu. PS mast se mora dodatno modifikovati u cilju smanjenja sadržaja laurinske masne kiseline i smanjenja vrednosti temperature topljenja i završetka topljenja kako bi mogla biti odgovarajuća za proizvodnju masnog punjenja za punjenu čokoladu.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj projekta: 451-03-9/2021-14/200134).

Napomena

Deo rezultata predstavljenih u ovom radu je prezentovan na 62. Savetovanju industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, održanom od 27. juna do 2. jula 2021. godine u Herceg Novom, Crna Gora.

LITERATURA

1. Bolenz, S., Holm, M., Langkrär, C. (2014). Improving particle size distribution and flow properties of milk chocolate produced by ball mill and blending. Eur. Food Res. Technol., 238(1): 139–147.
2. ISO 5508 (1990). Animal and vegetable fats and oils - Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids, International

- Organization for Standardization, Geneva,
Switzerland.
3. Lončarević, I., Fišteš, A., Rakić, D., Pajin, B., Petrović, J., Torbica, A., Zarić, D. (2017). Optimization of the ball mill processing parameters in the fat filling production. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.*, 23(2): 197–206.
 4. Lončarević, I., Pajin, B., Omorjan, R., Torbica, A., Zarić, D., Maksimović, J., Švarc Gajić J. (2013). The influence of lecithin from different sources on crystallization and physical properties of non *trans* fat. *J. Texture Stud.*, 44: 450–458.
 5. Pajin, B., Karlović, Đ., Omorjan, R., Sovilj, V., Antić, D. (2007). Influence of filling fat type on praline products with nougat filling. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 109: 1203–1207.
 6. Pajin, B., Torbica, A. (2020). Namenske masti za konditorsku i pekarsku industriju, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, str. 119-120.
 7. Piska, I., Zarubova, M., Loužeky, T., Karami, H., Filip, V. (2006). Properties and crystallization of fat blends. *J. Food Eng.*, 77: 433–438.
 8. Pravilnik o kakao i čokoladnim proizvodima namenjenim za ljudku upotrebu, Službeni glasnik Republike Srbije br. 24/2019.
 9. Stojanović, Z., Marković, S. (2012): Determination of particle size distribution by laser diffraction, *Tehnics – New Materials*, 21, 1–20.
10. www.stablemicrosystem.com

ODRŽIVOST I SENZORSKE KARAKTERISTIKE MASNIH PUNJENJA PROIZVEDENIH OD RAZLIČITIH NAMENSKIH MASTI

Jovana Petrović¹, Ivana Lončarević¹, Biljana Pajin¹, Suzana Aleksić²,
Ranko Romanić¹, Danica Zarić³, Branislav Šojić¹

IZVOD

Kako masna punjenja u proizvodima u koje se dodaju predstavljaju kritičnu tačku u proizvodnji, veliki značaj mora se dati izboru masti, koja određuje osobine masnog punjenja. U radu su ispitani uticaji tri vrste masti na fizičke, hemijske i senzorske karakteristike, kao i na stabilnost masnog punjenja za proizvodnju čokoladnih proizvoda. Rezultati su pokazali da masna punjenja proizvedena sa sve tri vrste masti imaju odgovarajuću stabilnost tokom vremena i da izbor masti za proizvodnju masnih punjenja zavisi najviše od senzorskih karakteristika koje se žele postići.

Ključne reči: masna punjenja, masti, održivost, senzorske karakteristike

SHELF LIFE AND SENSORY CHARACTERISTICS OF FAT FILLINGS PRODUCED FROM DIFFERENT FATS

ABSTRACT

As fat fillings, in the products to which they are added, represent a critical point in production, great importance must be given to the choice of fat, which determines the properties of the fat filling. The paper examines the effects of three types of fat on physical, chemical and sensory characteristics, as well as the stability of fat filling for the production of chocolate products. The results showed that fat fillings produced with all three types of fat have adequate stability over time and that the choice of fat for the production of fat fillings depends mostly on the sensory characteristics to be achieved.

Key words: fat fillings, fats, shelf life, sensory characteristics

UVOD

U proizvodima u koje se dodaju, masna punjenja predstavljaju kritičnu tačku u proizvodnji. Zbog svog visokog sadržaja u masnom punjenju, mast je sirovina koja u potpunosti određuje osobine masnog punjenja (ograničenja skladištenja - uključujući verovatnoću pojave migracije i stvaranje sivljenja i senzorske karakteristike - tvrdoću, brzinutopljenja...), tako da se veliki

značaj mora dati izboru masti. U čokoladnim proizvodima, masna punjenja treba da su čvrsta na temperaturi okoline i višim, ali da se tope na temperaturi usta. Kada je reč o izboru masti za punjenje, u idealnoj situaciji mast za punjenje treba odabrat da bude što sličnija masti u čokoladnom korpusu, jer inače pri skladištenju, mekše masti u punjenju mogu vremenom da migriraju u tvrdi spoljašnji sloj. To rezultira promenom ukupne teksture proizvoda, pri čemu centar postaje sve tvrdi, a preliv mekši, tako da dolazi do gubitka razlike u teksturi između dve faze i veća je verovatnoća da će na površini proizvoda nastupiti sivljenje. Ukoliko je mast za preliv prava čokolada, mast za punjenje treba da bude bogata SOS i/ili SOO tipovima triacilglicerola da bi se održala što bolja kompatibilnost sa oblogom. Ako se, međutim, mast za preliv zasniva na laurinskom CBS-u, tada bi mast za punjenje u idealnom slučaju trebalo da bude zasnovana na ulju palminih koštice ili kokosovom ulju,

* Dr Jovana Petrović, naučni saradnik

Tel. +381 21 485 3788

E-mail: jovana@tf.uns.ac.rs

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

² Industrija ulja „Dijamant“ a.d., Temišvarski drum 14, 23000 Zrenjanin, Srbija

³ IHIS Tehno Experts d.o.o., Research Development Center, 11000 Beograd, Serbia

kako bi se održala što bolja kompatibilnost. Pored toga u obzir treba uzeti potrebe za senzorskim kvalitetom masnog punjenja, kao što su mekoća i topivost, a posebno treba obratiti i pažnju na to da li su prisutne i druge komponente u punjenju, poput paste orašastih plodova, mlečne masti itd. To često znači upotrebu masti koje su bogate zasićenim ili *trans* masnim kiselinama. Pošto se konzumiranje velike količine *trans* i zasićenih masti smatra štetnim, postoji sve veća potreba da se smanji ili zameni upotreba ovih masti razvijanjem masti sličnih fizičkih i senzorskih osobina, ali povoljnijih za zdravlje potrošača (Doan i sar., 2018). U stvari, uklanjanje industrijski proizvedenih *trans* masti iz hrane jedan je od prioritetnih ciljeva strateškog plana Svetske zdravstvene organizacije za period 2019-2023 (WHO, 2019).

Faktori proizvoda kao što su sastav, kvalitet sirovina, struktura proizvoda, sadržaj vlage, aktivnost vode (a_w vrednost), sadržaj masti, sadržaj tečne faze masti, pH i osetljivost na kiseonik su važni unutrašnji faktori koji utiču na rok trajanja punjene čokolade. Analitičke metode ispitivanja kvaliteta mogu da obuhvate sledeće fizičko-hemijske analize: boju, sadržaj vlage, aktivnost vode, vrednost pH, senzorsku ocenu. Ukoliko se pri tome prati i rok trajanja proizvoda, određuju se produkti oksidacije najčešće putem peroksidnog broja, kao i sadržaja slobodnih masnih kiselina. Oksidativna stabilnost početnih ulja se najčešće određuje Rancimat testom i može da se predviđi potencijalni

rok trajanja proizvoda. Izdvajanje ulja na površini je, takođe pokazatelj. U radu su ispitani uticaji tri vrste namenske masti koje ne sadrže *trans* masne kiseline na fizičke, hemijske i senzorske karakteristike, kao i na stabilnost masnog punjenja.

MATERIJAL I METODE RADA

Proizvodnja masnog punjenja

Za proizvodnju masnog punjenja korišćene su tri vrste masti proizvedene u fabriči „Dijamant“ a.d. u Zrenjaninu, čija specifikacija je prikazana u tabeli 1 i to: mast HBM - delimično hidrogenovano sojino mast; mast PS - mešavina palminog i sunčokretovog ulja; mast P - palmina mast. Masna punjenja su proizvedena u laboratorijskom kugličnom mlinu, kapaciteta 5 kg. Temperatura u kugličnom mlinu iznosila je 40 °C. U mlinu je najpre otopljena mast, a zatim su postepeno dodavani šećer u prahu i surutka. Prva količina lecitina dodata je nakon 45 minuta mlevenja, zatim preostala nakon 75 minuta mlevenja, a mlevenje mase je trajalo ukupno 90 minuta, nakon čega je masno punjenje dozirano u plastične posudice. Dobijeni su sledeći uzorci, u zavisnosti od vrste masti u masnom punjenju: HBM-punjene, PS-punjene, P-punjene.

Tabela 1. Masti korišćene za proizvodnju masnog punjenja

Table 1. Fats used to produce fat filling

Fizičke karakteristike	HBM	PS	P
Tačka topljenja (°C)	30-32	36-39	34-38
Zasićene masne kiseline (g)	19	53	49
Sadržaj vode	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Kislinski broj (mgKOH/g)	maks. 0,6	maks. 0,6	maks. 0,6
Peroksidni broj (mmol/kg)	maks. 2,5	maks. 2,5	maks. 2,5
Masna kiselina (% m/m)			
Kaprilna (C8:0)	nd	0,16	nd
Kaprinska (C10:0)	nd	0,16	nd
Laurinska (C12:0)	0,18	2,64	0,22
Miristinska (C14:0)	0,15	1,82	1,01
Palmitinska (C16:0)	10,68	41,83	43,43
Stearinska (C18:0)	9,42	4,75	4,53
Arahinska (C20:0)	0,44	0,41	0,38
Behenijska (C22:0)	0,46	0,11	0,07
Lignocerinska (C24:0)	0,18	0,10	0,08
Palmitoleinska (C16:1)	0,06	0,13	0,16
Oleinska (C18:1)	74,50	38,13	40,32
C18:1 <i>trans</i>	30,09	0,55	0,38
C18:1 <i>cis</i>	44,41	37,58	39,94
C20:1	nd	0,15	0,17
Linolna C18:2	3,92	9,50	9,42
C18:2 <i>trans</i>	3,09	0,44	0,14
C18:2 <i>cis</i>	0,83	9,06	9,28
Linolenska C18:3	nd	0,11	0,21

Peroksidni broj (Pbr)

Vrednost peroksidnog broja u masnim punjenjima određena je prema AOAC metodi (1986). Uzorak masnog punjenja (10 g) tretiran je hloroformom (50 ml). U alikvot od 10 ml ekstrakta, dodato je 15 ml glacijalne sirčetne kiseline i 0,5 ml zasićenog rastvora kalijum jodida i titririsano natrijum tiosulfatom. Rezultat je izražen u miliekvivalentima O₂/kg masti. Merenja su urađena 24 h, 6 meseci i godinu dana nakon proizvodnje.

Oksidativna stabilnost - Rancimat test (indukcioni period)

Rancimat test se bazira na ubrzanim kvarenju ulja pri povišenim temperaturama i produvavanju vazduha kroz uzorak (autooksidacija), pri čemu se indukcioni period određuje na osnovu količine izdvojenih nižemolekularnih isparljivih kiselina. Oksidativna stabilnost masnih punjenja je praćena određivanjem indukcionog perioda (h) na Rancimat 670 aparatu, pri 110 °C, uz protok vazduha od 18-20 l h⁻¹. Uzorci u količini od 3 g su odmereni i istovremeno analizirani. Duži indukcioni period ukazuje na bolju održivost.

Kiselinski broj - sadržaj slobodnih masnih kiselina

Kiselinski broj je određen merenjem sadržaja slobodnih masnih kiselina da bi se utvrdio stepen hidrolize ulja iz masnog punjenja. Kiselost je određena metodom opisanom u Pajin, (2009). Merenja su urađena 24 h, 6 meseci i godinu dana nakon proizvodnje.

Vrednost pH, sadržaj vode, a_w vrednost i boja masnih punjenja

Sadržaj vode određen je sušenjem uzorka na 105 °C do konstantne mase. Vrednost pH je određena uranjanjem elektrode pH metra u suspenziju masnog punjenja i vode (10:1), a a_w vrednost na uređaju Testo 650 na 25 °C. Boja je određena upotrebom hromometra Minolta, CP-410, a parametri boje iskazani su u CIE L*a*b* sistemu (CIE, 1976): L* (svetloća boje), a* (deo crvene boje (+a*)) ili zelene boje (-a*)) i b* (deo žute boje (+b*)) ili plave boje (-b*)). Merenja su urađena 24 h, 6 meseci i godinu dana nakon proizvodnje.

Senzorske karakteristike masnog punjenja

Uzorci masnih punjenja ocenjeni su od strane 10 obučenih ocenjivača. Intenzitet svakog atributa je naveden na skali intenziteta (1 = najmanji intenzitet, a 7 = najveći intenzitet) (ISO 4121, 2002). Ocenjivani atributi su: boja (intenzitet boje na površini: 1 - ekstremno svetlo; 7 - ekstremno tamno); homogenost površine (eventualna separacija faza, uočavanje pojedinih komponenti: 1 - nehomogeno; 7 - homogeno); tvrdoća (sila uložena za deformaciju namaza: 1 - previše meko; 7 - previše čvrsto), mazivost (lakoća nanošenja na površinu: 1 - lako mazivo; 7 - teško mazivo), adhezivnost (prijanje na površinu: 1 - lepljivo; 7 - ne prijanja). Tokom konzumiranja ocenjeni su miris i ukus (odsustvo ili prisustvo mirisa, odnosno tipičnost ukusa karakterističnog za upotrebljenu sirovину 1 - loš, stran; 7 - svojstven).

REZULTATI I DISKUSIJA

Fizičko-hemijske karakteristike i održivost masnih punjenja

Fizičko hemijske karakteristike uzorka masnih punjenja (tabela 2) određene su 24 časa nakon proizvodnje, nakon 6 meseci i nakon godinu dana skladištenja. Kao što se može videti, svi uzorci su imali slične vrednosti kiselinskog broja, koji se neznatno povećao tokom skladištenja. Peroksidni broj se značajno povećao nakon 6 meseci skladištenja i u nešto manjoj meri nakon godinu dana, ali u najmanjoj meri kod uzorka P, koji je imao i najbolje vrednosti Rancimat testa, odnosno najveću vrednost indukcionog perioda (5,70 h). Male vrednosti kiselosti ukazuju na odsustvo produkata hidrolize ulja. Nizak peroksidni broj ukazuje na odsustvo produkata oksidacije. Prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode (2006), sadržaj slobodnih masnih kiselina mora da iznosi najviše 3,0 mgKOH/g, a peroksidni broj ispod 15 meq O₂/kg za masne namaze.

Sadržaj vode u uzorcima masnih punjenja je bio vrlo ujednačen i niži od 1 %, što u svakom slučaju pozitivno utiče na održivost masnih punjenja u smislu sprečavanja hidrolitičkog kvarenja, tj. povećanja kiselosti ulja i mikrobiološke ispravnosti.

Tabela 2. Fizičko-hemiske karakteristike i održivost masnih punjenja
Table 2. Physico-chemical characteristics and stability of fat fillings

Nakon 24 h	HBM-punjene	PS-punjene	P-punjene
a_w vrednost	0,24±0,05	0,37±0,04	0,38±0,05
Sadržaj vode (%)	0,76±0,01	0,64±0,05	0,79±0,03
Vrednost pH	6,04±0,04	6,00±0,01	6,35±0,05
Kiselinski broj (mgKOH/g)	0,69±0,01	0,63±0,08	0,59±0,11
Peroksidni broj (meq O ₂ /kg)	0,24±0,01	1,23±0,03	2,05±0,11
Indukcioni period (h)	4,75±0,07	1,80±0,14	5,70±0,14
Nakon 6 meseci			
a_w vrednost	0,31±0,11	0,39±0,15	0,35±0,14
Sadržaj vode (%)	0,57±0,05	0,59±0,04	0,51±0,05
Vrednost pH	6,12±0,11	6,21±0,02	6,12±0,08
Kiselinski broj (mgKOH/g)	0,95±0,22	0,71±0,14	0,89±0,18
Peroksidni broj (meq O ₂ /kg)	5,94±0,25	5,56±0,12	3,59±0,14
Nakon 12 meseci			
a_w vrednost	0,39±0,09	0,42±0,04	0,38±0,05
Sadržaj vode (%)	0,45±0,05	0,51±0,05	0,49±0,08
Vrednost pH	6,10±0,11	6,20±0,07	6,25±0,95
Kiselinski broj (mgKOH/g)	1,03±0,08	0,79±0,05	0,95±0,07
Peroksidni broj (meq O ₂ /kg)	6,86±0,86	6,71±0,19	4,58±0,19

Zaključeno je da aktivnost vode (više nego ukupan sadržaj vlage) kontroliše razvoj, razmnožavanje, preživljavanje, sporulaciju i proizvodnju toksina različitih mikroorganizama. Regulativnim normama je u nekim zemljama utvrđena maksimalna vrednost aktivnosti vode iznad koje proizvod više nije mikrobiološki bezbedan za upotrebu (Labuza i Altunakar, 2007). Zadovoljavajući mikrobiološki profil može da se postigne niskim sadržajem vlage (ispod 2 %), niskom vrednošću aktivnosti vode ($a_w < 0,4$), pri čemu vrednost pH ne igra značajnu ulogu kod namaza koji ne sadrže mleko (Yeh i sar., 2003). Felland i Koehler (1997) su ispitivali uticaj povećane aktivnosti vode na senzorske, hemijske i fizičke promene kikiriki maslaca u toku skladištenja. Primećeno je da aktivnost vode opada sa dužinom vremena skladištenja i da je u uzorku bez dodate vode ova vrednost bila oko 0,3, što je omogućilo bolju održivost proizvoda. Sadržaj vode i a_w vrednost uzoraka bile su dosta niske (sadržaj vlage ispod 2 % i aktivnosti vode $a_w < 0,4$), što znači da su uzorci masnih punjenja imali zadovoljavajuću mikrobiološku stabilnost. Vrednosti pH

su se blago povećale nakon 6 meseci skladištenja, dok se nisu značajno menjale u periodu skladištenja od 6 meseci do godinu dana, iako je došlo do povećanja kiselinskog broja. Uzrok je verovatno nastanak amina, kao produkata razgradnje proteina.

Boja masnih punjenja

Boja uzoraka HBM-punjene i P-punjene nije se značajno promenila tokom skladištenja u periodu od 6 meseci i godinu dana, međutim kod uzorka PS-punjene došlo je do tamnjjenja boje (smanjenja L* vrednosti) i porasta vrednosti zelenog tona (negativne vrednosti parametra a*) kao što se može videti u tabeli 3. Kod uzorka HBM-punjene, vrednosti parametra b* značajno su se smanjivale tokom skladištenja, dok je kod uzorka PS-punjene intenzitet žutog tona rastao tokom vremena.

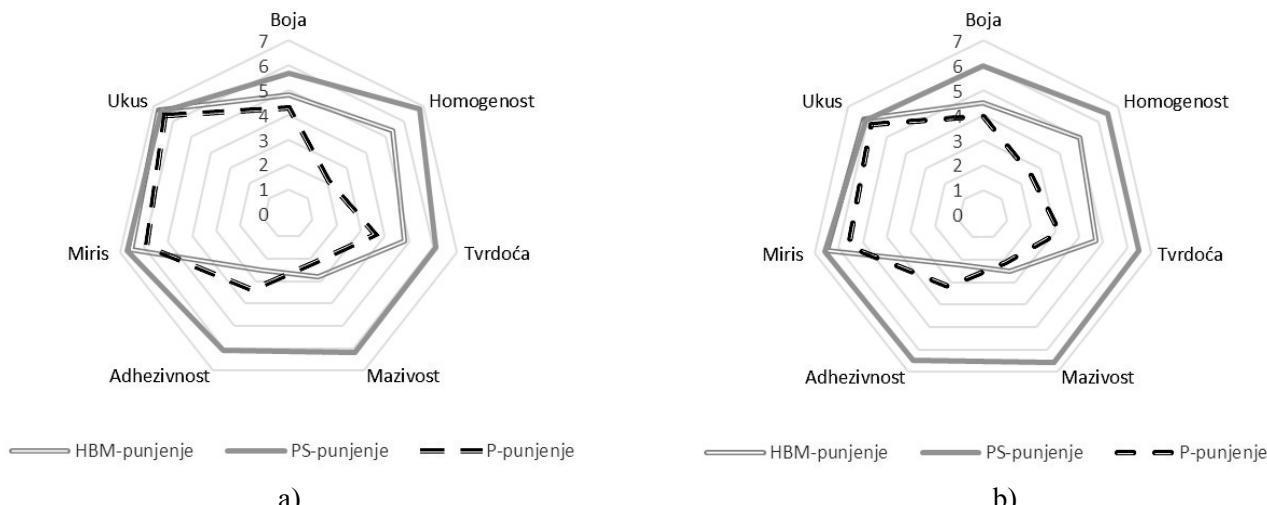
Tabela 3. Promena boje masnih punjenja tokom skladištenja
Table 3. The colour change of fat fillings during storage

Nakon 24 h	HBM-punjene	PS-punjene	P-punjene
L*	89,4±1,28	86,39±0,27	88,28±0,97
a*	-3,16±0,04	-3,33±0,04	-2,23±0,06
b*	27,71±0,04	18,66±0,14	22,35±0,29
Nakon 6 meseci			
L*	90,57±1,08	70,74±0,15	91,45±1,12
a*	-3,81±0,11	-4,16±0,02	-2,94±1,08
b*	23,56±0,05	19,10±0,14	20,30±1,10
Nakon 12 meseci			
L*	91,21±1,17	68,89±1,32	92,36±0,95
a*	-3,95±0,78	-4,56±0,08	-3,15±1,11
b*	20,12±0,11	21,14±0,11	21,11±1,08

Senzorske karakteristike masnih punjenja

Uticaj masti na teksturu masnog punjenja, prvenstveno tvrdoću i njegove reološke osobine (ponašanje

pri deformaciji izazvanoj silom) su od presudnog značaja za odabir masti. Senzorske karakteristike masnih punjenja nakon proizvodnje i nakon 12 meseci skladištenja prikazane su na slici 1a, odnosno 1b.



Slika 1. Senzorske karakteristike masnih punjenja a) 24 h nakon proizvodnje; b) nakon 12 meseci skladistenja

Sva tri uzorka imala su odgovarajući miris i ukus svojstven vrsti proizvoda. Miris se nije menjao tokom perioda skadištenja ni kod jednog uzorka masnog punjenja, dok je došlo do pogoršanja ocena za ukus kod uzorka P-punjene, usled male količine izdvojenog ulja na površini proizvoda. Uzorak PS-punjene imao je nešto tamniju boju u poređenju sa druga dva uzorka, koja je postajala tamnija tokom vremena. Razlog tome je nastanak tankog, tamnije žutog, čvrstog sloja na površini masnog punjenja. Ovaj uzorak imao je i najveću tvrdoću, koja se nije u velikoj meri menjala sa promenom temperature, za razliku od uzorka P-punjene koji je pokazivao

značajne razlike u tvrdoći u zavisnosti od toga na kojoj temperaturi se nalazio. Na nižim temperaturama imao je veliku tvrdoću, dok je na već na temperaturama od 25 °C tvrdoća bila značajno manja i dolazilo je do pojave izdvajanja sloja ulja na površini uzorka. Najveću mazivost i adhezivnost imao je uzorak HBM-punjene, a najmanju uzorak PS-punjene, koji je pokazao veoma nisku adhezivnost, što bi moglo uticati na razdvajanje od čokoladnog korpusa u proizvodu tokom skadištenja.

ZAKLJUČAK

Sve tri vrste ispitanih masti mogu se koristiti za proizvodnju masnih punjenja za čokoladne proizvode. Sva tri uzorka masnih punjenja pokazala su odgovarajuću stabilnost i nije došlo do značajnih fizičko-hemijskih promena tokom skladištenja koje bi uticale na neprihvativost proizvoda. Najveća razlika između uzoraka masnih punjenja primećena je u teksturalnim karakteristikama, odnosno tvrdoći i adhezivnosti, što bi mogao biti osnovni kriterijum za izbor odgovarajuće masti za dobijanje proizvoda željenih karakteristika.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj projekta: 451-03-9/2021-14/200134).

Napomena

Deo rezultata predstavljenih u ovom radu je prezentovan na 62. Savetovanju industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, održanom od 27. juna do 2. jula 2021. godine u Herceg Novom, Crna Gora.

LITERATURA

1. AOAC, (2000). Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
2. CIE, (1976). CIE International Commission on Illumination, Colorimetry, Official Recommendation of the International Commission on Illumination Publication CIE No. (E-1.31) Bureau Central de la CIE, Paris, France (1976).
3. Doan, C.D., Tavernier, I., Okuro, P.K. and Dewettinck, K. (2018). Internal and external factors affecting the crystallization, gelation and applicability of wax-based oleogels in food industry. Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 45: 42-52.
4. Felland, S. L., & Koehler, P. E. (1997). Sensory, chemical, and physical changes in increased water activity peanut butter products. Journal of food quality, 20(2), 145-156.
5. Labuza, T. P., Altunakar, B. (2007). Water activity prediction and moisture sorption isotherms. Water activity in foods: Fundamentals and applications, 1, 109-154.
6. Pajin, B., (2009). Praktikum iz tehnologije

konditorskih proizvoda, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Srbija.

7. Resurrection, A. V. A. (2008). Consumer sensory testing for food product development. In A. L. Brody, J. B. Lord (Eds.), Developing new product for a changingmarketplace (pp. 5-25), (second ed.). FL, USA: CRC Press Taylor and Francis Group.
8. Toshiba, L. T. (2006). Evaluation of extruded-expelled low-fat soybean flour in flour blends and the effects on bread and dough development, PhD Thesis, Iowa State Universit, Ames, Iowa.
9. Tsen, C. C., Peters, E. M., Schaffer, T., Hoover, J. M. (1973). High protein cookies. I effect of soy fortification and surfactants. The Bakers Digest, 34-38.
10. World Health Organization, REPLACE Trans Fat-Free by 2023 [Online]. Available: <https://www.who.int/teams/nutrition-and-food-safety/replace-transfat>
11. Yeh, C. K. J., Wu, H. M., Chen, T. C. (2003). Chemical oxidation of chlorinated non-aqueous phase liquid by hydrogen peroxide in natural sand systems. Journal of Hazardous Materials, 96(1), 29-51.

RAZVOJ „PALM FREE” INTERESTERIFIKOVANE MASTI NA BAZI SOJINOG ULJA KAO STRATEŠKE SIROVINE ZA MASTI I MASNE NAMAZE

**Suzana Aleksić*, Branka Adamović, Jelena Škrbić, Marina Nikolin,
Sonja Muc, Marija Andrić, Ivan Petrović, Marija Manojlović, Svetlana Jeremić, Smilja Ivić**

IZVOD

U radu su prikazane i analizirane uporedne karakteristike interesterifikovane masti (IE) na bazi palminog ulja sa IE masti na bazi sojinog i kokosovog ulja, kao i uporedne karakteristike masnih namaza gde se ove IE masti dodaju kao izvor čvrstih triacilglicerola. Dobijene masti analizirane su kroz sastav masnih kiselina, tačku topljenja, sadržaj čvrstih triacilglicerola, jedni broj, primenu i senzornu ocenu.

Rezultati su pokazali da je moguće dobiti sirovinu - masnu blendu bez palminog ulja i bez trans izomera masnih kiselina čije karakteristike odgovaraju sirovini sa palminim uljem, a bez promene karakteristika gotovih proizvoda kod kojih je primenjena.

Ključne reči: palmino ulje, sojino ulje, interesterifikacija, bez palminog ulja

DEVELOPMENT OF „PALM FREE” INTERESTERIFIED FAT BASED ON SOYBEAN OIL AS A STRATEGIC RAW MATERIALS FOR FAT AND FAT SPREADS

ABSTRACT

In the paper presented and analyzed comparative characteristics of interesterified fat (IE) based on palm oil and fat with IE fat based on soybean and coconut oil, as well as comparative characteristics of fatty spreads where these IE fats are added as a source of solid triglycerides. The obtained fats were analyzed through the composition of fatty acids, melting point, solid fat content, iodine number, application and sensory evaluation.

The results showed that it is possible to obtain a raw material - a fat blend without palm oil and without trans isomers of fatty acids whose characteristics correspond to the raw material with palm oil, without changing the characteristics of the finished products in which it is applied.

Key words: palm oil, soybean oil, interesterification, palm free

UVOD

Osnovu za kvalitetan margarin prvenstveno čini masna faza koja treba da ima optimalan odnos čvrste i tečne faze koja će osigurati odgovarajuću konzistenciju na temperaturi konzumiranja. Čvrstu fazu čine masti dobijene tehnološkim postupcima hidrogenacije, frakcionisanja ili interesterifikacije, dok tečnu fazu čine biljna ulja. Sirovine koje se koriste pri proizvodnji masnih namaza su najčešće poreklom od: suncokreta, palme, soje, repice, kokosa i drugih, a zadatak tehnologa je da se upotrebot

najdostupnijih i ekonomski isplativih sirovina dobije zdravstveno bezbedan i kvalitetan proizvod zahtevanih karakteristika.

Bez obzira što je palmino ulje u poslednje vreme veoma rasprostranjeno kao glavna komponenta velikog broja proizvoda, sve se češće nailazi na proizvode koji promovišu druge uljane kulture uz istaknutu komunikaciju „bez palminog ulja”, odnosno „palm free”.

Proizvodnja palminog ulja je brzo rasla u prošloj deceniji, a istovremeno su posećene ogromne šumske površine uzrokujući velike socijalno-ekonomske i ekološke probleme lišavajući jedinstvene vrste njihovog staništa i pretvarajući dragoceni biodiverzitet u neplodnu monokulturu. Ovaj alarmantni nivo krčenja šuma rezultirao je relativno visokim nivoima CO₂ u atmosferi. Oko 86% svetske proiz-

* Dipl. inž. tehnol. Suzana Aleksić, koordinator razvoja-Tel. +381 23 551 378

E-mail: suzana.aleksic@dijamant.rs
Industrija ulja „Dijamant” a.d., Temišvarski drum 14,
23000 Zrenjanin, Srbija

vodnje palminog ulja potiče iz Malezije i Indonezije. Indonezija je sada jedan od najvećih svetskih emitera ugljen-dioksida. Iz ovih razloga treba podstići preradivačku industriju da učini sve kako bi ponovo procenila svoje proizvodne metode i sve više se oslanjala na biljno ulje iz umerene klimatske zone (www.gopalmoilfree.org).

Sa druge strane palmino ulje zbog svojih osobina ima veliku i raznoliku upotrebu. Polučvrsto je na sobnoj temperaturi, otporno je na oksidaciju i tako može dati proizvodima duži rok trajanja. Stabilno je na visokim temperaturama i tako pomaže prženim proizvodima da dobiju hrskavu teksturu, takođe je bez mirisa i boje, tako da ne menja izgled ili miris prehrabnenih proizvoda. U azijskim i afričkim zemljama palmino ulje se široko koristi kao ulje za jelo, baš kao što se na prostorima Evrope i Amerike koriste ulja poreklom od suncokreta, soje, uljane repice ili maslinovo ulje.

Takođe ostaje i pitanje izvesne eksploracije radnika i dečijeg rada pri berbi i preradi ploda palme.

Ipak ne mora sve biti tako. Palmino ulje može se proizvoditi održivije i stvari se mogu promeniti. Okrugli sto održivog palminog ulja ili RSPO formiran je 2004. godine kao odgovor na sve veću zabrinutost zbog uticaja palminog ulja na životnu sredinu i društvo. RSPO ima proizvodni standard koji postavlja najbolje prakse za proizvodnju i nabavku palminog ulja. Ovo podstiče kompanije da se obavežu, da će kupovati i koristiti palmino ulje sa sertifikatom RSPO, te da će biti transparentne u korišćenju i nabavci ovog ulja, osiguravajući da znaju od koga kupuju, odnosno gde je i pod kojim uslovima proizvedeno (www.wwf.org.uk).

Trenutno su u EU prisutna dva trenda u proizvodnji i primeni jestivih ulja i masti. Jedan je smanjenje proizvodnje i potrošnje palminog ulja u konzumne svrhe iz ekoloških razloga, a drugi zbog situacije sa kontaminetima 2-monohlorpropandiol (2-MCPD), 3-monohlorpropandiol (3-MCPD) i njihovim esterima i glicidil esterima masnih kiselina (GE). Iz ovih razloga postoji velika verovatnoća da će palma biti stigmatizovana u narednom periodu (Matthäus i Pudel, 2014; Hinrichsen, 2016).

3-MCPDE, 2-MCPDE i GE nastaju kao procesni kontaminenti, pri $T > 200^\circ\text{C}$ tokom rafinacije ulja i masti u procesu deodorizacije iz prirodno prisutnih diglicerida (DAG) i monoglycerida (MAG) (Matthäus i Pudel, 2014). Palmino ulje je najveći izvor navedenih kontaminenata zbog relativno najvišeg prirodnog sadržaja odgovarajućih diglicerida (DAG) (Hinrichsen, 2016; Aleksić i sar., 2018).

Prema važećoj regulativi EU najveća dopuštena količina 3-MCPD kod palminog ulja iznosi 2500

$\mu\text{g/kg}$ dok kod ostalih ulja i masti od kokosa, sunčokreta, soje iznosi 1250 $\mu\text{g/kg}$ (Commission Regulation, 2020). Sa druge strane prisutan je i zahtev iz regulative EU za obaveznim naznačavanjem sadržaja *trans* izomera masnih kiselina (Commission Regulation, 2019).

U skladu s tim javila se potreba za dobijanjem „palm free” masti proizvedene interesterifikacijom ulja i masti (soja, kokos) koja bi imala fizičko-hemijiske karakteristike slične IE masti na bazi palminog ulja koja se koristi duži vremenski period u proizvodnji masnih namaza. Postavili smo sebi zadatak da dominantne sirovine budu domaćeg porekla. Mešanjem sirovina, a bez uvođenja dodatnih tehnoloških postupaka nije bilo moguće dobiti sirovinu odgovarajuće tačke topljenja odnosno sadržaja čvrstih triacilglicerola. Iz tog razloga bilo je neophodno uvesti tehnološki postupak potpune hidrogenacije sojinog ulja, a zatim izvesti i postupak hemijske neusmerene interesterifikacije smeše sastavljane iz tri komponente: potpuno hidrogenovano sojino ulje, rafinisano sojino ulje i kokosovo ulje.

Na ovaj način dobijena je masna blenda odgovarajuće tačke topljenja, skoro identičnog sadržaja čvrstih triacilglicerola kao kontrolna IE mast na bazi palme.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U radu je analizirano 3 uzorka interesterifikovanih masti:

1. Kontrolni uzorak - uvozna IE mast na bazi palminog ulja
2. Dijamant IE mast na bazi palminog ulja
3. Dijamant IE mast na bazi sojinog i kokosovog ulja („palm free”)
4. Namazni margarin 60% masnoće standard i „palm free”
5. Namazni margarin 35% masnoće standard i „palm free”
6. Namazni margarin 25% masnoće standard i „palm free”

Metode

1. Određivanje sadržaja čvrstih triacilglicerola pulsnim NMR-om; SRPS EN ISO 8292-1:2011 Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Deo 1: Direktna metoda

2. Određivanje masno-kiselinskog sastava - Sadržaja metilestara masnih kiselina određen je gas-

nom hromatografijom na aparatu Agilent 6890N sa FID detektorom i kolonom SP2560 (100m), prema metodi SRPS ISO 5508:2002. U laboratoriji „Dijamant-a” a.d.

3. Metoda senzorne analize - trojni test (SRPS EN ISO 4120:2012).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav masnih kiselina ispitivanih interesterifikovanih palminih blendi uporedno sa interesterifikovanom masnom blendom bez palminih masti prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Sastav najzastupljenijih, zasićenih, mono- i polinezasićenih i *trans* masnih kiselina korišćenih IE mešavina

Table 1. Composition of the most common, saturated, mono- and polyunsaturated and *trans* fatty acids used IE blends

Rezultati analize/Results of analysis			
Uzorak/Sample	1	2	3
C12:0 Lauric Acid	14,2	13,3	12,9
C14:0 Myristic Acid	6,4	5,5	5,7
C16:0 Palmitic Acid	44	43,8	10,7
C18:0 Stearic Acid	4,5	5,4	41,9
C18:1 Oleic Acid	21	23,7	10,0
C18:2 Linoleic Acid	4,85	4,6	11,4
<i>trans</i> Fatty Acid	<2	<2	<2
SAFA	69,1	70,2	75,2
TFA	<2	<2	<2
MUFA	21	24,7	10,08
PUFA	4,85	5,05	12,63

1 - kontrolni uzorak, uvozna interesterifikovana biljna mast na bazi palminog ulja

2 - Dijamant IE mast na bazi palminog ulja

3 - Dijamant IE mast na bazi sojinog i kokosovog ulja („palm free”)

Kontrolna IE mast (uzorak 1) sadrži oko 70% zasićenih masnih kiselina dok je sadržaj zasićenih kod IE masti mešavine biljnih ulja i masti (soja, kokos) veći za 5%. Dobijen sadržaj palmitinske kiseline C16:0 očekivano je niži kod IE („palm free”) masti u odnosu na kontrolnu mast. Samim tim dobijen je i izmenjen odnos mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u odnosu na kontrolnu IE mast (uzorak 1). Smanjen je sadržaj mon-

onezasićenih za 11 dok je sadržaj polinezasićenih povećan za 7,5.

Sadržaj čvrstih triacilglicerola masti u funkciji temperature prikazan je u tabeli 2 i na slici 1.

Tabela 2. Specifikacije korišćenih IE mešavina
Table 2. Product specifications used IE blends

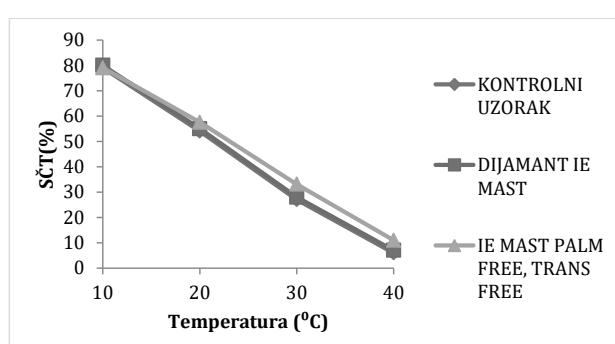
Karakteristike/ Characteristics	1	2	3
Jodni broj (gI ₂ /100 g uzorka)	<40	/	29,55
Tačka topljenja (°C)	37-42	37-42	42-44
Sadržaj čvrstih triacilglicerola (NMR)			
10°C	72-80	72-80	79,0
20°C	49-55	49-55	57,5
30°C	23-28	23-28	33,1
35°C	/	10-15	20,3
40°C	4-7	4-7	11,0

1 - kontrolni uzorak, uvozna interesterifikovana biljna mast na bazi palminog ulja

2 - Dijamant IE mast na bazi palminog ulja

3 - Dijamant IE mast na bazi sojinog i kokosovog ulja („palm free”)

Uzorak IE masti mešavina biljnih ulja i masti (soja, kokos) ima za 7% veći sadržaj čvrstih triacilglicerola na 20°C i 40°C u odnosu na kontrolni uzorak odnosno IE mešavine na bazi palminog ulja.



Slika 1. Sadržaj čvrstih triacilglicerola IE masti u funkciji temperature

Figure 1. Solid fat content of fats in the function of temperature

Proizvedena IE „palm free” mast je upotrebljena kao komponenta masne faze na liniji margarina u pogonu BIME, „Dijamant-a” a.d. pri proizvodnji 3 namazna margarina i margarinska namaza različitih

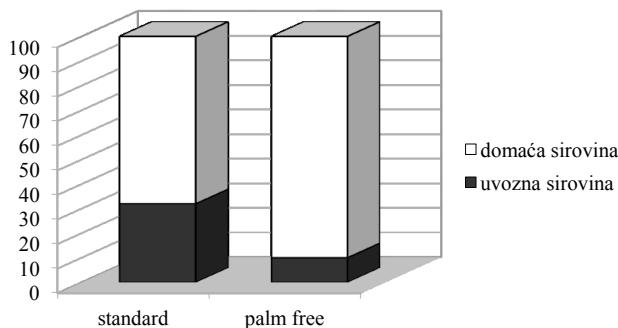
sadržaja masnoće (60%, 35% i 25%). Ovi proizvodi su upoređeni sa standardnim proizvodima koji sadrže IE mast na bazi palme.

Uzorci su senzorno ocenjeni u cilju prepoznavanja razlike između ova dva koncepta proizvoda.

Za poređenje uzoraka standardnih proizvoda i ispitivanih proizvoda korišćena je metoda senzorne analize - trojni test (SRPS EN ISO 4120:2012). Proizvode je ocenilo 18 internih iskusnih sertifikovanih senzornih ocenjivača.

Nije uočena razlika između analiziranih uzoraka.

Na slici 2 se vidi da se upotrebom „palm free” IE masti povećava udio domaće sirovine kod namaznih margarina i namaza sa 68% na 90% što nam je i bio cilj.



Slika 2. Promena odnosa sadržaja domaćih i uvoznih sirovina u masnoj fazi - standardni i „palm free” margarini i margarinski namazi

Figure 2. Change in the ratio of domestic and imported raw materials in the fat phase - standard and „palm free” margarines and margarine spreads

Pri izradi kalkulacija korišćene su prosečne cene koštanja sirovina iz 2019. i 2020. godine.

Poređenjem kalkulacija standardnih i palm free margarina zaključili smo da zamena sirovine nema uticaja na cenu koštanja gotovog proizvoda.

ZAKLJUČAK

Moguće je proizvesti IE mast bez palminog ulja čije karakteristike odgovaraju sirovini do sada korišćenoj, na bazi palminog ulja, sa sadržajem *trans* masnih kiselina < 2%;

Kod margarina i margarinskih namaza zamenom sirovine nema promene senzorskih karakteristika;

Promena sirovine kod margarina i namaza nema uticaja na cenu koštanja gotovog proizvoda;

IE „palm free” mast ima veliki potencijal za korišćenje, pored uljarske i u konditorskoj industriji;

Veći oslonac na upotrebu sojinog, odnosno sunokretovog ulja kao strateških sirovina.

Napomena

Rezultati predstavljeni u ovom radu su prezentovani na 62. Savetovanju industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, održanom od 27. juna do 2. jula 2021. godine u Herceg Novom, Crna Gora.

LITERATURA

- Aleksić, S., Nastasić, M., Nikolin, M., Cepanec, I., Ladešić, Z. (2018). „Palm-free” proizvodi: Praćenje trendova u izmeni sastava margarina; Zbornik radova 59. Savetovanja industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. jun 2018., Herceg Novi, Crna Gora.
- Commission Regulation (EU) 2019/649. Amending Annex III to Regulation (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council as regards *trans* fat, other than *trans* fat naturally occurring in fat of animal origin, 24 April 2019.
- Commission Regulation (EU) 2020/1322. Amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of 3-MCP, 3-MCPD fatty acid esters and glycidyl fatty acid esters in food, 23 September 2020.
- Hinrichsen, N. (2016). Commercially available alternatives to palm oil, Lipid Technol., 28, 65-67.
- Matthäus, B., Pudel, F. (2014). Approaches to mitigating esters of both 3-MCPD and glycidol, INFORM, 25, 652-654.
- www.gopalmoilfree.org
- www.wwf.org.uk

MOGUĆNOST VALORIZACIJE SPOREDNIH PROIZVODA INDUSTRIJE ULJA KROZ SINTEZU BIOPOLIMERNIH AMBALAŽNIH MATERIJALA

Jovana Ugarković, Danijela Šuput, Nevena Hromiš, Ranko Romanić, Popović Senka*

IZVOD

Pitanje mogućnosti iskorišćenja agroindustrijskog otpada i sporednih proizvoda prehrambene industrije otvorilo je pravac brojnim istraživanjima. Sporedni proizvodi industrije ulja (pogače, sačme i ljuske), koji zaostaju nakon izdvajanja ulja su nutritivno bogati, te je potencijal njihove primene prepoznat ne samo u prehrambenoj industriji, već i za dobijanje biopolimernih i kompozitnih ambalažnih materijala. Upotreba uljane pogače u pomenute svrhe najčešće zahteva modifikaciju u vidu prerade u brašno ili sastojke koje je moguće iskoristiti za nutritivno obogaćivanje proizvoda. Uljana pogača predstavlja oko 50% prvobitne mase semena, čije su glavne komponente proteini, vlakna, zaostalo ulje, kao i brojna bioaktivna jedinjenja. Kao takva, zbog visokog sadržaja proteina, uljana pogača predstavlja odličnu sirovину za proizvodnju biopolimernih materijala, koji se mogu upotrebiti kao ambalažni, za pakovanje i čuvanje prehrambenih proizvoda. Na ovaj način ostvaruje se višestruki benefit - valorizacija sporednih proizvoda industrije ulja i proizvodnja biorazgradivih materijala iz obnovljivih izvora, čemu se teže decenijama unazad u cilju očuvanja životne sredine. Cilj ovog rada je pregled mogućnosti valorizacije uljanih pogača kroz proizvodnju biopolimernih filmova, na osnovu pregleda dosadašnjih studija, kroz prizmu daljeg razvoja istraživanja u ovoj naučnoj oblasti.

Ključne reči: industrijula, sporedni proizvodi, uljane pogače, valorizacija, biopolimeri

VALORISATION POSSIBILITY OF OIL INDUSTRY BY-PRODUCTS TROUGH BIOPOLYMER PACKAGING MATERIAL SYNTHESIS

ABSTRACT

The question of the possibility of using agro-industrial waste and the food industry by-products has showed the direction for numerous researches. By-products from the oil industry (cakes, meal and hull), which lag behind after the oil separation are nutritionally rich, so the potential of their application is recognized not only in the food industry, but for obtaining biopolymer and composite packaging materials, as well. Oil cake application for the mentioned purposes usually requires modification in the form of processing into flour or ingredients that can be used for food fortification. Oil cake represents approximately 50% of the initial seed mass, whose main components are proteins, fibers, oil, as well as numerous bioactive compounds. As such, due to its high protein content, oil cake is an excellent raw material for the bipolymer materials production, which can be used for packaging and storage of food products. In this way, multiple benefits are realized - valorization of oil industry by-products and production of biodegradable materials from renewable sources. The aim of this paper is to review the possibility of oil cakes valorization through biopolymer films production, based on previous studies, in order to approach further development of research in this scientific area.

Key words: oil industry, by-products, oil cakes, valorization, biopolymers

UVOD

Konstantan porast svetske populacije predstavlja ozbiljan izazov za prehrambenu i poljoprivrednu in-

* Mast. inž. tehnol. Jovana Ugarković, istraživač pripravnik
Tel. +381 21 485 3702
E-mail: jovana.ugarkovic@uns.ac.rs
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad,
Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

dustriju na globalnom nivou. Proizvodnja ogromnih količina poljoprivrednih proizvoda i njihova upotreba za proizvodnju hrane dovode do značajne količine ostataka (agroindustrijski otpad). Određena količina agrootpada se smatra sporednim proizvodima, ali ovi sporedni proizvodi trenutno nisu dovoljno iskorišćeni. Sporedni proizvodi određenog tehnološkog procesa mogu imati povoljne funkcionalne karakteristike i biti pogodni za širok spektar primene. Trend-

ovi i potencijalna rešenja su uglavnom usmereni na proizvodnju biogoriva i hrane za životinje, kao i na ekstrakciju biološki vrednih komponenti (proteini, polisaharidi, fenoli itd.). U tom kontekstu, proizvodnja biorazgradivih prirodnih polimera - biopolimera može značajno doprineti iskorišćenju dobijenog otpada i/ili sporednih proizvoda (Popović i sar., 2018).

Uprkos činjenici da potrošači sve više vode računa o zdravom načinu života, izbalansirana i uravnotežena ishrana igra važnu ulogu. Semena i plodovi različitih uljarica i proizvodi od njih predstavljaju bogat izvor energije i visoko nutritivnih elemenata, kao što su esencijalne masne kiseline i liposolubilni vitamini. Industrija ulja stvara značajne količine sporednih proizvoda koji se u zavisnosti od vrste i kvaliteta uljarica, procesa ekstrakcije ulja i kvaliteta dobijenih sporednih proizvoda, koriste kao hrana za životinje i u manjoj meri za prehrambene proizvode. Glavni industrijski proizvod koji za polaznu sirovину ima uljane pogače i sačme je hrana za životinje, a razlog za to je visok sadržaj proteina. U odnosu na ostale, sojina sačma se proizvodi u mnogo većoj količini (63% svetske proizvodnja uljanih pogača, 61% evropske proizvodnje) (Kazmi i sar., 2013) i zbog najpovoljnijeg odnosa nutritivno vrednih komponenti nalazi najširu primenu.

Od posebnog značaja je upotreba raznih uljanih pogača dobijenih u procesu hladnog presovanja ulja, gde bez upotrebe organskih rastvarača, pogača od uljanog semena zadržava hemijski sastav i hranljiva svojstva polaznog materijala. S tim u vezi, zbog visokog sadržaja proteina i polisaharida, kao i niskih cena područje primene uljanih pogača se proširuje i u neprehrambene svrhe. Dosadašnja brojna istraživanja su pokazala da proteini uljarica imaju odlične sposobnosti za formiranje proteinskih filmova iz izolata pogače uljane tikve (Popović i sar., 2011), suncokreta (Salgado i sar., 2012; Salgado i sar., 2013) i uljane repice (Jang i sar., 2011). Nakon izlovanja proteina, u uljanoj pogači pogaču ostaju neiskorišćeni polisaharidi i drugi nutrijenti. Stoga, formiranje kompozitnih filmova od pogače uljane tikve (Popović, 2013; Hromiš i sar., 2019) i suncokreta (Šuput i sar., 2018) ima za cilj maksimalnu valorizaciju svih elemenata koji povoljno utiču na funkcionalne karakteristike proizvedenih biopolimernih filmova i smanjenje mase agrootpada koji ostaje neiskorišćen.

U vezi sa prethodo navedenim, u ovom radu će biti prikazan pregled mogućnosti valorizacije sporednih proizvoda industrije ulja, uz poseban osvrт na sintezu proteinskih i kompozitnih biopolimernih filmova iz sačmi i uljanih pogača soje, suncokreta i uljane

repice, kao najzastupljenijih sirovina za proizvodnju ulja na našim prostorima i u regionu.

Sporedni proizvodi prerade uljarica

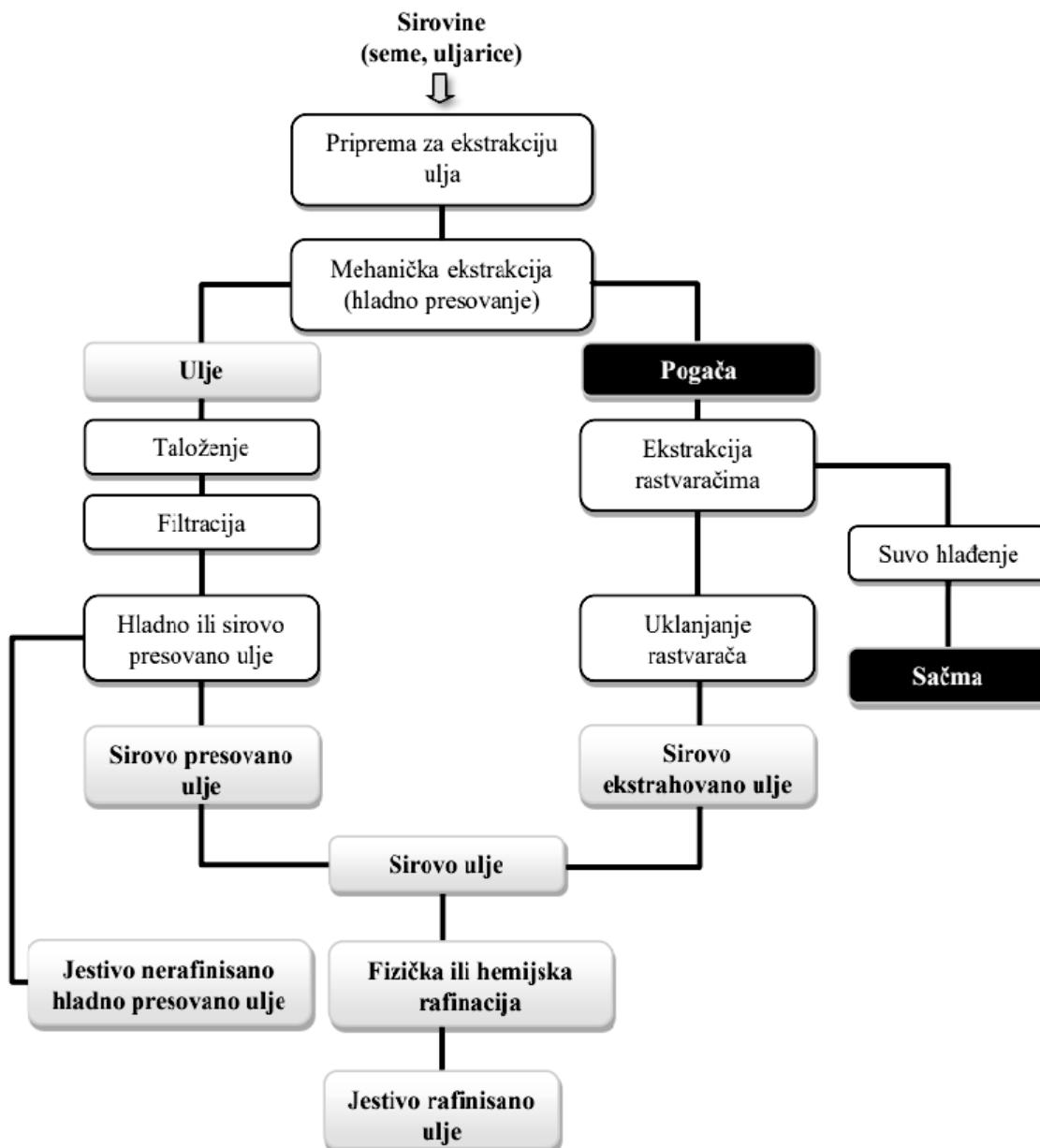
Gajenje uljarica zastupljeno je širom sveta. Mnoge uljarice su izdašne i nutritivno bogate, pre svega uljem, a zatim i vlaknima, antioksidansima, vitaminima (npr. vitamin E, niacin), mineralima (fosfor, gvožđe, magnezijum), kao i mononezasićenim i polinezasićenim masnim kiselinama. Najzastupljenije uljarice na globalnom nivou su: soja, uljana repica, pamuk, suncokret i kikiriki, sa akcentom na soju kojoj pripada većinski deo svetske proizvodnje. Pored navedenih, značajno je pomenuti i susam (proizvede se preko 5 miliona tona godišnje na globalnom nivou), konoplju (oko 150 hiljada tona godišnje) i artičoku, koja je izvorna kultura u mediteranskom regionu, a proizvodi se u količini od nekoliko hiljada tona godišnje (FAOSTAT, 2020), te postoji interes za uzgoj iste zbog potencijalne višenamenske primene. Osim toga, nekoliko uljarica, koje služe za proizvodnju začina, zaslužuju posebnu pažnju zbog sve većeg uzgoja. Jedan od njih je crni kim, čije se seme masovno koristi u indijskoj i bliskoistočnoj kuhinji, ali i kao lek u tradicionalnoj medicini (Mirpoor i sar., 2021).

Preradom uljarica nastaju sporedni proizvodi, koji zbog svog sastava imaju potencijal za ponovnu upotrebu, pa se valorizuju kroz nove proizvode umesto da se kao sporedni proizvodi odbacuju. Sa ciljem povećanja efikasnosti prerade i uštede energije, iskorišćenje sporednih proizvoda se uvodi kao sastavni deo uobičajenog procesa proizvodnje. Šema tehnološkog procesa proizvodnje jestivih ulja, zatim pogače i sačme, kao sporednih proizvoda, prikazana je na slici 1. Jestiva ulja se mogu proizvoditi kao nerafinisana (hladno presovana i devičanska) ili kao rafinisana jestiva ulja. Kod proizvodnje hladno presovanog suncokretovog ulja postupkom drobljenja semena, 25-33% inicijalne mase semena transformiše se u ulje (Kartika i sar., 2010).

Prilikom proizvodnje jestivih nerafinisanih ulja kao sporedni proizvod nastaje pogača. Pošto izvesni deo ulja zaostaje u pogači, nakon procesa hladnog presovanja ulja, preostalo ulje se iz pogače ekstrahuje rastvaračem i dobija se sirovo ekstrahovano ulje, a tostiranjem i suvim hlađenjem pogače tertiјane rastvaračem dobija se sačma. Na ovaj način se uvećava prinos ulja, a u hemijskom sastavu sačme najveći udeo imaju proteini i ugljeni hidrati, što je čini pogodnom sirovinom za proizvodnju hrane za životinje, đubriva i supstrata za rast biljnih kultura (Mirpoor i sar., 2021; Anal, 2018; Teh i sar., 2015).

Sirovo presovano ulje, sirovo ekstrahovano ulje ili mešavina istih prolaze zatim čitav niz koraka

hemijske ili fizičke rafinacije, kako bi se dobilo jestivo rafinisano ulje (Dimić, 2005; Romanić, 2020).



Slika 1. Tehnološka šema proizvodnje jestivih nerafinisanih i rafinisanih ulja, pogače i sačme
Figure 1. Technological scheme of production of nonrefined and refined edible oils, cakes, and meals

Karakteristike i sastav pojedinih uljanih pogača

Kako uljana pogača čini oko polovine prvobitne mase semena, a u njoj zaostaju velike količine ulja, proteina, vitamina, karotenoida i minerala, u tabeli 1 prikazan je hemijski sastav nekih uljanih pogača. Visok sadržaj vode, koji često prelazi 80%, kod pojedinih pogača otežava manipulaciju i može ubrzati mikrobiološku kontaminaciju. Povećan broj mikroorganizama je karakterističan za pogače proizvedene u tropskim i subtropskim krajevima, a do kontami-

nacije može doći i tokom rasta biljke ili skladištenja i transporta semena (Popović, 2013).

Uljane pogače mogu biti jestive ili nejestive. Neke od jestivih pogača imaju visoku nutritivnu vrednost, što zavisi od vrste uljarica, uslova uzgoja sirovine i načina prerade uljarica (Dimić, 2005; Peričin i sar., 2007). Međutim, pogače većine uljarica sadrže i nepoželjne antinutritivne sastojke (tj. hlorogenu kiselinu u semenu suncokreta, glukozinolate, tanine, sinapin, fitinsku kiselinu u semenu repice, itd.), koji se moraju ukloniti kako bi pogača

postala nutritivno prihvatljiva. Neke uljane pogače poput one od uljane tikve ne sadrže antinutritivne sastojke, pa imaju odličan potencijal za aplikaciju kao sirovina za suplementaciju hrane, proizvodnju funkcionalnih proizvoda, proteinskih koncentrata ili za farmaceutske svrhe. Postoje mnoge studije u vezi sa upotrebljom i funkcionalnim svojstvima soje (Monedero i sar., 2009; Wu i sar., 2018) i proteina uljane repice (Jang i sar., 2011). Ispitana je i upotreba uljane pogače arašida (kikirikija), što je potvrđilo njegovu upotrebu u proizvodnji ekstrudiranih gric proizvoda, ali i proteinskih napitaka, gde se animalni proteini zamjenjuju proteinima kikirikija (Ye i sar., 2015).

Uzimajući u obzir velike količine koje nastaju iz različitih tehnoloških procesa, uljane pogače nisu dovoljno iskorišćene. S tim u vezi, teži se ka proširenju područja primene, uključujući proizvodnju materijala na bazi biopolimera, sa potencijalnom primenom za pakovanje hrane i farmaceutskih proizvoda, gde su zbog značajnog udela proteina, uljane pogače glavni izvor polaznih sirovina.

Tabela 1. Hemski sastav nekih uljanih pogača
(Peričin i sar., 2007; Radočaj, 2011)

Table 1. Chemical composition of some oilseed cakes (Peričin et al., 2007; Radočaj, 2011)

Uljana pogača	Suva materija (%)	Sirovi proteini (%)	Sirova vlakna (%)	Pepeo (%)	Ulje (%)
Suncokret	90,54	30,07	14,73	4,95	15,62
Soja	92,69	41,77	3,41	5,09	10,90
Uljana repica	90,46	29,24	9,86	-	18,25
Uljana tikva	94,83	61,02	5,11	8,42	8,37

Uljane pogače kao sirovina za proizvodnju biopolimernih filmova na bazi proteina

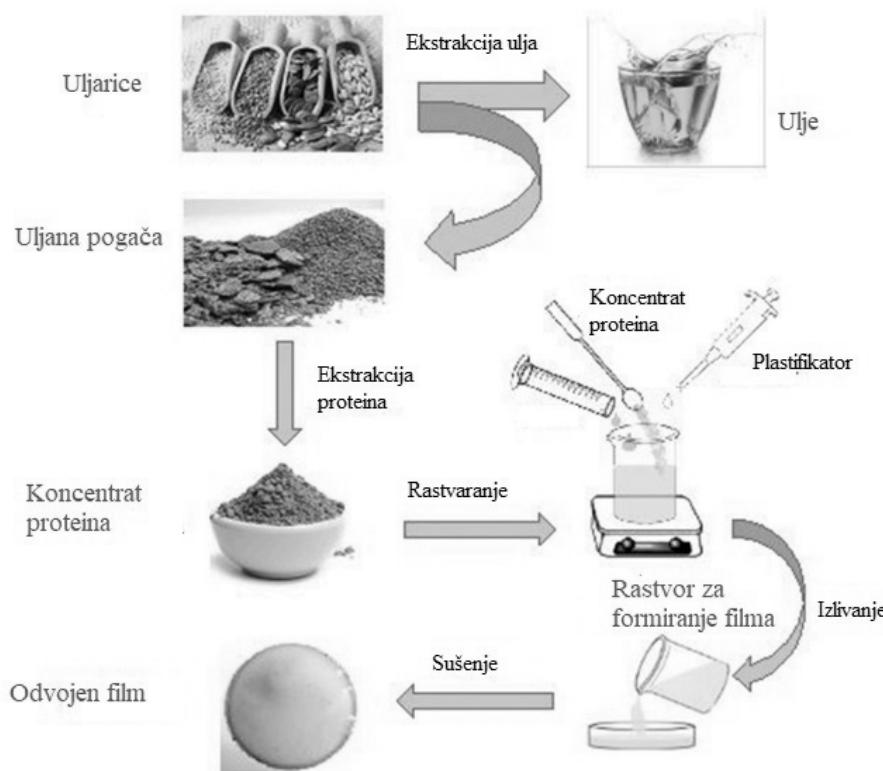
Sporedni proizvodi industrije biljnih ulja, sadrže veliku količinu vlakana, polisaharida i proteina koji se mogu ekstrahovati i na taj način poslužiti kao obnovljiv izvor sirovine za proizvodnju bioplastike. Kroz istraživanja, prirodna vlakna su se uspešno pokazala kao osnov za proizvodnju biokompozitnih matrica, koji imaju ulogu punioca (Mirpoor i sar., 2021). Takođe, materijali proizvedeni iz biomase agrootpada su do sada našli široku ponovnu upotrebu, od industrije celuloze i papira do automobilske i građevinske industrije, kao i za razne biomedicinske svrhe. Prilikom proizvodnje hrane za životinje pro-

teini iz uljanih pogača se koriste u kombinaciji sa proteinima mahunarki, kao i u kombinaciji sa proteinima iz sporednih proizvoda animalnog porekla i sintetskim aminokiselinama, zbog nedostatka lizina. Stoga, među biopolimerima dobijenim iz obnovljivih resursa, proteini ekstrahovani iz uljanih pogača, bez ili posle prečišćavanja, mogu biti potencijalna sirovina za proizvodnju bioplastike, zbog biorazgradivosti, lake dostupnosti i niske cene (Lazić i Popović, 2015; Popović i sar., 2018).

Na slici 2 je prikazan tok proizvodnje biopolimernih materijala iz uljane pogače, gde se nakon ekstrakcije ulja, iz uljane pogače izoluju proteini koji dalje predstavljaju osnovu za proizvodnju biofilmova. Ovako dobijeni materijali na bazi proteina uljarica se mogu uspešno primeniti za proizvodnju predmeta za jednokratnu ili kratkoročnu upotrebu, a uglavnom u području proizvodnje ambalaže za prehrambene proizvode, zamjenjujući tako barem deo nerazgradivih ambalažnih materijala koji se trenutno koriste (Rouilli i sar., 2013). Proteinski filmovi poseduju lošija mehanička svojstva i lošiju barijeru za vodenu paru u odnosu na sintetičke filmove (Popović i sar., 2018; Popović i sar., 2020), te se istražuju različite metode za unapređenje funkcionalnih karakteristika i svojstava filmova (odgovarajuća formulacija filma i uslovi pripreme, plastifikacija, zračenje, umrežavanje proteina, acilacija proteina, ugradnja nanokompozita, mešanje sa različitim biopolimerima) (Wihodo i sar., 2013).

Proteinski biofilmovi na bazi soje

Soja je najuzgajanija uljarica na svetu zbog svoje visoke nutritivne vrednosti, kratkog ciklusa gajenja i dobrog prinosa. Seme soje je izvrstan izvor biljnih proteina koji sadrži sve esencijalne aminokiseline, a literaturni podaci o biopolimernim filmovima na bazi sojinih proteina (mešavina β-konglicinina (35%) i glicinina (52%)) favorizuju iste za sintezu biorazgradivih filmova, zbog izuzetno dobrih filmogenih svojstava (Monedero i sar., 2009; Sun i sar., 2011). Glavni nedostaci filmova na bazi sojinih proteina su isti kao i oni koje generalno pokazuju svi materijali na bazi proteina - slabe mehaničke osobine i osetljivost na vlagu.



Slika 2. Dijagram toka proizvodnje biopolimernog filma korišćenjem nusproizvoda ekstrakcije ulja kao polazne sirovine

Figure 2. Flowchart of the biodegradable film production by using oil extraction by-products

Da bi se prevazišli nedostaci ovih filmova sprovedeno je nekoliko studija, u cilju poboljšanja svojstava, a zasnivale su se na dodavanju različitih vrsta plastifikatora, umrežavanju, nanotehnikama i formiraju kompozitnih filmova (Zink i sar., 2016). U istraživanjima u poslednjih šest godina, umrežavanje se pokazalo kao jedna od najefikasnijih tehnika za poboljšanje performansi filmova na bazi proteina, posebno u pogledu visoke osetljivosti na vlagu, što ometa njihovu primenu za pakovanje hrane, zbog kontakta sa proizvodom. Zatezna jačina i propustljivost vodene pare umreženih filmova značajno su poboljšani u poređenju sa filmovima koji su jednostavno plastificirani glicerolom (Xu i sar., 2015). Štaviše, poznato je da proteinsko-polisaharidni kompoziti pokazuju širok spektar primena u biomedicinskim i „zelenim“ tehnologijama. U tom smislu, potvrđena je efikasnost umrežavanja sojinih proteina sa pektinom prilikom proizvodnje kompozitnog omotača u radu Ravazzi Amado i sar. (2019), međutim, nije došlo do značajnih poboljšanja u pogledu elastičnosti i smanjenja propustljivosti vodene pare, ali je potvrđen pozitivan uticaj na propustljivost kiseonika. Filmove na bazi sojinih proteina ekstrahovanih iz uljane pogače moguće je aktivirati dodatkom esencijalnog ulja mente bez negativnog uticaja na

fizičko-mehanička svojstva materijala. Ovi aktivni i jestivi filmovi mogu produžiti rok trajanja sirovog hamburgera, koji je na temperaturi hladnjaka sačuvan sedam dana bez promene senzorskih svojstava mesa (Karimian i sar., 2019). Na ovaj način, zajedno sa transformacijom jestivog filma u antioksidativni i/ ili antimikrobijni jestivi film, moguće je optimizovati funkcionalna svojstva ove vrste filmova.

Proteinski filmovi na bazi suncokreta

Suncokretova pogača je bogata proteinima i dijetetskim vlaknima, a od fenolnih jedinjenja najveći deo imaju hlorogena i kofeinska kiselina. Ukljanjanjem fenola iz suncokretove pogače se poboljšavaju funkcionalna svojstva, kao što su emulgovanje, sprečavanje stvaranja pene (Salgado i sar., 2011; Salgado i sar., 2012), ali se sa druge strane umanjuje antioksidativni kapacitet eliminisanjem aktivnih fenolnih jedinjenja. Pogača od suncokretovog ulja predstavlja jeftin izvor proteina koji se mogu izolovati i koristiti se za formiranje filmova sa dobrim karakteristikama.

Međutim, postoji svega nekoliko studija o svojstvima biopolimernih filmova sintetizovanih direktno iz uljane pogače suncokreta. Nasuprot tome, brojne

studije su pokazale da proteinski izolati i proteinski koncentrati imaju sposobnost da formiraju biorazgradive i/ili jestive filmove (Ayhllon-Meixueiro i sar., 2000; Orliac i sar., 2003; Rouilly i sar., 2006). Dok se ovi proteini mogu ekstrahovati iz semena, oni se takođe mogu ekstrahovati iz uljane pogače. Tokom ekstrakcije ulja, proteini su izloženi reakciji sa organskim rastvaračima, na visokim pritiscima ili temperaturama, koji menjaju njihovu strukturu, a samim tim i funkcionalnost. Materijali na bazi izolata suncokretovog proteina se mogu formirati livenjem (Ayhllon-Meixueiro i sar., 2000), termo-livenjem (Orliac i sar., 2002), brizganjem (Orliac i sar., 2003) i ekstruzijom (Rouilli i sar., 2006). Ovakvi filmovi generalno imaju mehanička svojstva i barijerna svojstva kao i drugi proteinski filmovi.

Grupa autora Salgado i sar. (2010) je sprovedla israživanje na filmovima od proteinskog izolata suncokreta prirodno aktiviranim antioksidativnim jedinjenjima, poredeći ih sa proteinskim filmom izolata soje kao referencom. Svi filmovi od izolata suncokretovih proteina su imali antioksidativna svojstva, koja su odsutna u filmovima soje. U daljim istraživanjima ista grupa autora (2011) je pomenute filmove aktivirala dodajući hidrolizate govede plazme u cilju poboljšanja antioksidativnih svojstava filmova na bazi proteina soje i suncokreta. Povećanje antioksidativnog kapaciteta se pokazao kao rezultat zbirakarakteristika proteinskog matriksa i karakteristika hidrolizata, bez obzira na poreklo sirovine iz koje su ekstrahovani proteini. Salgado i sar. (2013) su proučavali uticaj dodatka eteričnog ulja karanfilića na antioksidativna svojstva proteinskih filmova na bazi proteina suncokreta, za pakovanje ribljih pljeskavica, gde se kao rezultat ističe zavisnost antioksidativne aktivnosti od sadržaja fenolnih jedinjenja i od toga da li su ona slobodna ili vezana za proteine. S obzirom na to da je antioksidativna stabilnost fenolnih jedinjenja očuvana tokom procesa izolovanja proteina, ovi proteinski matriksi bi se mogli primeniti za zaštitu bioaktivnih jedinjenja. Takođe, uzimajući u obzir da filmovi napravljeni od proteina suncokreta osim antioksidativne aktivnosti imaju i jaku boju zbog koje predstavljaju i svetlosnu barijeru, zaključeno je da predstavljaju pogodan materijal za zaštitu proizvoda koji su podložni oksidaciji.

Šuput i sar. (2018) su ispitivali uticaj vrednosti pH i temperature na svojstva kompozitnih biofilmova tokom njihove proizvodnje „casting“ metodom, gde se prethodno nisu izolovali proteini, već je upotrebljena cela uljana pogača suncokreta. Dobijeni filmovi bili su tamni i sjajni, a imali su blag miris koji

je podsećao na sirovinu. Zatezna jačina se povećala sa povećanjem temperature i vrednosti pH. Vrednosti za propustljivost vodene pare bile su ujednačene, a niže vrednosti primećene u uzorcima sintetisanim na nižim temperaturama. Korak dalje napravila je studija Lazić i sar. (2018), koji su proizveli biopolimerne filmove takođe koristeći celu uljanu pogaču suncokreta sa dodatkom eteričnih ulja ruzmarina i peršuna. Dodatak eteričnih ulja uticao je na sva ispitivana svojstva biopolimernih filmova. Zatezna jačina se smanjuje, a izduženje pri kidanju ima trend rasta. Vrednosti za propustljivost vodene pare su se smanjivale povećanjem koncentracije eteričnog ulja obe vrste - peršuna i ruzmarina. Takođe, svi ispitani filmovi, bez obzira na vrstu eteričnog ulja, predstavljaju dobru zaštitu od svetlosti u opsegu UV talasnih dužina, što ih potencijalno čini atraktivnim za zaštitu prehrabrenih proizvoda sa visokim sadržajem nezasićenih masti.

Proteinski biofilmovi na bazi uljane repice

Seme uljane repice se uglavnom uzgaja u Kandi, gde se proizvede preko 20 miliona tona godišnje (FAOSTAT, 2020). Pogača uljane repice ima uravnotežen aminokiselinski sastav, a sadrži i polisaharide, poput pektina, hemiceluloze i celuloze. Zbog dobrog aminokiselinskog sastava, kao i visokog sadržaja vlakana i antioksidativnih/antimikrobnih jedinjenja, uljana pogača repice je našla primenu kao dodatak ljudskoj ishrani ili kao nutrijent u proizvodnji hrane.

Jang i sar. (2011a) su proizveli jestive filmove od pogače uljane repice, dodavanjem sorbitola i saharoze kao plastifikatora i polisorbata kao emulgatora, kao i kompozitne filmove sa želatinom u cilju unapređenja fizičko-mehaničkih svojstava materijala. U narednoj studiji (Jang i sar., 2011b) izvršena je inkorporacija ekstrakta semena grejpfruta u filmove od pogače uljane repice i želatina. Ovako dobijeni aktivni filmovi produžili su rok trajanja jagoda, koje su bile upakovane u isti. Međutim, zbog loših mehaničkih svojstava, sprovedene su različite studije unapređenja bioplastike na bazi proteina uljane repice. Istraživana su dejstva različitih faktora kao što su denaturacija proteina, umrežavanje, a i kombinovanje sa sintetskim polimerima (Zhang i sar., 2017). U novije vrijeme Fetzer i sar. (2020) opisali su pripremu proteinskog izolata uljane repice rastvaranjem sačme uljane repice u alkalnom rastvoru na temperaturi od 30°C, gde je dobijeni supernatant potom tertiran ultrafiltracijom. Pripremljeni rastvor je modifikovan dodatkom hlorida, izvršena je liofil-

izacija, a zatim su osušeni proteini isprani etanolom i ponovo osušeni na sobnoj temperaturi. Analize filmova proizvedenih od izolovanih proteina pokazale su značajno smanjenje hidrofilnosti i rastvorljivosti u vodi, kao i povećanje čvrstoće, dok se zatezna jačina filmova smanjila. Novi materijali od proteinskog izolata uljane repice predloženi su za upotrebu kao biopolimerni adhezivi, jestivi omotači i biodeterdženati.

ZAKLJUČAK

U skladu sa savremenim konceptima zaštite životne sredine, industrijska proizvodnja kao krajnji cilj ima maksimalno iskorišćenje svih resursa i praktičnu proizvodnju bez ikakvog otpada. S tim u vezi, valorizacijom sporednih proizvoda industrije ulja za dobijanje biopolimernih i kompozitnih ambalažnih materijala, ekološki prihvatljivi biopolimerni filmovi dobijaju novu vrednost. Smatra se da sporedni proizvodi industrije ulja nisu dovoljno iskorišćeni, a zbog značajnog sadržaja proteina, vlakana i minerala, uljane pogače i sačme su pogodne sirovine za proizvodnju biomaterijala. U zavisnosti o kojoj polaznoj sirovini je reč, moguće je izolovati proteine iz uljane pogače/sačme ili upotrebiti celu uljanu pogaču prilikom formiranja kompozitnih biofilmova. Biopolimerni materijali dobijeni od sporednih proizvoda industrije ulja poseduju dobre barijerne karakteristike za gasove u uslovima niske vlage, dok je njihove nedostatke fizičko-mehaničke prirode delom moguće prevazići primenom različitih procesa optimizacije. Trenutno su istraživanja usmerena na aplikaciju biopolimernih filmova, jer ideo proizvodnje biopolimerne ambalaže raste i cilj je da se granice postepeno pomeraju dalje.

Zahvalnica

Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, projekat broj 451-03-9/2021-14/200134.

LITERATURA

- Anal, A. (2018). Food processing by-products and their utilization, Asian Institute of Technology, Thailand. John Wiley & Sons.
- Ayhllon-Meixueiro, F., Vaca-Garcia, C., Silvestre, F. (2000). Biodegradable films from isolate of sunflower (*Helianthus annuus*) proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(7): 3032-3036.
- de Oliveira Filho, J. G., Egea, M. B. (2021). Sunflower seed byproduct and its fractions for food application: An attempt to improve the sustainability of the oil process. Journal of Food Science, 86(5): 1497-1510.
- Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Fetzer, A., Hintermayr, C., Schmid, M., Stabler, A., Eisner, P. (2020). Effect of acylation of rapeseed proteins with lauroyl and oleoyl chloride on solubility and film-forming properties. Waste and Biomass Valorization, 12(2): 744-755.
- Hromiš, N. M., Popović, S. Z., Šuput, D. Z., Bulut, S. N., Lazić, V. L. (2019). Composite films based on pumpkin oil cake obtained by different filtration process. Food and Feed Research, 46(1): 1-10.
- Jang, S. A., Lim, G. O., Song, K. B. (2011a). Preparation and mechanical properties of edible rapeseed protein films. Journal of Food Science, 76: 218-223.
- Jang, S. A., Shin, Y. J., Song, K. B. (2011). Effect of rapeseed protein-gelatin film containing grapefruit seed extract on 'Maehyang' strawberry quality. International journal of food science & technology, 46(3): 620-625.
- Kartika, I. A., Pontalier, P. Y., Rigal, L. (2010). Twin-screw extruder for oil processing of sunflower seeds: Thermo-mechanical pressing and solvent extraction in a single step. Industrial crops and products, 32(3): 297-304.
- Kazmi, A., Shuttleworth, P. (2013). The economic utilisation of food co-products. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Lazić, V., Popović, S. (2015). Biorazgradivi ambalažni materijali, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
- Lazić, V., Popović, S. (2015). Biorazgradivi ambalažni materijali, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
- Lazić, V., Šuput, D., Popović, S., Hromiš, N., Bulut, S., Vitas, J. (2018). Aktivni biopolimerni filmovi na bazi pogace suncokreta. Uljarstvo, 49: 11-17.
- Mirpoor, S. F., Giosafatto, C. V. L., Porta, R. (2021). Biorefining of seed oil cakes as industrial co-streams for production of innovative bioplastics. A review. Trends in Food Science & Technology, 109: 259-270.

15. Monedero, F. M., Fabra, M. J., Talens, P., Chiralt, A. (2009). Effect of oleic acid-beeswax mixtures on mechanical, optical and water barrier properties of soy protein isolate based films. *Journal of Food Engineering*, 91(4): 509-515.
16. Newson, W. R. (2012). Protein based plastics from the residuals of industrial oil crops. Introductory paper at the Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science, 3.
17. Orliac, O., Rouilly, A., Silvestre, F., Rigal, L. (2002). Effects of additives on the mechanical properties, hydrophobicity and water uptake of thermo-moulded films produced from sunflower protein isolate. *Polymer*, 43(20): 5417-5425.
18. Orliac, O., Rouilly, A., Silvestre, F., Rigal, L. (2003). Effects of various plasticizers on the mechanical properties, water resistance and aging of thermo-moulded films made from sunflower proteins. *Industrial Crops and Products*, 18(2): 91-100.
19. Peričin, D., Radulović, L., Mađarev, S., Dimić, E. (2007). Bioprocessing for value added products from oil cakes. *Uljarstvo*, 38: 35-40.
20. Popović S., Hromiš N., Šuput D., Bulut S., Vitas, S., Savić, M., Lazić, V. (2020). Pumpkin seed oil cake/polyethylene film as new food packaging material, with perspective for packing undermodified atmosphere. *Packag. Technol. Sci.* 2020: 1-9.
21. Popović, S. (2013). Istraživanje dobijanja i karakterizacije kompozitnih filmova na bazi biljnih proteina, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
22. Popović, S. Z., Lazić, V. L., Hromiš, N. M., Šuput, D. Z., Bulut, S. N. (2018). Biopolymer packaging materials for food shelf-life prolongation, pp. 223-277 u: *Biopolymers for food design* Academic Press.
23. Popović, S., Peričin, D., Vaštag, Ž., Popović, L., Lazić, V. (2011). Evaluation of edible film-forming ability of pumpkin oil cake; effect of pH and temperature. *Food Hydrocolloids*, 25(3): 470-476.
24. Radočaj, O. F., Dimić, E. B., Vujsinović, V. B. (2011). Optimization of the texture of fat-based spread containing hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed press-cake. *Acta Periodica Technologica*, (42): 131-143.
25. Romanić, R. (2020). Cold pressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil, pp. 197-218, u: Editor: M. F. Ramadan, *Cold Pressed Oils: Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications*, Academic Press, Elsevier.
26. Rouilly, A., Orliac, O., Silvestre, F., Rigal, L. (2006). New natural injection-moldable composite material from sunflower oil cake. *Bioresource technology*, 97(4): 553-561.
27. Rouilly, A., Vaca-Garcia, C. (2013). Industrial use of oil cakes for material applications, pp. 185-213. u: A. Kazmi, P. Shuttleworth, *The economic utilization of food Co-products* Royal Society of Chemistry Publ., Vol. 1, RSC Publishing.
28. Salgado, P. R., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M.C., Mauri, A.N., Montero, M.P. (2013). Sunflower protein films incorporated with clove essential oil have potential application for the preservation of fish patties. *Food Hydrocolloids*, 33: 74-84.
29. Salgado, P. R., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M.C., Mauri, A.N., Montero, M. P. (2012). Exploration of the anti-oxidant and antimicrobial capacity of two sunflower protein concentrate films with naturally present phenolic compounds. *Food Hydrocolloids*, 29: 374-381.
30. Salgado, P. R., Molina Ortiz, S. E., Petruccielli, S., Mauri, A. N. (2011). Sunflower protein concentrates and isolates prepared from oil cakes have high water solubility and antioxidant capacity. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88(3): 351-360.
31. Salgado, P. R., Ortiz, S. E. M., Petruccelli, S., Mauri, A. N. (2010). Biodegradable sunflower protein films naturally activated with antioxidant compounds. *Food Hydrocolloids*, 24(5):525-533.
32. Sun, Q., Li, X., Wang, P., Du, Y., Han, D., Wang, F., Li, X., Fu, H. (2011). Characterization and Evaluation of the Ag⁺-Loaded Soy Protein Isolate-Based Bactericidal Film-Forming Dispersion and Films. *Journal of food science*, 76(6): 438-443.
33. Šuput, D., Lazić, V., Popović, S., Hromiš, N., Bulut, S., Pezo, L., Baničević, J. (2018). Uticaj procesnih parametara na osobine biopolimernih filmova na bazi pogače suncokreta. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 22: 125-128.

34. Teh, S.-S., Bekhit, A. E.-D. A. (2015). Utilization of Oilseed Cakes for Human Nutrition and Health Benefits. pp., 191-229. u: Khalid Rehman Hakeem Mohammad Jawaid, Othman Y. Alothman Agricultural biomass based potential materials. Cham: Springer.
35. Wihodo, M., Moraru, C. I. (2013). Physical and chemical methods used to enhance the structure and mechanical properties of protein films: A review. *Journal of food engineering*, 114(3): 292-302.
36. Wu, Y., Cai, L., Wang, C., Mei, C., Shi, S. Q. (2018). Sodium hydroxide-free soy protein isolate-based films crosslinked by pentaerythritol glycidyl ether. *Polymers*, 10(12): 1300.
37. [www.fao.org](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity) (http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity), preuzeto: 25.04.2020. godine.
38. Xu, F., Dong, Y., Zhang, W., Zhang, S., Li, L., Li, J. (2015). Preparation of cross-linked soy protein isolate-based environmentally-friendly films enhanced by PTGE and PAM. *Industrial Crops and Products*, 67: 373-380.
39. Ye, L., Liao, Y., Sun, W., Zhao, M. (2015). Effect of protein oxidation on the stability of peanut beverage. *CyTA-Journal of Food*, 13(1): 49-55.
40. Zhang, Y., Liu, Q., Rempel, C. (2017). Processing and characteristics of canola protein-based biodegradable packaging: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58.
41. Zink, J., Wyrobnik, T., Prinz, T., Schmid, M. (2016). Physical, chemical and biochemical modifications of protein-based films and coatings: An extensive review. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(9): 1376 (1-45).

ADAPTACIJA I OPREMANJE INTERNE LABORATORIJE SOJAPROTEINA INTERNA VALIDACIJA UREĐAJA VIDAS® UP SALMONELLA (SPT)

Vladimir Šarac^{1*}, Zoran Nikolovski¹, Dušica Gombošev¹, Marko Abramović¹, Dragoljub Cvetković²

IZVOD

Cilj ovog rada je da prikaže aktivnosti vezane za adaptaciju i opremanje interne laboratorije Sojaproteina d.o.o. Bečeji, njene mogućnosti, kao i opravdanost investicije. U drugom delu rada su prikazani rezultati interne validacija uređaja VIDAS® UP Salmonella (SPT), kao alternativne i brze metode za otkrivanje *Salmonella spp.*

Ključne reči: interna laboratorija, *Salmonella spp.*, VIDAS® UP Salmonella, validacija

ADAPTATION AND EQUIPPING SOJAPROTEIN INTERNAL LABORATORY INTERNAL VALIDATION OF VIDAS® UP SALMONELLA (SPT)

ABSTRACT

The aim of this paper is to present activities related to adaptation and equipping of Sojaprotein d.o.o. Bečeji internal laboratory, its possibilities as well as the justification of the investment. In the second part of the paper, results of internal validation of VIDAS® UP Salmonella (SPT) as alternative and rapid method for *Salmonella spp.* detection is presented.

Keywords: internal laboratory, *Salmonella spp.*, VIDAS® UP Salmonella, validation

UVOD

Istorijat

Fabrika SOJAPROTEIN je osnovana 1977. godine u Bečeju. Od samog početka osnovna delatnost je prerada soje i proizvodnja proizvoda od soje za ishranu ljudi i životinja. SOJAPROTEIN je danas najveća fabrika za preradu soje u Srbiji. Po raznovrsnosti i kvalitetu proizvoda, kao i po kapacitetu prerade od 250.000 tona godišnje, spada u najznačajnije preradivače NON-GMO soje u Evropi. Istovremeno, jedna je od malobrojnih kompanija koja prerađuje isključivo genetski nemodifikovano

sojino zrno strogo kontrolisanog porekla i kvaliteta, što daje dodatnu vrednost celokupnom asortimanu koji kompanija plasira na inostrano i domaće tržište.

SOJAPROTEIN svoje proizvode za ljudsku i životinjsku upotrebu izvozi u preko 60 zemalja sveta. Najveći deo izvoza namenjen je tržištu Evropske unije, zatim zemljama CEFTA-e, Severnoj i Južnoj Americi, Bliskom i Srednjem istoku, Rusiji i bivšim sovjetskim republikama, kao i tržištu Australije i Afrike. Na izvoznu ekspanziju svakako je uticala i implementacija brojnih međunarodnih standarda kvaliteta, kao i IP NON-GMO i Dunav Soja programa.

SOJAPROTEIN se može pohvaliti širokim spektrom proizvoda od soje, od proteinskih do uljarskih, koji svoju primenu nalaze u prehrambenoj industriji (mesnoj, veganskoj, vegetarijanskoj, pekarskoj, konditorskoj, industriji testenina itd.), ishrani životinja i farmaceutskoj industriji. U pitanju su proizvodi iz kategorija sojinih proteinskih koncentrata i različitih tipova sojinog brašna, njihovih teksturata, sojinog griza i sačme, sirovog sojinog ulja i lecitina.

* Dipl. inž. tehnol. Vladimir Šarac, direktor sektora laboratorijskih i razvojnih ispitivanja

Tel. +381 21 681 1607

E-mail: vladimir.sarac@victoriagroup.rs

¹Sojaprotein d.o.o., Industrijska 1, 21220 Bečeji, Srbija

²Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

Od 2002. godine, kada postaje članica VICTORIA GROUP, kompanija SOJAPROTEIN beleži konstantni rast u poslovnim rezultatima, pružajući primer uspešnog modela privatizacije u srpskoj privredi. Proizvodni kapacitet je udvostručen zahvaljujući obimnom investicionom ciklusu. Danas u strukturi proizvodnje čak 70% čine proizvodi visokog stepena finalizacije od kojih je preko 90% namenjeno izvozu (<https://www.sojaprotein.rs/o-nama>).

Od samog početka SOJAPROTEIN je u okviru procesa kontrole procesa proizvodnje, kontrole sirovina i repromaterijala kao i kontrole gotovih proizvoda imao internu laboratoriju koja se nalazila u okviru proizvodnog pogona.

Nakon privatizacije, tačnije 2003. godine, zbog sve većih zahteva i potreba za kontrolom, a i zbog odluke o formiranju eksterne laboratorije, interna laboratorija dobija novi prostor, prebacuje se iz proizvodnog pogona u zasebnu zgradu. Na novoj lokaciji posle kraćeg vremena se osniva novo pravno lice SP LABORATORIJA, akreditovana eksterna laboratorija. Svojim ulaganjima, na prvom mestu u stručno ospozobljavanje zaposlenih i opremu, VICTORIA GROUP je od SP LABORATORIJE napravio najveću laboratoriju za ispitivanje hrane u ovom delu Evrope.

SP LABORATORIJA koja je zadržala svoj nivo razvoja i stalno se unapređivala, u međuvremenu je dobila novog vlasnika i postala deo HAMILTON GRUPE iz Poljske. SP LABORATORIJA sve vreme predstavlja glavni oslonac SOJAPROTEINU u delu laboratorijskih i razvojnih ispitivanja, naročito u kontroli gotovih proizvoda i izdavanju neophodnih sertifikata partnerima SOJAPROTEINA.

SOJAPROTEIN 2019. godine ponovo pokazuje potrebu za kreiranjem „nove“ interne laboratorije i ulazi u ciklus investicija kako bi ostvarila ovu potrebu. Investicija „Adaptacija i opremanje interne laboratorije SOJAPROTEINA“ je realizovana tokom 2020. godine i laboratorija je počela sa radom u avgustu iste godine. Za lokaciju je odabran isti prostor kao i 80-ih godina 20. veka, odnosno u delu proizvodnih pogona.

Adaptacija je obuhvatala kompletno infrastrukturno preuređivanje prostora, građevinsku adaptaciju, kompletну zamenu električnih instalacija, klimatizaciju i ventilaciju prostora, sve u skladu sa odobrenim projektima i zahtevima investitora. Investicija je najvećim delom vođena od strane stručnog tima tehnike SOJAPROTEINA u saradnji sa projektantima i stručnim konsultantom Prof. dr Dragoljubom Cvetkovićem sa Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu.

Opremanje se sastojalo u celokupnom opremanju laboratorijskim nameštajem i potrebnom opremom definisanom od strane investitora. Ukupna investicija adaptacije i opremanja interne laboratorije je iznosila 250.000 eura.

Za definisanje zahteva adaptacije i opremanja dela Mikrobiološke laboratorije saradnja je uspostavljena sa Tehnološkim fakultetom Univerziteta u Novom Sadu. Konsultantske usluge su između ostalog obuhvatale obuku laboranata i uspostavljanje metoda (verifikacija, validacija, priprema uputstava za rad sa uredajima, obezbeđenje poverenja u rezultate ispitivanja) i organizaciju rada u skladu sa standardom SRPS ISO/IEC 17025:2017.

Tabela 1. Analize interne laboratorije i njihov broj na mesečnom nivou

Table 1. Internal laboratory analysis and number off analysis per month

Analiza Analysis	Broj analiza Number of analysis
Sadržaj proteina, Kjeldahl metoda Protein content, Kjeldahl method	1.500
Vлага i isparljive materije Moisture and volatile matter	3.000
Broj aerobnih mezofilnih bakterija Number of aerobic mesophilic bacteria	500
Salmonella 25 g, otkrivanje Salmonella 25 g, detection	1.000
Aktivnost ureaze/Urease activity	500
PDI	100
Enterobacteriaceae, određivanje broja Enterobacteriaceae, enumeration	1.000
MUV, rehydratacija, moć upijanja vode MUV, rehydration, the power of water absorption	300
Materije nerastvorne u acetolu Acetone insoluble substances	100
Supstance nerastvorljive u toluenu Toluene insoluble substances	100
Primese (soja) Impurities (soybean)	100
Granulacija (brašna, grizevi ekstrudirani materijali) Granulation (flours, semolina, extruded materials)	2.000
Sadržaj pepela / Ash content	100
Sadržaj masti i ulja / Oil and fat content	500
Sadržaj fosfatida / Fosfatide content	200
Nasipna masa, hektolitarska težina Bulk density, hectolitre weight	200
Određivanje sadržaja alkohola Determination of alcohol content	300
Salmonella 125 g, otkrivanje Salmonella 125 g, detection	200
Plesni i kvasci, određivanje broja Molds and yeasts, enumeration	300

Današnja „nova“ interna laboratorija ima dve odvojene jedinice, to su Mikrobiološka (MBL) i Fizičko-hemijska laboratorija (FHL). Ove dve laboratorije zadovoljavaju preko 95% potreba za kontrolom međufaznih proizvoda SOJAPROTEINA. U „novoj“ internoj laboratoriji trenutno je 11 izvršilaca, dva laboranta u MBL i devet laboranata u FHL. Od njih 11, osam je diplomiranih, ili sa master diplomom, od kojih su troje na specijalističkom usavršavanju iz oblasti mikrobiologije hrane.

U skladu sa potrebama kontrole međufaznih proizvoda SOJAPROTEINA u internoj laboratoriji se obavlja veći broj analiza (pričak analiza i okvirni kapacitet na mesečnom nivou dati su u tabeli 1).

Interni validacija uređaja VIDAS® UP *Salmonella* u Mikrobiološkoj laboratoriji „Sojaprotein“ d.o.o., Bečeј

Salmonella spp. pripadaju familiji Enterobacteriaceae, tj. enterobakterijama koje su poznate i pod nazivom crevne (koliformne) bakterije jer se mnoge od njih nalaze u digestivnom traktu ljudi i životinja, odakle fecesom i urinom dospevaju u spoljašnju sredinu i lanac hrane. Enterobakterije su gram-negativne, štapićaste, asporogene, pokretne ili nepokretne, katalaza pozitivne, a oksidaza negativne bakterije. Fakultativni su anaerobi koji fermentiraju glukozu sa ili bez produkcije gasa. Familija Enterobacteriaceae obuhvata veliki broj rodova među kojima su po tradicionalnoj klasifikaciji najznačajniji: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Kluyvera* (laktoza pozitivne), *Salmonella*, *Proteus*, *Shigella*, *Yersinia*, *Hafnia* (laktoza negativne) (Cvetković i sar., 2014).

Molekularnim ispitivanjima i analizom DNK utvrđeno je da rod *Salmonella* čine dve vrste: *Salmonella enterica* (sa oko 2.500 serotipova) i *Salmonella bongori* (sa 20 serotipova). Bakterija roda *Salmonella* su uglavnom pokretni pravi štapići, sa peritrihijalnim flagelama, izuzev *S. gallinarum* i *S. pullorum* koje su nepokretne (Milutinović, 2016). Veličina ćelije varira u opsegu od 0,7-1,5 do 2,0-5,0 µm (Adams i Moss, 2008). Dobro rastu na hranljivom agaru, fermentišu glukozu (često sa produkcijom gasa) i redukuju nitrate u nitrite.

U Evropskoj uniji (EU), salmoneloze (simptomatske infekcije uzrokovanе salmonelom) i kampilobakterioze (oboljenja koja izazivaju bakterije iz roda *Campylobacter*) su najčešće zoonozne infekcije kod ljudi. Po EFSA (European Food Safety Authority) izveštajima, od 2004. godine se za svaku od njih zabeleži više od 200.000 pojedinačnih slučajeva

godišnje (EFSA, 2009). S obzirom da se *Salmonella* spp. nalaze u životnoj sredini i gastrointestinalnom traktu divljih i domaćih životinja, životinje se ovom bakterijom mogu zaraziti iz životne sredine, u kontaktu sa drugim životinjama ili kontaminiranom hranom (Gómez-Aldapa i sar., 2012), tako da kontaminacija ljudi bakterijama iz roda *Salmonella* najčešće ima sledeći tok: hrana za životinje → životinje → hrana → čovek. Kao glavni razlozi za nastanak salmoneloza kao alimentarnih toksikoinfekcija navode se neadekvatno čuvanja hrane, nedovoljan termički tretman hrane ili propusti u higijeni i proizvodnji (Škrinjar i Tešanović, 2007).

Salmonella spp. mogu rasti i opstati u velikom broju namirnica, a njihov rast u hrani kontrolišu različiti ekološki faktori, uključujući aktivnost vode (a_w), vrednost pH, hemijski sastav namernice, prisustvo prirodnih ili dodatak antimikrobnih jedinjenja, temperatura skladištenja, kao i uslovi obrade (prime-na topote i prisustvo manuelnog rada) (Gómez-Al-dapa i sar., 2012). *Salmonella* spp. je prilično otporna na nepovoljne uslove sredine i to joj omogućava da preživi u okruženju i da se širi duž čitavog lanca ishrane, od životinja do hrane životinjskog porekla ili biljaka koje su đubrene stajnjakom. Sveže voće i povrće može biti izvor kontaminacije ljudi, kao i voda koja ne odgovara kvalitetu vode za piće (Giaccone i sar., 2012).

Tradicionalne metode otkrivanja *Salmonella* spp. u hrani uključuju neselektivno predobogaćenje definisane mase ili zapremine uzorka (najčešće 25 g/mL), praćeno fazom selektivnog obogaćenja, zatim izolovanje na čvrstim selektivnim podlogama i biohemiski i serološko potvrđivanje suspektnih kolonija. Metode za otkrivanje *Salmonella* spp. propisane su od strane nekoliko organizacija kao što su: International Organization for Standardization (ISO), Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Food and Drug Administration (FDA) i Food Safety and Inspection Service (FSIS) (Lee i sar., 2014). Standardna metoda za detekciju *Salmonella* spp. u hrani prihvaćena od strane Instituta za standardizaciju Republike Srbije je Horizontalna metoda za otkrivanje, određivanje broja i serotipizaciju *Salmonella* - Deo 1: Otkrivanje *Salmonella* spp. (SRPS EN ISO 6579-1:2017). Otkrivanje *Salmonella* spp. u hrani i hrani za životinje po ovom standardu obuhvata sledeće uzastopne faze:

1. Predhodno obogaćenje u neselektivnoj tečnoj podlozi (Puferisana peptonska voda - BPW)
2. Selektivno obogaćenje upotrebom selektivne tečne Rappaport-Vassiliadis podloge sa sojom (RVS bujon) ili modifikovanog polučvrstog Rap-

paport-Vassiliadis agaru (MSRV agar) i Kauffmann tetratrationat-novobiocin bujona (MKT_{Tn})

3. Izolovanje na selektivnim čvrstim podlogama upotrebom Ksiloza lizin dezoksiholat agaru (XLD agar) i druge selektivno diferencijalne podloge po izboru (komplementarne XLD agaru)

4. Potvrđivanje suspektnih kolonija primenom biohemijskih i seroloških testova; biohemisko potvrđivanje vrši se zasejavanjem čiste kulture na odgovarajuće podloge biohemiskog niza (TSI agar, urea agar, podloga za dekarboksilaciju lizina) ili upotrebom komercijalnih testova prema uputstvu proizvođača. Serološka potvrda vrši se aglutinacijom na mikroskopskoj pločici upotrebom odgovarajućih antiseruma.

Vreme potrebno za izvođenje ove procedure zahteva 4 do 6 radnih dana.

Alternativne metode za detekciju *Salmonella* spp. podrazumevaju brzo otkrivanje *Salmonella* vrsta u uzorcima. Ove metode su obično komercijalno dostupne, omogućavaju uštedu prostora i vremena i prve rezultate daju za nekoliko sati do jednog dana. U pitanju su metode zasnivane na principu molekularnih tehnika poput lančane reakcije polimeraze-PCR, imunološke metode (ELISA testovi, testovi aglutinacije i dr.), DNK hibridizacija, biosenzori (Lee i sar, 2015).

Jedan od najčešće korištenih alternativnih testova za otkrivanje salmonele zasnovan na imunološkim reakcijama za otkrivanje *Salmonella* spp. je ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) test. U osnovi ove metode upotrebljena su specifična antitela vezana za čvrstu fazu matriksa koja prepoznaju specifične *Salmonella* spp. antigene. Nakon interakcije antigen-antitelo dolazi do enzimskog cepanja supstrata i oslobođanja fluorescentnog signala čiji je intenzitet proporcionalan količini vezanih antigena u uzorku. Različiti proizvođači razvili su sopstvene automatizovane urađaje koji rade na ovom principu, među kojima je i VIDAS® UP *Salmonella* (SPT) (bioMerieux, France) (Lee i sar, 2015).

VIDAS SPT je test za upotrebu na VIDAS instrumentima, za otkrivanje *Salmonella* vrsta u uzorcima hrane pomoću ELFA tehnike (enzimsko-vezani fluorescentni test). Zasnovan je na novoj tehnologiji rekombinantnih proteina faga. Test sadrži nastavke nalik pipetama (SPR-ove) i stripove sa spremnim reagensima. Solid Phase Receptacle (SPR) služi i kao čvrsta faza i kao pipeta za uzimanje uzorka i reagenasa. Obloženi su proteinima specifičnim za salmonela receptore. Reagensi za analizu su spremni za upotrebu i nalaze se u zatvorenim reagens stripovima (pufer za ispiranje, konjugat, supstrat).

VIDAS SPT tehnika u realizaciji podrazumeva neselektivno obogaćenje uzorka pripremom osnovnog razređanja uzorka. Ovo osnovno razređenje priprema se mešanjem uzorka sa sredstvom za razređenje (npr. Puferisana peptonska voda) u odnosu 1:9. Nakon homogenizacije osnovnom razređenju se dodaje supplement (novobiocin) koji ima za cilj sprečavanja rasta prateće mikrobiote. Osnovno razređenje se inkubira 18-24 h na 41,5±1°C. Nakon inkubiranja se 0,5 mL uzorka prenese u komercijalni „strip” i zagрева 5±1 min. na 131°C u uređaju VIDAS® Heat and Go, a zatim hlađi 10 min. Ovako pripremljen strip se zatim prenese u uređaj VIDAS SPT.

Svi koraci u analizi se vrše automatski od strane samog VIDAS aparata. Uzorak kruži u ciklusu unutar i van SPR-a u toku tačno određenog vremena. *Salmonella* receptori prisutni u uzorku vezuju se sa proteinima kojima je obložena unutrašnjost SPR-a. Nevezane komponente uzorka se eliminisu ispiranjem. Proteini označeni alkalnom fosfatazom se u ciklusu unutar i van SPR vezuju za bilo koji *Salmonella* receptor vezan za zid SPR nastavaka-pipeta. Sledi finalno ispiranje koje uklanja nevezani konjugat. U toku finalnog koraka detekcije, supstrat (4 Methyl-umbelliferyl phosphate) se uvodi u ciklus unutar i van SPR. Enzim konjugata katalizira hidrolizu supstrata u fluorescentni proizvod (4-Methyl-umbelliferone) koji se meri na 450 nm. Kada je VIDAS SPT analiza završena, rezultati se analiziraju automatski, dobija se test vrednost i izveštaj se štampa za svaki uzorak. Test vrednost se poređi sa postavljenim parametrima i svaki uzorak se interpretira (pozitivan/negativan).

Svi pozitivni rezultati sa uređaja VIDAS SPT moraju biti potvrđeni. Po preporuci proizvođača se za potvrdu rezultata kao selektivna podloga koristi CHROMID® Salmonella Agar na kojem se kolonije *Salmonella* spp. mogu uočiti kao roze do svetlo ljubičasto obojene sa nazubljenim ivicama nalik na rozetu. Podloga se inkubira na 37 °C 18-24 h. Ukoliko specifične kolonije nisu uočene, može se koristiti dalje selektivno obogaćenje korišćenjem SX2 bujona. Tipične kolonije sa selektivne podloge se dalje potvrđuju ispitivanjem biohemiskih karakteristika izolovane kulture korišćenjem API® 20 E identifikacionog sistema za Enterobakterije i druge Gram negativne rodove koji ne zahtevaju posebne uslove za rast i aglutinacionim testom (www.biomerieux.com).

VIDAS SPT je validirana mikrobiološka metoda prema EN ISO 16140 - AFNOR BIO-12/32-10/11.

MATERIJAL I METODE RADA

U cilju utvrđivanja osetljivosti uređaja VIDAS® UP *Salmonella* (otkrivanje *Salmonella* spp. prisutnih u uzorku) i specifičnosti, odnosno selektivnosti uređaja (dobijanje lažno pozitivnih rezultata, odnosno, otkrivanje *Salmonella* spp. u prisustvu drugih bakterija familije Enterobacteriaceae), pripremljeni su uzorci veštački kontaminirani salmonelom i odabranim enterobakterijama. Kulture koje su bile korišćene u ogledima su: *Salmonella Typhimurium* (ATCC 13311), *E. coli* (ATCC 25922), *Proteus mirabilis* (ATCC 12453), *Citrobacter freundii* (divlji izolat), *Enterobacter cloaceae* (divlji izolat) i *Shigella flexneri* (ATCC 9199). Kulture se čuvaju na Odeljenju za mikrobiologiju Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu na -72°C i za potrebe ogleda su fiziološki aktivirane presejavanjem na podlogu PCA (Plate Count Agar) (Himedia, India) i inkubirane 24 h na 37°C. Od svake od navedenih kultura pripremana je osnovna suspenzija ćelija prenošenjem biomase sa čvste podloge u epruvetu sa sterilnim fiziološkim rastvorom, a njena gustina je procenjena McFarland-ovim nefelometrom. Od osnovne suspenzije svake od kultura je zatim pripremljena serija razređenja kako bi se dobole odgovarajuće suspenzije za inokulaciju (za veštačku kontaminaciju). Broj ćelija u suspenzijama za inokulaciju određen je indirektnom metodom („pour

plate method“) uz korišćenje podloge PCA i inkubiranje do 48 h na 37°C.

U cilju ispitivanja uticaja matriksa na otkrivanje *Salmonella* spp. na uređaju VIDAS® UP korišćeni su sledeći proizvodi od soje: SOPRO-UTB 100 (obezmašeno umereno tostovano sojino brašno, 0144/02-0219 BFL 410000020) i TRADCON F200 (F-200/F70281/20.05.20/lot. 023I). Navedeni proizvodi su ispitani i referentnom metodom za otkrivanje *Salmonella* spp. - SRPS EN ISO 6579-1:2017: Mikrobiologija lanca hrane - Horizontalna metoda za otkrivanje, određivanje broja i serotipizaciju *Salmonella* - Deo 1: Otkrivanje *Salmonella* spp.

Ispitanje navedenih uzoraka je obavljeno u tri nezavisna ponavljanja, nakon čega su rezultati statistički obrađeni korišćenjem programa Microsoft Excel 2010.

REZULTATI I DISKUSIJA

Kako bi se ispitala osetljivost uređaja VIDAS® UP *Salmonella* (otkrivanje *Salmonella* spp. prisutnih u uzorku) i specifičnosti, odnosno selektivnost uređaja (dobijanje lažno pozitivnih rezultata, odnosno, otkrivanje *Salmonella* spp. u prisustvu drugih bakterija familije Enterobacteriaceae), pripremljeni su uzorci koji su veštački kontaminirani salmonelom i odabranim enterobakterijama (tabela 2).

Tabela 2. Uzorci za ispitivanje sa očekivanim brojem *Salmonella* spp. u kontaminiranim uzorcima (ogled I)
Table 2. Tested samples with expected number of *Salmonella* spp. in contaminated samples (experiment I)

Uzorak Sample	Opis uzoraka Description of samples
I/I	„Slepa proba“* kontaminirana kulturom <i>Salmonella Typhimurium</i> , nivo kontaminacije: <10 cfu**/25 g
II/I	„Slepa proba“ kontaminirana kulturom <i>Salmonella Typhimurium</i> , nivo kontaminacije: 10-100 cfu/25 g
III/I	„Slepa proba“ kontaminirana kulturom <i>Salmonella Typhimurium</i> , nivo kontaminacije: >100 cfu/25 g
IV/I	„Slepa proba“ kontaminirana kulturama <i>S. Typhimurium</i> , <i>E. coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter cloaceae</i> i <i>Shigella flexneri</i> , nivo kontaminacije <i>S. Typhimurium</i> : <10 cfu/25 g
V/I	„Slepa proba“ kontaminirana kulturama <i>S. Typhimurium</i> , <i>E. coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter cloaceae</i> i <i>Shigella flexneri</i> , nivo kontaminacije <i>S. Typhimurium</i> : 10-100 cfu/25 g
VI/I	SOPRO-UTB 100
VII/I	SOPRO-UTB 100 kontaminiran kulturom <i>Salmonella Typhimurium</i> (SOPRO-UTB 100 + salmonela); nivo kontaminacije: <10 cfu/25 g
VIII/I	„Slepa proba“ kontaminirana kulturama <i>E. coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter cloaceae</i> i <i>Shigella flexneri</i> ; nivo kontaminacije: <100 cfu/25 g

* „Slepa proba“ podrazumeva da je u fazi obogaćenja korišćeno 25 g sterilnog fiziološkog rastvora kao uzorak

** cfu – broj jedinica koje formiraju kolonije (engl. colony forming units)

Broj ćelija u osnovnim suspenzijama određen je indirektnom metodom, nakon čega je utvrđen broj ćelija pojedinih kultura u veštački kontaminiranim uzorcima (tabela 3).

Tabela 3. Broj ćelija pojedinih kultura u osnovnim suspenzijama za inokulaciju i veštački kontaminiranim uzorcima (ogled I)

Table 3. Number of cells of bacterial culture in basic inoculation suspensions and contaminated samples (experiment I)

Kultura Culture	Broj ćelija u osnovnoj suspenziji za inokulaciju ($X_{sr} \pm SD$) (cfu/mL) Cell number in basic suspension for inoculation ($X_{sr} \pm SD$) (cfu/mL)	Broj ćelija u veštački kontaminiranim uzorcima (cfu/25 g) Cell number in contaminated samples (cfu/25g)
<i>Salmonella</i> Typhimurium	$8,0 \times 10^8 \pm 0,4 \times 10^8$	<ul style="list-style-type: none"> • Uzorak I: <1 • Uzorak II: 8 • Uzorak III: 80 • Uzorak IV: <1 • Uzorak V: 8 • Uzorak VII: 8
<i>E. coli</i>	$4,6 \times 10^9 \pm 0,8 \times 10^9$	• Uzorci IV, V i VIII: 4.600
<i>Proteus mirabilis</i>	$5,7 \times 10^8 \pm 0,1 \times 10^8$	• Uzorci IV, V i VIII: 570
<i>Citrobacter freundii</i>	$3,6 \times 10^9 \pm 0,4 \times 10^9$	• Uzorci IV, V i VIII: 3.600
<i>Enterobacter cloaceae</i>	$8,0 \times 10^8 \pm 0,6 \times 10^8$	• Uzorci IV, V i VIII: 800
<i>Shigella flexneri</i>	$5,0 \times 10^8 \pm 0,6 \times 10^8$	• Uzorci IV, V i VIII: 500

U tabeli 4 dati su rezultati ispitivanja prisustva *Salmonella* spp. u uzorcima I/I-VIII/I koje je izvede-

no VIDAS-om i ISO metodom.

Tabela 4. Otkrivanje *Salmonella* spp. u uzorcima I/I-VIII/I VIDAS i ISO metodom (ogled I) sa postignutim nivoima kontaminacije

Table 4. Presence of *Salmonella* spp. in samples I/I-VIII/I determined with VIDAS and ISO method (experiment I) with achieved contamination levels

Oznaka uzorka Sample	Kultura i nivo kontaminacije Culture and level of contamination	<i>Salmonella</i> spp. (u/ in 25 g)	
		VIDAS	ISO 6579-1:2017
I/I	<i>Salmonella</i> spp. (<1 ćelija/25g)	odsutno/absent	odsutno
		odsutno	odsutno
		odsutno	odsutno
II/I	<i>Salmonella</i> spp. (8 ćelija/25g)	prisutno/present	-*
		prisutno	-
		prisutno	-
III/I	<i>Salmonella</i> spp. (80 ćelija/25g)	prisutno	-
		prisutno	-
		prisutno	-
IV/I	<i>Salmonella</i> spp. (<1 ćelija/25g) + Enterobacteriaceae (500-4.600 ćelija/25g)	odsutno	-
		odsutno	-
		odsutno	-
V/I	<i>Salmonella</i> (8 ćelija/25g) + Enterobacteriaceae (500-4.600 ćelija/25g)	prisutno	prisutno
		prisutno	prisutno
		prisutno	prisutno
VI/I	SOPRO-UTB 100	odsutno	odsutno
		odsutno	odsutno
		odsutno	odsutno
VII/I	SOPRO-UTB 100 + <i>Salmonella</i> spp. (8 ćelija/25g)	odsutno	prisutno
		odsutno	prisutno
		odsutno	prisutno
VIII/I	Enterobacteriaceae (500-4.600 ćelija/25g)	odsutno	odsutno
		odsutno	odsutno
		odsutno	odsutno

* - nije potvrđivano ISO metodom / not confirmed with ISO method

Rezultati određivanja broja ćelija u suspenzijama za inokulaciju su pokazali da za uzorke I/I i IV/I nije ostvaren željeni nivo kontaminacije salmoneлом (do 10 cfu/25 g). U uzorku proizvoda od soje SOPRO-UTB 100 koji je ispitana na prisustvo *Salmonella* spp. i referentnom metodom SRPS EN ISO 6579-1:2017 nije dokazano prisustvo ove bakterije. VIDAS je pokazao visoku osetljivost i selektivnost imajući u vidu rezultate dobijene za uzorke koji su bili pozitivni na *Salmonella* spp., kao i one dobijene za uzorke sa enterobakterijama kao pratećom mikrobiotom. Međutim, uređaj nije detektovao salmonelu u uzorku VII/I (SOPRO-UTB 100 + *Salmonella* spp. za nivo kontaminacije od 8 ćelija/25g). Objasnjenje ovog rezultata je u činjenici da je prilikom termičkog tretmana uzorka nakon obogaćenja (uzorci su zagrevani na ključalom vodenom kupatilu 5 min), a pre njegovog prenošenja u Vidas „stripove“, došlo do koagulisanja koje je verovatno doprinelo

dobijanju lažno negativnog rezultata za uzorak VII/I. Nakon diskusije o dobijenim rezultatima preporuka bioMérieux SRB je da se za pripremu osnovnog razređenja uzorka poput SOPRO-UTB 100 koriste sterilne kese manje poroznosti filtera (tzv. „Tempo“ kese) u odnosu na one korišćene u ovom ogledu. Ovo bi trebalo da obezbedi bolje filtriranje osnovnog razređenja i spreči nepoželjno koagulisanje uzorka (dela filtrata) prilikom termičkog tretmana.

U cilju provere rezultata dobijenih u ogledu I (lažno negativni rezultati) obavljeno je dodatno ispitivanje u okviru koga su za pripremu osnovnog razređenja uzorka korišćene preporučene „Tempo“ kese. Uzorci su nakon obogaćenja zagrevani na ključalom vodenom kupatilu 5 min. Za ovo ispitivanje pripremljeni su uzorci (tabela 5) na način kao i u prethodnom ogledu.

Tabela 5. Uzorci za ispitivanje sa očekivanim brojem ćelija u kontaminiranim uzorcima (ogled II)

Table 5. Tested samples with expected number of cells in contaminated samples (experiment II)

Oznaka uzorka Sample	Opis uzorka Description of samples
I/II	SOPRO-UTB 100 u kom prethodno nije dokazano prisustvo salmonele SOPRO-UTB 100 without salmonae
II/II	SOPRO-UTB 100 kontaminiran sa <i>Salmonella</i> Typhimurium (SOPRO-UTB 100 + <i>Salmonellae</i>); nivo kontaminacije: <10 cfu/25 g/SOPRO-UTB 100 contaminated with S. Typhimurium; contamination level: <10 cfu/25 g
III/II	SOPRO-UTB 100 kontaminiran sa <i>S. Typhimurium</i> ; nivo kontaminacije: 10-100 cfu/25 g) / SOPRO-UTB 100 contaminated with <i>S. Typhimurium</i> ; contamination level: 10-100 cfu/25 g
IV/II	„Slepa proba“ kontaminirana kulturama <i>E. coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter cloaceae</i> i <i>Shigella flexneri</i> ; nivo kontaminacije: 100-1.000 cfu/25 g) / „Blank sample“ contaminated with <i>E. coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter cloaceae</i> i <i>Shigella flexneri</i> ; nivo kontaminacije: 100-1.000 cfu/25 g)

U tabeli 6 je dat broj ćelija pojedinih kultura korišćenih u ogledu II određen indirektnom metodom i na osnovu toga broj ćelija pojedinih kultura u veštački kontaminiranim uzorcima. Ovi rezultati

pokazuju da je u ovom ogledu postignut željeni nivo kontaminacije za sve pojedinačne uzorke.

Tabela 6. Broj ćelija pojedinih kultura u osnovnim suspenzijama za inokulaciju i veštački kontaminiranim uzorcima (ogled II)

Table 6. Number of cells of bacterial culture in basic inoculation suspensions and contaminated samples (experiment II)

Kulture Bacterial cultures	Broj ćelija u osnovnoj suspenziji za inokulaciju ($X_{sr} \pm SD$) (cfu/mL) Cell number in basic suspension for inoculation ($X_{sr} \pm SD$) (cfu/mL)	Broj ćelija u veštački kontaminiranim uzorcima (ćelija/25 g) Cell number in artificially contaminated samples (cell/25g)
<i>Salmonella</i> <i>Typhimurium</i>	$4,3 \times 10^8 \pm 0,3 \times 10^8$	• Uzorak / Sample II/II: 4 • Uzorak / Sample III/II: 40
<i>E. coli</i>	$3,1 \times 10^8 \pm 0,1 \times 10^8$	• Uzorak / Sample IV/II: 310
<i>Proteus mirabilis</i>	$4,4 \times 10^8 \pm 0,8 \times 10^8$	• Uzorak / Sample IV/II: 440
<i>Citrobacter freundii</i>	$4,4 \times 10^8 \pm 0,1 \times 10^8$	• Uzorak / Sample IV/II: 440
<i>Enterobacter cloaceae</i>	$4,8 \times 10^8 \pm 0,8 \times 10^8$	• Uzorak / Sample IV/II: 480
<i>Shigella flexneri</i>	$3,0 \times 10^8 \pm 0,6 \times 10^8$	• Uzorak IV/II: 300

U tabeli 7 dati su rezultati ispitivanja prisustva *Salmonella* spp. u uzorcima I/II-IV/II VIDAS i ISO metodom.

Tabela 7. Rezultati otkrivanja *Salmonella* spp. VIDAS i ISO metodom (ogled II)

Table 7. Presence of *Salmonella* spp. detected with VIDAS and ISO method (experiment II)

Oznaka uzorka Sample	Kultura i nivoi kontaminacije Culture and contamination level	<i>Salmonella</i> spp. (u / in 25 g) - VIDAS	<i>Salmonella</i> spp. (u / in 25 g) ISO 6579-1:2017
I/II	SOPRO-UTB 100	odsutno / absent	odsutno
		odsutno	odsutno
		odsutno	odsutno
II/II	SOPRO-UTB 100 + <i>Salmonella</i> (4 ćelije/25g)	odsutno	prisutno
		odsutno	prisutno
		odsutno	prisutno
III/II	SOPRO-UTB 100 + <i>Salmonella</i> (40 ćelija/25g)	odsutno / absent	-*
		prisutno	-
		prisutno	-
IV/II	SOPRO-UTB 100 + ENT** (300-480 ćelija/25g)	odsutno	-
		odsutno	-
		odsutno	-

* - nije potvrđivano ISO metodom / not confirmed with ISO method

** - ENT - *Enterobacteriaceae*

Rezultati otkrivanja salmonele VIDAS-om za uzorce I/II-IV/II (tabela 7) su pokazali visoku specifičnost, s obzirom da salmonela nije detektovana u uzorcima I/II i IV/II. Pored toga, prilikom ispitivanja osetljivosti uređaja za različite nivoje kontaminacije salmonelom potvrđeno je njeno prisustvo u veštački kontaminiranom uzorku III/II (za nivo kontaminacije od oko 40 ćelija/25 g), ali ne i u veštački kontaminiranom uzorku II/II (za nivo kontaminacije od oko 4 ćelije/25 g). Uporednim ispitivanjem je u uzorku II/II ISO metodom potvrđeno prisustvo *Salmonella* spp.

Kako bi se dodatno ispitao uticaj matriksa na rezultate ispitivanja VIDAS-om, kao i osetljivost uređaja, realizovano je ispitivanje salmonelom kontaminiranog uzorka proizvoda od soje TRADCON

F200 (Ogled III). U ovom proizvodu je prethodno dokazano odsustvo *Salmonella* spp. metodom SRPS EN ISO 6579-1:2017. U tabeli 8 je dat opis uzorka iz ovog ogleda sa nivoima kontaminacije. Pored toga, za potrebe ovog ogleda uzorci su nakon obogaćenja tretirani u uređaju „Vidas® Heat & Go” kako bi se ispitao njegov značaj na rezultate otkrivanja salmonele, tj. na dobijen negativan rezultat prisustva *Salmonella* spp. za uzorak II/II u ogledu II.

Tabela 8. Uzorci za ispitivanje i nivoi kontaminacije *Salmonella* spp. (ogled III)
Table 8. Tested samples on level of contamination with *Salmonella* spp. (experiment III)

Oznaka uzorka Sample	Opis uzorka Description of samples
I/III	TRADCON F200
II/III	TRADCON F200 kontaminiran kulturom <i>Salmonella</i> Typhimurium, nivo kontaminacije: <10 cfu/25 g TRADCON F200 contaminated with S. Typhimurium; contamination level: <10 cfu/25 g
III/III	TRADCON F200 kontaminiran kulturom <i>Salmonella</i> Typhimurium, nivo kontaminacije: 10-100 cfu/25 g TRADCON F200 contaminated with S. Typhimurium, contamination level: 10-100 cfu/25 g

U tabeli 9 dat je broj ćelija *Salmonella* Typhimurium u osnovnoj suspenziji za inokulaciju, kao i

broj ćelija u veštački kontaminiranim uzorcima.

Tabela 9. Broj *Salmonella* Typhimurium u osnovnim suspenzijama za inokulaciju i kontaminiranim uzorcima (ogled III)

Table 9. Number of *Salmonella* Typhimurium in basic inoculation suspension and in contaminated samples (experiment III)

Kultura Culture	Broj ćelija u osnovnoj suspenziji za inokulaciju ($X_{sr} \pm SD$) (cfu/mL) Number of cell in basic suspension for inoculation ($X_{sr} \pm SD$) (cfu/mL)	Broj ćelija u kontaminiranim uzorcima Number of cell in contaminated samples (cell/25g)
<i>Salmonella</i> Typhimurium	$6,4 \times 10^8 \pm 0,6 \times 10^8$	Uzorak / sample II: 6 Uzorak / sample III: 60

Rezultati iz tabele 9 pokazuju da su postignuti željeni nivoi kontaminacije uzorka salmonelom od <10 ćelija/25 g i 10-100 ćelija/25 g. U tabeli 10 dati su rezultati otkrivanja *Salmonella* spp. u uzorcima I/III-III/III VIDAS i ISO metodom.

Tabela 10. Otkrivanje *Salmonella* spp. u uzorcima I/III-III/III VIDAS i ISO metodom (ogled III)

Table 10. Presence of *Salmonella* spp. in samples I/III-III/III with VIDAS and ISO method (experiment III)

Oznaka uzorka Sample	<i>Salmonella</i> spp. (u 25 g) - VIDAS	<i>Salmonella</i> spp. (u 25 g) - ISO 6579-1:2017
I/III	odsutno / absent	odsutno
	odsutno	odsutno
	odsutno	odsutno
II/III	prisutno / present	prisutno
	prisutno	prisutno
	prisutno	prisutno
III/III	prisutno	prisutno
	prisutno	prisutno
	prisutno	prisutno

Rezultati iz tabele 10 su pored specifičnosti pokazali i visoku osetljivost uređaja VIDAS, s obzirom da je i u veštački kontaminiranim sojinom materijalu za nizak nivo kontaminacije (6 ćelija/25g) dokazano prisustvo *Salmonella* spp. što je potvrđeno i rezultatima dobijenim za referentnu ISO metodu.

ZAKLJUČAK

Osetljivost i specifičnost uređaja VIDAS® u slučaju otkrivanja *Salmonella* spp. utvrđena ispitivanjem veštački kontaminiranih „slepih proba” bila je maksimalna, uzimajući u obzir i nivo kontaminacije manji od 10 ćelija *Salmonella* spp./25g.

Osetljivost i specifičnost uređaja VIDAS® i u slučaju veštački kontaminiranih uzoraka sojinog materijala bila je zadovoljavajuća. Prisustvo enterobakterija u veštački kontaminiranim uzorcima nije uticalo na rezultate otkrivanja *Salmonella* spp. uređajem VIDAS®. Kako bi se eliminisao nepovoljan uticaj matriksa (belančevinast, praškast materijal) na rezultate otkrivanja *Salmonella* spp. potrebno je upotrebiti odgovarajuće kese za pripremu osnovnog razređenja uzorka, kao i uređaj VIDAS® Heat & Go.

Nakon ove interne validacije, tokom korišćenja uređaja VIDAS® u Mikrobiološkoj laboratoriji Sojaprotein potrebno je nastaviti sa daljim praćenjem

osetljivosti i specifičnosti uređaja u skladu sa propisom internom procedurom.

Napomena

Interna laboratorija Sojaproteina d.o.o., Bečej, kao i rezultati predstavljeni u ovom radu, prezentovani su na 62. Savetovanju industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, održanom od 27. juna do 2. jula 2021. godine u Herceg Novom, Crna Gora.

LITERATURA

1. Adams, M.R., Moss, M.O. (2008). Food Microbiology (Third Edition). University of Surrey, Goildford, UIC.
2. Cvetković, D., Veličanski, A., Markov, S. (2014). Praktikum iz mikrobiološke kontrole bioprosesa, Tehnološki fakultet Novi Sad.
3. EN ISO 16140 - AFNOR BIO-12/32-10/11.
4. Giaccone V., Catellani P., Alberghini L. (2012). Food as Cause of Human Salmonellosis, In: *Salmonella - A Dangerous Foodborne Pathogen*, Ed. B. Mahmoud, United States Department of Agriculture.
5. Gómez-Aldapa C.A., del Refugio Torres-Vitela M., Villarruel-López A., Castro-Rosas J. (2012): The Role of Foods in *Salmonella* Infections, In: *Salmonella – A Dangerous Foodborne Pathogen*, Ed.: B. Mahmoud, United States Department of Agriculture.
6. Lee, K.M., Runyon, M., Herrman, T.J., Phillips, R., Hsieh, J. (2015). Review of *Salmonella* detection and identification methods: Aspects of rapid emergency response and food safety. Food Control, 47: 264-276.
7. Milutinović, M. (2016). Bakteriološka ispravnost hrane na teritoriji grada Niša, Master rad, Univerzitet u Nišu, Departman za biologiju i ekologiju PMF-a, Niš.
8. Škrinjar, M., Tešanović, D. (2007). Hrana u ugostiteljstvu i njeno čuvanje. Univerzitet u Novom Sadu, Peirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
9. SRPS EN ISO 6579-1:2017: Horizontalna metoda za otkrivanje, određivanje broja i serotipizaciju *Salmonella* - Deo 1: Otkrivanje *Salmonella* spp.
10. www.biomerieux.com
11. www.sojaprotein.rs/o-nama

IN MEMORIAM**Mr BOGDAN BERIĆ
1935 – 2021.**

Dana 12.01.2021. godine u Novom Sadu je iznenada preminuo **mr Bogdan Berić**, dugogodišnji direktor (1981-2001. godine) Poslovne zajednice „Industrijsko bilje” Novi Sad.

Mr Bogdan Berić, rođen je 1935. godine u Varivodama, Šibenik, Republika Hrvatska. Kolonizacijom je 1946. godine dospeo u Riđici, opština Sombor. Završio je Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu i postdiplomske studije na Ekonomskom fakultetu u Subotici iz oblasti marketinga.

Radio je u Zemljoradničkoj zadruzi u Riđici, Sombor gde je bio direktor Zadruge. Od poljoprivrednih i prehrambenih organizacija, radio je u Somboru u Asocijaciji poljoprivrednih kombinata u Bačkoj „Poljoprodukt”.

Bio je direktor Poljoprivrednog kombinata „Bačka” Sombor i jedno vreme direktor uljare Fabrike ulja „Inus” Sombor. Kao iskusan rukovodeći stručnjak predložen je da obavlja odgovornu funkciju kao predsednik poslovnog udruženja „Industrijsko bilje” sa sedištem u Novom Sadu. Mr Bogdan Berić, se od kraja 1980. godine zapošljava u Poslovnoj zajednici za industrijsko bilje u Novom Sadu.

Nakon godinu dana konsultacija sa odgovornima u vlasti, mr Bogdan Berić postavljen je na funkciju predsednika i direktora Poslovne zajednice „Industrijsko bilje”, 1981. godine postavljen je mr Bogdan Berić, direktor Fabrike ulja „Inus” Sombor, i na toj funkciji je ostao sve do penzionisanja 2001. godine.

Od društveno-političkih funkcija bio je: odbornik Skupštine opštine Sombor, sekretar opštinske organizacije Saveza komunista Sombor, partijski aktivista Pokrajinskog komiteta Saveza komunista Novi Sad i aktivista Centralnog Komiteta Saveza komunista Beograd.

NAJAVA DOGAĐAJA



U organizaciji Univerziteta u Novom Sadu, Tehnološkog fakulteta Novi Sad, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, DOO „Industrijsko bilje“ Novi Sad i Saveta tehnologa industrije ulja, u kontinuitetu, uz ogromne napore i bez prekida izazvanih globalnom krizom uzrokovanim pandemijom COVID-19, održaće se **63. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem u periodu od 26. juna do 1. jula 2022. godine u Herceg Novom u Crnoj Gori** (Hunguest Hotel „Sun Resort“, www.hunguesthotels.com/cs/hotels). Više informacija se može dobiti putem e-maila: office@indbilje.co.rs ili videti na web sajtovima www.indbilje.co.rs; www.tf.uns.ac.rs i www.ifvcns.rs.

NAJAVA DOGAĐAJA

20. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O SUNCOKRETU
20-23. jun 2022. godine

20th INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE
June 20-23, 2022



Iako globalna kriza izazvana virusom COVID-19 utiče na sve aspekte našeg života, Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada i Međunarodna asocijacija za suncokret (ISA) sa sedištem u Parizu, kao organizatori **20. Međunarodne konferencije o suncokretu/20th International Sunflower Conference (ISC2020) u Novom Sadu** u Srbiji, pomno prate situaciju od početka krize.

Kako su zdravlje i bezbednost svih učesnika konferencije, naravno najvažniji, konferencija će nakon dve godine odlaganja biti održana u periodu **od 20. do 23. juna 2022. godine**. I u ovim teškim uslovima krize, ISC2020 je nastavlja dugogodišnju tradiciju konferencija o suncokretu i time pruža mogućnost da istraživači iz celog sveta i svi koji se bave oplemenjivanjem, semenarstvom, proizvodnjom i preradom suncokreta razmene iskustva o najnovijim dostignućima iz ovih oblasti.

Više informacija na www.isc2020.com i www.isasunflower.org.

NAJAVA DOGAĐAJA

**11. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O ISTRAŽIVANJIMA NA SOJI
2022. godine**

**WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE 11
2022**



Iz već navedenih razloga krize uzrokovane virusom COVID-19, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad (IFVCNS) je, kao organizator 11. Međunarodne konferencije o istraživanjima na soji/World Soybean Research Conference 11 (WSRC 11), planira da konferenciju **održi 2022. godine u Novom Sadu** u Srbiji. Ovo je prvi put da je ova konferencija organizovana u Evropi na kojoj je planirano da se okupi preko 1000 istraživača i stručnjaka iz celog sveta sa najnovijim saznanjima iz oblasti oplemenjivanja, gajenja i prerade ove važne uljano-proteinske biljne vrste. Više informacija o terminu održavanja i o konferenciji uopšte na sajtu www.wsrc11.com.

NAJAVA DOGAĐAJA

**19. Euro Fed Lipid kongres
17-20. septembar 2023. godine**

**19th Euro Fed Lipid Congress
September 17-20, 2023**



Kako je pandemija COVID-19 u poslednjih skoro dve godine uzdrmala čitav svet, pa i kongresnu industriju, „*Euro Fed Lipid e.V. - Evropska federacija za nauku i tehnologiju lipidâ*” je organizator, a „*DGF - German Society for Fat Science*” je, već tradicionalni 18. svetski Kongres o lipidima pod nazivom „**Euro Fed Lipid**” planiran da se održi od 17. do 20. oktobra 2021. godine u Lajpcigu, u Nemačkoj, održala virtualno od 18. do 21. oktobra 2021. (On-line Meeting).

Uprkos teškim okolnostima uzrokovanim pandemijom COVID-19, organizatori se nadaju da će se situacija što pre normalizovati, pa sledeći 19. svetski Kongres o lipidima **19th Euro Fed Lipid Congress and Expo**, planiraju da se održi od **17. do 20. septembra 2023. godine u Poznanju, u Poljskoj**. Više informacija na www.eurofedlipid.org.

UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA

OPŠTE NAPOMENE

Časopis „Uljarstvo“ objavljuje: **originalne naučne radove, pregledne i stručne radove** i druge priloge (prikaze knjiga, izveštaje sa naučnih i drugih skupova, informacije i drugo).

Originalni naučni rad sadrži neobjavljene rezultate sopstvenih istraživanja koji moraju da budu tako obradeni 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 strike i širenje znanja u određenoj oblasti na osnovu primene poznatih metoda i naučnih rezultata.

Sve prispele radove redakcija upućuje recenzentima radi mišljenja o njihovom objavljinjanju. Posle prihvatanja radova za štampanje na osnovu mišljenja recenzentata, radovi se lektorišu. Redakcija zadržava pravo na manje korekcije rukopisa, a u spornim slučajevima to čini u sporazumu sa autorima.

Radovi se štampaju latinicom na srpskom jeziku, a pojedini originalni naučni i pregledni radovi 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. Autori su potpuno odgovorni za sadržaj rada.

PRIPREMA RUKOPISA

Rad se dostavlja u elektronskoj formi pripremljen i sačuvan kao MS Word fajl (**.doc ili .docx**), veličina strane (Size) **A4** i sve **margine 2,5 cm**, Font: **Times New Roman**, veličina slova (Font Size): **12**, Justified, Body Text, Indentation: 0 cm Left, 0 cm Right, Special: First Line by 0 cm, Spacing: 0 pt Before, 6 pt After, Line spacing: Single.

Tabele treba da budu ubaćene u tekst na odgovarajuće mesto, nazvane kao Tabela... i numerisane arapskim brojevima po rastućem redosledu i iznad njih dat naziv na srpskom i na engleskom

jeziku. Tekstualni deo u tabeli, takođe treba da bude dat na srpskom i engleskom jeziku.

Slike (fotografije, grafikoni, šeme i dr.) treba da budu crno-bele, ubaćene u tekst na odgovarajuće mesto, nazvane kao Slika..., numerisane arapskim brojevima po rastućem redosledu i ispod njih dat naziv na srpskom i na engleskom jeziku. Slike treba da budu dostavljene i kao **posebni fajlovi (.tiff, min. 300 dpi, prilagođene crno-beloj tehnici štampe, dimenzije najmanje 9×12 cm)**.

Stranice rada se označavaju arapskim brojevima, u donjem desnom uglu.

Ispod naslova rada, navodi se puno ime i prezime svih autora.

Naslov rada sa indeksom označava da je rad saopšten na nekom naučnom skupu, čiji se tačan naziv, mesto i datum održavanja navodi u objašnjenju indeksa na kraju rada.

U donjem slobodnom prostoru na prvoj stranici rada navodi se za sve autore puno ime i prezime, naziv institucije, adresa kao i mejl adresa autora zaduženog za korespondenciju.

Uz rad se prilaže kratak izvod (do 250 reči) sa naznakom ključnih reči (do pet). Izvod mora da sadrži cilj, metode, rezultate i zaključke rada. Naslov rada, izvod, ključne reči, kao i naslovi i tekstualni delovi tabela, slika i grafikona, daju se i na engleskom jeziku, ispod teksta na srpskom jeziku.

Po obimu rad ne treba da ima više od 20 stranica, uključujući sve priloge.

U radu autori treba da se pridržavaju Međunarodnog sistema jedinica (SI), odnosno važeće zakonske regulative (Zakona o metrologiji (Sl. glasnik br. 15/2016) i Pravilnika o merilima (Sl. glasnik br. 3/2018)).

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, cilj 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, slikama, grafikonima i šemama, sa komentarima. 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 treba izbegavati ponavljanje podataka iz tabela, već isticati 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.

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.

U tekstu, citirana literatura se označava imenom autora i godinom publikacije. Autori su odgovorni za tačnost svih podataka koji se navode u literaturi. Navodi literature sadrže: prezime i inicijal imena jednog ili više autora, godinu, naslov rada, naziv časopisa bez skraćenja (može biti skraćen, ali samo prema *World List of Scientific Periodicals*), broj volumena (broj časopisa ili mesec navode se samo za časopise koji u svakom broju označavanje stranica počinju sa brojem 1) i brojeve stranica na kojima 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. Detalji u vezi sa navođenjem literature su dati u *Template* fajlu rada. Svi literaturni navodi navedeni u spisku literature moraju biti pomenuti i u tekstu i obrnuto.

Primeri navođenja punih naziva korišćenih literaturnih izvora:

Knjige: Karlović, Đ., Andrić, N. (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, str. 35-42, 185-375, 380-388.

Monografije: Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D. (2003). Oplemenjivanje suncokreta, Monografija, DOO „Školska knjiga”, Novi Sad, str. 178-182.

Poglavlja u knjizi: Grompone, M. (2005). Sunflower Oil, pp. 655-725. u: Editor, F. Shahidi, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Vol. 2., J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.

Diplomski, magistarski, specijalistički i seminarски radovi, doktorske disertacije: Petrović, J. (2009). Tehnološki kvalitet semena oleinskog suncokreta sa izmenjenim sastavom tokoferola, Diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

Rad u časopisu: Kamal-Eldin, A. (2006). Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 108: 1051-1061.

Rad saopšten na skupu i štampan u zborniku, u celini ili kao abstrakt: Dozet, B., Vuković, Z. (2007). Perspektive oleinskog tipa suncokreta u Srbiji. 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, str. 21-26.

Pravilnici: Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, Službeni list Srbije i Crne Gore br. 23/2006.

Internet stranice: www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf, 10.03.2011.

Standardi: Srpski standard SRPS ISO 3960 (2001). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

Radove treba dostaviti na adresu:

Univerzitet u Novom Sadu
Tehnološki fakultet Novi Sad
Časopis Uljarstvo
21000 Novi Sad
Bulevar cara Lazara 1
Republika Srbija

odnosno na mejl adresu:
uljarstvo.tf@uns.ac.rs

Samo za pripremljene radove koji budu dostavljeni redakciji (uredništvu) najkasnije **do 31. jula** tekuće godine i koji budu uzeti u proces pripreme za objavljivanje (recenzija, lektorisanje, tehnička priprema ...), postoji mogućnost objavljivanja u broju časopisa za istu godinu. U suprotnom radovi će ući u proceduru objavljivanja za sledeći broj (godinu).

Uredništvo

INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS

GENERAL INFORMATION

The journal „Uljarstvo” (Journal of Edible Oil Industry) publishes: **original scientific papers, review articles, technical papers** and other works (book reviews, reports from scientific or other meetings, informations, etc.).

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.

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.

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.

MANUSCRIPT PREPARATION

The paper is submitted in electronic form prepared and saved as MS Word file (**.doc** or **.docx**), page size (Size) **A4** and all **margins of 2.5 cm**, Font: **Times New Roman**, font size: **12**, Justified, Body Text, Indentation: 0 cm Left, 0 cm Right, Special:

First Line by 0 cm, Spacing: 0 pt Before, 6 pt After, Line spacing: Single.

Tables should be inserted into the text in the appropriate place, named as Table ... and numbered in Arabic numerals in the growing order and above the name in Serbian and English. The text in the table should also be given in Serbian and English.

Figures (photographs, charts, charts, etc.) should be black and white, inserted into the text at the appropriate place, named Image ..., numbered in Arabic numerals in the order in which they appear, and the name given in Serbian and in English is given below. Images should also be delivered as **separated files (.tiff**, min 300 dpi, adapted for black and white printing, dimensions of at least 9×12 cm).

The work pages are marked with Arabic numerals in the upper right corner.

The name and surname of the author(s) should be printed under the title.

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.

In the lower free space on the first page of the article, the full name, the name of the institution, the address, and the email address of the author in charge of correspondence are given to all authors.

A short copy (up to 250 words) with a keyword (up to five) is attached to the paper. The copy must contain the objective, methods, results and conclusions of the paper. The title of work, statement, key words, as well as the titles and textual parts of the tables, pictures and graphs are also given in English, below the text in the Serbian language.

Manuscripts should not be longer than 20 pages, including all appendices.

The authors should adhere to the International Unit System of Units (IS), that is, the current legal regulations (the Law on Metrology (Official Gazette No. 15/2016) and the Rulebook on Measures (Official Gazette No. 3/2018)).

Original scientific and technical paper, as a rule, should include: introduction, material and methods of work, results, discussion and literature, and conclusions are mandatory. The introductory part gives a brief overview of the literature related to the work, the shortest review of previous examinations, the purpose and purpose of the work. Recognized and well-known methods and techniques of work should be designated by the name or reference in the literature, and their own modifications should be described and contain sufficient data to be repeated. The results are represented by tables, images, charts

and schemes, with comments. Titles should be as short and clear as possible, and contain all the necessary explanations so that they can be understood without reading the text. The text should avoid repeating data from the table, but to highlight the most important observations. The discussion interprets the obtained results with reference to the literature data, if any. When downloading results, tables, charts, diagrams or images from literature, in particular for a transparent work, the author is obliged to accurately indicate the original literature.

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.

In the text, quoted literature is indicated by the author's name and year of publication. The authors are responsible for the accuracy of all the information given in the literature. The references to the literature contain: the surname and the initials of the names of one or more authors, the year, the title, the title of the journal without abbreviations (may be abbreviated but only according to the World List of Scientific Periodicals), the number of volumes (number of the journal or month are given only for journals in each number of page marking begin with number 1) and the numbers of pages on which the quoted work begins and ends. In the case of a book, it is necessary to indicate the author, title, publisher name, place and year of publication and the citation page. Details about referencing literature are given in the Template file. All literature references listed in the literature must be mentioned both in the text and vice versa.

Examples of naming the full names of the used literary sources:

Books: Karlović, Đ., Andrić, N. (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, str. 35-42, 185-375, 380-388.

Monographs: Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D. (2003). Oplemenjivanje suncokreta, Monografija, DOO „Školska knjiga”, Novi Sad, str. 178-182.

Chapters in the book: Grompone, M. (2005). Sunflower Oil, pp. 655-725. u: Editor, F. Shahidi, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Vol. 2., J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.

Graduate, master's, specialist and seminar papers, doctoral dissertations: Petrović, J. (2009). Tehnološki kvalitet semena oleinskog suncokreta sa izmenjenim sastavom tokoferola, Diplomski rad,

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

Journal paper: Kamal-Eldin, A. (2006). Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 108: 1051-1061.

Conference paper, full or as an abstract: Dozet, B., Vuković, Z. (2007). Perspektive oleinskog tipa suncokreta u Srbiji. 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, str. 21-26.

Rulebooks: Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, Službeni list Srbije i Crne Gore br. 23/2006.

Website: www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf, 10.03.2011.

Standards: Srpski standard SRPS ISO 3960 (2001). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

Manuscripts should be sent to the following address:

University of Novi Sad
Faculty of Technology
Uljarstvo - Journal of Edible Oil Industry
Bulevar cara Lazara 1
21000 Novi Sad
Republic of Serbia

as well by mail address:
uljarstvo.tf@uns.ac.rs

Only for the prepared papers which are submitted to the editorial office (editorial board) **by July 31** of the current year at the latest and which are taken into the process of preparation for publication (review, proofreading, technical preparation ...), is there a possibility to publish in the issue of the journal „Uljarstvo” (Journal of Edible Oil Industry) for the same year. Otherwise, the papers will enter the publication procedure for the issue in the next year (volumen).

Editorial board



TEHNOLOŠKI
FAKULTET
NOVI SAD



POUZDAN
STRUČAN -
PARTNER
U VAŠEM
POSLOVANJU

Tehnološki fakultet Novi Sad sa tradicijom dugom više od 60 godina obrazuje **vrhunske profesionalce** na osnovnim, master i specijalističkim akademskim studijama, kao i na doktorskim studijama u okviru 4 akreditovana studijska područja.

Bogata **saradnja** Fakulteta sa privredom omogućava studentima sticanje praktičnih **znanja**, ali istovremeno pruža privredi **pomoć i podršku** u primeni najnovijih naučnih dostignuća u cilju **modernizacije i unapređenja poslovanja**.

Bulevar cara Lazara 1
21102 Novi Sad
Srbija

telefon:
021/485-3600



