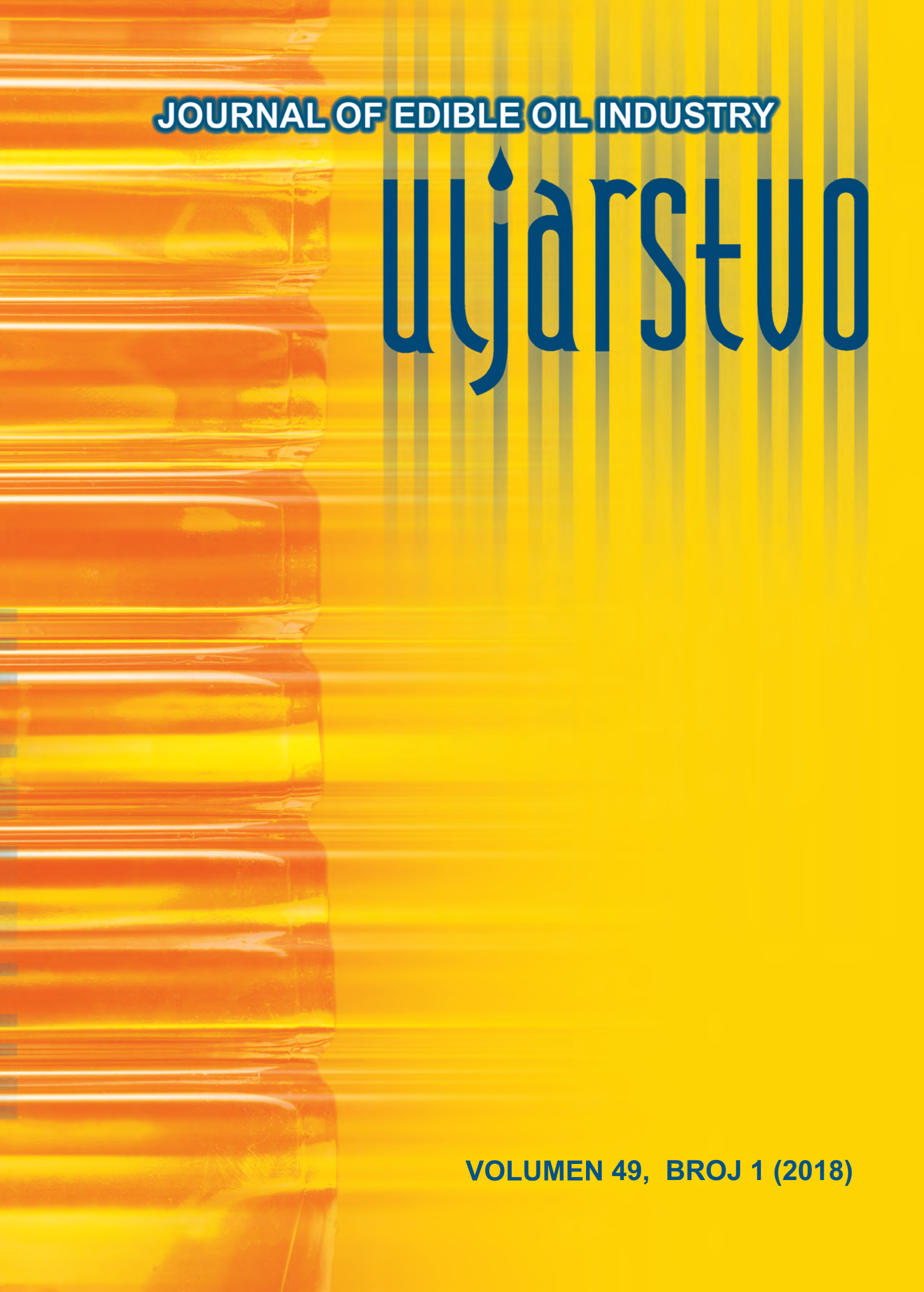




JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ujarstuo

VOLUMEN 49, BROJ 1 (2018)

ULJARSTVO

ČASOPIS ZA INDUSTRIJU BILJNIH ULJA, MASTI I PROTEINA

Volumen 49.

Broj 1

Godina 2018.

Originalni naučni radovi*Original scientific papers*

1. Đukić V., Stojanović D., Miladinov Z., Miladinović J., Balešević-Tubić S., Dozet G., Merkulov-Popadić L.
HEMIJSKI SASTAV ZRNA NOVIH NS SORTI SOJE
Chemical composition of grains of new to soybean NS-varieties 5
2. Lazić V., Šuput D., Popović S., Hromiš N., Bulut S., Vitas J.
AKTIVNI BIOPOLIMERNI FILMOVI NA BAZI POGAČE SUNCOKRETA
Active biopolymer films based on sunflower oil cake 11
3. Popović Lj., Čakarević J., Sedlar T.
UNAPREĐENJE ENZIMSKE HIDROLIZE I BIOLOŠKE AKTIVNOSTI
PROTEINA ULJANIH POGAČA DELOVANJEM ULTRAZVUČNOG
I TERMIČKOG PREDTRETMANA
*Improvement of enzymatic hydrolysis and bioactivity of some oil cake proteins
by ultrasound and thermal pretreatment* 17
4. Pastor K., Ačanski M., Vujasinović V., Vujić Đ.
PRIMENA MULTIVARIJANTNIH ALATA U RAZLIKOVANJU HLADNO
PRESOVANIH ULJA KOŠTUNJAVOG VOĆA
The application of multivariate tools in the differentiation of nutseed cold-pressed oils 23
5. Lončarević I., Pajin B., Petrović J., Nikolovski Z., Zarić D., Jovanović P., Rutić T.
PRIMENA PROTEINA POREKLOM IZ SOJE, MLEKA I KOLAGENA
U KREIRANJU PROTEINSKI OBOGAĆENE ČOKOLADE
*Application of proteins isolated from soy, milk and collagen in creation of chocolate
enriched with proteins* 29

Pregledni radovi*Review papers*

6. Marjanović Jeromela A., Rajković D., Radanović A., Terzić S., Milovac Ž., Mitrović P., Grahovac N., Miladinović D., Stojanović D.
NOVI TRENDOWI U OPLEMENJIVANJU ULJANIH KUPUSNJAČA
New trends in oilseed brassicas breeding 37
7. Romanić R., Radić B., Lužaić T., Stojkov V.
MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE NUTRITIVNO ZNAČAJNOG JESTIVOG ULJA
I DRUGIH PROIZVODA OD SEMENA LANA
Possibilities of production of nutritive value flax seed edible oils and other products 47

Stručni radovi*Technical papers*

8. Stojanović Z., Šarac V., Kojčin A.
PRAĆENJE PROMENE SADRŽAJA VOSKOVA U SUNCOKRETOVOM ULJU
TOKOM PROCESA RAFINACIJE POMOĆU KVANTITATIVNE
TURBIDIMETRIJSKE METODE
*Monitoring of waxes content change in sunflower oil during the refining process by
turbidimetric method* 55

9. Doroslovac. J., Ševo M., Vujačić Lj.
PROMENA FUNKCIONALNOSTI SOJINOG PROTEINSKOG
KONCENTRATA POD UTICAJEM RAZLIČITIH FAKTORA
The soy protein functionality under the influence of different factors 61

Prilozi*Supplement*

- U SUSRET 60. JUBILARNOM SAVETOVANJU „PROIZVODNJA I PRERADA
ULJARICA” I 40. GODINA RADA POSLOVNE ZAJEDNICE „INDUSTRIJSKO BILJE”
*Towards 60th conference »Production and processing of oilseeds«
and 40 years of business association »Industrial crops«* 69

- IN MEMORIAM
IN MEMORIAM 70

- UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA
INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS 71

Izdavač(i)*Publisher(s)*

**Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Tehnologija biljnih ulja i masti
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, 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 Novi Sad
Business Association „Industrial crops” Novi Sad*

Savetodavni odbor*Advisory board*

**Dr Ranko Romanić, dr Biljana Pajin, dr Vladimir Miklič, dr Sanja Podunavac-Kuzmanović, dr
Biljana Rabrenović, dr Ivana Lončarević, Mihajlo Nastasić, 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*

**Dr. Gerhard Jahreis, Friedrich-Schiller-Universität, Jena, Germany; Dr. Werner Zschau, Wörthsee,
Germany; Dr. Nedyalka Yanishlieva, Institute of Organic Chemistry, Bulgarian Academy of Sciences,
Sofia, Bulgaria; Dr. Mirjana Bocevska, Faculty of Technology and Metallurgy, Skopje, Macedonia; Dr
György Karlovits, Corvinus University, Budapest, Hungary; Dr Olga Radočaj, Oltrad Corp., Ontario,
Canada; Dr Vlatko Marušić, Mechanical Engineering Faculty, Slavonski Brod, Croatia**

Uređivački odbor*Editorial board*

Dr Ranko Romanić, Zoran Nikolovski, dipl. inž., mr Zvonimir Sakač

Glavni i odgovorni urednik*Editor in chief*

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: rankor@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: rankor@uns.ac.rs

Tiraž*Number of copies*

150

Štampa*Print*

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

HEMIJSKI SASTAV ZRNA NOVIH NS SORTI SOJE

Vojin Đukić¹, Danijela Stojanović², Zlatica Miladinović¹, Jegor Miladinović¹, Svetlana Balešević-Tubić¹, Gordana Dozet³, Larisa Merkulov-Popadić¹

IZVOD

U Odeljenju za soju, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada do sada je registrovana 141 NS sorta soje, različitih grupa zrenja. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, najnovijih NS sorti soje priznatih u 2018. godini. U dvogodišnjim ogledima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, na tri lokaliteta, najviši prinos imala je kasna sorta soje NS Balada (4118 kg ha⁻¹). Najviši sadržaj proteina imala je rana sorta Merkur (42,0%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod srednjestasne sorte soje NS Bajka i srednjekasne sorte Rubin (21,6%).

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

CHEMICAL COMPOSITION OF GRAINS OF NEW TO SOYBEAN NS-VARIETIES

ABSTRACT

The Department of soybean, Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad has so far registered 141 NS soybean varieties of different maturity groups. The aim of this study is to assess the yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area, the latest NS varieties registered in 2018. In the two-year trials of the Ministry of Agriculture, Forestry and Waters, at tree locations, the highest yield had late soybean NS Balada (4118 kg ha⁻¹). The highest protein content was early variety Merkur (42.0%), while the highest oil content was recorded in medium maturity varieties NS Bajka (21.6%).

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

UVOD

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu do sada je registrovana 141 sorta soje različite dužine vegetacionog perioda, od 100 do 160 dana, različitog hemijskog sastava i otpornosti prema stresnim uslovima spoljne sredine, zbog čega se NS sorte soje gaje u velikom broju zemalja (Đukić i sar., 2015). Svedoci smo permanentnom povećanju površina pod sojom na svetskom nivou, a stalnim porastom svetske

populacije značaj soje će biti sve veći (Đukić, 2009). Pored upotrebe za ljudsku ishranu i u stočarstvu, soja se sve više koristi u raznim granama industrije. Razvoj industrije doprineo je da soja danas bude jedna od najznačajnijih industrijskih biljaka od koje se dobija više od 20000 raznih proizvoda (Давыденко i sar., 2004). Soja ima i veliki agrotehnički značaj, zbog činjenice da obogaćuje zemljište azotom i da posle soje zemljište ostaje u dobrom fizičkom stanju, te je veoma dobra komponenta u plodoredu (Đukić i sar., 2010). Za postizanje visokih prinosa biljke soje imaju povećane zahteve za vodom u odnosu na ostale ratarske biljke, pogotovo u drugom delu vegetacionog perioda, u fazama formiranja mahuna i nalivanja zrna. U prosečnim godinama sorte soje sa dužim vegetacionim periodom daju i veće prinose, međutim u nepovoljnim godinama sa izraženim sušnim periodom, ranije sorte mogu dati veće prinose, pošto kod ovih sorti cvetanje, formiranje mahuna i nalivanje zrna protiče u periodu kada u zemljištu još ima vlage.

¹ Dr Vojin Đukić

Tel.: +381 21 489 8485

E-mail: vojindjukic@ifvcns.ns.ac.rs

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

² Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Omladinskih brigada 1, SIV 3, 11070 Novi Beograd, Srbija

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

Veliki uticaj na ostvareni prinos kod pojedinih grupa zrenja imaju vremenski uslovi u pojedinim godinama, naročito sušni period, vreme početka, dužina trajanja i intenzitet suše. Gajenjem sorti soje različitih grupa zrenja najkritičnije faze razvoja protiču u različitim periodima, što dovodi do sigurnije proizvodnje i ostvarivanja zadovoljavajućih prinosa (Miladinov i sar., 2017). Novopriznate sorte soje moraju ostvariti bolje rezultate u poređenju sa standardnim sortama u dvogodišnjem periodu na pet lokaliteta tokom testiranja u komisijskim ogledima. 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. Nove NS sorte soje su prinostnije i često boljeg kvaliteta u odnosu na standardne sorte (Miladinov i sar., 2017), što je prikazano i u ovom radu.

MATERIJAL I METODE RADA

U cilju sagledavanja prinosa i kvaliteta novopriznatih NS sorti soje, korišteni su dvogodišnji rezultati testiranja za priznavanje sorti soje, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. Prikazani su podaci za pet novopriznatih sorti soje (NS Zoja i NS Mina, 00 grupa zrenja, NS Bajka, I grupa zrenja, NS Košuta, II grupa zrenja i NS Balada, III grupa zrenja), kao i sorti koje predstavljaju

standarde za upoređivanje u procesu testiranja novih genotipova (Merkur, 00 grupa zrenja, Sava, I grupa zrenja, Rubin, II grupa zrenja i Senka, III grupa zrenja). Ovi ogledi se izvode na pet lokaliteta: Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor, ali su analizirani podaci sa lokaliteta Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo i Sremska Mitrovica u 2016. godini, odnosno podaci sa lokaliteta Karavukovo, Sremska Mitrovica i Sombor u 2017. godini. Ogled na lokalitetu Sombor u 2016. godini je pretrpeo znatna oštećenja biljaka od grada, na lokalitetu Rimski Šančevi u 2017. godini ogled je bio sa smanjenim brojem biljaka, a na lokalitetu Pančevo ogled je propao zbog izražene suše. U radu je analiziran prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Tokom vegetacionog perioda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a nakon žetve sadržaj proteina i ulja u zrnu soje sa svih lokaliteta određivan je u PSS Sombor. Prinosi soje obrađeni su statistički, analizom varijanse, a razlike su testirane LSD testom. Rezultati su prikazani 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 2016-2017 (kg ha⁻¹)
Table 1. Average yield of NS soybean variety 2016-2017 (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavu-kovo	Rimski Šančevi 2016.	Pančevo 2016.	Sremska Mitrovica	Sombor 2017.	
00	Merkur	3056	4924	4806	2908	1936	3371
00	NS Zoja	3574	5309	5493	3531	2066	3868
00	NS Mina	3261	5151	5505	2855	2130	3574
I	Sava	3206	4985	5532	3209	2065	3630
I	NS Bajka	3395	5882	6011	3370	2145	3938
II	Rubin	3570	5644	5807	3211	2254	3895
II	NS Košuta	3230	5693	6285	3471	2353	3962
III	Senka	3177	4334	5252	3092	2300	3489
III	NS Balada	3442	6249	6418	3371	2533	4118

LSD	Grupa zrenja Maturity group			
	00	I	II	III
0,05	188	196	226	203
0,01	228	231	281	257

Najviši prosečan prinos, u proseku za obe godine testiranja, ostvaren je sa sortom soje NS Balada (4118 kg ha⁻¹), dok je najniži prinos zabeležen kod sorte Merkur (3371 kg ha⁻¹). Novopriznata veoma rana sorta soje NS Zoja (3868 kg ha⁻¹) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu za 00 grupe zrenja Merkur (3371 kg ha⁻¹), dok je sorta NS Mina ostvarila statistički značajno viši prinos u odnosu na standard. Srednjestrasna sorta soje NS Bajka (3938 kg ha⁻¹) imala je statistički veoma značajno viši prinos zrna u odnosu na standardnu sortu soje Sava (3630 kg ha⁻¹). Nova, srednje kasna sorta soje NS Košuta (3962 kg ha⁻¹) ostvarila je viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Rubin (3895 kg ha⁻¹), ali bez statističke značajnosti, međutim ova sorta soje prijavljena je za testiranje na posebno svojstvo - povišen sadržaj proteina u zrnu soje i u tom slučaju prinos može biti i na nivou standardne sorte soje. Kasna sorta soje NS Balada (4118 kg ha⁻¹) imala je statistički veoma

značajno viši prinos u odnosu na sortu Senka (3489 kg ha⁻¹).

Prinos zrna soje, kao i tehnološki kvalitet, zavise od mnogobrojnih činilaca, kao što su sortna specifičnost, dužina trajanja vegetacionog perioda, kao i specifičnosti lokliteta gajenja (Đukić i sar., 2013). Pored visokog i stabilnog prinosa kod proizvodnje soje veoma je bitan i tehnološki kvalitet samog zrna (Balešević-Tubić i sar., 2013).

Prosečan sadržaj proteina u zrnu soje prikazan je u tabeli 2. Najviši sadržaj proteina imala je sorta Merkur (42,0%), dok su sorte soje NS Bajka i Rubin imale najniži sadržaj proteina (39,3%). Rane sorte soje imaju povišen sadržaj proteina, dok se kod kasnih sorti u zrnu nakuplja više ulja, međutim selekcijom su stvorene i sorte soje sa dužim vegetacionim periodom koje imaju povišen sadržaj proteina u zrnu. Veoma rane sorte soje NS Zoja (40,5%) i NS Mina (40,9%) imale su niži sadržaj proteina u odnosu na sortu Merkur (42,0%). Takođe je, i sorta Sava (40,8%) imala viši sadržaj proteina od novopriznate sorte NS Bajka (39,3%). Novopriznata srednje kasna sorta NS Košuta (40,6%) imala je viši sadržaj proteina u odnosu na standardnu sortu Rubin (39,3%), dok je kasna sorta NS Balada (40,0%) imala niži sadržaj proteina u odnosu na sortu soje Senka (40,8%).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina NS sorti soje 2016-2017 (%)
Table 2. Average protein content of NS soybean variety 2016-2017 (%)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavu-kovo	Rimski Šančevi 2016.	Pančevo 2016.	Sremska Mitrovica	Sombor 2017.	
00	Merkur	43,6	39,3	41,6	42,5	40,8	42,0
00	NS Zoja	41,1	37,4	40,1	42,1	39,6	40,5
00	NS Mina	41,7	39,7	40,3	41,3	40,1	40,9
I	Sava	42,4	38,6	40,6	40,6	40,6	40,8
I	NS Bajka	39,9	38,1	38,9	39,8	38,7	39,3
II	Rubin	39,6	39,8	39,5	38,5	39,5	39,3
II	NS Košuta	42,1	40,3	41,7	38,9	40,1	40,6
III	Senka	40,5	38,9	40,2	42,8	39,7	40,8
III	NS Balada	41,2	38,0	40,5	38,5	42,1	40,0

Prosečan sadržaj ulja u zrnu NS sorti soje prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja NS sorti soje 2016-2017 (%)
Table 3. Average oil content of NS soybean variety 2016-2017 (%)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavu-kovo	Rimski Šančevi 2016.	Pančevo 2016.	Sremska Mitrovica	Sombor 2017.	
00	Merkur	19,5	22,1	20,5	20,0	21,2	20,4
00	NS Zoja	20,6	21,9	22,3	19,6	22,2	20,9
00	NS Mina	20,4	20,4	21,4	20,1	21,9	20,7
I	Sava	21,2	20,5	22,3	20,5	23,1	21,5
I	NS Bajka	21,7	21,7	22,4	20,7	22,7	21,6
II	Rubin	22,2	21,3	21,4	20,3	20,9	21,2
II	NS Košuta	21,5	21,3	21,0	20,6	17,5	20,6
III	Senka	21,3	21,5	21,9	20,5	22,0	21,3
III	NS Balada	22,1	21,8	22,1	19,7	21,1	21,2

Najviši sadržaj ulja u zrnu imala je sorta soje NS Bajka (21,6%), dok je kod sorte soje Merkur (20,4%) zabeležen najniži sadržaj ulja. Novopriznate veoma rane sorte soje NS Zoja (20,9%) i NS Mina (20,7%) imaju veći procenat ulja u zrnu u odnosu na standardnu sortu Merkur (20,4%). Srednjestasna sorta soje NS Bajka (21,6%) imala je sadržaj ulja na nivou standardne sorte Sava (21,5%). Kod srednje kasne sorte soje NS Košuta (20,6%), koja ima povišen sadržaj proteina u zrnu, ostvaren je manji sadržaj ulja u odnosu na standardnu sortu soje Rubin (21,2%), dok je kod kasne sorte soje NS Balada (21,2%) sadržaj ulja bio na nivou standardne sorte soje Senka (21,3%). 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., 2009a; Đukić i sar., 2017).

Prosečan prinos proteina po jedinici površine prikazan je u tabeli 4. Iako veoma rana sorta soje Merkur ima najveći sadržaj proteina u zrnu, sa ovom sortom je ostvaren najniži prinos proteina po jedinici površine (1416 kg ha⁻¹), zbog nižeg prinosa zrna, dok je najviši prinos proteina zabeležen kod kasne sorte soje NS Balada (1647 kg ha⁻¹). Visoki prinosi proteina po jedinici površine zabeleženi su i kod sorti soje NS Košuta (1609 kg ha⁻¹), NS Zoja (1567 kg ha⁻¹) i NS Bajka (1548 kg ha⁻¹). Sorta Senka (1424 kg ha⁻¹) je imala manji prinos proteina po jedinici površine zbog nižeg ostvarenog prinosa zrna.

Tabela 4. Prosečan prinos proteina NS sorti soje 2016-2017 (kg ha⁻¹)
Table 4. Average protein yield of NS soybean variety 2016-2017 (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavu-kovo	Rimski Šančevi 2016.	Pančevo 2016.	Sremska Mitrovica	Sombor 2017.	
00	Merkur	1332	1935	1999	1236	790	1416
00	NS Zoja	1469	1986	2203	1487	818	1567
00	NS Mina	1360	2045	2219	1179	854	1462
I	Sava	1359	1924	2246	1303	838	1481
I	NS Bajka	1355	2241	2338	1341	830	1548
II	Rubin	1414	2246	2294	1236	890	1531
II	NS Košuta	1360	2294	2621	1350	944	1609
III	Senka	1287	1686	2111	1323	913	1424
III	NS Balada	1418	2375	2599	1298	1066	1647

Prosečan prinos ulja po jedinici površine prikazan je u tabeli 5. Najviši prinos ulja po jedinici površine bio je kod kasne sorte soje NS Balada (873 kg ha⁻¹), dok je veoma rana sorta soje Merkur imala najniži prinos ulja od 688 kg ha⁻¹. Visoki prinosi ulja zabeleženi su i kod sorti soje NS Bajka (851 kg ha⁻¹), Rubin (826 kg ha⁻¹), NS Košuta (816 kg ha⁻¹) i NS Zoja (808 kg ha⁻¹). Kod kasne sorte Senka zabeležen

je dosta nizak prinos ulja po jedinici površine, iz razloga što je sa ovom sortom ostvaren niži prinos zrna u odnosu na ostale sorte soje. Takođe je, i veoma rana sorta soje NS Mina (740 kg ha⁻¹) imala manji prinos ulja po jedinici površine u odnosu na ostale sorte soje, zbog ostvarenog nižeg prinosa zrna i zbog činjenice da ova sorta soje ima povišen sadržaj proteina.

Tabela 5. Prosečan prinos ulja NS sorti soje 2016-2017 (kg ha⁻¹)
Table 5. Average oil yield of NS soybean variety 2016-2017 (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavu-kovo	Rimski Šančevi 2016.	Pančevo 2016.	Sremska Mitrovica	Sombor 2017.	
00	Merkur	596	1088	985	582	410	688
00	NS Zoja	736	1163	1225	692	459	808
00	NS Mina	665	1051	1178	574	466	740
I	Sava	680	1022	1234	658	477	780
I	NS Bajka	737	1276	1346	698	487	851
II	Rubin	793	1202	1243	652	471	826
II	NS Košuta	694	1213	1320	715	412	816
III	Senka	677	932	1150	634	506	743
III	NS Balada	761	1362	1418	664	534	873

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Od novopriznatih NS sorti soje, kasna sorta NS Balada, srednjestasna sorta soje NS Bajka i veoma rana sorta soje NS Zoja ostvarile su veoma visoke prinose u odnosu na standardne sorte iz navedenih grupa zrenja.

Sorta soje Merkur imala je najviši sadržaj proteina, a od novopriznatih sorti po visini sadržaja proteina izdvaja se veoma rana sorta NS Mina. Srednjestasna sorta soje NS Bajka imala je najveći sadržaj ulja u zrnu, dok je najveći prinos proteina i ulja po jedinici površine ostvaren sa visokoprinosnom, kasnom sortom soje NS Balada.

LITERATURA

- Balešević-Tubić, S., Tatić, M., Đukić, V., Đorđević, V., Cvijanović, G., Kostić, M., Ilić, A. (2012): Tehnološki kvalitet NS sorti soje. *Uljarstvo*, 43 (1-2), 3-6.
- 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., Cvijanović, G., Đorđević, V., Dozet, G., Popović, V., Tatić, M. (2010): Sadržaj ulja u semenu soje u zavisnosti od primenjenog azota. *Uljarstvo*, 41 (1-2), 19-22.
- Đukić, V., Branković, R., Đorđević, V., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Popović, V., Jakšić, S. (2009a): Sadržaj ulja u NS sortama soje zavisno od lokaliteta gajenja. 50. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 151-156.
- Đukić, V., Cvijanović, M., Dozet, G., Popović, V., Valan, D., Petrović, K., Marinković, J. (2015): Prinosi i kvalitet NS sorti soje različitih grupa zrenja. 56. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 87-91.

6. 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: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 67-73
7. Đukić, V., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Dozet, G., Cvijanović, M., Petrović, K. (2013): Uticaj reiona gajenja na prinos i kvalitet soje. 54. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 69-73.
8. Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017): Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. Zbornik radova 58. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 75-82.
9. Давыденко, О.Г., Голоенко, Д.В., Розенцвейг, В.Е. (2004): Соя для умеренного климата, „Тэхналогія” Минск, Беларусь, 173.

AKTIVNI BIOPOLIMERNI FILMOVI NA BAZI POGAČE SUNCOKRETA

Vera Lazić, Danijela Šuput¹, Senka Popović, Nevena Hromiš, Sandra Bulut, Jasmina Vitas

IZVOD

Cilj rada je sinteza i karakterizacija aktivnih biopolimernih filmova na bazi pogače suncokreta. Biopolimerni filmovi su sintetisani iz celokupne pogače suncokreta uz dodatak esencijalnih ulja peršuna i ruzmarina u koncentracijama 0,25%, 0,5% i 1%. Film bez dodatka esencijalnog ulja je ispitan kao kontrolni uzorak. Filmovi su karakterisani ispitivanjem mehaničkih, barijernih, fizičko-hemijskih i antioksidativnih osobina. Dodatak esencijalnih ulja uticao je na mehaničke osobine aktivnih biopolimernih filmova: vrednosti zateznih jačina su smanjene, a izduženja pri kidanju povećana. Vrednosti propustljivosti vodene pare opale su povećanjem koncentracije esencijalnog ulja peršuna, a porasle dodatkom većih koncentracija ulja ruzmarina. Svi ispitani filmovi, kontrolni i aktivni, bez obzira na dodatnu vrstu ulja, predstavljaju dobru zaštitu u UV oblasti talasnih dužina. Vrednosti ispitanih fizičko-hemijskih osobina uzoraka filmova su uobičajene za biopolimerne filmove. Sadržaj vlage je niži kod uzoraka sa dodatim esencijalnim uljem ruzmarina, dok je esencijalno ulje peršuna značajno redukovalo vrednosti stepena bubrenja. Antioksidativna aktivnost je izraženija kod uzoraka biopolimernih filmova kojima je dodato esencijalno ulje peršuna nego kod uzoraka sa dodatkom ruzmarina.

Ključne reči: aktivni filmovi, pogača suncokreta, esencijalna ulja, sinteza, karakteristike

ACTIVE BIOPOLYMER FILMS BASED ON SUNFLOWER OIL CAKE

ABSTRACT

The aim of the paper is synthesis and characterization of active biopolymer films based on sunflower oil cake. Biopolymer films were synthesized from the whole sunflower oil cake with the addition of essential oil of parsley and rosemary at concentrations of 0.25%, 0.5% and 1%. Film without the addition of essential oil was tested as a control sample. Films were characterized by investigating mechanical, barrier, physico-chemical and antioxidant properties. The addition of essential oils influenced the mechanical properties of active biopolymer films: the tensile strengths values were reduced, and the elongation at break was increased. Water vapor permeability values decreased by increasing the concentration of essential oil of parsley, and increased by the addition of higher concentrations of rosemary oil. All examined films, control and active, regardless of the added type of oil, present a good protection in the UV wavelength range. The values of the examined physical-chemical properties of samples are common for biopolymer films. Moisture content is lower in samples with added essential oil of rosemary, while the essential oil of the parsley significantly reduced the swelling degree value. Antioxidant activity is more pronounced in samples of biopolymer films to which the essential oil of parsley is added than in the samples with the addition of rosemary.

Key words: active films, sunflower oil cake, essential oils, synthesis, characteristics

UVOD

Agroindustrijski otpad, u vidu uljanih pogača koje zaostaju pri proizvodnji jestivih biljnih ulja, sadrži veliku količinu proteina i zbog toga je razmatrana potencijalna mogućnost primene ove vrste ot-

pada u cilju dobijanja izolovanih komponenata (Ramachandran i sar., 2007). Komponente koje mogu da se izoluju iz pogača i sačmi formiraju jestive biopolimerne ambalažne materijale - filmove (Lazić i sar., 2016) dobrih karakteristika uključujući barijerne i adhezivne karakteristike, kao i otpornost na uljane i organske rastvarače (De Graaf i sar., 2001; Nesterenko i sar., 2013).

Sporadni proizvod koji nastaje pri presovanju suncokretovog semena tokom proizvodnje ulja naziva se suncokretova pogača (Rincon i sar., 2011).

¹ Dr Danijela Šuput

Tel.: +381 21 485 3702

E-mail: suput.danijela@gmail.com

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

Suncokretova pogača predstavlja suncokretovo seme sa znatno manje uljanih komponenata - ulja. Istraživanja su pokazala da su glavni činioci polimernog matriksa filmova dobijenih od suncokretove pogače proteini i celulozna vlakna (Ayhllon-Mixueiro i sar., 2000). Proteini suncokretove pogače imaju dobre pseudoplastične i viskoelastične osobine, kao i termičke osobine koje su slične termičkim osobinama sintetskih polimera (Geneau-Sbartai i sar., 2008).

Začini, organske kiseline, polipeptidi, emulgatori, estri masnih kiselina, esencijalna ulja biljaka, imaju širok opseg biološke (antioksidativne i antimikrobne) i farmakološke aktivnosti i mogu se dodavati kao filmogene komponente pri sintezi biopolimernih filmova sa ciljem da se postigne funkcija aktivnog pakovanja (Franssen i Krochta, 2003; Han, 2003). Aktivna funkcija jestivih filmova i premaza se ogleda u zaštiti prehrambenih proizvoda od oksidacije i mikrobiološkog kvara, što dovodi do poboljšanja kvaliteta i unapređenja bezbednosti upakovanog proizvoda (Kim i sar., 2012; Lee i sar., 2012). Esencijalna ulja su aromatične komponente dobijene iz biljnog materijala i smatraju se zdravstveno bezbednim, tako da se mogu koristiti u oblasti jestive aktivne ambalaže za unapređenje antimikrobnih i antioksidativnih aktivnosti (Nanasombat i Wuttigot, 2011, Misharina i sar., 2009; Rojas-Grau i sar., 2009).

Cilj ovog istraživanja je sinteza i karakterizacija aktivnih biopolimernih filmova na bazi celokupne pogače suncokreta uz dodatak esencijalnih ulja peršuna i ruzmarina.

MATERIJAL I METODE RADA

Za sintezu filmova kao osnovni materijal korišćena je pogača suncokreta (SZTR „Agrar”, Mramorak) i esencijalna ulja peršuna i ruzmarina („Hebaoils”, Beograd). Glicerol 85%, ($M=92,1$ g/mol) („ZORKA Pharma”, Šabac) primenjen je kao plastifikator, a guar-ksantan funkcionalna smeša Lygomme KCT 58 („PALCO”, Šabac) kao stabilizator. U postupku sinteze biopolimernih filmova korišćeni su i natrijum-hidroksid granulirani („NPK- Inženjering”, Beograd), etanol 96%, („ZORKA Pharma”, Šabac) i dejonizovana voda (Tehnološki fakultet Novi Sad).

Sinteza filmova

Za sintezu biopolimernih filmova korišćena je suncokretova pogača, koja je pre početka sinteze samlevena. Praškasta komponenta pomešana je sa plastifikatorom (glicerol dodat u količini od 30% u odnosu na pogaču) i stabilizatorom (guar-ksantan dodat u količini od 0,2% u odnosu na pogaču) nakon čega je rastvorena u vodi. pH-vrednost filmogenog rastvora podešena je na 12 dodatkom rastvora natrijum-hidroksida, nakon čega je filmogeni rastvor temperiran na 90°C u trajanju od 20 minuta. Nastala smeša je filtrirana kroz tkninu za filtraciju i formirano je 6 grupa uzoraka dodavanjem različitih koncentracija esencijalnih ulja peršuna i ruzmarina (tabela 1). Uzorak filma kome nije dodato esencijalno ulje korišćen je kao kontrolni (K).

Tabela 1. Oznake uzoraka sintetisanih aktivnih biopolimernih filmova
Table 1. Labels of obtained active biopolymer films samples

Dodato ulje Added oil	Bez dodatka ulja No added oil	Esencijalno ulje / Essential oil					
		Peršuna / Parsley			Ruzmarina / Rosemary		
		Koncentracija / Concentration (%)			Koncentracija / Concentration (%)		
		0,25	0,5	1	0,25	0,5	1
Oznaka Label	K	P 0,25	P 0,5	P 1	R 0,25	R 0,5	R 1

Filmogeni rastvori se razlivaju na staklene podloge (35×50) cm, obložene teflonom, u količini od

250 g, gde se odvijalo spontano sušenje filmova na sobnoj temperaturi.

Karakterizacija filmova

Određivanje fizičko-mehaničkih osobina

Određivanje debljine filmova: Debljina filmova je merena pomoću digitalnog uređaja za merenje debljine osetljivosti 0,001 mm.

Određivanje zatezne jačine (TS) i izduženja pri kidanju (EB): Mehaničke osobine merene su prema ASTM standardnoj metodi D882-01 (ASTM, 2001) pomoću uređaja Instron Universal Testing Instrument, Model No. 4301 (Instron Engineering Corp, SAD).

Određivanje barijernih osobina

Određivanje propustljivosti vodene pare: Propustljivost vodene pare je određena gravimetrijski, prema standardnoj metodi ISO 2528:1995 i izražena je kao (g/m²)/h.

Određivanje propustljivosti svetlosti: Propustljivost svetlosti je određena pomoću UV-VIS spektrofotometra, model T80+ (PG instruments Ltd., UK) u opsegu talasnih dužina od 200-800 nm.

Određivanje fizičko-hemijskih osobina

Sadržaj vlage je određen prema metodi Rhim i sar. (2002), sušenjem uzoraka do konstantne mase.

Određivanje rastvorljivosti u vodi je određeno prema metodi Popović (2013).

Određivanje stepena bubrenja je određeno prema metodi Bigi i sar. (2004).

Određivanje antioksidativnih osobina

Antiradikalna aktivnost biorazgradivog filma prema slobodnim DPPH• radikalima određena je spektrofotometrijskom metodom, merenjem promene koncentracije stabilnih DPPH• radikala, u prisustvu ispitivanih filmova. Antiradikalna aktivnost biorazgradivih filmova (AA) određena je prema modifikovanoj metodi Morales i Jimenez-Perez (2001). AA filmova je izračunata na osnovu jednačine:

$$AA (\%) = (1 - [DPPH\bullet]_t) \times 100 / [DPPH\bullet]_c$$

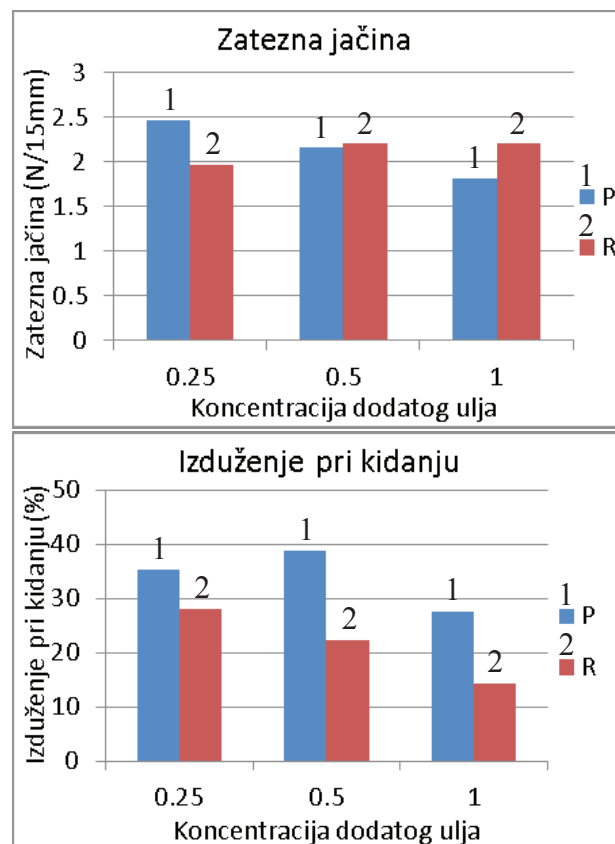
gde je $[DPPH\bullet]_t$ koncentracija za analizirani uzorak, a $[DPPH\bullet]_c$ koncentracija za odgovarajuću slepu probu.

REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni filmovi su tamni, braon-zelenkaste boje, netransparentni, Uzorci su glatki, čvrsti i savitljivi. Kod svake grupe uzoraka, u zavisnosti od dodatog ulja, konstatuje se specifičan miris dodatog esencijalnog ulja. Miris je izraženiji kod uzoraka sa većom koncentracijom (1%) dodatog ulja.

Izmerena debljina kontrolnog uzorka iznosila je $74,00 \pm 10,57 \mu\text{m}$. Debljina uzoraka sa dodatim uljem peršuna kretala se od $72,92 \pm 14,92 \mu\text{m}$ za uzorak P 0,25, preko $96,58 \pm 9,79 \mu\text{m}$ za uzorak P 0,5 do $106,33 \pm 5,45 \mu\text{m}$ za uzorak P 1. Debljina uzoraka sa dodatim uljem ružmarina kretala se od $74,21 \pm 7,54 \mu\text{m}$ za uzorak R 0,25, preko $71,92 \pm 2,64 \mu\text{m}$ za uzorak R 0,5 do $87,88 \pm 6,88 \mu\text{m}$ za uzorak R 1. Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da nije uočena zavisnost između izmerenih vrednosti debljina i vrste i koncentracije dodatih ulja.

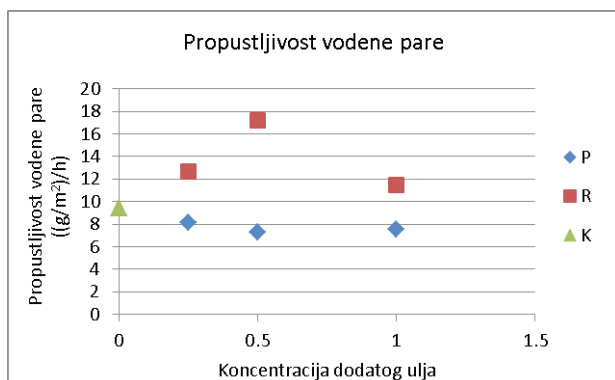
Osnovni pokazatelji mehaničkih karakteristika ambalažnih materijala su zatezna jačina (TS) i izduženje pri kidanju (EB). Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih karakteristika prikazani su na slici 1. Dodatkom ulja, vrednosti zatezne jačine opadaju sa početne vrednosti od 4,90 N/15mm, koliko je izmereno kod kontrolnog uzorka. Vrednosti izduženja pri kidanju rastu (osim kod R 1 uzorka) u odnosu na početnu vrednost izmerenu kod kontrolnog uzorka (22,03 %). Dobijeni rezultati su u korelaciji sa vizuelnim opažanjem da dodatkom ulja filmovi postaju manje čvrsti, savitljiviji i elastičniji. Najčvršći uzorak filma je, posle K, uzorak P 0,25, dok je najelastičniji P 0,5.



Slika 1. Fizičko-mehaničke karakteristike aktivnih biopolimernih filmova

Figure 1. Physico-mechanical properties of active biopolymer films

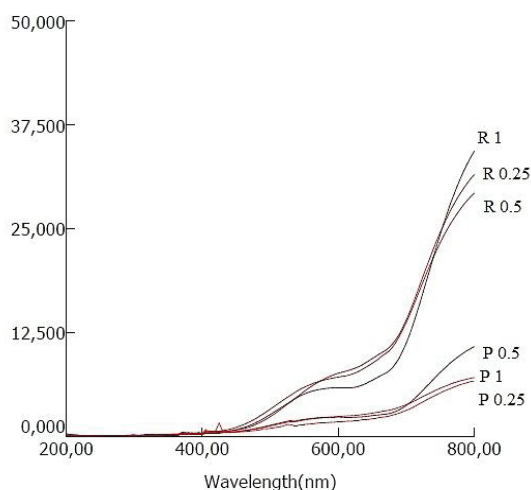
Dobijena vrednost za propustljivost vodene pare kontrolnog uzorka (9,42 (g/m²)/h) je uobičajena za biopolimerne materijale (Lazić i sar., 2017). Vrednosti propustljivosti vodene pare su niže od kontrolne vrednosti i opadaju dodatkom ulja peršuna. Dodatak ulja ruzmarina uticao je na povećanje vrednosti propustljivosti vodene pare, što se vidi na slici 2.



Slika 2. Propustljivost vodene pare aktivnih biopolimernih filmova

Figure 2. Water vapor barrier properties of active biopolymer films

Slika 3 prikazuje rezultate određivanja propustljivosti svetlosti.



Slika 3. Propustljivost svetlosti aktivnih biopolimernih filmova

Figure 3. Light transmission of active biopolymer films

Kontrolni uzorak predstavlja dobru barijeru za svetlost na talasnim dužinama manjim od 400 nm, što potvrđuju prethodno objavljeni rezultati (Lazić

i sar., 2017). Na osnovu dobijenih rezultata (slika 3) može se zaključiti i da obe grupe ispitanih uzoraka aktivnih biopolimernih filmova takođe predstavljaju dobru barijeru na talasnim dužinama manjim od 400 nm (UV oblast). Zbog toga se ispitani uzorci filmova mogu koristiti za pakovanje supstrata podložnih oksidativnim promenama, katalizovanim UV svetlom. Maksimalne vrednosti transmisije svetlosti postižu se na 800 nm. Na ovoj talasnoj dužini vrednosti transmisije uzoraka sa dodatim uljem peršuna su značajno manje (6,7-10%) u odnosu na uzorke sa dodatkom ulja ruzmarina (29,3-34,3%).

Rezultati ispitivanja fizičko-hemijskih karakteristika (sadržaj vlage, rastvorljivost i stepen bubrenja) prikazani su u tabeli 2. Poželjno je da vrednosti sadržaja vlage budu što manje jer sadržaj vlage utiče na ostale fizičko-hemijske osobine, kao i propustljivost vodene pare. Ispitani sadržaj vlage kod uzoraka sa dodatim uljima je bio veći nego kod K. Vrednosti sadržaja vlage su niže i ujednačenije kod uzoraka sa dodatim uljem ruzmarina (25,53-27,95%) u odnosu na uzorke sa dodatkom ulja peršuna (32,13-43,63%).

Tabela 2. Fizičko-hemijske karakteristike aktivnih biopolimernih filmova

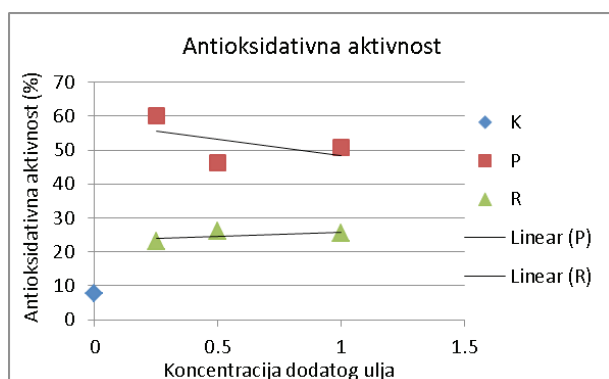
Table 2. Physico-chemical properties of active biopolymer films

Uzorak filma Film sample	Sadržaj vlage Moisture content (%)	Rastvorljivost Total soluble matter (%)	Stepen bubrenja Solubility (%)
K	13,76±2,46	33,04±3,79	183,01±19,92
P 0,25	34,95±3,75	31,64±3,60	152,15±7,24
P 0,5	32,13±5,55	30,71±1,42	93,83±12,30
P 1	43,63±14,67	28,70±7,81	78,92±10,47
R 0,25	25,66±1,05	35,36±1,65	281,39±28,00
R 0,5	25,53±0,78	34,99±2,72	219,96±21,96
R 1	27,95±1,37	33,35±4,13	248,86±49,98

Rastvorljivost suncokretove pogače je minimalna u izoelektričnoj tački (pri pH 4,5), a povećanje rastvorljivosti se može postići u kiseloj i alkalnoj sredini (Mo i sar., 2006). Vrednosti rastvorljivosti uzoraka ispitanih filmova su ujednačene kako za K, tako i za ostale uzorke. Na osnovu dobijenih rezultata može se primetiti da su vrednosti rastvorljivosti za sve ispitane uzorke manje od 40%, što je u saglasnosti sa ranijim studijama (Nguen, 2012).

Dodatak lipofilne komponente mogao bi da utiče na bubrenje materijala, a svako smanjenje vrednosti stepena bubrenja smatra se unapređenjem osobina tog materijala. U kontaktu sa vodom hidrofilna površina filma privlači polarne molekule, zbog čega voda penetrira u matriks filma (Ganji i sar., 2010) što dovodi do rastvaranja polimera (Ludwiczak i Muha, 2010). Vrednost szepena bubrenja K uzorka iznosila je 183,01%, dok je dodatak ulja peršuna značajno je uticao na smanjenje ove vrednosti (78,92-152,15%). Uočena je i zavisnost dodate koncentracije ulja na smanjenje stepena bubrenja. Nasuprot tome, ulje ruzmarina nije imalo isti efekat, jer su vrednosti stepena bubrenja značajno veće u okviru ove grupe uzoraka (219,96-281,39%).

Na slici 4 prikazani su rezultati određivanja antioksidativne aktivnosti biopolimernih filmova na bazi pogače suncokreta sa dodatim esencijalnim uljem peršuna i ruzmarina.



Slika 4. Antioksidativna aktivnost biopolimernih filmova

Figure 4. Antioxidative activity of biopolymer films

Rezultati ispitivanja antioksidativne aktivnosti ukazuju na značajniji doprinos dodatka ulja peršuna. Vrednosti antioksidativne aktivnosti za uzorke sa dodatim uljem peršuna kretale su se u opsegu 46,38-60,13%, a za uzorke sa dodatim uljem ruzmarina 22,92-26,01%. U okviru svake grupe uzoraka nije utvrđena zavisnost koncentracije dodatih ulja i vrednosti izmerene antioksidativne aktivnosti.

ZAKLJUČAK

Prikazani rezultati potvrđuju da je moguće iskoristiti celokupnu pogaču suncokreta kao sirovinu za sintezu biopolimernih filmova u laboratorijskim

uslovima postupkom prikazanim u radu. Daljom optimizacijom (aplikacijom esencijalnih ulja) moguće je filmove prevesti u aktivne materijale. Dobijeni filmovi su tamni, sjajni, sa nagoveštajem mirisa primenjenog esencijalnog ulja, dobrih taktilnih karakteristika (glatki, fleksibilni).

Svi dobijeni uzorci aktivnih biopolimernih filma imaju svojstva, sa manjim odstupanjima, karakteristična za biopolimerne filmove uopšte. Uzorci filmova sa dodatim uljem peršuna pokazali su izraženiju antioksidativnu aktivnost. Dokazano je da dodatak aktivne lipofilne komponente utiče na ispitane osobine sintetisanih filmova i to u pravcu unapređenja osobina. Vrednosti zateznih jačina su povećane, kao i izduženja pri kidanju, dok su vrednosti propustljivosti vodene pare smanjene, naročito dodatkom ulja peršuna. Svi ispitani uzorci predstavljaju dobru barijeru za svetlost u oblasti talasnih dužina manjih od 400 nm. Daljim modifikacijama pri sintezi moguće je dobiti aktivne filmove poboljšanih svojstava za različitu namenu sa krajnjim ciljem da se apliciraju kao ambalažni materijali u prehrambenoj industriji.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo rada na projektu Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije III-46009.

LITERATURA

1. Ayhllon-Meixueiro, F., Vaca-Garcia, C., Silvestre, F. (2000). Biodegradable films from isolate of sunflower (*Helianthus annuus* L.) proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 3032-3036.
2. Bigi, A., Panzavolta, S., Rubini, K. (2004). Relationship between triplehelix content and mechanical properties of gelatin films. *Biomaterials.*, 25: 5675-5680.
3. De Graaf, L.A., Harmgen, P.F.H., Vereijken, J.M., Monikes, M. (2001). Requirements for nonfood applications for pea proteins – A review. *Nahrung.*, 45: 408-411.
4. Franssen, L.R., Krochta, J.M. (2003). Edible coatings containing natural antimicrobials for processed foods. u: Editor, S. Roller, *Natural antimicrobials for minimal processing of foods*. CRC Press, Boca Raton.
5. Ganji, F., Vasheghani-Farahani, S., Vasheghani-Farahani, E. (2010). Theoretical Description of Hydrogel Swelling: A Review. *Iran. Polym. J.*, 19: 375-398.

6. Geneau-Sabtrai, C., Leyris, J., Silvestre, F., Rigal, L. (2008). Sunflower cake as a natural composite: composition and plastic properties. *J. Agric. Food Chem.* 56: 11198-11208.
7. Han, J.H. (2003). Antimicrobial food packaging. u: Editor, R. Ahvenainen, Novel food packaging techniques. Woodhead publishing, Cambridge, UK.
8. Kim I.H., Yang, H.J., Noh, B.S., Chung, S.J., Min, S.C. (2012). Development of a defatted mustard meal-based composite film and its application to smoked salmon to retard lipid oxidation. *Food Chem.*, 133: 1501-1509.
9. Lazić, V., Bulut, S., Šuput, D., Popović, S., Hromiš, N. (2016). The possibilities of obtaining protein films from oil industry cakes. 57. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 153-160.
10. Lazić, V., Popović, S. (2015). Biorazgradivi ambalažni materijali, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
11. Lazić, V., Šuput, D., Popović, S., Hromiš, N., Bulut, S., Romanić, R. (2017). Sinteza i karakterizacija proteinskih biofilmova iz pogače suncokreta. 58. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 175-182.
12. Lee, H.B., Noh, B.S., Min, S.C. (2012). *Listeria monocytogenes* inhibition by defatted mustard meal-based edible films. *Int. J. Food Microbiol.*, 153: 99-105.
13. Ludwiczak, S., Mucha, M. (2010). Modeling of water sorption isotherms of chitosan blends. *Carbohydr. Polym.*, 79: 34-39.
- Misharina, T.A., Terenina, M.B., Krikunova, N.I. (2009). Antioxidant properties of essential oils. *Appl. Biochem. Microbiol.*, 45: 642-647.
14. Mo, X., Zheng, Z., Wang, D., Sun, X. (2006). Soybean glycinin subunits. Characterization of physicochemical and adhesion properties. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 7589-7593.
15. Morales, F.J., Jimenez-Perez, S. (2001). Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence. *Food Chem.*, 72: 119-125.
16. Nanasombat, S., Wuttigol, P. (2011). Antimicrobial and antioxidant activity of spice essential oils. *Food Sci. Biotechnol.*, 20: 45-53.
17. Nestarenko, A., Alric, I., Violleau, F., Silvestre, F., Durrieu, V. (2013). A new way of volarizing biomaterials: The use of sunflower proteins for alpha-tokopherol microencapsulation. *Food Res. Int.* 53: 115-124.
18. Nguyen, M.X.H. (2012). Characterization of allergenic and antimicrobial properties of chitin and chitosan and formulation of chitosan-based edible film for instant food casing. RMIT University, Melbourne, Australia.
19. Popović, S. (2013). Istraživanje dobijanja i karakterizacija biorazgradivih kompozitnih filmova na bazi biljnih proteina, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
20. Ramachandran, S., Singh, S.K., Larroche, C., Soccol, C.R., Pandey, A. (2007). Oil cakes and their biotechnological applications - A review. *Bioresour. Technol.*, 98: 2000-2009.
21. Rhim, J.W., Gennadios, A., Weller, C.L., Hanna, M.A. (2002). Sodium dodecyl sulfate treatment improves properties of cast films from soy protein isolate. *Ind. Crops Prod.*, 15: 199-205.
22. Rincon, B., Portillo, M. C., Gonzáles, J. M., Fernández-Cegri, V., Ángeles de la Rubia, M., Borja, R. (2011). Feasibility of sunflower oil cake degradation with three different anaerobic consortia. *J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.*, 46: 1409-1416.
23. Rojas-Grau, M.A., Soliva-Fortuny, R., Martin-Belloso, O. (2009). Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 20: 438-447.

UNAPREĐENJE ENZIMSKE HIDROLIZE I BIOLOŠKE AKTIVNOSTI PROTEINA ULJANIH POGAČA DELOVANJEM ULTRAZVUČNOG I TERMIČKOG PREDTRETMANA

Ljiljana Popović¹, Jelena Čakarević, Tea Sedlar

IZVOD

Uljane pogače imaju veliki potencijal za primenu u proizvodnji proteinskih komponenti hrane. U ovom radu ispitivana je enzimska hidroliza proteinskih izolata dobijenih iz uljanih pogača (uljane tikve, šljive i kajsije) bez i nakon delovanja ultrazvučnog i termičkog predtretmana. Antioksidativni potencijal hidrolizata nakon primenjenih predtretmana, određivan je primenom testa za merenje sposobnosti hvatanja ABTS radikala. Rezultati su pokazali da oba primenjena predtretmana utiču na povećanje stepena hidrolize (DH) kod svih ispitivanih proteinskih uzoraka i na povećanje vrednosti antioksidativne aktivnosti. Rezultati su ukazali na potencijal primene ultrazvuka i povišene temperature u razvoju novih bioaktivnih proteinskih proizvoda iz nusproizvoda industrije ulja.

Ključne reči: proteini uljanih pogača, enzimska hidroliza, biološki aktivni peptidi, ultrazvuk, termički predtretman

IMPROVEMENT OF ENZYMATIC HYDROLYSIS AND BIOACTIVITY OF SOME OIL CAKE PROTEINS BY ULTRASOUND AND THERMAL PRETREATMENT

ABSTRACT

Oilseed have great potential for use in the production of food protein. In this study the enzymatic hydrolysis of the protein isolates, obtained from the oil cakes (pumpkin, plum and apricot), without and after being exposed to ultrasound and thermal treatment was investigated. The antioxidant capacity of obtained hydrolysates after ultrasound pretreatment were investigated using ABTS radical scavenging assay. The results showed that both pretreatments improved the degree of hydrolysis (DH) of all protein samples and increased their antioxidant activity, indicated that this pretreatments may be useful in developing novel bioactive protein products from by-products of oil industry.

Key words: oil cake proteins, enzymatic hydrolysis, bioactive peptides, ultrasound, thermal pretreatments

UVOD

Proizvodnja zdrave, funkcionalne i biološki aktivne hrane predstavlja veliki izazov za prehrambenu industriju zbog sve veće svesti i zahteva potrošača u pogledu zdrave ishrane. Poznato je da peptidi dobijeni iz proteina hrane imaju različite biološke aktivnosti. Najviše izučavane aktivnosti su antioksidativna, antihipertenzivna (inhibicija angiotenzin I-konvertujućeg enzima - ACE), antidijabetska (inhibicija α -glukozidaze i α -amilaze) (Erdmann i sar., 2008).

U međuvremenu, prehrambena industrija, naročito industrija ulja, proizvodi velike količine nus-proizvoda sa visokim sadržajem proteina (uljane pogače, sačma i brašno) (Moure i sar., 2006). Upotreba ovih sirovina za proizvodnju funkcionalnih i biološki aktivnih sastojaka hrane, predstavlja dobar način za valorizaciju ovih sporednih proizvoda. Uljane pogače imaju veliki potencijal za primenu u proizvodnji proteinskih komponenti hrane. Uljana repica, seme uljane tikve, susama, lana, samo su neki od široko korišćenih izvora proteina, ali je i nedavno dokazan veliki potencijal koštica kajsije i šljive (Erdogan-Orhan I Kartal, 2011; Yurdugul i Bozoglu, 2009). Ovi proteini imaju dobro izbalansiran sastav amino kiselina. Proteini uljane repice i tikve, dokazano imaju interesantne i jedinstvene funkcionalne karakteristike i imaju potencijal za primenu u

¹ Prof. dr Ljiljana Popović
Tel.: +381 21 485 3659
E-mail: ljiljana04@tf.uns.ac.rs
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad,
Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

različitim formulacijama hrane (Fukushima, 1991; Vaštag i sar., 2010). Takođe, ovi proteini mogu biti atraktivan izvor bioaktivnih jedinjenja (Domingez i sar., 1994). Enzimska hidroliza primenom proteaza (specifičnih ili nespecifičnih) je jedan od najčešće upotrebljenih procesa za proizvodnju peptida sa različitim biološkim aktivnostima kao što su: antioksidativno, ACE inhibitorno, antidijabetsko, antikancerogeno (Vaštag i sar., 2011).

Unapređenje proizvodnje biološki aktivnih peptida iz proteinskih izvora može biti izvedeno primenom različitih fizičkih tretmana koji prethode enzimskoj hidrolizi, kao što su uticaj temperature, mikrotalasa, visokog pritiska, ultrazvuka i dr. Primena ultrazvuka se zasniva na činjenici da može da dovede do značajnih promena u hemijskim, funkcionalnim i fizičkim svojstvima sastojaka hrane naročito pri visokim snagama (niske frekvencije, između 20 i 100 kHz). Takođe, se navodi da je ultrazvučna tehnologija korisna iz ekoloških razloga i dokazano utiče na smanjene vremena hidrolize i povećanje biološke aktivnosti nekih proteinskih hidrolizata. Uticaj ultrazvuka i visoke temperature na proces enzimske hidrolize se ogleda u tome što može dovesti do odmotavanja proteinskih lanaca i na taj način povećati dostupnost peptidnih veza enzimskom delovanju (Mason, 1998). Postoje ograničene informacije o primeni visoko-energetske snage ultrazvuka kao i dejstva povišene temperature na biološku aktivnosti proteinskih hidrolizata dobijenih iz nus-proizvoda industrije ulja (Popović i sar., 2018).

Stoga, cilj ovog istraživanja je da se ispita uticaj ultrazvučne energije i termičkog delovanja na stepen hidrolize i biološku aktivnosti hidrolizata dobijenih iz tri uljane pogače, kao proteinskih izvora: uljane tikve, šljive i kajsije.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Pogače koje zaostaju kao nusproizvod presovanja ulja iz semena šljive, kajsije i uljane tikve golice, dobijene su postupkom hladnog presovanja. Pogače su čuvane u frižideru (+4°C) i pre eksperimenta samlevane pri čemu su dobijene čestice ujednačene veličine, manje od 2 mm. Reagensi i hemikalije koje su korišćene u eksperimentalnom radu su analitičkog ili višeg stepena čistoće. 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina (ABTS) i kalijum-per-sulfat su proizvodi Sigma Chemical Company („Sigma Aldrich”, SAD). Enzimski preparati koji su korišćeni, komercijalno su dostupni. Tečni, komer-

cijalni preparat alkalaze (Proteasa iz *Bacillus licheniformis*) ima deklarisanu aktivnosti 2,4 AU (Anson Unit)/g, i Flavorzim (Protease iz plesni *Aspergillus oryzae*) deklarisanu aktivnosti 518,8 LAUP/g.

Ekstrakcija proteinskog izolata

Odmašćena pogača se suspenduje sa destilovanom vodom u odnosu 1:10 na pH 10 tokom 30 min. Nakon ekstrahovanja u alkalnoj sredini, smeša je filtrirana, a zatim je pH filtrata podešen na 5,00 u cilju taloženja proteina. Centrifugiranjem dobijeni ostatak je sakupljen i osušen na sobnoj temperaturi (20-23°C).

Ultrazvučni predtretman

Suspencije proteinskih izolata (2,5%) je pripremljena na termo šejkeru na temperaturi od 50°C u trajanju od 60 minuta. Nakon mešanja, suspencija je tretirana ultrazvučnom sondom (Biosonik III, „Bronwill Scientific”) jačine 80% (192 kW) od ukupne snage ultrazvuka, frekvencije 50-60 Hz. Po završetku predtretmana, vršena je hidroliza opisanim postupkom.

Termički predtretman

Suspencije proteinskih izolata (2,5%) cy pripremljene na termo šejkeru na temperaturi od 50°C u trajanju od 60 minuta. Nakon toga, suspencija je izložena temperaturi od 80°C u trajanju od 10 min. Po završetku predtretmana, vršena je hidroliza opisanim postupkom.

Enzimska hidroliza

Hidroliza je izvođena pomoću dva komercijalna enzima, Alkalaza (proteaza iz *Bacillus licheniformis* 2,4 AU/g) i Flavorzim (proteaza iz *Aspergillus oryzae* 518,8 LAUP/g). Rastvor enzima pripremljen je rastvaranjem tečnog enzimskeg preparata u puferu odgovarajuće pH vrednosti, u količini da se postigne E/S 0,02 ml/gi. Reakcioni uslovi hidrolize su: T=50°C, pH=8,0, puferski sistem 0,1 mol/l KH₂PO₄/KOH. Potpuna hidroliza trajala je 120 minuta, nakon čega je reakcija stopirana prokućavanjem uzoraka na ključalom vodenom kupatilu tokom 5 min. Nakon prokućavanja, reakciona smeša je centrifugirana radi razdvajanja denaturisanog dela proteina i enzima od hidrolizata (Eppendorf Mini spin plus, pri brzini 14 500 rpm, tokom 5 minuta). Supernatant je upotrebljen za dalju analizu.

Određivanje stepena hidrolize

TCA metoda je primenjena za određivanje stepena hidrolize. DH je izračunat kao odnos koncentracije rastvorljivih proteina u TCA frakciji i koncentracije ukupnih proteina u hidrolizatu. Sadržaj ukupnih proteina određen je metodom po Lowry-u (Lowry i sar., 1951).

Određivanje antioksidantne aktivnosti

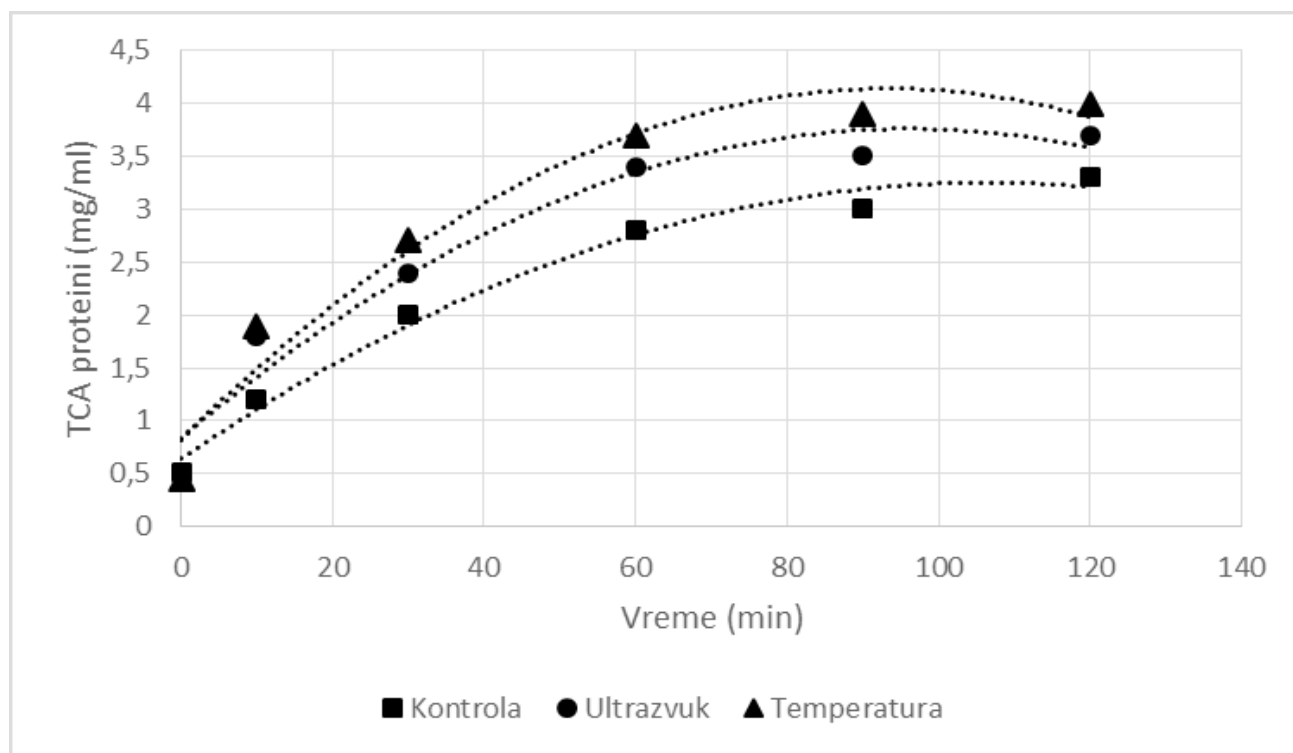
Antiradikalna aktivnost prema ABTS+ katjonu određuje se spektrofotometrijski, na osnovu obezbojavanja zelenog rastvora ABTS+ katjona u prisustvu ispitivanog uzorka, na 734 nm. Osnovni rastvor priprema se rastvaranjem ABTS-a u 0,1 mol/l fosfatnog pufera pH 7,4, koji sadrži 5 mmol/l NaCl (PBS). U rastvor PBS-a dodaje se ABTS u koncentraciji 7 mmol/l, a zatim je dodat kalijum-persulfat u koncen-

traciji od 2.45 mmol/l. U 3 ml radnog rastvora doda se 30 µl uzorka (hidrolizata). Obezbojavanje smeše se prati na 734 nm (T80+ UV-VIS spectrophotometer, „PG instruments” Ltd.) u trajanju od 10 minuta. Paralelno, praćeno je i obezbojavanje u slepoj probi. Na osnovu apsorbanci u probi (A_{uz}) i slepoj probi (A_{sp}) posle 10 minuta reakcije, antiradikalna aktivnost (AA) se određuje pomoću izraza (1).

$$AA (\%) = \frac{A_{sp} - A_{uz}}{A_{sp}} \cdot 100 \quad (1)$$

REZULTATI I DISKUSIJA

Uticaj termičkog i ultrazvučnog predtretmana na tok enzimske hidrolize proteinskog izolata dobijenog iz pogače uljane tikve primenom enzima alkalaze, prikazan je na slici 1.

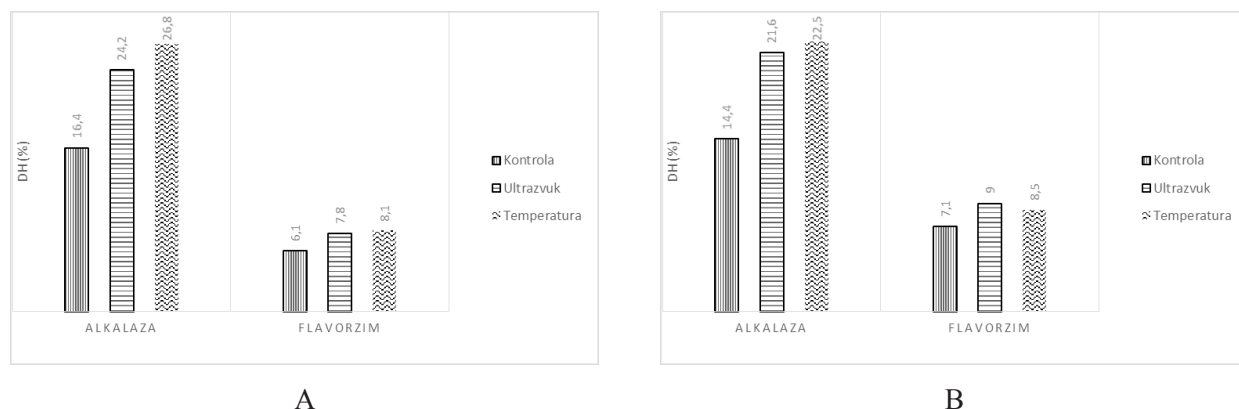


Slika 1. Vremenski tok enzimske hidrolize proteinskog izolata pogače uljane tikve primenom alkalaze, izražen preko koncentracije TCA rastvorljivih proteina bez i nakon primene predtretmana

Figure 1. The time rate of enzymatic hydrolysis of pumpkin oil cake protein isolate by alcalase, in function of TCA soluble proteins with or without pretreatments

Sa slike 1 se vidi da proteinski izolat prethodno izložen delovanju povišene temperature i tretiran ultrazvukom ima viši stepen hidrolize, odnosno veću koncentraciju TCA rastvorljivih proteina. Ovo je posledica toga što tokom predtretmana dolazi

do promena na molekulskom nivou proteina tj. dolazi do odmotavanja proteinskih lanaca pa peptidne veze koje su bile u unutrašnjosti molekula, postaju dostupne primenjenom enzimu i samim tim nastaje veći udeo hidrolizovanih peptida.



Slika 2. Uticaj predtretmana na DH proteinskih hidrolizata uljane pogače šljive A, i kajsije B, dobijenih primenom enzima alkalaze i flavorzima

Figure 2. Effect of pretreatments on DH of plum A, and apricot B oil cake protein hydrolysate obtained by alcalase nad flavourzyme

Enzimaska hidroliza primenom enzima alkalaze i flavorzima izvedena je na proteinskim izolatima uljane pogače šljive i kajsije sa i bez ultrazvučnog i termičkog predtretmana. Na slici 2 prikazani su rezultati postignutih vrednosti DH proteina nakon 120 minuta trajanja hidrolize. Uticaj primenjenih predtretmana na ovim proteinskim izolatima je dao pozitivne efekte na stepen hidrolize. Izraženi je razlike između netretiranih proteinskih izolata i tretiranih zapažene su prilikom delovanja alkalaze.

Antioksidativno dejstvo hidrolizata proteinskih izolata sve tri ispitivane pogače dobijenih delovanjem ispitivanih enzima, sa i bez primenjenih predtretmana ispitano je merenjem sposobnosti hvatanja ABTS•+ radikal katjona. Rezultati, prikazani u tabeli 1 ukazuju da svi ispitani hidrolizati poseduju visoku antioksidativnu aktivnost i da je i u ovom slučaju dokazan pozitivan uticaj ispitivanih predtretmana, što je u saglasnosti sa literaturnim navodima dobijenim na drugim proteinskim izvorima. Takođe, ovi rezultati potvrđuju pozitivnu korelaciju između vrednosti DH i AA.

Tabela 1. Antioksidativna aktivnost proteinskih hidrolizata dobijenih primenom i bez ultrazvučnog i termičkog tretmana

Table 1. Antioxidant activity of obtained protein hydrolysates with or without ultrasound and thermal pretreatment

Enzim	Tretman	Proteinski hidrolizati šljive AA (%)	Proteinski hidrolizati kajsije AA (%)	Proteinski hidrolizati uljane tikve AA (%)
Flavorzim	Kontrola	68,1	49,12	n.d.
	Ultrazvuk	72,8	54,4	n.d.
	Temperatura	81,4	67,2	n.d.
Alkalaza	Kontrola	82,3	56,54	86,9
	Ultrazvuk	91,4	70,9	92,4
	Temperatura	89,3	71,2	94,4

ZAKLJUČAK

Primenom jednostavnih tretmana poput ultrazvuka i povišene temperature znatno se može unaprediti enzimaska hidroliza proteina uljanih pogača šljive, kajsije i uljane tikve i na taj način moguće

je dobiti hidrolizate koji imaju veoma dobru antioksidativnu aktivnost. Ova značajna osobina povećava potencijal ovih proteina za dalju primenu na polju prehrambenog i farmaceutskog inženjerstva tj. upotrebi dobijenih produkata u različite formulacije funkcionalne hrane i dodataka ishrani.

Zahvalnica

Ovaj rad je proistekao iz istraživanja u okviru projekta III 46010 finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, kao i projekta br. 142-451-2777/2018-01/02 finansiranog od strane Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost AP Vojvodine.

Napomena

Deo rezultata je objavljen na 59. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica 2018. godine.

LITERATURA

1. Domingez, H., Nùñez, M.J., Lema, J.M. (1994). Enzymatic pretreatments to enhance oil extraction from fruits and oilseeds: review. *Food Chem.*, 49: 2173-2191.
2. Erdmann, K., Cheung, B.W.Y., Schroeder, H. (2008). The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *J. Nutr. Biochem.*, 19: 643-654.
3. Erdogan-Orhan, I., Kartal, M. (2011). Insights into research on phytochemistry and biological activities of *Prunus armeniaca* L. (apricot). *Food Res. Internat.*, 44: 1238-1243.
4. Fukushima, D. (1991). Structures of plant storage proteins and their function. *Food Rev. Internat.*, 7: 353-381.
5. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall R.J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biolog. Chem.*, 193: 265-275.
6. Mason, T.J. (1998). Power ultrasound in food processing - the way forward. In: Povey, M. J.W. and Mason, T.J. (Eds.), *Ultrasound in Food Processing*. Blackie Academic & Professional, London.
7. Moure, A., Sineiro, J., Domínguez, H., Parajó, J.C. (2006). Functionality of oilseed protein products: A review. *Food Res. Internat.*, 39: 945-963.
8. Popović, Lj., Čakarević, J., Sedlar, T. (2018). Uticaj ultrazvučnog predtretmana na enzimsku hidrolizu i biološku aktivnost proteina uljanih pogača. 59. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 231-236.
9. Vaštag, Ž., Popović, Lj., Popović, S., Krimer, V., Peričin, D. (2011). Production of enzymatic hydrolysates with antioxidant and angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity from pumpkin oil cake protein isolate. *Food Chem.*, 124: 1316-1321.
10. Vaštag, Ž., Popović, S., Popović, Lj., Krimer, V., Peričin, D. (2010). Hydrolysis of pumpkin oil cake protein isolate and free radical scavenging activity of hydrolysates; Influence of temperature, enzyme/substrate ratio and time. *Food Bioprod. Process.*, 88: 277-282.
11. Yurdugul, S., Bozoglu, F. (2009), Studies on antimicrobial activity and certain chemical parameters of freeze-dried wild plums (*Prunus* spp.), *Pakistan J. Nutr.*, 8: 1434-1441.

PRIMENA MULTIVARIJANTNIH ALATA U RAZLIKOVANJU HLADNO PRESOVANIH ULJA KOŠTUNJAVOG VOĆA

Kristian Pastor¹, Marijana Ačanski¹, Vesna Vujasinović², Đura Vujić¹

IZVOD

Uzorci jestivih ulja koštunjavog voća: badema - *Prunus amygdalus* (A), lešnika - *Corylus avellana* (H1 i H2) i oraha - *Juglans regia* (W1 i W2) dobijeni su hladnim presovanjem. Dobijeni uzorci ulja derivatizovani su 0,2 M rastvorom trimetilsulfonijum hidroksida (TMSH) u metanolu i analizirani na gasnom hromatografu. Eluirajući metil-estri dominantnih masnih kiselina detektovani su i identifikovani primenom masenog spektrometra, uz korišćenje NIST14 biblioteke masenih spektara. Integrisane površine metil-estara detektovanih masnih kiselina korišćene su u multivarijantnoj analizi podataka – klaster analizi i analizi korespondencije. Dobijeni dijagrami ukazuju na mogućnost uspešne primene sistema gasne hromatografije sa maseno-spektrometrijskom detekcijom (GC-MS), uz multivarijantnu analizu podataka, sa ciljem razlikovanja hladno presovanih ulja različitih vrsta koštunjavog voća, prema botaničkoj vrsti.

Ključne reči: hladno presovana ulja, koštunjavo voće, TMSH, GC-MS, klaster analiza, analiza korespondencije

THE APPLICATION OF MULTIVARIATE TOOLS IN THE DIFFERENTIATION OF NUTSEED COLD-PRESSED OILS

ABSTRACT

Edible oil samples of following nutseeds: almond - *Prunus amygdalus* (A), hazelnut - *Corylus avellana* (H1 and H2) and walnut - *Juglans regia* (W1 and W2) were produced by cold pressing. The obtained oil samples were derivatized with 0.2 M trimethylsulfonium hydroxide solution (TMSH) in methanol and analyzed on a gas chromatograph. Eluting methyl esters of the dominant fatty acids were detected and identified using a mass spectrometer with NIST14 mass spectra library. The integrated surface areas of methyl esters of detected fatty acids were used in multivariate data analysis - cluster analysis and correspondence analysis. The obtained diagrams indicate the possibility of a successful application of a gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) system, combined with multivariate data analysis tools, with the aim of distinguishing cold-pressed oils of various types of nutseeds, according to the botanical species.

Key words: cold-pressed oils, nutseeds, TMSH, GC-MS, cluster analysis, correspondence analysis

UVOD

Zainteresovanost potrošača za bezbednost, autentičnost i kvalitet prehrambenih proizvoda u stalnom je porastu (Borras i sar., 2015). Autentičnost je povezana sa istinitošću, pa se za neki prehrambeni proizvod može reći da je autentičan, ukoliko nije bio predmet bilo kakve prevare (Cuadros-Rodríguez, 2016). Evropske i globalne polise o prehrambenim proizvodima zahtevaju da hrana na tržištu bude aut-

entična. To znači da deklaracija proizvoda na etiketi mora da se poklapa sa njegovim stvarnim sastavom, poreklom (geografsko, botaničko, genetičko) i načinom proizvodnje (konvencionalna, organska, tradicionalna) (Cubero-Leon i sar., 2014; Danezis i sar., 2016a, 2016b).

Prema izveštaju Svetske zdravstvene organizacije ustanovljene su značajne relacije između kvaliteta ishrane čoveka i različitih bolesti novog doba, kao što su gojaznost, dijabetes, kardiovaskularna oboljenja, hipertenzija, infarkt i neki tipovi kancera. Ishrana se smatra glavnom promenljivom determinantom hroničnih oboljenja, a definitivno postoje i naučni dokazi koji podržavaju stav da promene u ishrani imaju snažan efekat, kako pozitivan - tako i negativan, na zdravlje čoveka (Sanders, 1998; WHO/FAO, 2003).

¹ Prof. dr Marijana Ačanski

Tel.: +381 21 485 3692

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

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

² Visoka hotelijerska škola strukovnih studija, Kneza Višeslava 70, 11030 Beograd, Srbija

Smatra se da ulje badema ima brojne zdravstvene benefite i da ima anti-inflamatorne, anti-hepatotoksične i imuno-stimulirajuće efekte. Pored toga, ima i pozitivno dejstvo na kardiovaskularni sistem, jer snižava nivo lošeg (LDL), a povišava nivo dobrog holesterola (HDL). Danas se koristi i u kozmetici i aromaterapiji, jer omekšava, vlaži i podmlađuje kožu (Ahmad, 2010; Hyson i sar., 2002).

Ulje lešnika se smatra visoko-kvalitetnim prehrambenim proizvodom, jer predstavlja bogat izvod vitamina E i mononezasićenih masnih kiselina, za koje se smatra da snižavaju nivo ukupnog i lošeg holesterola, a bez efekta na nivo dobrog holesterola (Ozdemir i Devers, 1999; Ozen i Mauer, 2002).

Kao i za ostale vrste koštunjavog voća i za orahe se smatra da je potentan agens u snižavanju nivoa ukupnog holesterola. I ovde se smatra da je za to odgovoran visok nivo nezasićenih masnih kiselina, u slučaju oraha linolne, u uljnoj frakciji jezgra ora-ha. Redovan unos ovih kiselina snižava nivo lošeg holesterola, što predstavlja vid prevencije različitih kardiovaskularnih oboljenja (Zibaeenezhad i sar., 2003, Ozcan, 2009). Nekoliko studija, međutim, ukazuje na činjenicu da orahe ima veći antioksidativni kapacitet u odnosu na druge vrste koštunjavog voća (Arranz i sar., 2008).

Uzevši u obzir važnost primene hladno presovanih ulja koštunjavog voća u savremenoj ishrani čoveka, cilj ovog rada bio je ispitati mogućnost razlikovanja uzoraka hladno presovanih jestivih ulja badema, lešnika i ora-ha, primenom sistema gasne hromatografije sa maseno spektrometrijskom detekcijom (GC-MS) u kombinaciji sa različitim alatima multivarijantne statističke obrade dobijenih podataka – klaster analize i analize korespondencije.

MATERIJAL I METODE RADA

Uzorci

U ovom radu analizirani su uzorci hladno presovanih ulja tri botaničke vrste koštunjavog voća: jedan uzorak ulja badema - *Prunus amygdalus* (A), dva uzorka ulja lešnika - *Corylus avellana* (H1 i H2) i dva uzorka ulja ora-ha - *Juglans regia* (W1 i W2). Uzorci su dobijeni sa Katedre za inženjerstvo konzervisane hrane Tehnološkog fakulteta Novi Sad, Univerziteta u Novom Sadu.

Priprema uzoraka

Zapremine od 10 µL svakog uzorka presovanog ulja odpipetirana je mikropipetom, a uzorci su

potom rastvoreni dodatkom 1 mL metilen-hlorida. Zatim je dodato 50 µL 0,2 M reagensa za derivatizaciju (trimetilsulfonijum hidroksida, TMSH, Macherey-Nagel) rastvorenog u metanolu. Svaki uzorak je injektovan u GC-MS uređaj. Dodatak ovog reagensa omogućava transesterifikaciju masnih kiselina iz mono-, di- i triacilglicerola u odgovarajuće isparljive metil-estre (Ačanski i sar., 2015).

GC-MS analiza

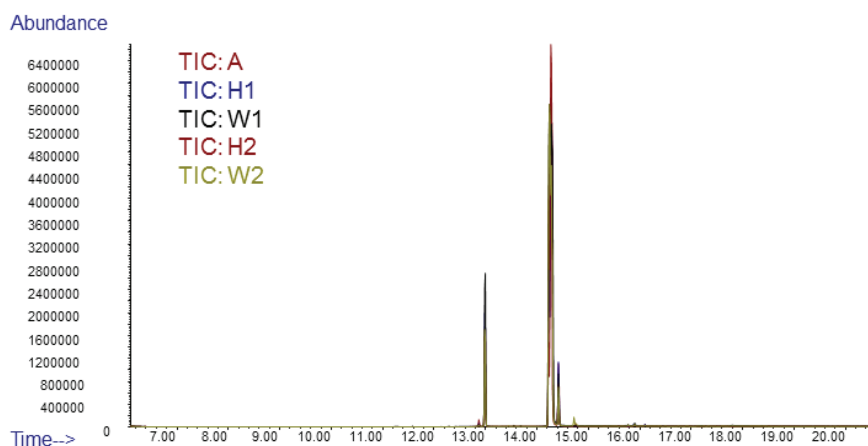
Pripremljeni derivatizovani uzorci analizirani su sistemom gasne hromatografije (Agilent Technologies 7890) sa maseno spektrometrijskom detekcijom (Agilent Technologies MSD 5975), GC-MS. Pri analizi primenjena je energija elektrona od 70 eV, DB-5 MS kolona (30 m × 0.25 mm × 25 µm), temperatura injektora od 250°C, protok gasa nosača (helijum) od 0,8 mL/min. Korišćen je sledeći temperaturni program: 50–130°C, 30°C/min i 130–300°C, 10°C/min. Po 1 µL svakog uzorka injektovan je uz split odnos 1:50.

Analiza podataka

Hromatogrami derivatizovanih uzoraka hladno presovanih ulja badema, lešnika i ora-ha, dobijeni gasnom hromatografijom, analizirani su primenom ChemStation programa (Agilent Technologies). Pikovi metil-estara masnih kiselina identifikovani su korišćenjem NIST14 biblioteke masenih spektara, sa kvalitetom meča od preko 90%. Površine pikova detektovanih metil-estara masnih kiselina automatski su integrisane, a njihove numeričke vrednosti su uvrštene u PAST program u cilju izvođenja multivarijantne analize (Hammer i sar., 2001). U cilju poređenja i utvrđivanja mogućnosti razlikovanja ispitivanih uzoraka hladno presovanih ulja prema botaničkom poreklu primenjena je klaster analiza i analiza korespondencije.

REZULTATI I DISKUSIJA

Vizuelnim posmatranjem hromatograma dobijenih analizom derivatizovanih uzoraka hladno presovanih ulja koštunjavog voća na GC-MS sistemu može se uočiti velika sličnost lipidnih profila analiziranih uzoraka ulja badema, lešnika i ora-ha. Preklapanjem hromatograma ukupne jonske struje (TIC) derivatizovanih uzoraka uočavaju se i sličnosti i razlike između eluirajućih lipidnih komponenata, tj. metil-estara masnih kiselina, kako po retencionim vremenima, tako i po površinama pikova, slika 1.



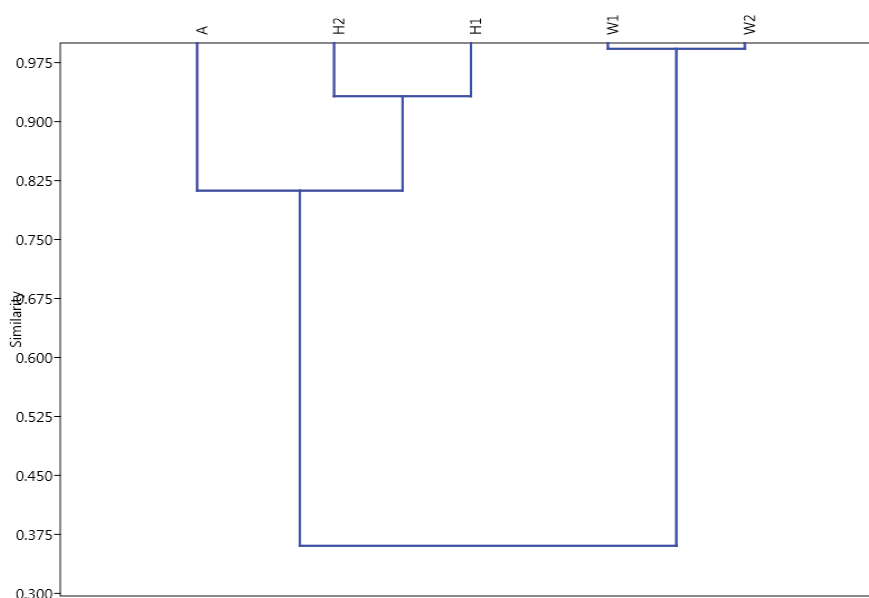
Slika 1. Preklapljeni TIC hromatogrami derivatizovanih uzoraka hladno presovanih ulja badema (A), lešnika (H1 i H2) i oraha (W1 i W2)

Figure 1. Overlaid TIC chromatograms of the derivatized samples of cold-pressed oils of almond (A), hazelnut (H1 and H2) and walnut (W1 and W2)

Primenom klaster analize i analize korespondencije, kao istraživačkih tehnika u okviru multivarijantne obrade podataka (Hammer i sar., 2001), dobijaju se dijagrami prikazani na slikama 2 i 3. Kao varijable uzete su numeričke vrednosti integriranih površina isključivo metil-estara najtipičnijih i dominantnih masnih kiselina, koje eluiraju na hromatogramima sa slike 1.

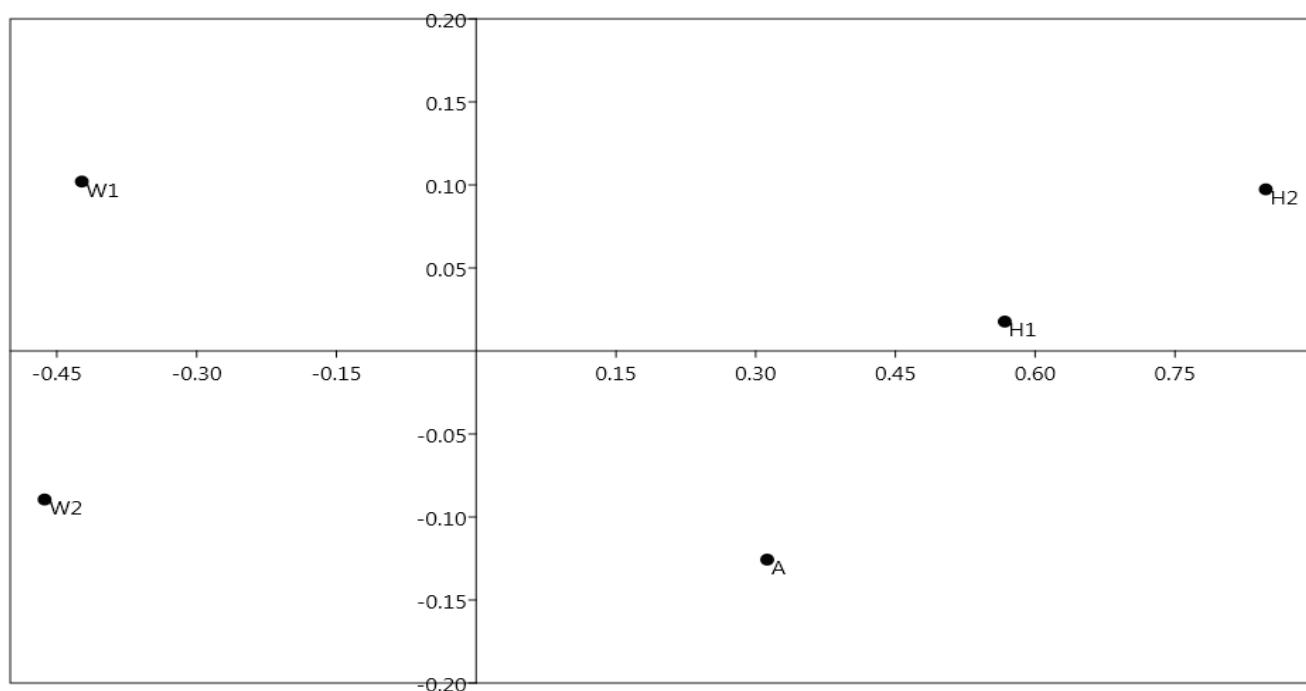
Na slici 2, na ordinati su prikazane vrednosti *correlation* mere sličnosti, a na apscisi analizirani

uzorci hladno presovanih ulja koštunjavog voća. Posmatranjem vrednosti na ordinati može se uočiti veoma visok stepen različitosti svih ispitivanih uzoraka hladno presovanih ulja. Veća sličnost lipidnih profila može se uočiti između uzoraka hladno presovanih ulja badema (A) i lešnika (H1 i H2) ($y \sim 0,825$), dok se veća različitost uočava u slučaju uzoraka hladno presovanih ulja oraha (W1 i W2) ($y \sim 0,375$).



Slika 2. Dendrogram sličnosti derivatizovanih uzoraka hladno presovanih ulja badema (A), lešnika (H1 i H2) i oraha (W1 i W2)

Figure 2. Dendrogram of similarity of derivatized cold-pressed oil samples of almond (A), hazelnut (H1 and H2) and walnut (W1 and W2)



Slika 3. Dijagram analize korespondencije derivatizovanih uzoraka hladno presovanih ulja badema (A), lešnika (H1 i H2) i oraha (W1 i W2)

Figure 3. Correspondence analysis diagram of derivatized cold-pressed oil samples of almond (A), hazelnut (H1 and H2) and walnut (W1 and W2)

Posmatranjem dijagrama sa slike 3, dobijenog multivarijantnom analizom korespondencije, može se uočiti grupisanje uzoraka hladno presovanih ulja badema (A) i lešnika (H1 i H2) sa desne strane dijagrama, što ponovo ukazuje na veću sličnost lipidnih profila ove dve botaničke vrste. Uzorci hladno presovanih ulja oraha (W1 i W2) grupišu se sa leve strane dijagrama i jasno su razdvojeni od uzoraka hladno presovanih ulja badema (A) i lešnika (H1 i H2), ispoljavajući tako značajne razlike masno-kiselinskih profila.

ZAKLJUČAK

Rezultati pokazuju da se poređenjem masno-kiselinskih profila analiziranih uzoraka hladno presovanih ulja koštunjavog voća (badema, lešnika i oraha) primenom različitih alata multivarijantne statističke analize – klaster analize i analize korespondencije, mogu jasno razlikovati analizirani uzorci hladno presovanog ulja prema odgovarajućem botaničkom poreklu. Veći stepen sličnosti uočen je između uzoraka hladno presovanog ulja badema i lešnika, dok uzorci hladno presovanih ulja oraha pokazuju značajnije razlike primenom obe multivarijantne statističke metode.

Zahvalnica

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

LITERATURA

1. Ačanski, M., Vujić, Đ., Psodorov, Đ. (2015). Practical method for the confirmation of authentic flours of different types of cereals and pseudocereals. *Food Chem.*, 172: 314-317.
2. Ahmad, Z. (2010). The uses and properties of almond oil. *Complement. Ther. Clin. Pract.*, 16(1): 10-12.
3. Arranz, S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F. (2008). Antioxidant capacity of walnut (*Juglans regia* L.): contribution of oil and defatted matter. *Eur. Food Res. Technol.*, 227: 425-431.
4. Borrás, E., Ferre, J., Boque, R., Mestres, M., Acena, L., Bustó, O. (2015). Data fusion methodologies for food and beverage authentication and quality assessment - A review. *Anal. Chim. Acta*, 891: 1-14.

5. Cuadros-Rodríguez, L., Ruiz-Samblas, C., Valverde-Som, L., Perez-Castano, E., Gonzalez-Casado, A. (2016). Chromatographic fingerprinting: An innovative approach for food „identification” and food authentication - A tutorial. *Anal. Chim. Acta*, 909: 9-23.
6. Cubero-Leon, E., Peñalver, R., Maquet, A. (2014). Review on metabolomics for food authentication. *Food Res. Int.*, 60: 95-107.
7. Danezis, G.P., Tsagkaris, A.S., Brusic, V., Georgiou, C.A. (2016b). Food authentication: state of the art and prospects. *Curr. Opin. Food Sci.*, 10: 22-31.
8. Danezis, G.P., Tsagkaris, A.S., Camin, F., Brusic, V., Georgiou, C.A. (2016a). Food authentication: Techniques, trends & emerging approaches. *Trends Anal. Chem.*, 85: 123-132.
9. Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologia Electronica* 1, Oslo, str. 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
10. Hyson, D.A., Schneeman, B.O., Davis, P.A. (2002). Almonds and Almond Oil Have Similar Effects on Plasma Lipids and LDL Oxidation in Healthy Men and Women. *The Journal of Nutrition*, 132: 703-707.
11. Ozcan, M.M. (2009). Some Nutritional Characteristics of Fruit and Oil of Walnut (*Juglans regia* L.) Growing in Turkey. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.*, 28: 57-62.
12. Ozdemir, M., Devers, O. (1999). Turkish hazelnuts: properties and effect of microbiological and chemical changes on quality. *Food Rev. Int.*, 15: 309-333.
13. Ozen, B.F., Mauer, L.J. (2002). Detection of Hazelnut Oil Adulteration Using FT-IR Spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 3898-3901.
14. Sanders, M.E. (1998). Overview of Functional Foods: Emphasis on Probiotic Bacteria. *Int. Dairy J.*, 8: 341-347.
15. WHO/FAO Report (2003) of a Joint Expert Consultation „Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases”, WHO Technical Report Series, 916, Geneva, Switzerland.
16. Zibaenezhad, M.J., Rezaiezadeh, M., Mowla, A., Ayatollahi, S.M.T., Panjehshahin, M.R. (2003). Antihypertriglyceridemic Effect of Walnut Oil. *Angiology*, 54: 411-414.

PRIMENA PROTEINA POREKLOM IZ SOJE, MLEKA I KOLAGENA U KREIRANJU PROTEINSKI OBOGAĆENE ČOKOLADE

Ivana Lončarević¹, Biljana Pajin¹, Jovana Petrović¹, Zoran Nikolovski², Danica Zarić³, Petar Jovanović⁴,
Tamara Rutić¹

IZVOD

Čokolada u svom sastavu sadrži sve nutrijente neophodne za normalan rast i razvoj. Pored visokog sadržaja ugljenih hidrata i masti, čokolada je bogata mineralima, polifenolnim jedinjenjima i vitaminima, gde udeo ovih mikronutrijenata raste sa povećanjem udela kakao delova u čokoladi. S druge strane, za razliku od mlečne i bele čokolade, crna čokolada sadrži manju količinu proteina budući da ne sadrži mleko u prahu. U skladu sa aktuelnim trendovima razvoja funkcionalne hrane, postoji ideja da se kreira čokolada sa dodatkom proteina različitog porekla, što podrazumeva određene izmene u sirovinskoj bazi. S druge strane, u našoj zemlji je značajno zastupljena tradicionalna proizvodnja čokolade gde se proizvođači ne odlučuju na ovaj korak iz razloga što potrošači veoma teško prihvataju čokoladu koja nema očekivani izgled, strukturu, boju, miris i ukus. U ovom radu je proizvedena čokolada sa dodatkom 5, 10 i 15% proteina poreklom iz soje, mleka i kolagena, kako bi se ispitalo i međusobno uporedio njihov uticaj na raspodelu veličina čestica, reološke karakteristike i hemijski sastav dobijenih čokolada.

Ključne reči: čokolada, proteini, raspodela veličina čestica, reološke osobine, hemijski sastav

APPLICATION OF PROTEINS ISOLATED FROM SOY, MILK AND COLLAGEN IN CREATION OF CHOCOLATE ENRICHED WITH PROTEINS

ABSTRACT

Chocolate contains all the nutrients necessary for normal growth and development. In addition to the high content of carbohydrates and fats, chocolate is rich in minerals, polyphenolic compounds and vitamins, where the proportion of these micronutrients increases with the increase in the proportion of dark cocoa solids in chocolate. On the other hand, unlike milk and white chocolate, dark chocolate contains a smaller amount of proteins since it does not contain milk powder. Regarding the current trend of development of functional foods, there is an idea to create the chocolate with the addition of proteins from different origin, including certain changes in the raw material base of dark chocolate. On the other hand, the producers of chocolate in our country apply mainly traditional chocolate production because consumers are in doubt to accept chocolate that does not have the expected appearance, texture, color, smell and taste. This paper presents the production of chocolate with the addition of 5, 10, and 15% of proteins originating from soy, milk and collagen, in order to examine and compare each other's effects on the particle size distribution, rheological characteristics and chemical composition of enriched chocolates.

Key words: chocolate, proteins, particle size distribution, rheological characteristics, chemical composition

¹ Dr Ivana Lončarević

Tel.: +381 21 485 3788

E-mail: ivana.radujko@tf.uns.ac.rs

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

² Sojaprotein a.d., Članica Victoria Group, Industrijska 1,
21220 Bečej, Srbija

³ IHIS Tehno experts d.o.o., Istraživačko-razvojni centar,
Batajnički drum 23, 11080 Beograd, Srbija

⁴ Fabrika čokolade Eugen chocolate, Veljka Vlahovića
109, 21412 Gložan, Srbija

UVOD

Čokolada je kompleksni multikomponentni sistem koji se sastoji od nemasnih čestica šećera, kakaa i mleka u prahu dispergovanih u kontinualnoj masnoj fazi mešavine kakao maslaca i mlečne masti. Prema Pravilniku o kvalitetu čokolade i kakao proizvoda Republike Srbije, čokolada je proizvod dobijen od prerađenog kakao-zrna i šećera, pri čemu mlečna čokola-

da sadrži i mleko ili mlečne proizvode, a bela čokolada se definiše kao proizvod dobijen od kakao-maslaca, mleka ili mlečnih proizvoda i šećera (Službeni list SCG, 2005). Vizuelne karakteristike čokolade, kao što su boja, sjaj, oblik, glatkoća i tekstura direktno zavise od sirovinskog sastava i uslova proizvodnje ove vrste proizvoda (Rossini i sar., 2011; Zarić i sar., 2016). Iz tog razloga je neophodno postići optimalne reološke karakteristike čokoladne mase tokom procesa proizvodnje (Pajin i sar., 2013). Prihvatljivost čokolade od strane potrošača prvenstveno zavisi od izgleda samog proizvoda i ukusa, ali i od osećaja u ustima tokom žvakanja, koji takođe zavisi od reoloških osobina čokoladne mase i raspodele veličina čvrstih čestica u čokoladi (Bolenz i sar., 2014). Peskovit osećaj u ustima je senzorski neprihvatljiv pri čemu se preferira brzo topljenje i dobra mazivost tokom konzumiranja (Bolenz i Manske, 2013).

Iako je čokolada jedna od omiljenih konditorskih poslastica zbog svoje jedinstvene arome i teksturalnih osobina, do skoro se smatralo da ovaj proizvod nema značajnu nutritivnu vrednost i da doprinosi prekomernom unosu masti i „praznih” kalorija. Međutim, pojedine vrste čokolade mogu biti izvor značajne količine različitih esencijalnih nutrijenata (Steinberg i sar., 2003). Tamni kakao delovi čokolade, poreklom iz kakao zrna, izuzetno su bogati flavonoidima, gde preovladavaju flavan-3-oli (Mursu i sar., 2004). U skladu sa navedenim, postoji značajno variranje ovih bioaktivnih komponenti u zavisnosti od vrste čokolade. Crna čokolada sadrži više tamnih kakao delova u poređenju sa mlečnom čokoladom, a samim tim i veću količinu flavanoida, minerala i vitamina (Steinberg i sar., 2003). S druge strane, crna čokolada od makronutrijenata prvenstveno sadrži ugljenohidrate i masti, a u isto vreme sadrži manju količinu proteina (oko 5-6%).

Proteini su esencijalni elementi neophodni za rast i regeneraciju, dobro funkcionisanje i strukturu svih živih ćelija. Nutritivni kvalitet proteina u hrani ogleda se u sastavu aminokiselina, svarljivosti i iskorišćenja prisutnih aminokiselina (Friedman i Brandon, 2001). Proteini koji se koriste u prehrambenoj industriji mogu biti različitog porekla, i grubo se mogu podeliti u: životinjske proteine (npr. želatin, kolagen, itd.), biljne proteine (proteini soje, kikiriki-ja, pšenice, itd.) i proteine životinjskih derivata (npr. proteini mleka) (Ogunwolu i sar., 2009).

Primena proteina (u obliku koncentrata, izolata i hidrolizata) u kreiranju proteinski obogaćenih proizvoda je aktuelna već više decenija unazad. Iako je proizvodnja proteina iz mleka efikasnija od proizvodnje proteina poreklom iz mesa, ona je manje efikasna i manje isplativa u poređenju sa proizvodnjom pro-

teina iz biljaka kao što su soja i različite vrste žitarica (Fox, 2001). Mnogobrojna istraživanja su pokazala da ishrana bogata sojinim proteinima može smanjiti nivo lošeg holesterola u krvi. Takođe je utvrđeno da redovna konzumacija sojinih proteina utiče na smanjenje rizika od bolesti i poremećaja kao što su osteoporoza, kancer debelog creva i kancer prostate (Cho i sar., 2008).

Cilj ovog rada je proizvodnja čokolade sa dodatkom 5, 10 i 15% proteina poreklom iz soje i mleka, kako bi se ispitalo i međusobno uporedio njihov uticaj na sledeće kvalitativne parametre obogaćenih čokolada: raspodelu veličina čvrstih čestica, reološke karakteristike i osnovni hemijski sastav.

MATERIJAL I METODE RADA

Kao materijal o u ovom radu korišćena je čokolada sa udelom kakao delova od 60% (5 kg), proizvedena u fabrici Kondima Endelhardt, Nemačka, a koja se koristi u daljem procesu proizvodnje u fabrici čokolade Eugen chocolate iz Gložana, Srbija. Čokolade sa dodatkom proteina proizvedene su u fabrici čokolade Eugen iz Gložana pri čemu je u otopljenu čokoladnu masu (42°C) dodato 5, 10 i 15% sledećih uzoraka proteina:

- Mlečni izolat Megglosat (86% proteina, proizvođač: Meggle, Nemačka).
Uzorci dobijenih čokolada: M5, M10, M15.
- Hidrolizat kolagena (90% proteina, proizvođač: Gelita, Nemačka).
Uzorci: K5, K10, K15.
- Izolat soje (86% proteina, proizvođač: Sojaprotein, Srbija).
Uzorci: Si5, Si10, Si15.
- Koncentrat soje (68% proteina, proizvođač: Sojaprotein, Srbija).
Uzorci: Sk5, Sk10, Sk15.

Čokoladna masa je zatim temperirana u temperirci Selmi Top Ex, Italija, 60 minuta na 42°C i 60 minuta na 29°C i dozirana u kalupe (15 × 10 g svaki). Zatim je istemperirana čokoladna masa hlađena u tunelu za hlađenje TUN 800/1200, Selmi Top Ex, Italija na 14°C u vremenskom intervalu od 30 min, istresana iz kalupa i svaka čokoladica je pojedinačno pakovana.

Raspodela veličina čvrstih čestica uzoraka proteina i čokolade određena je primenom uređaja Mastersizer 2000, Malvern Instruments, Engleska. Za dispergovanje praškastih uzoraka u vazduhu korišćena je Scirocco jedinica, dok je čokolada dispergovana u suncokretovom ulju na sobnoj temperaturi i dozirana u Hydro 2000 µP jedinicu do postizanja adekvatne obskuracije.

U cilju određivanja reoloških karakteristika čokoladne mase određene su krive proticanja na

rotacionom viskozimetru Rheo Stress 600, Haake, na radnoj temperaturi od 40°C. Korišćen je pribor Z20 DIN (cilindar). Krive proticanja određene su merenjem histerezisnih petlji (krive τ - napon smicanja u zavisnosti od D - brzine smicanja) u opsegu brzine smicanja od 0 - 60 1/s. Uzorak je najpre termostatiran 300 s na temperaturi 40°C. 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.

Hemijske karakteristike čokolada definisane su određivanjem sadržaja vlage, pepela, proteina, masti i ukupnih prehrambenih vlakana standardnim metodama (AOAC, 2000). Sadržaj ugljenih hidrata određen je na osnovu izraza: 100% - (% vlage + % proteina + % ukupnih masti + % pepela + % ukupnih vlakana) (FAO, 2003).

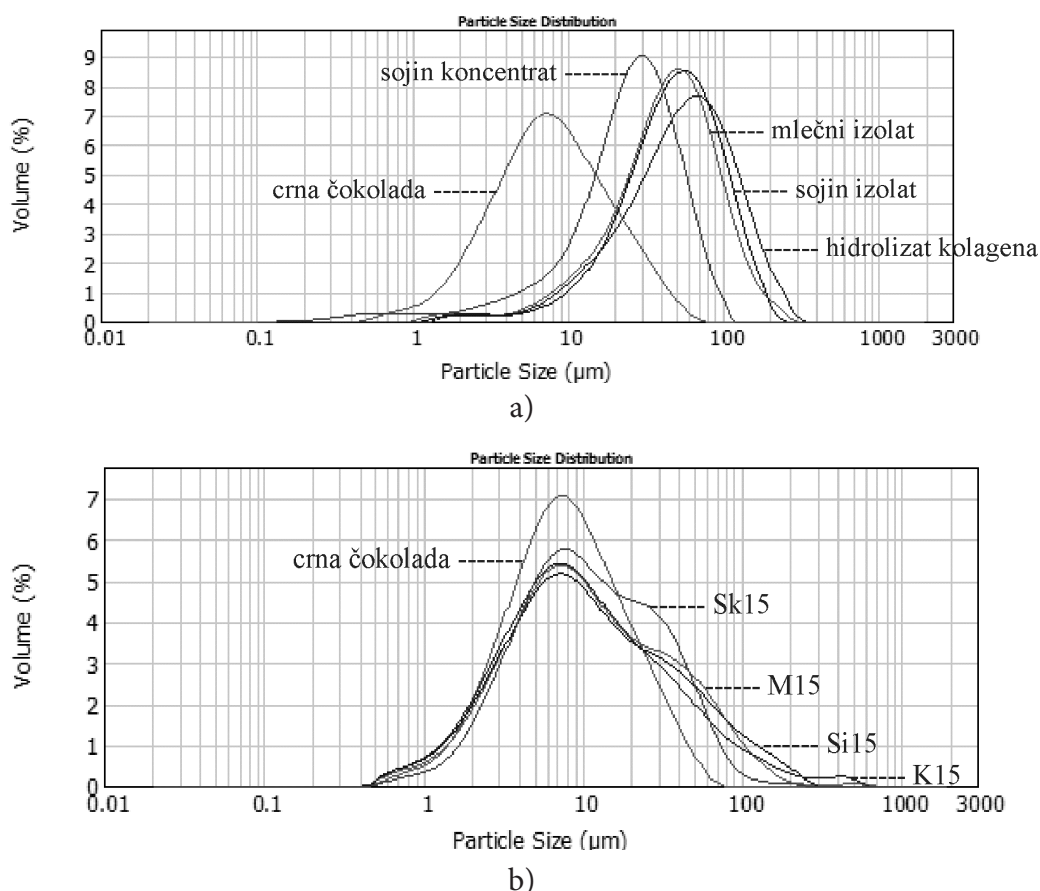
REZULTATI I DISKUSIJA

Potrošači ne prihvataju peskovitost kao osećaj u ustima tokom žvakanja čokolade i preferiraju

brzo topljenje, bez lepljenja za nepce (Bolenz i Manske, 2013). Iz tog razloga je u fazi mlevenja čokoladne mase potrebno optimalno usitniti čestice u intervalu od 15-30 μm . Veće čestice izazivaju peskovitost, a, s druge strane, čestice ne treba ni previše usitniti jer se time povećava specifična površina čvrstih čestica, potrebno je više kakao maslaca za njihovo oblaganje, a takođe se povećava i viskozitet čokoladne mase (Bolenz i sar., 2014).

Na slici 1a prikazane su krive raspodele veličina čestica uzoraka proteina u poređenju sa crnom čokoladom, dok je na slici 1b prikazan uticaj maksimalne količine ovih proteina na raspodelu veličina čestica dobijenih čokolada.

Uzorci svih proteina imaju krupnije čestice u odnosu na crnu čokoladu, pri čemu sojin koncentrat ima najsitnije čestice, a hidrolizat kolagena najkrupnije. Dodatak praškastih proteina u čokoladu je uticao na povećanje veličina čestica u dobijenim čokoladama i to u skladu sa dodatim koncentracijama, gde je na slici 2 prikazan uticaj dodatka proteina na srednji prečnik zapreminske raspodele u uzorcima čokolada.

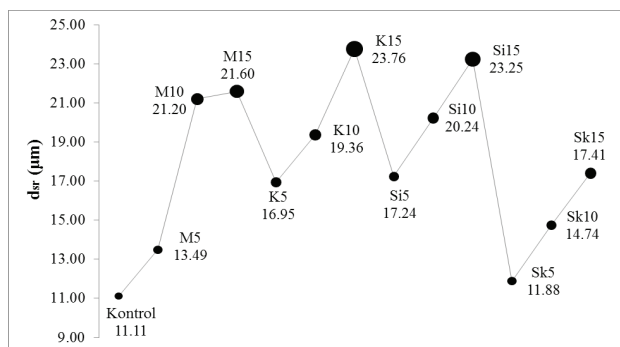


Slika 1. Raspodela veličina čestica:

a) praškastih proteina i crne čokolade i b) čokolada sa dodatkom 15% proteina

Figure 1. Particle size distribution of:

a) powdered proteins and dark chocolate and b) chocolates with 15% of proteins



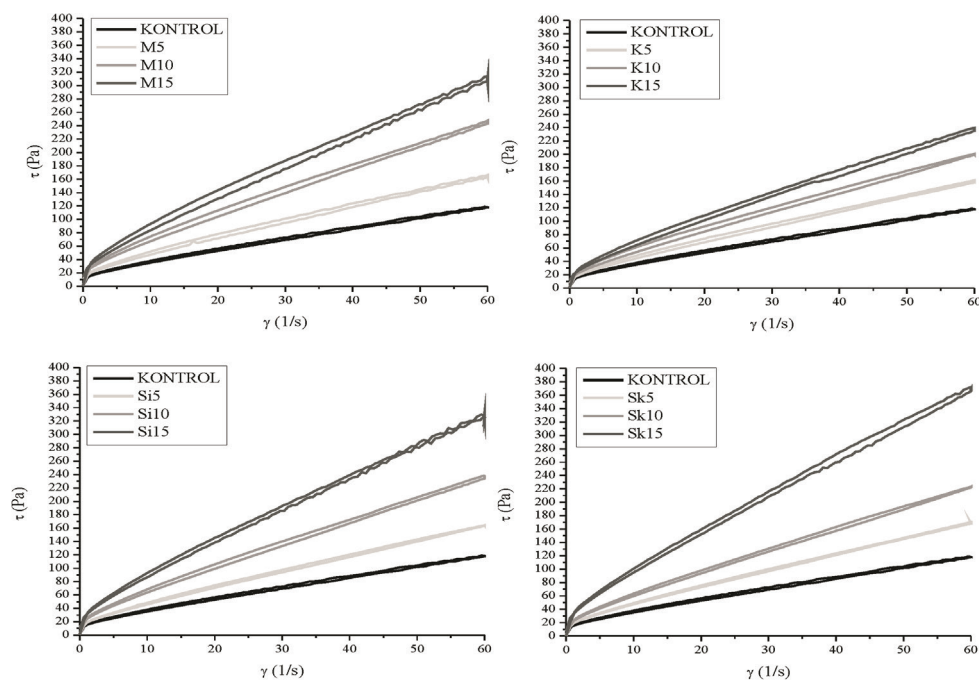
Slika 2. Srednji prečnik zapreminske raspodele uzoraka čokolada

Figure 2. Volume weight mean diameter of chocolate samples

Dodatak koncentrata soje povećao je srednji prečnik dobijenih čokolada u najmanjoj meri, dok

su hidrolizat kolagena i izolat soje i uticali na povećanje srednjeg prečnika raspodele u najvećoj meri. Međutim, čak i sa dodatkom maksimalne količine ovih proteina srednji prečnici zapreminske raspodele imaju vrednost ispod 30 μm, čime se izbegava peskovitost u dobijenim čokoladama koja bi u velikoj meri narušila njihove senzorske karakteristike (Bollenz i sar., 2013).

Raspodela veličina čestica korišćenih proteina, u skladu sa dodatkom koncentracijom, uticala je i na reološke karakteristike obogaćenih čokolada. Krive proticanja čokoladnih masa sa dodatkom proteina prikazane su na slici 3. Dodatak svih vrsta proteina je uticao na povećanje viskoziteta, i to u skladu sa povećanjem koncentracije, pri čemu je sojin koncentrat u najvećoj meri uticao na povećanje viskoziteta, dok je hidrolizat kolagena u najmanjoj meri povećao viskozitet čokoladne mase.



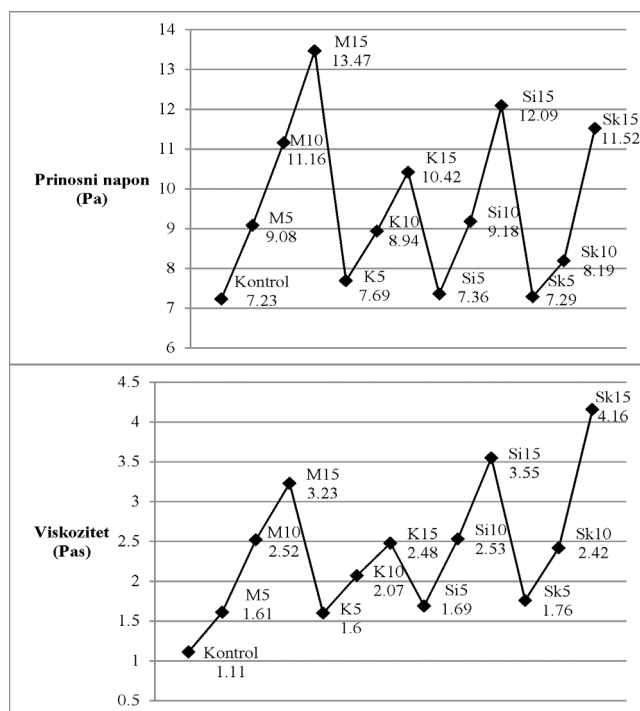
Slika 3. Krive proticanja čokoladne mase sa dodatkom proteina iz soje, mleka i kolagena

Figure 3. Flow curves of chocolate mass with the addition of soy, milk and collagen proteins

Reološki parametri čokoladne mase sa dodatkom proteina različitog porekla prikazani su na slici 4. Kontrolni uzorak crne čokolade ima najmanju vrednost prinosnog napona i viskoziteta, čije se vrednosti vrednosti povećavaju sa dodatkom praškastih proteina i to u skladu sa dodatkom koncentracijom, usled povećanja specifične površine čestica u čokoladi i smanjenja količine kakao maslaca koja ih oblaže.

Dodatak izolata mleka u čokoladu je u najvećoj meri uticao na povećanje vrednosti prinosnog napona čokoladne mase, pri čemu je kod ovih uzoraka čokolada potrebno primeniti veće sile kako bi

čokoladna masa na primenjenoj temperaturi počela da protiče. Ipak, uzorci čokolade sa dodatkom izolata mleka nemaju najveće vrednosti viskoziteta pri datoj koncentraciji. Čokolade sa dodatkom hidrolizata kolagena, koji ima najkrupnije čestice, imaju najmanje vrednosti prinosnog napona i viskoziteta pri datoj koncentraciji proteina, dok, s druge strane, dodatak koncentrata soje, koji ima najsitnije čestice, u najvećoj meri utiče na povećanje vrednosti viskoziteta pri koncentracijama od 5 i 15%, što u većoj meri otežava proces proizvodnje.



Slika 4. Prinosni napon po Casson-u i viskozitet po Casson-u uzoraka čokolada
Figure 4. Casson yield stress and Casson viscosity of chocolate samples

Hemijski sastav kontrolnog uzorka čokolade i uzoraka čokolade sa dodatkom 5, 10 i 15% proteina prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Hemijske karakteristike čokolada
Table 1. Chemical characteristics of chocolates

Uzorak Sample	Proteini (%)	Ukupne masti (%)	Ugljeni hidрати (%)	Ukupna vlakna (%)	E* (kJ/100g)	% E iz proteina
Kontrol	6,26	36,57	46,82	7,95	2295,45	4,64
M5	9,45	35,00	45,32	7,81	2266,09	7,09
M10	11,35	33,38	45,01	7,73	2233,18	8,64
M15	15,23	32,48	42,37	7,40	2220,96	11,66
K5	11,31	34,58	43,91	7,74	2258,20	8,51
K10	15,20	33,24	41,86	7,11	2239,90	11,54
K15	16,24	32,37	41,77	7,00	2223,86	12,41
Si5	10,84	34,79	43,86	7,98	2257,13	8,16
Si10	13,74	33,12	42,53	8,04	2222,03	10,51
Si15	15,98	31,72	41,25	8,27	2186,55	12,42
Sk5	8,52	35,23	45,16	8,18	2256,07	6,42
Sk10	11,05	33,87	43,75	8,24	2224,79	8,44
Sk15	13,07	32,84	42,65	8,27	2202,32	10,09

*) $E = (\text{proteini} + \text{ugljenihidrati}) \times 17 + \text{vlakna} \times 8 + \text{masti} \times 37$

Prema Pravilniku o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica (Sl. list SCG, 2004) na prehrambenom proizvodu mogu da stoje sledeće nutritivne izjave: *izvor proteina* - kada se najmanje 12% energetske vrednosti namirnice obezbeđuje iz proteina; *visok sadržaj proteina* - kada se najmanje 20% energetske vrednosti namirnice obezbeđuje iz proteina.

Dok kontrolni uzorak čokolade ima svega 6,26% proteina i u skladu sa tim 4,64% energetske vrednosti koja je obezbeđena iz proteina, dodatak svih primenjenih proteina povećava udeo proteina u obogaćenim čokoladama uz smanjenje udela masti i ugljenih hidrata, u skladu sa dodatkom koncentracijom proteina. Dodatak svih primenjenih proteina pri koncentraciji od 5 i 10% u crnu čokoladu nisu obezbedili 12% energetske vrednosti iz proteina, dok je mlečni izolat pri koncentraciji od 15% uticao na dobijanje 11,66% energetske vrednosti obezbeđene iz proteina, a sojin koncentrat 10,09%. S druge strane, dodatak 15% hidrolizata kolagena i sojinog izolata u crnu čokoladu povećali su sadržaj proteina u obogaćenim čokoladama na 16,24% i 15,98%, redom, gde se 12,41% i 12,42% energetske vrednosti ovih čokolada obezbeđuje iz proteina, pri čemu na ovim čokoladama može stajati nutritivna izjava „*izvor proteina*”.

ZAKLJUČAK

Dodatak izolata mleka, hidrolizata kolagena, sojinog izolata i sojinog koncentrata u crnu čokoladu u udelu od 5, 10 i 15% je uticao na povećanje veličina čestica u dobijenim čokoladama i to u skladu sa dodatim koncentracijama, pri čemu obogaćene čokolade sa hidrolizatom kolagena imaju najveći srednji zapreminski prečnik, a obogaćene čokolade sa sojinim koncentratom imaju najmanji srednji zapreminski prečnik raspodele. Usled smanjenja količine kakao maslaca sa povećanjem udela svih primenjenih proteina, dolazi do povećanja prinosnog napona i viskoziteta u obogaćenim čokoladama, pri čemu se specifična površina čestica i viskozitet u najmanjoj meri povećavaju pri dodatku hidrolizata kolagena, a u najvećoj meri pri dodatku koncentrata soje. S druge strane, dodatak izolata mleka u čokoladu je u najvećoj meri uticao na povećanje vrednosti prinosnog napona pri svim primenjenim koncentracijama. Čokolade sa dodatkom 15% hidrolizata kolagena i izolata soje mogu imati nutritivnu izjavu „*izvor proteina*” budući da obezbeđuju preko 12% energetske vrednosti iz proteina.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Projekat TR 31014).

Napomena

Rezultati iz ovog rada su prezentovani na 59. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica u Herceg Novom, 17-22. juna 2018. godine.

LITERATURA

1. AOAC, (2000). Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
2. 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.
3. Bolenz, S., Manske, A. (2013). Impact of fat content during grinding on particle size distribution and flow properties of milk chocolate. *Eur. Food Res. Technol.*, 236: 863-872.
4. Cho, M.J., Shen, R., Mooshegian, R. (2008). U.S. Patent No. 7,332,192. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
5. Fox P.F. (2001). Milk proteins as food ingredients. *Int. J. Dairy Technol.* 54(2): 41-55.
6. Friedman, M., Brandon, D.L. (2001). Nutritional and health benefits of soy proteins. *J. Agric. Food Chem.* 49(3): 1069-1086.
7. Mursu, J., Voutilainen, S., Nurmi, T., Rissanen, Virtanen, J.K., Kaikkonen, J., Nyysönen, K., Salonen, J.T. (2004). Dark chocolate consumption increases hdl cholesterol concentration and chocolate fatty acids may inhibit lipid peroxidation in healthy humans. *Free Radic. Biol. Med.*, 37(9): 1351-1359.
8. Ogunwolu S. O., Henshaw F. O., Mock H.-P., Santos A., Awonorin S.O. (2009). Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (*Anacardium occidentale L.*) nut, *Food Chem.*, 115: 852-858.
9. Pajin, B., Dokić, Lj., Zarić, D., Šoronja-Simović, D., Lončarević, I., Nikolić I. (2013). Crystallization and rheological properties of

- soya milk chocolate produced in a ball mill. *J. Food Eng.*, 114(1): 70-74.
10. Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za kakao-proizvode, čokoladne proizvode, proizvode slične čokoladnim i krem-proizvode (Pravilnik je objavljen u Službenom listu SCG, br. 1/2005, 2005. godine).
 11. Rossini, K., Noreña, C.P.Z., Brandelli, A. (2011). Changes in the color of white chocolate during storage: potential roles of lipid oxidation and non-enzymatic browning reactions. *J. Food Sci. Technol.*, 48(3), 305-311.
 12. Steinberg, F.M., Bearden M.M., Keen, C.L. (2003). Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health. *J. Am. Diet. Assoc.*, 103: 215-223.
 13. Zarić, D., Bulatović, M., Rakin, M., Krunić, T., Lončarević, I., Pajin, B. (2016). Functional, rheological and sensory properties of probiotic milk chocolate produced in a ball mill. *RSC Advances*, 6: 13934-13941.

NOVI TRENDOMI U OPLEMENJIVANJU ULJANIH KUPUSNJAČA

Ana Marjanović Jeromela¹, Dragana Rajković¹, Aleksandra Radanović¹, Sreten Terzić¹, Željko Milovac¹,
Petar Mitrović¹, Nada Grahovac¹, Dragana Miladinović¹, Danijela Stojanović²

IZVOD

Po potrošnji biljnog ulja u svetu uljana repica (*Brassica napus* L.) se nalazi na trećem mestu, iza palme i soje. Koristi se u ishrani ljudi, životinja, proizvodnji biodizela. Kao posledica velike potražnje na tržištu, primetan je trend povećanja površina, prinosa i kvaliteta uljane repice u svetskim razmerama. Mendelova pravila predstavljaju osnovu svih metoda oplemenjivanja sorti i hibrida uljanih i krmnih kupusnjača. Linije se testiraju u više godina i lokaliteta, a zadatak oplemenjivanja na kvalitet je da se primenom konvencionalnih i metoda biotehnologije stvore nove sorte i hibridi visokog i stabilnog prinosa, sa poboljšanom nutritivnom vrednošću semena. Seme dobrih sorti uljane repice sadrži oko 45% ulja sa 60% oleinske kiseline i 23% proteina. Razvijene su sorte uljane repice kanola tipa kao i visokooleinski tipovi sa većom stabilnošću na visokim temperaturama. Najznačajnije antinutritivne materije u semenu uljane repice su glukozinolati. Značajan napredak u oplemenjivanju učinjen je primenom savremenih metoda biotehnologije. Tokom tri decenije oplemenjivanja uljane repice u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu stvoreno je 13 sorti ozime uljane repice, dve sorte jare repice i tri ozima hibrida. Od oplemenjivanja se očekuje dalje povećanje prinosa, pri istovremenom poboljšanju njegove sigurnosti, odnosno rezistentnosti na bolesti i tolerancije na stres.

Ključne reči: *Brassica napus* L., oplemenjivanje, kvalitet ulja, hibrid

NEW TRENDS IN OILSEED BRASSICAS BREEDING

ABSTRACT

According to vegetable oil consumption, rapeseed (*Brassica napus* L.) is the third-leading source of edible oil after palm and soybean. Its oil is used as food, feed and for biodiesel production. Great market demands led to significant increase in cultivation areas, yield and quality of rapeseed worldwide. Mendelian rules represent basics of all cultivar and hybrid breeding methods in oil and forage crucifers. Lines are tested over several years on different localities with main breeding aim for seed and oil yield increase and improvement in seed quality. Seeds of high-quality rapeseed cultivars have around 45% oil with 60% of oleic acid and 23% protein. So far, different quality varieties have been bred such as canola and high oleic type of rapeseed. Most significant anti-nutritive substances of oilseed rape are glucosinolates. Significant progress has been made by applying modern biotechnology methods in breeding. During three decades of rapeseed breeding programs at Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad 13 winter rapeseed cultivars, two spring rapeseed cultivars, and three winter hybrids have been developed.

Key words: *Brassica napus* L., breeding, oil quality, hybrid

UVOD

Porodica kupusnjača, iliti krstašica (lat. *Brassicaceae*) obuhvata oko 375 rodova i 3200 vrsta biljaka. Mnoge vrste iz ove porodice se koriste u ishrani kao

npr. kupus, karfiol, keleraba, brokoli, kelj, rotkvice. Najveći ekonomski značaj imaju vrste iz rodova *Brassica*, *Raphanus* i *Sinapis*. Vrste iz roda *Brassica* su se koristile u starom Rimu i Galiji (Fussel, 1955), a postoje nalazi semena ovih vrsta još iz Bronzanog doba (Neuwiller, 1905). Smatra se da je početak korišćenja uljane repice kao ratarske kulture bio u 16. i 17. veku. Nekada se njeno ulje upotrebljavalo za lampe, a danas se najviše koristi za pripremu hrane (za prženje, pečenje, marinade i salatne prelive). Repičino ulje ima i neprehrambenu upotrebu u proizvodnji biodizela, lubrikanata za mašine, a proteinski deo sačme se koristi za stvaranje bioplastike (Delgado i sar., 2018). Pogača

¹ Dr Ana Marjanović Jeromela

Tel.: +381 21 489 8111

E-mail: ana.jeromela@ifvcns.ns.ac.rs

² Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

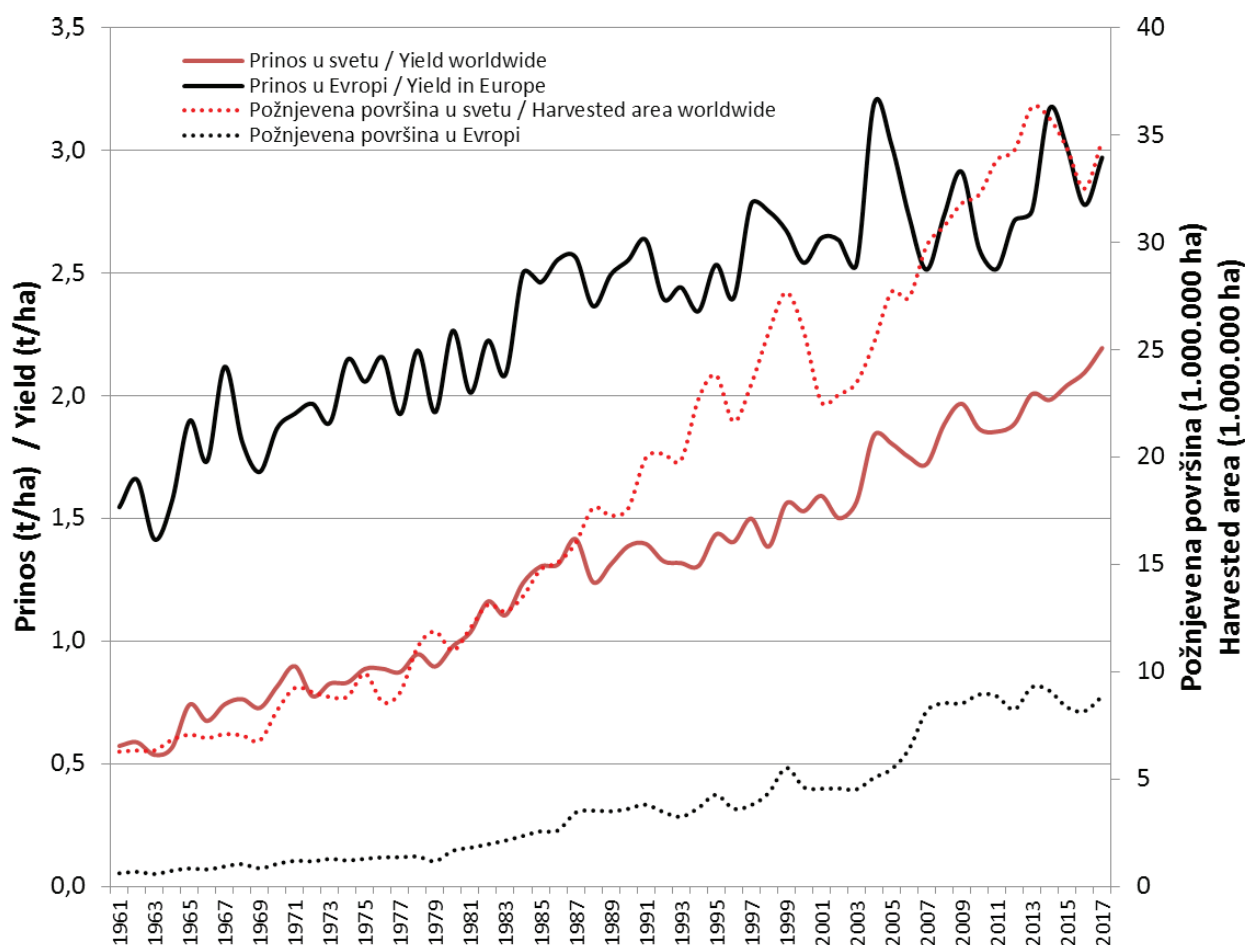
³ Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Omladinskih brigada 1, SIV 3, 11070 Novi Beograd, Srbija

uljane repice, koja preostaje nakon presovanja ulja, se koristi za ishranu domaćih životinja.

Godišnje se u svetu proizvede oko 450 miliona tona uljane repice, što predstavlja 20% ukupne proizvodnje ratarskih biljaka koje se gaje zbog zrna (Carré i Pouzet, 2014). U poslednjih 10 godina se beleži značajno povećanje površina pod uljanom repicom. Najviše uljane repice se proizvodi u Evropskoj uniji (oko 20 miliona tona godišnje), Kanadi (oko 15 miliona tona) i Kini (12 miliona tona) (Carré i Pouzet, 2014). U Evropi se pretežno gaji ozima uljana repica, u Kanadi i Indiji jara, dok u Kini i Australiji prevladavaju jari i semi-ozimi tip uljane repice. Osim ozimih i jarih sorti, koje se koriste za dobijanje ulja iz semena, postoje i sorte velike vegetativne mase za ishranu domaćih životinja. Tokom protekle dekade proizvodnja ulja je porasla četiri puta. Po potrošnji biljnog ulja u svetu uljana repica se nalazi na trećem mestu, iza palme i soje (STATISTA). U Evropi je uljana repica (*Brassica napus* L.) najvažniji izvor biljnog ulja sa proizvodnjom na oko 35 miliona hektara (slika 1).

Na tržištu postoji povećana potražnja za hranom sa blagotvornim uticajem na zdravlje ljudi. Repičino

ulje predstavlja bogat izvor prirodnih komponenti sa antioksidativnim efektom. Njeno ulje ima nizak sadržaj zasićenih masnih kiselina i predstavlja odličan izbor za zdravu ishranu. Seme dobrih sorti uljane repice sadrži u proseku 45% ulja sa 60% oleinske kiseline i 23% proteina. Kao najznačajnije antinutritivne materije u semenu uljane repice prisutni su glukozinolati. Glukozinolati su jedinjenja koja imaju opor ukus karakterističan za porodicu kupusnjača, a u repici su najzastupljeniji: glukonapin, progoitrin, glukoi berin, glukobrasicinapin i sinalbin (Ishikawa i sar., 2014). Iako je proizvodnja uljane repice danas u ekspanziji, uljane kupusnjače se pominju još u Novom zavetu (Jevanđelje po Luki, 13. glava, 19. stih): „A on (Hristos) govoraše: Čemu je slično Carstvo Božije, i sa čime ću ga uporediti? Slično je zrnu gorušičnom, koje uzevši čovjek baci u vrt svoj, i uzraste i posta drvo veliko, i ptice nebeske nastaniše se na granama njegovim”. Proučavajući ovako dugo oplemenjivanje uočava se da je osnovni cilj oplemenjivanja uvek jednak: poboljšanje prinosa i kvaliteta (sadržaj, upotrebljivost, vrednost, semena, ulja i proteina).



Slika 1. Proizvodnja uljane repice u svetu i Evropi (FAOSTAT)
Figure 1. Rapeseed production in the world and Europe (FAOSTAT)

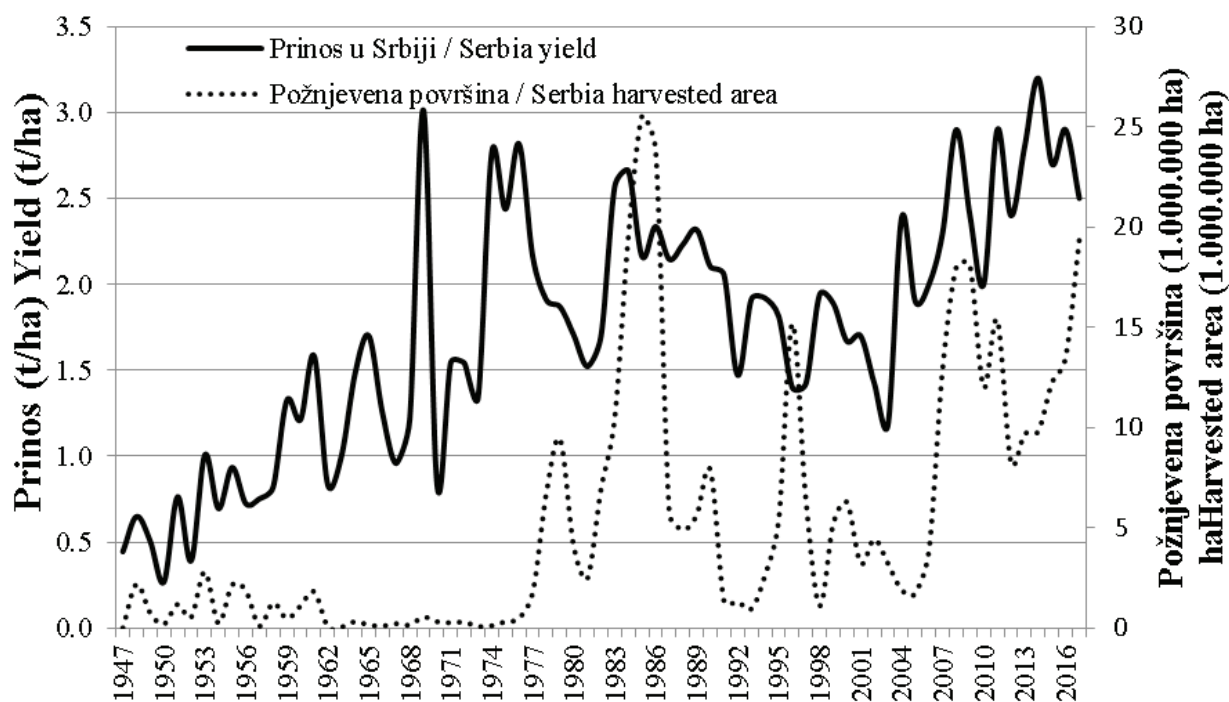
Krajem XIX veka, uljana repica je bila čest usev u atarima naše zemlje. Visoka otkupna cena, koja je bila i tri puta veća od cene žita, navodila je paore da rado seju repicu. Više se sejala na mestima u čijoj blizini se nalaze uljare, gde su nosili repicu na presovanje, a potom bi obezmašćenu pogaču vraćali kući da njome hrane stoku. Sredinom 60-ih godina prošlog veka je uočeno da eruka kiselina može imati toksičan efekat na ljude kada se konzumira u većim količinama u vidu biljnog ulja u salatama, kolačima i sl. Eruka kiselina je mononezasićena masna kiselina koja se prirodno javlja u semenu vrsta iz porodice kupusnjača. Nakon ovih nalaza je proizvodnja uljane repice značajno opala, pa je tako suncokret postao glavna biljka uljarica na njivama naše zemlje. Stare sorte su imale sadržaj eruka kiseline između 35-50% (Finlayson i sar., 1973). Veliki napor su uloženi da bi se oplemenjivanjem smanjio nivo eruka kiseline sa 50% na manje od 2%. Tako je prvo stvorena „single low” (nizak nivo eruka kiseline), a potom i „double low” uljana repica, odnosno dvostruki nulaš „00” (nizak nivo eruka kiseline u ulju <2%, i nizak nivo glukozinolata u sačmi <30 $\mu\text{mol/g}$). Sorte uljane repice koje nose oznaku „00” pripadaju kanola tipu. Kanola predstavlja formu uljane repice sa visokim kvalitetom jestivog ulja koja je dobijena smanjenjem nivoa antinutritivnih jedinjenja (glukozinolata) i eruka kiseline. U Kanadi se sve sorte repice „00” tipa nazivaju kanola, dok u Evropi uljana repica podrazumeva ne samo sorte koje su dvostruki nulaši, nego i sorte izmenjenog kvaliteta poput onih sa visokim sadržajem eruka

kiseline (Shahidi, 1990). Oplemenjivački program na uljanim i krmnim kupusnjačama je počeo pre više od 30 godina na Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Banačanka, prva sorta uljane repice „00” tipa je registrovana 1998. godine. U Srbiji se takođe beleži porast proizvodnih površina i prinosa uljane repice poslednjih godina (slika 2), kao i značajan porast potražnje na tržištu (Popović i sar., 2016).

Danas je konvecionalno oplemenjivanje u Institutu tesno vezano za upotrebu različitih alatki molekularne biologije, od kojih se za odabir željenih osobina najviše koriste mikrosatelitski molekularni markeri. Ovo obezbeđuje da uloženi napor dovedu do željenog napretka u istraživanju uljanih i krmnih kupusnjača. Sve ovo će doprineti različitim aspektima ekonomije, posebno održivoj proizvodnji ulja visokog kvaliteta za ljudsku ishranu i neprehrambenu industriju, kao i krmu visoke vrednosti za ishranu preživala.

1. Oplemenjivanja uljane repice za kvalitet

Rezervne materije (lipidi semena) uljane repice kao i drugih uljanih biljaka su triacilgliceroli, čiji je masno-kiselinski sastav karakterističan za vrstu. Kod savremenih sorti uljane repice dominiraju oleinska (C18:1) i linolna (C18:2) masna kiselina, dok je kod starih sorti u najvećem procentu (45-50%) bila zastupljena eruka kiselina (C22:1). Izmena sastava masnih kiselina u ulju uljane repice imala je veliki



Slika 2. Proizvodnja uljane repice u Srbiji (Zavod za statistiku Republike Srbije)

Figure 2. Improvements in rapeseed production in Serbia (Statistical Office of the Republic of Serbia).

značaj za povećanje njene proizvodnje i potrošnje. Biljna ulja sa visokim sadržajem oleinske kiseline su posebno zanimljiva za hemijsku industriju i industriju biodizela. Za određene tehničke svrhe se selekcionišu sorte povećanog sadržaja masnih kiselina kratkih i srednje dugih lanaca. U poređenju sa drugim konzumnim biljnim uljima, ulje savremenih sorti uljane repice „00” tipa, sadrži najmanje zasićenih masnih kiselina (6-7%) i preporučuje se u ishrani ljudi sa srčanim oboljenjima. Nutritivnu vrednost ulja uljane repice ističe i to što je jestivo ulje koje ima visok sadržaj esencijalnih masnih kiselina oba tipa - omega 3 i omega 6, u odnosu 1 : 2.

Gregor Mendel, otac genetike, je pre 150 godina proučavao nasleđivanje nekoliko osobina graška. Nakon osam godina istraživanja formulisao je zaključke do kojih je došao u vidu tri zakona nasleđivanja (Mendel, 1866). Prvi je zakon razdvajanja alela, drugi se tiče slobodnog kombinovanja, a treći je zakon dominacije. Mendelova pravila su osnova svih metoda oplemenjivanja sorti i hibrida uljanih i krmnih kupusnjača. Stalna i sistematska upotreba njegovih fundamentalnih postulata je dovela do razvoja i zvanične registracije 13 ozimih sorti, tri ozima hibrida i dve jare sorte uljane repice, jedne sorte bele i jedne sorte crne slačice, dve sorte lanika. Današnje sorte su superiornije u pogledu otpornosti na stres, visokog prinosa i kvaliteta (Marjanović Jeromela i sar., 2016a). Osnovni ciljevi i zadaci oplemenjivanja uljane repice na kvalitet su: visok prinos ulja i optimalan sastav masnih kiselina za različite namene, optimalan sadržaj proteina, superiornog kvaliteta (aminokiseline), sastav i sadržaj sekundarnih jedinjenja u zavisnosti od konačnog cilja i načina upotrebe (Hu i sar., 2013). Najpoželjniji genotipovi u oplemenjivanju uljane repice na Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu su oni koji poseduju ne samo visok sadržaj ulja, nego i visok sadržaj proteina zbog valorizacije nusproizvoda. Da bi ovi ciljevi bili ispunjeni neophodno je poći od karakteristika i načina nasleđivanja sadržaja i sastava ulja (Marjanović Jeromela i sar., 2012). Sadržaj ulja je kvantitativno svojstvo, kontinuirane varijacije, koje se nasleđuje poligenetski i ima nisku heritabilnost. Sastav masnih kiselina u ulju je kvalitativno svojstvo koje se nasleđuje mono- ili oligogenetski i ima visoku nasledljivost. Tradicionalnim oplemenjivanjem je stvoren visokooleinski tip repice, koji se odlikuje povećanim sadržajem mononezasićene oleinske kiseline i smanjenim nivoom polinezasićene α -linoleinske kiseline i linolne kiseline u ulju. Ulja koja imaju veći nivo polinezasićenih masti su manje stabilna u odnosu na ulja sa većim

nivoom oleinske kiseline. Masno-kiselinski profil visokooleinskog tipa ulja čini ovaj tip ulja stabilnijim u pogledu dužeg roka trajanja i veće stabilnosti pri prženju na visokim temperaturama. Regulacija akumulacije ulja razjašnjena je primenom najnovijih metoda biotehnologije kao što su: QTL mapiranje za kontrolu sadržaja ulja u semenu, transkripcioni faktori za izučavanje glavnog regulatornog gena (WR11), biohemijske metode za identifikaciju enzima sa niskom aktivnošću, genetičke manipulacije za pojačanu ekspresiju gena ili utišavanje i analiza fluksa za kvantitativni značaj metaboličkog puta ili pojedinačnog koraka (Brewin i Malla, 2012; Rakow, 2012).

Repičino ulje je izvor jedinjenja koja su bitna za dobrobit ljudskog zdravlja: polifenola, sterola, flavonoida, tokoferola, fosfolipida. Povećanje sadržaja tokoferola i izmena njegovog sastava je jedan od ciljeva u oplemenjivanju repice na kvalitet.

Pogača koja ostaje nakon presovanja ulja sadrži oko 40% proteina. Zahvaljujući izbalansiranom aminokiselinskom sastavu i visokom sadržaju aminokiselina sa sumporom, koristi se kao deo koncentrovanih smeša za ishranu goveda i svinja. Sadržaj glukozonalata u semenu uljane repice je glavni faktor koji determiniše nutritivnu vrednost uljane repice kao proteinske komponente u smešama za ishranu domaćih životinja. Oplemenjivanjem su stvorene savremene sorte sa niskim sadržajem glukozinolata i njihova sačma se može koristiti u koncentrovanim smešama za ishranu. Međutim, dalja poboljšanja su neophodna tako da se, zajedno sa prethodnim istraživanjima kvaliteta ulja, razvijaju i oplemenjivački programi usmereni ka poboljšanju kvaliteta sačme.

2. Oplemenjivanje uljane repice na otpornost na stres

U oplemenjivanju uljane repice kao neophodan uslov za postizanje visokog prinosa semena i ulja i dobrog kvaliteta, važno je stvoriti sortiment tolerantan na različite stresne uslove koji mogu biti uzrokovani biotskim i abiotskim faktorima (Wittkop i sar., 2009). Tako je glavni zadatak poboljšati otpornost na niske temperature i optimizovati vreme sazrevanja, kako bi se omogućio visok nivo prinosa uz odgovarajuću stabilnost u postojećim agroekološkim uslovima.

Ozima uljana repica, kao i druge ozime biljne vrste, izbegava period letnjih suša i visokih temperatura, koje su u poslednjoj deceniji u više godina dovele do strahovitog gubitka prinosa i prihoda na

gazdinstvima. U oplemenjivačkom programu se vrši odabir onih genotipova repice koji ranije sazrevaju, kako bi pre letnje suše došlo do nalivanja semena.

Abiotički stres u našim uslovima, osim suše u vreme setve, koja se prevazilazi setvom u optimalnom vremenu, predstavljaju niske temperature tokom perioda zimskog mirovanja. Linije, sorte i hibridi uključeni u oplemenjivanje se testiraju u poljskim uslovima na više lokaliteta u višegodišnjim ispitivanjima, a laboratorijski testovi se vrše u kontrolisanim uslovima na -16°C . Na prezimljavanje utiču izbor genotipa, vreme setve i nicanja i primena retardanta rasta, u slučajevima prebujnog useva (Crnobarac i sar., 2013). Nekada je optimalno vreme za setvu uljane repice bilo u drugoj polovini jula, pa do kraja avgusta (Radić, 2009). Globalne klimatske promene i dugogodišnje oplemenjivanje su doveli do pomeranja optimalnog roka setve na kraj avgusta do druge polovine septembra. Postojanje ozime forme uljane repice je u našim uslovima bilo presudno za njeno širenje, s obzirom da joj to omogućuje dužu vegetaciju i skladniji rast i razviće, a u proleće je usev dobro razvijen i ukorenjen, manje osetljiv na sušu i korove. Kako ozima uljana repica završava vegetaciju pre letnje suše i daje više i stabilnije prinose, dominantno se u našoj zemlji gaji ozima forma (Marinković i sar., 2011; Marjanović Jeromela i sar., 2011; Marjanović Jeromela i sar., 2014).

Što se tiče otpornosti na biotički stres, važno je imati u oplemenjivačkom materijalu genotipove otporne na glavne uzrokovace bolesti (Delourme i sar., 2012), insekte, na poleganje i osipanje prilikom žetve. Cilj je pronalazak genotipova sa visokim vrednostima važnih agronomskih svojstava, kao što su prinos i kvalitet, koji poseduju visoku rezistentnost prema patogenima. U fitopatološkim istraživanjima ispituje se pojava štetnosti parazitenih gljiva i izvora otpornosti. Kod nas su uzročnici raka stabla (*Leptosphaeria maculans*) i bele truleži stabla uljane repice (*Sclerotium sclerotiorum*) potencijalno najštetnije gljive (Mitrović i sar., 2012; Mitrović i sar., 2014). U okviru entomoloških istraživanja proučavaju se svi važniji insekti u proizvodnji ovog useva: štetni i korisni (Milovac i sar., 2012). Štetni insekti u jesenjem periodu su buvači (*Phyllotreta* spp. i *Psylliodes chrysocephala*) i repičina lisna osa (*Athalia rosae*). Od štetnih insekata u proleće posebno se ističe repičin sjajnik (*Meligethes aeneus*) (Milovac i sar., 2013.) i surlaši iz roda *Ceutorhynchus* (Milovac i sar., 2011).

Uljana repica je poznata kao izuzetno medonosna biljka. U povoljnim godinama sa jednog hektara se može dobiti od 100-150 kg meda. Med od uljane repice spada u prvu klasu po kvalitetu. Pored meda, za

pčelare je interesantna kao prva paša, a zbog velike količine polena dolazi do ubrzanog razmnožavanja i jačanja društava. Zbog štetnog efekta na pčelinja društva, veliki broj insekticida je zabranjen. Izučavanje korisnih insekata, pre svega polinatora, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad ima veliki značaj. U proizvodnji oplemenjivačkog materijala i elitnih kategorija u toku su višegodišnja ispitivanja upotrebe solitarnih pčela kao polinatora, vrsta *Osmia cornuta* i *Osmia rufa*. Nakon četiri godine ispitivanja, zaokružen je ciklus razvoja i utvrđene su različite interakcije genotipova uljane repice na prisustvo ovih insekata.

Repica ima osovinski tip korena, koji služi i kao rezervoar hraniva i asimilata. Korenov sistem zrele repice može prodirati i do 120 cm u dubinu. Kao odgovor na nižu koncentraciju fosfora u zemljištu, može doći do povećanja dužine i broja korenskih dlačica na korenu repice (Wang i sar., 2015). U poslednjih nekoliko godina u toku su izučavanja korena uljane repice kao ključa za bolje sorte uljane repice. Utvrđeno je da različiti genotipovi različito reaguju u odgovoru na stres, a da se građa i funkcija korena mogu direktno povezati s ovim odgovorom.

3. Hibridi uljane repice

Potrebe tržišta i prerađivačke industrije uslovile su razvoj oplemenjivačkog programa hibrida na uljanoj repici. Proizvodnja hibridnog semena je zahtevnija i skuplja od proizvodnje semena sorti. Roditelji hibrida (inbred linije) se biraju na osnovu većeg broja svojstava kvaliteta semena i ulja i rezistentnosti na patogene i stres, ali i prinosa semena u samooplodnji. Kod hibrida se koristi fenomen pozitivnog heterozisa, odnosno da je F_1 hibrid bolji od boljeg roditelja u pogledu agronomski važnih svojstava (Friedt i Snowdon, 2009). Iz odabranog početnog materijala dobijaju se roditeljske linije visoke kombinacione sposobnosti. Hibridi predstavljaju specifične kombinacije izabranih roditelja i omogućavaju realizaciju određenih zahteva u gajenju uljane repice, a to se prvenstveno odnosi na rezistentnost na patogene i svojstva kvaliteta. U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, stvaranje hibrida je bazirano na cms Ogu-INRA sistemu sterilnosti (Ogura, 1968; Hu i sar., 2008; Marinković i sar., 2006). CMS (citoplazmatska muška sterilnost) je stabilna osobina, koja se nasleđuje preko majke i koristi se za proizvodnju hibridnog semena. Biljke koje poseduju cms ne stvaraju polen, a funkcija ženskih organa ostaje nepromenjena. Ogura CMS i gen restorer fertilnosti su uneseni iz rotkvice u uljanu repicu interspecies

ukrštanjem (Bannerot i sar., 1974), koje je bilo praćeno fuzijom protoplasta (Pelletier i sar., 1983).

U procesu stvaranja hibrida najbolje linije „00” kvaliteta se povratno ukrštaju sa cms i Rf linijama (Marjanović Jeromela i sar., 2012). Da bi se na vreme isključile nepoželjne (fertilne) biljke, citogenetička analiza prisustva polena i njegove vijabilnosti (Atlagić i sar., 2010) predstavlja metodu izbora. Vrš se pregled prašnika na prisustvo polena, zatim različite citogenetske analize, provera stabilnosti CMS-a i restauracije fertilnosti - mejoza i vitalnost polena (Atlagić i sar., 2007; Atlagić i sar., 2010; Atlagić i sar., 2012). Molekularni markeri se rutinski primenjuju u detekciji biljaka sa CMS i Rf genima (Dimitrijević i sar., 2015). Takođe, započet je i protokol za korišćenje kulture mikrospora za proizvodnju homozigotnih Rf i CMS linija (Miladinović i sar., 2011). Hibridne kombinacije iz ukrštanja cms i Rf linija se testiraju na više lokaliteta i ispituju na važna svojstva, a odabrani hibridi su registrovani ili su u postupku registracije, prema metodici Odeljenja za priznavanje sorti, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede (Stojanović i sar., 2016).

Unošenje citoplazmatske muške sterilnosti u

postojeće linije je rezultiralo prvim domaćim hibridom uljane repice NS Ras, koji je registrovan pre tri godine u našoj zemlji. NS Ras, ozimi hibrid, je uveden u komercijalnu proizvodnju 2017. godine. Odlikuje se bržim tempom rasta u ranijim fazama razvoja, što u proizvodnji omogućava i nešto kasniju setvu, odnosno više vremena za kvalitetnu pripremu zemljišta. Hibrid je bujniji u odnosu na sorte, stvara više suve materije, posebno nakon cvetanja, što se odražava i na veći prinos semena. Odlično podnosi klimatski stresne uslove (niske temperature, sušni period) i veoma je adaptabilan (Marjanović Jeromela i sar., 2016b). Pripada „00” tipu uljane repice i pogodan je za ishranu ljudi i preradu, a nakon presovanja ulja za ishranu domaćih životinja. Na osnovu rezultata ispitivanja u ogledima Komisije za priznavanje sorti na tri lokaliteta, u dve vegetacione sezone, uočeno je da hibrid NS Ras ima viši prinos i zrna i ulja u odnosu na hibrid Triangl koji je standard u Komisiji za priznavanje sorti (prosečan prinos u dvogodišnjim mikroogledima na tri lokaliteta iznosio je 4256 kg ha⁻¹, tabela 1a). Kvalitet (sadržaj eruka kiseline i glukozinolata) i otpornost na prouzrokovane bolesti je na nivou standarda (tabela 1b, 1c).

Tabela 1. Proizvodne karakteristike hibrida ozime uljane repice NS Ras u ogledima
Komisije za priznavanje sorti

Table 1. Yield characteristics of winter oilseed rape hybrid NS Ras in State Variety Commission trials
a) Prinos semena i ulja / Seed and oil yield

Lokalitet Locality	Godina Year	Prinos semena 9% vlage (kg ha ⁻¹) Seed yield 9% moisture (kg ha ⁻¹)		Sadržaj vlage (%) Moisture content (%)		Sadržaj ulja (%) Oil content (%)		Prinos ulja (kg ha ⁻¹) Oil yield (kg ha ⁻¹)	
		NS Ras	Triangl	NS Ras	Triangl	NS Ras	Triangl	NS Ras	Triangl
Novi Sad	2013/14	4840	3691	7,11	6,73	44,60	42,70	1964	1434
	2014/15	4007	3547	5,55	5,36	46,60	46,80	1699	1511
	x	4423	3619	6,33	6,04	45,60	44,75	1835	1474
Pančevo	2013/14	3658	4078	8,40	8,83	44,60	43,40	1485	1611
Sombor	2013/14	5035	5091	7,55	7,43	44,30	44,30	2008	2052
	2014/15	3743	3935	10,75	9,38	45,90	46,00	1480	1647
	x	4390	4513	9,15	8,40	45,10	45,15	1586	1854
x	2013/14	4511	4286	7,69	7,66	44,50	43,47	1819	1695
	2014/15	3775	3741	8,15	7,37	46,25	46,40	1589	1580
x (2013/14-2014/15)		4256	4068	7,87	7,54	45,20	44,64	1704	1653
d	0.05	322							
	0.01	381							
Cv		9,21							

b) Sadržaj eruka kiselina i glukozinolata /
The content of erucic acid and glucosinolates

Godina Year	Sadržaj eruka* kiselina (%) Erucic acid content (%)		Sadržaj glukozinolata** Glucosinolate content	
	NS Ras	Triangle	NS Ras	Triangle
2013/14	0,84	0,02	11,34	13,07
2014/15	0,80	0,04	20,71	12,23
x	0,82	0,03	16,03	12,65

*) sadržaj eruka kiselina određen je pre setve / Erucic acid content was determined before sowing

**) sadržaj glukozinolata dat je u μmolg^{-1} suve materije. Glucosinolate content is presented as μmolg^{-1} of dry matter.

c) Visina biljke, pucanje ljuske i otpornost prema bolestima /
Plant height, pod shattering, and disease resistance

Lokalitet Locality	Godina Year	Visina biljke Plant height		Pucanje ljuske (1-9) Pod shattering (1-9)		B o l e s t i					
						Bela trulež (1-9) White rot (1-9)		Tamno mrka pegavost (1-9) Dark brown spots (1-9)		Suva trulež (1-9) Dry rot (1-9)	
		NS Ras	Tri- angle	NS Ras	Tri- angle	NS Ras	Tri- angle	NS Ras	Tri- angle	NS Ras	Tri- angle
Novi Sad	2013/14	197,5	196,4	1	1	1	1	1	1	1	1
	2014/15	165,2	162,4	1	1	1	1	1	1	1	1
	x	181,3	179,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Pančevo	2013/14	184,0	165,0	2	1	1	1	1	1	1	1
Sombor	2013/14	169,0	168,8			0	0	0	0	0	0
	2014/15	169,8	169,0					1	2		
	x	169,4	168,9			0,0	0,0	0,6	0,8	0,0	0,0
x (2013/14- 2014/15)		177,1	172,3	1,33	1,00	0,75	0,75	0,85	0,90	0,75	0,75

4. IMI hibridi uljane repice

IMI hibridi su tolerantni na herbicide iz grupe imidazolinona. Gaje su u okviru Clearfield® sistema proizvodnje i zauzimaju značajno mesto u poljoprivrednoj proizvodnji. IMI tolerantni hibridi uljane repice su razvijeni selekcijom mutanata konvencionalnih sorti. Izvor otpornosti kod uljane repice je dobijen indukovanim mutacijama mikrospore, iz koje su kulturom tkiva dobijene odrasle biljke uljane repice uključene u klasične metode oplemenjivanja (Hu i sar., 2015). IMI hibridi nisu rezultat primene

tehnologije genetskih modifikacija što im daje prednost na mnogim tržištima. U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, program stvaranja IMI hibrida je vrlo intenzivan i očekuje se u toku narednih vegetacija da odabrani hibridi budu uključeni u ispitivanja Komisije za registraciju sorti (Marjanović Jeromela i sar., 2016c).

ZAKLJUČAK

Prikazani rezultati upućuju na izuzetan uspeh oplemenjivanja uljane repice dugog više od 30 godi-

na. Praćenje novih trendova proizvodnje hibridnog semena iznedrilo je prvi domaći hibrid NS Ras. Pored primenjenih metoda u cilju brže i preciznije detekcije gena za agronomski važna svojstva, neophodno je koristiti metode molekularnih markera. Izazovi koji se postavljaju pred oplemenivače uljane repice u narednom periodu su: povećan sadržaj ulja (+50), modifikovan sastav masnih kiselina u komercijalnim sortama za različite namene, poboljšanje sadržaja proteina u semenu i sastav aminokiselina, unapređenje kvaliteta sačme (hranljive i antinutritivne komponente), upotreba različitih metoda za poboljšanje prinosa pod nepovoljnim uslovima (abiotički i biotički stres). Na izbor pravca i metoda oplemenjivanja veliki uticaj imaju postavljeni kriterijumi kvaliteta uljane repice, kao i njena pogodnost za primenu biotehnoloških metoda. Do danas je u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu stvoreno 13 sorti ozime uljane repice, dve sorte jare repice i tri ozima hibrida. Korišćenje savremenih tehnologija omogućilo je brži proces stvaranja rod-nijih hibrida uljane repice, a time i unapređenje sistema proizvodnje uljane repice u Srbiji.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat projekta „Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene” (TR 31025), finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Atlagić, J., Marjanović Jeromela, A., Marinković, R., Terzić, S. (2007). Cytogenetic studies of cytoplasmic male sterility in rapeseed. Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress, March 26-30, Wuhan, China, I, 66-70.
2. Atlagić, J., Terzić, S., Marjanović Jeromela, A. (2012). Staining and fluorescent microscopy methods for pollen viability determination in sunflower and other plant species. Industrial Crops & Products, 35: 88-91.
3. Atlagić, J., Terzić, S., Marjanović Jeromela, A., Marinković, R. (2010). Značaj citogenetskih istraživanja u oplemenjivanju suncokreta i uljane repice. Ratar. Povrt., 47 (2): 425-434.
4. Bannerot, H., Boulidard, L., Cauderon, Y.,

Tempe, J. (1974). Transfer of cytoplasmic male sterility from *Raphanus sativus* to *Brassica oleracea*. Proceedings of Eucarpia Crop Section Cruciferae, 25: 52-54.

5. Brewin, D.G., Malla, S. (2012). The Consequences of Biotechnology: A Broad View of the Changes in the Canadian Canola Sector, 1969 to 2012, AgBioForum, 15 (3): 257-275.
6. Carré, P., Pouzet, A. (2014). Rapeseed market, worldwide and in Europe. OCL 21 (1) D102 DOI: 10.1051/ocl/2013054.
7. Crnobarac, J., Marinković, R., Dušanić, N., Balalić, I. (2013). Specifičnosti u gajenju uljane repice. Zbornik referata, 47. Savetovanje agronoma Srbije, str. 73-79.
8. Delgado, M., Felix, M., Bengoechea, C. (2018). Development of bioplastic materials: From rapeseed oil industry by products to added-value biodegradable biocomposite materials. Industrial Crops & Products 125: 401-407. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.09.013>
9. Delourme, R., Barbetti, M.J., Snowdon, R., Jianwei, Z., Manzanares-Dauleux, M.J. (2012). Genetics and Genomics of Disease Resistance, In: Edwards, D., Batley, J., Parkin, I., Kole, C. (Eds.) Genetics, genomics and breeding of oilseed Brassicas. Science Publishers, pp. 319-373.
10. Dimitrijević, A., Imerovski, I., Miladinović, D., Terzić, S., Marjanović Jeromela, A., Marinković, R. (2015). Marker assisted selection of Ogu-INRA cms system in NS rapeseed. 14th International Rapeseed Conference. Canola Council of Canada, International Consultative Group for Research on Rapeseed (GCIRC) and Ag-West Bio. 05.-09.07. Saskatoon, Canada. Book of Abstracts, p. 202.
11. FAOSTAT (2016): Dostupno na <http://faostat.fao.org/>, pristup: septembar 2016.
12. Finlayson, A.J., Krzymanski, J., Downey, R.K. (1973). Comparison of chemical and agronomic characteristics of two *Brassica napus* L. cultivars, Bronowski and Target. J. Am. Oil Chem. Soc., 50: 407-410.
13. Friedt, W., Snowdon, R.J. (2009). Oilseed Rape. In: Vollman J, Rajčan I (eds), Oil Crops. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 91-127.
14. Fussel, G.E. (1955). History of cole (*Brassica* sp.), Nature, 176: 48-51.
15. Hu, M., Pu, H., Kong, L., Gao, J., Long, W., Chen, S., Zhang, J., Qi, C. (2015). Molecular characterization and detection of a spontane-

- ous mutation conferring imidazolinone resistance in rapeseed and its application in hybrid rapeseed production. *Mol. Breeding*, 35: 46. doi: 10.1007/s11032-015-0227-3.
16. Hu, X., Sullivan-Gilbert, M., Kubik, T., Danielson, J., Hnatiuk, N., Marchione, W., Greene, T., Thompson, S.A. (2008). Mapping of the Ogura fertility restorer gene *Rfo* and development of *Rfo* allele-specific markers in canola (*Brassica napus* L.). *Mol. Breed.*, 22: 663-674.
 17. Hu, Z.Y., Hua, W., Zhang, L., Deng, L.B., Wang, X.F., Liu, G.H., Hao, W.J., Wang, H.Z. (2013). Seed Structure Characteristics to Form Ultrahigh Oil Content in Rapeseed. *PLoS ONE*, 8 (4): e62099. doi:10.1371/journal.pone.0062099.
 18. Ishikawa, S., Maruyama, A., Yamamoto, Y., Hara, S. (2014) Extraction and Characterization of Glucosinolates and Isothiocyanates from Rape Seed Meal. *Journal of Oleo Science* 63 (3): 303-308. <https://doi.org/10.5650/jos.ess13170>.
 19. Marinković, R., Marjanović Jeromela, A. (2006). Oplemenjivanje ozime uljane repice u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo. *Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 42: 173-189.
 20. Marinković, R., Marjanović Jeromela, A., Mitrović, P., Milovac, Ž., Jocković, M. (2011). Mogućnost obezbeđivanja sirovina za proizvodnju biodizela u Republici Srbiji (pregledni rad). *Traktori i pogonske mašine*, 16 (3): 39-50.
 21. Marjanović Jeromela, A., A. Dimitrijević, S. Terzić, A. Mikić, J. Atlagić, D. Miladinović, M. Jankulovska, J. Savić, W. Friedt (2016a): Applying Mendelian rules in rapeseed (*Brassica napus*) breeding. *Genetika*, 48 (3): 1077-1086.
 22. Marjanović Jeromela, A., J. Atlagić, D. Stojanović, S. Terzić, P. Mitrović, Ž. Milovac, D. Dedić, (2016b). Dostignuća u oplemenjivanju NS hibrida uljane repice. *Selekcija i semennarstvo*, 22 (2): 49-60.
 23. Marjanović Jeromela, A., Marinković, R., Atlagić, J., Miladinović, D., Mitrović, P., Milovac, Ž., Mikić, A. (2012). Achievements in rapeseed (*Brassica napus*) breeding in Serbia. *Cruciferae Newsletter*, 31: 41-42.
 24. Marjanović Jeromela, A., Marinković, R., Jocković, M., Mitrović, P., Milovac, Ž., Hristov, N., Savić, J., Stamenković, B. (2014). Evaluation of genetic variance components for some quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Genetika*, 46 (1): 179 -185.
 25. Marjanović Jeromela, A., Milovac, Ž., Stojanović, D., Dedić, D., Sabadoš, V., Miklič, V., Malidža, G. (2016c). Rezultati ispitivanja IMI hibrida (Clearfield tehnologija) uljane repice u VCU ogledima u R. Srbiji. *Zbornik rezimea. Deseti kongres o korovima*, 21-23. septembar 2016. godine, Vrdnik, Srbija, str. 45-46.
 26. Marjanović Jeromela, A., Terzić, S., Zorić, M., Marinković, R., Atlagić, J., Mitrović, P., Milovac, Ž. (2011). Ocena stabilnosti prinosa semena i ulja NS sorti uljane repice (*Brassica napus* L.). *Field Veg. Crop Res.* 48: 67-76.
 27. Mendel, J.G. (1866). Versuche über Pflanzenhybriden. *Verh. Naturforsch. Ver. Brünn.*, 4: 3-47.
 28. Miladinović, D., Marjanović Jeromela, A., Jocić, S., Hladni, N., Imerovski, I., Dimitrijević, A., Vuković, N. (2011). Biotehnološke metode u NS programima oplemenjivanja suncokreta i uljane repice. *Zbornik radova sa 42. savetovanja industrije ulja, Herceg Novi*, str. 109-114.
 29. Milovac, Ž., Franeta, F., Kereši, T., Mitrović, P., Marinković, R., Marjanović Jeromela, A. (2013). Mogućnosti suzbijanja repičinog sjajnika insekticidima iz različitih hemijskih grupa. XII Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, 25-29.11.2013, *Zbornik rezimea radova*, str. 88-89.
 30. Milovac, Ž., Kereši, T., Mitrović, P., Marinković, R., Marjanović Jeromela, A. (2011). Prisustvo pipe kupusne ljuske (*Ceutorhynchus obstrictus*) i mušice kupusne ljuske (*Dasyneura brassicae*) na uljanoj repici tokom 2011. godine. *Zbornik rezimea radova sa XI Savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor*, 28. novembar - 2. decembar 2011, str. 113.
 31. Milovac, Ž., Kereši, T., Pešić, S., Marjanović Jeromela, A., Marinković, R., Mitrović, P. (2012). Biodiversity of rapeseed insects. International Conference on BioScience: Biotechnology and Biodiversity - Step in the Future - The Forth Joint UNS - PSU Conference. Novi Sad, Serbia, June 18-20, pp. 38-41.
 32. Mitrović, P., Milovac, Ž., Jocković, M., Radić, V., Marjanović Jeromela, A., Lečić, N., Marinković, R. (2012). Prevalence of pathogenic groups of *Leptosphaeria maculans* in Serbia. International Symposium: Current Trends in Plant Protection Proceedings/Međunarodni simpozijum o aktuelnim trendovima u zaštiti bilja, 25-28. septembar 2012, Beograd, *Zbor-*

- nik radova, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu iz Beograda, str. 274-281.
33. Mitrović, P., Milovac, Ž., Jocković, M., Marjanović Jeromela, A., Dušanić, N., Marinković, R. (2014). Morfološke karakteristike fitopatogenih gljiva *Leptosphaeria maculans* i *Leptosphaeria biglobosa* uzročnika raka stabla uljane repice u Srbiji. Zbornik radova XIX Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 07-08. mart. Agronomski fakultet Čačak, str. 503-510.
34. Ogura, H. (1968). Studies on the new male-sterility in Japanese radish, with special reference to the utilization of this sterility towards practical raising of hybrid seed. Mem. Fac. Agri. Kagoshima Univ., 6: 39-78.
35. Pelletier, G., Primard, C., Vedel, F., Chetrit, P., Remy, R., Rousselle, M., Renard, M. (1983) Intergeneric cytoplasmic hybridization in cruciferae by protoplast fusion. Mol Gen Genet 191: 244-250. <https://doi.org/10.1007/BF00334821>
36. Popović, R., Jeremić, M., Matkovski, B. (2016). Tržište uljarica u Srbiji. Ratar. Povrt., 53 (2): 74-80.
37. Radić, Đ. (2009). Gajenje poljskih useva. Matica srpska. B. Jokić (urednik) Fototipsko izdanje, Sombor str. 171-180.
38. Rakow, G. (2012). Classical genetics and traditional breeding. In: Genetics, genomics and breeding of oilseed *Brassicas*, D. Edwards, J. Batley, I. Parkin, & C. Kole (Eds.). CRC Press, pp. 73-84.
39. Shahidi, F. (Ed.) (1990). Canola and Rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition, and Processing Technology. Van Nostrand Reinhold Company Inc, New York pp. 3-15.
40. STATISTA: <https://www.statista.com/statistics/263937/vegetable-oils-global-consumption/> poslednji pristup: 24.12.2018.
41. Stojanović, D., Dedić, D., Marjanović Jeromela, A., Balešević-Tubić, S., Jocić, S., Cvejić, S. (2016). Rezultati ispitivanja sorti suncokreta, uljane repice i soje u pokusima za utvrđivanje proizvodne i upotrebne vrijednosti; Zbornik sažetaka. IX Međunarodni kongres oplemenjivanja bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo, 9-11. studenog 2016., Sveti Martin na Muri (Hrvatska), str. 77-78.
42. Ufop (2016). Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen <http://www.ufop.de/>
43. Wang, Y.L., Almvik, M., Clarke, N., Eich-Greatorex, S., Øgaard, A.F., Krogstad, T., Lambers, H., Clarke, J.L. (2015). Contrasting responses of root morphology and root-exuded organic acids to low phosphorus availability in three important food crops with divergent root traits. AoB PLANTS, 7, plv097. doi:10.1093/aobpla/plv097.
44. Wittkop, B., Snowdon, R.J., Friedt, W. (2009). Status and perspectives of breeding for enhanced yield and quality of oilseed crops for Europe. Euphytica, 17: 131-140.

MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE NUTRITIVNO ZNAČAJNOG JESTIVOG ULJA I DRUGIH PROIZVODA OD SEMENA LANA

Ranko Romanić¹, Bojana Radić, Tanja Lužaić, Viktor Stojkov

IZVOD

Lan se vekovima koristi kao izvor za dobijanje jestivog ulja. Poslednjih godina rezultati brojnih studija koji govore o potencijalnoj koristi za zdravlje, uključujući i prevenciju hroničnih bolesti, privlače sve veću pažnju za upotrebu ulja i semena lana u jestive svrhe. Veliki broj zdravstvenih problema usko je povezan sa nepravilnostima u sastavu masnih kiselina u ishrani. Esencijalne masne kiseline se u organizmu ne mogu sintetisati, pa se unose isključivo putem hrane. Seme i ulje lana sadrže tri najvažnije komponente koje blagotvorno deluju na zdravlje ljudi: veoma visok sadržaj alfa-linolenske kiseline (omega 3 masna kiselina), visok sadržaj rastvorljivih i nerastvorljivih dijetnih vlakana i najviši sadržaj fitoestrogena lignana od svih biljnih proizvoda koji se koriste u ishrani ljudi. Iz navedenih razloga, u ovom radu su na bazi najnovijih literaturnih podataka analizirane i predstavljene mogućnosti proizvodnje jestivih ulja i drugih proizvoda od semena lana, kao i prednosti njihove primene, pre svega u ishrani ljudi, odnosno u ishrani životinja i upotrebi u razne industrijsko-tehničke svrhe.

Ključne reči: proizvodnja, esencijalne masne kiseline, dijetna vlakna, lignani

POSSIBILITIES OF PRODUCTION OF NUTRITIVE VALUE FLAX SEED EDIBLE OILS AND OTHER PRODUCTS

ABSTRACT

Flax seed has been used for centuries as a source for the production of edible oil. In recent years, the results of numerous studies that talk about the potential benefits to health, including the prevention of chronic diseases, are drawing more and more attention to the use of oil and flax seeds for edible purposes. A large number of health problems are closely linked to irregularities in the composition of fatty acids in the diet. Essential fatty acids can not be synthesized in the body, so they are entered exclusively through food. Flax seed and oil contain three most important components that benefit human health: very high content of alpha-linolenic acid (omega 3 fatty acid), high content of soluble and insoluble dietary fibers, and the highest content of lignan phytoestrogens from all plant products used in human nutrition. For the above reasons, in this paper, on the basis of the latest literature data, the possibilities of production of edible oils and other products from flax seed, as well as the advantages of their application, are analyzed and presented, primarily in the diet of people, ie in animal nutrition and use for industrial and technical purposes.

Key words: production, essential fatty acids, dietary fibers, lignans

UVOD

Najvažniji sastojci na osnovu kojih se može sagledati nutritivna vrednost semena i ulja lana predstavljaju razne biološki aktivne (bioaktivne) komponente, kao što su: masne kiseline, tokoferoli, steroli, fenolna jedinjenja i dr. Ovi sastojci, iako su prisutni u veoma malim količinama u ulju,

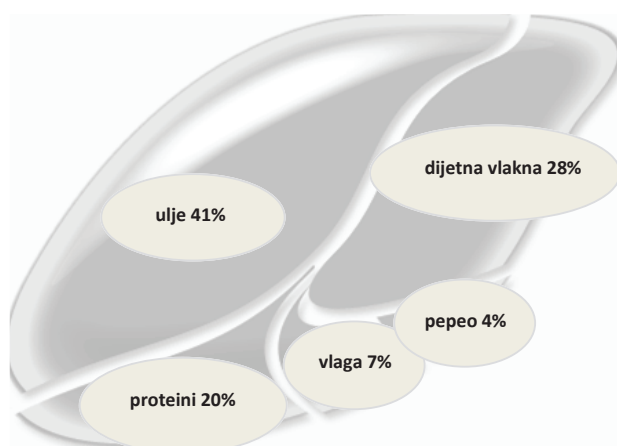
imaju veliki metabolički značaj u organizmu. Bioaktivne komponente ulja od velikog su značaja za prehrambenu i farmaceutsku industriju zahvaljujući njihovom antiupalnom, antikancerogenom i antimutagenom dejstvu kao i njihovoj povezanošću sa smanjenjem rizika od pojave kardiovaskularnih oboljenja (Fagundes Assumpção i sar., 2015). Na slici 1 su prikazane nutritivne komponente semena lana (<https://flaxcouncil.ca>).

¹ Doc. dr Ranko Romanić

Tel.: +381 21 485 3700

E-mail: rankor@uns.ac.rs

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



Slika 1. Nutritivne komponente semena lana
(<https://flaxcouncil.ca>)

Figure 1. Nutritional components of flaxseed
(<https://flaxcouncil.ca>)

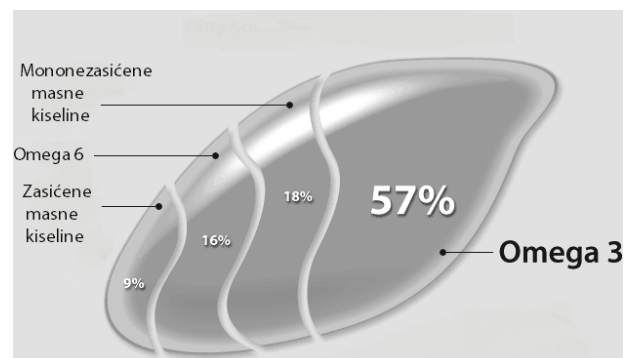
Seme lana sadrži oko 41% ulja, od čega 70% čine polinezasićene masne kiseline (eng. PUFA - Polyunsaturated Fatty Acids). Pored navedenog, seme lana sadrži i rastvorljiva i nerastvorljiva dijetna vlakna, i to oko 28% računato na masu semena lana sa visokim sadržajem ulja. Glavna nerastvorljiva frakcija vlakana u semenu lana sastoji se od celuloze i, što je najvažnije, lignina, što predstavlja približno 0,7-1,5% semena (Verghese i sar., 2010).

Mogućnosti proizvodnje jestivog ulja i drugih proizvoda od semena lana su velike. U ishrani ljudi mogu se koristiti cele semenke lana koje se stavljaju u mešavine za pekarske proizvode ili mleveno seme lana kao zamena za brašno. Mleveno ili celo seme lana može se dodavati u gotovo svaki pečeni ili prženi proizvod i daje prijatan ukus hlebu, pecivu, kolačima, krekerima i drugim proizvodima. Najcjenjenije je ulje koje se iz semena lana dobija presovanjem pomoću pužnih presa malog kapaciteta. Takođe, u ishrani se sve više koristi i rafinirano laneno ulje. Zbog specifičnih fizičko-hemijskih karakteristika ulje lana se koristi i u tehničke svrhe. Pogača i sačma od semena lana se, posle odgovarajućeg tretmana koriste kao komponenta hrane za životinje, dok je pogača sve češći sastojak i proizvoda za ishranu ljudi.

1. Sastav masnih kiselina

Sastav masnih kiselina lanenog ulja (slika 2) razlikuje se od drugih komercijalnih ulja zbog veoma visokog sadržaja alfa-linolenske masne kiseline (eng. ALA - Alpha Linolenic Acid), koji je obično iznad 50%. Zbog visokog sadržaja ove jedinstvene masne kiseline često se laneno ulje i laneno seme koriste

kao dodatak ishrani, gde je potrebno obogaćivanje sa omega 3 masnim kiselinama (Przybylski, 2005).



Slika 2. Masnokiselinski sastav ulja semena lana
(<https://flaxcouncil.ca>)

Figure 2. Fatty acid components of flaxseed oil
(<https://flaxcouncil.ca>)

Esencijalne masne kiseline su one masne kiseline koje organizam ne može da sintetiše već ih mora uzimati preko prirodnih ulja ili masti. Deficitarnost esencijalnim masnim kiselinama u organizmu se klinički ispoljava poremećajem rasta i promenama na koži. Značajno je naglasiti da je mozak naročito osetljiv na njihov nedostatak. Esencijalne masne kiseline i njihovi derivati, kao što su triacilgliceroli, imaju nekoliko veoma bitnih funkcija u organizmu: služe kao izvor energije, građivni su elementi fosfolipida i strukturnih elemenata ćelijskih membrana, sastojci su lipoproteina krvne plazme i prekursori važnih jedinjenja sa „hormonskim” dejstvom, kao što su prostaglandini, leukotrieni, tromboksani (Dimić, 2005).

Seme lana se smatra važnom „uljanom kulturom” koja je naročito bogata esencijalnim masnim kiselinama. Seme lana sadrži esencijalne omega 3 i omega 6 masne kiseline, pri čemu je seme lana među izvorima biljnog porekla najbogatiji izvor omega 3 masnih kiselina, posebno alfa-linolenske kiseline (ALA; C18:3 n-3).

Polinezasićene masne kiseline serije omega 3 i omega 6 imaju različite fiziološke uloge, jer su prekursori hormonskih supstanci koje regulišu različite biohemijske procese, slika 3 (Verghese i sar., 2010). Linolna i alfa-linolenska kiselina prolaze niz transformacija pod dejstvom enzima desaturaza i elongaza. Elongaze katališu reakcije produženja lanaca, dok desaturaze potpomažu povećanje broja dvostrukih veza. Linolna kiselina, kao EMK (esencijalna masna kiselina) serije omega 6, biohemijski se transformiše u masne kiseline dugog lanca kao što je gama-linolenska kiselina (GLA, eng. Gama Linolen-

ic Acid) i arahidonska kiselina (AA, eng. Arahidonic Acid). Alfa-linolenska kiselina, kao EMK serije omega 3, istim reakcijama transformiše se u eikosapentaensku kiselinu C20:5 n-3 (EPA) i dokosaheksaensku kiselinu C22:6 n-3 (DHA). Istraživanja ukazuju da je posebno važno da organizam bude

snabdeven DHA, jer je to gradivni element mozga i membrane fotoreceptora retine, i nedostatak izaziva njihova oštećenja. Prisustvo potrebne količine DHA posebno je bitno kod odojčadi, pošto je sadržaj DHA u lipidima mozga 30%, a u lipidima retine čak 40% (Perédy, 1995).

omega 6	enzim	omega 3
linolna kiselina (C18:2 omega 6)		alfa-linolenska kiselina (C18:3 omega 3)
↓	Δ 6-desaturaza	↓
gama-linolenska kiselina (C18:3 omega 6)		stearidonska kiselina (C18:4 omega 3)
↓	elongaza	↓
dihomo-γ-linolenska kiselina (C20:3 omega 6)		eikosatetraenska kiselina (C20:4 omega 3)
↓	Δ 5-desaturaza	↓
arahidonska kiselina (C20:4 omega 6)		eikosapentaenska kiselina (C20:5 omega 3)
↓	elongaza	↓
dokosatetraenska kiselina (C22:4 omega 6)		dokosapentaenska kiselina (C22:5 omega 3)
↓	Δ 6-desaturaza	↓
dokosapentanska kiselina (C22:5 omega 6)		dokosaheksanska kiselina (C22:6 omega 3)

Slika 3. Metabolizam omega 6 i omega 3 masnih kiselina u organizmu (Verghese i sar., 2010)

Figure 3. Omega 6 and omega 3 fatty acids metabolism pathways in the body (Verghese et al., 2010)

Omega 3 masna kiselina je podložna oksidaciji, njena oksidacija je 20-40 puta brža nego kod oleinske kiseline, a 2-4 puta brže se oksidiše od linolne kiseline. Ovo svojstvo čini ulje lana dobrim polaznim materijalom za proizvodnju boje i plastike, gde je potrebna brža oksidacija (Przybylski, 2005).

2. Seme lana kao izvor lignana

Lignani su biljne materije čiji je sadržaj u mlevenom semenu lana do 800 puta veći nego u 66 drugih vrsta namirnica (Payne, 2000). U novije vreme u svetu se pojavljuju studije koje ukazuju na postojanje antikancerogenog delovanja lignana. Kod stanovništva istočne Azije (Japan i Kina) koje u svojoj ishrani ima veće količine dijetnih vlaka-

na bogatih izoflavonoidima i lignanima zapažena je znatno niža incidentnost karcinoma pluća, endometrija i prostate za razliku od zapadnih civilizacija u čijoj ishrani ove materije nisu toliko zastupljene (Adlercreutz, 1990). Lignani takođe blokiraju oksidaciju LDL-a (lipoproteina niske gustine, eng. Low Density Lipoprotein) i smanjuju njihovo taloženje na unutrašnjim zidovima arterija (Spencer, 1999). Biljni lignani, sekoizolaricirezinol diglikozid (SDG) i matairezinol (MAT), su glavna jedinjenja među lignanima lanenog semena. Biljni lignani su strukturno različiti od životinjskih i ljudskih lignana, enterodiola (ED) i enterolaktona (EL). Lignani sisara nastaju konverzijom biljnih lignana, uz pomoć crevnih mikroorganizama (Przybylski, 2005).

3. Seme lana kao izvor dijetnih vlakana

Seme lana je bogat izvor dijetnih vlakana kako rastvorljivih, tako i nerastvorljivih. Nerastvorljiva vlakna sastoje se od celuloze, hemiceluloze i lignina (Gutte i sar., 2015). Smatra se da rastvorljiva vlakna lana snižavaju sadržaj holesterola u krvi i regulišu nivo šećera, dok nerastvorljiva vlakna poboljšavaju laksaciju (Lay i sar., 1989). Ukupan sadržaj dijetnih vlakana u semenu lana dat je u tabeli 1 (Gutte i sar., 2015).

Tabela 1. Sadržaj dijetnih vlakana semena lana (Gutte i sar., 2015)

Table 1. Dietary fiber of flaxseed content (Gutte et al., 2015)

Dijetna vlakna Dietary fiber	Sadržaj (g/100g) Amount (g/100g)
Ukupna vlakna Total dietary fiber	40
Rastvorljiva vlakna Soluble fiber	10
Nerastvorljiva vlakna Insoluble fiber	30

Ishrana bogata dijetnim vlaknima može pomoći u smanjenju rizika bolesti srca, dijabetesa, kolorektalnog karcinoma, gojaznosti i inflamacije. Samo 10 g lanenog semena u svakodnevnoj ishrani povećava dnevni unos vlakana i to u količini od 1 g rastvorljivih i 3 g nerastvorljivih vlakana (Gutte i sar., 2015).

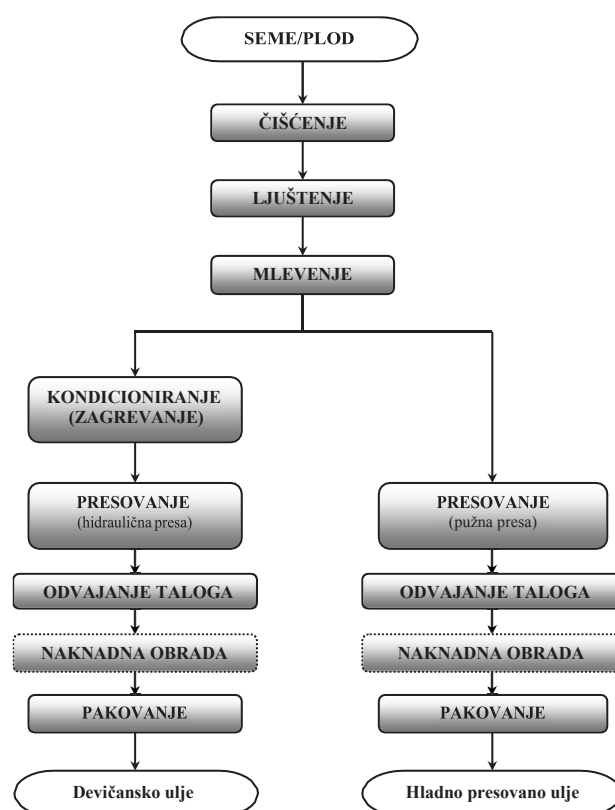
4. Druge bioaktivne i nutritivne komponente semena i ulja lana

Pored pomenutih bioaktivnih komponenti u semenu i ulju lana su prisutni vitamini, proteini, steroli, fosfolipidi, lipohromi, fenolna jedinjenja i dr., kao minorni sastojci značajni sa nutritivnog aspekta.

5. Proizvodnja jestivog ulja semena lana

5.1. Priprema semena za preradu

Ulje semena lana se u ishrani ljudi koristi najčešće kao jestivo nerafinisano ulje. Na slici 4 je prikazana tehnološka (blok) šema proizvodnje jestivih nerafinisanih (devičanskih i hladno presovanih) ulja.



Slika 4. Tehnološka (blok) šema proizvodnje jestivih nerafinisanih (devičanskih i hladno presovanih) ulja (Romanić, 2015)

Figure 4. Technological (block) scheme for the production of edible unrefined (virgin and cold pressed) oils (Romanić, 2015)

Za proizvodnju jestivog nerafinisanog ulja, pre svega hladno presovanog, seme lana kao polaznu sirovinu treba pripremiti tako da se ulje može što lakše izdvojiti. Priprema može da obuhvati: čišćenje, ljuštenje, mlevenje (drobljenje) i/ili hidrotermičku obradu. Međutim, u zavisnosti od vrste i kvaliteta sirovine na presovanje može ići materijal i bez ljuštenja, mlevenja i hidrotermičke obrade (Dimić, 2005). Svrha čišćenja je odstranjivanje nečistoća koje mogu pogoršati kvalitet ulja ili oštetiti uređaje pri preradi (Romanić, 2015). Ljuštenje semena koje ide na presovanje se obavlja zbog poboljšanja kvaliteta ulja, povećanja kapaciteta i iskorišćenja presa i poboljšanja kvaliteta pogače. Mlevenjem se razaraju ćelije u cilju lakšeg izdvajanja ulja pri presovanju, iako nije neophodno za sve vrste sirovina. Obrada toplotom i vlagom je složen proces u kome se odvijaju značajne promene u materijalu i tako omogućavaju lakše i potpunije izdvajanje ulja tokom presovanja. Važni tehnološki efekti su: koagulacija proteina, razbijanje uljane emulzije u ćelijama, pucaanje ćelijskih membrana, snižavanje viskoziteta

jem. Pogača se nakon presovanja dovodi u ekstraktor u kome se ulje ekstrahuje pomoću heksana. Nakon ekstrakcije, pogača ide do uparivača u kome se rastvarač uklanja na temperaturi oko 100°C. Pomešano presovano ulje sa uljem dobijenim ekstrakcijom se rafiniše na uobičajen način kao što se rafinišu ulja ostalih uljarica. Predrafinacijom se uklanjaju fosfolipidi, neutralizacijom se smanjuje količina slobodnih masnih kiselina, beljenjem se eliminišu karotenoidi, hlorofil i drugi pigmenti, za uklanjanje voskova iz ulja primenjuje se vinterezacija ulja pri niskim temperaturama, a deodorizacija služi da bi ulje postalo

prihvatljivo za potrošača sa aspekta prisustva produkata oksidacije (Przybylski, 2005).

6. Drugi proizvodi na bazi semena lana

Seme i pogača lana imaju takav sastav (tabela 2), da nakon izdvajanja ulja iz pogače od semena lana, može da se proizvodi polifenolni ekstrakt, zatim izolat proteina relativno visoke čistoće i izolat polisaharida sa malim sadržajem proteina kao nečistoća (Gutiérrez i sar., 2010).

Tabela 2. Hemijski sastav semena lana (Gutiérrez i sar., 2010)
Table 2. Chemical composition of flax seed (Gutiérrez at al., 2010)

Konstituent Constituent	Seme lana Flax seed		Pogača semena lana Flax seed cake	
	Sadržaj, % Amount	Referentna vrednost, % Reference value*	Sadržaj, % Amount	Referentna vrednost, % Reference value*
Vlaga Moisture	8,30	7,4	10,65	9,7
Proteini (N×6,25) Proteins	21,34	23,4	27,78	43,3
Masti Lipids	43,90	45,2	29,37	1,67
Vlakna Fibre	6,21	-	7,02	-
Pepeo Ash	2,66	3,5	3,40	6,4
Bezazotne ekstraktivne materije Non nitrogenated extract	17,59	27,8	21,78	48,7

*) Mueller i sar., 2010 / Mueller et al., 2010

6.1. Proizvodi od celog semena, pogače i ljuske

Seme lana se takođe koristi kao izvor matičnih vlakana, koja se koriste u raznim proizvodima u tehničke svrhe. Zbog konvencionalne obrade dobija se kraće vlakno i slabije čistoće, te je zato predloženo da se od ovakvih vlakana proizvodi materijal za šivenje (Rennebaum i sar., 2002).

Pogača od lana se može koristiti kao kosupstrat za fermentaciju leguminoza za proizvodnju tempeha (Stodolak i sar., 2013).

Takođe, komercijalno je dostupna i frakcija ljuske u prahu kao koncentrat lignana. Sadržaj lignana u ljusci je nekoliko puta veći nego u celom semenu (Shim i sar., 2015).

Sačma dobijena iz semena lana može se koristiti kao dodatak hrani za životinje, međutim, prethodno

se mora obraditi. Hidrotermička obrada sačme je neophodna da bi se eliminisao linamarin. Linamarin je cijanogeni glukozid, usled čijeg prisustva se pod određenim uslovima može stvoriti cijanovodonična kiselina – HCN. Sačma sa više od 250 mgHCN/kg ne može se primenjivati kao hrana za životinje (Dimić, 2005).

6.2. Brašno od semena lana

Evidentna je sve veća zainteresovanost prema semenu lana u ljudskoj ishrani, pošto seme lana dobija sve veću popularnost u zdravoj ishrani, kao dijetetski suplement i kao sastojak hleba i žita za doručak. Zbog toga je neophodno dalje istraživanje aktivnih sastojaka semena lana (Song i sar., 2014).

Delimično odmašćeno brašno od semena lana je odlična zamena za glutenska brašna u kulinarstvu, pošto laneno brašno ne sadrži gluten. Lan sadrži inhibitore tripsina i kondenzovane tanine koji mogu uticati na proizvode od brašna. U brašnu lana nema značajnih razlika u odnosu na ostale vrste brašna u sadržaju cijanogenih glikozida. Uprkos visokom sadržaju linolenske kiseline, brašno od semena lana u odnosu na ulje koje je proizvedeno hladnim presovanjem, ima daleko bolju oksidativnu stabilnost (Shim i sar. 2015).

ZAKLJUČAK

Zastupljenost semena i ulja lana i proizvoda od semena i ulja lana u ishrani ljudi je sve veća, s obzirom da seme lana dobija sve veću popularnost u zdravoj ishrani kao dijetetski suplement. U ishrani, laneno seme se češće koristi od ulja lana zbog bolje stabilnosti i većeg prisustva vlakana, lignana i alfa-linolenske kiseline, koja ima brojne zdravstvene koristi. Najcenjenije je ulje koje se iz semena lana dobija presovanjem pomoću pužnih presa malog kapaciteta. Takođe, u ishrani se sve više koristi i rafinisano laneno ulje.

Zbog korisnih nutritivnih svojstava, postoje sve veći interesi za korišćenje semena lana i ulja lana u pekarskim i konditorskim proizvodima. Pogača i sačma od semena lana se posle odgovarajućeg tretmana koriste kao komponenta hrane za životinje, dok je pogača sve češći sastojak i proizvoda za ishranu ljudi. Opravdana je mogućnost primene ulja lana i u tehničke svrhe, pri proizvodnji boja i lakova, i raznih drugih sintetičkih materijala.

Zahvalnica

Ovaj rad je nastao u okviru istraživanja na projektu TR 31014, finansiranom od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Aldercreutz, H. (1990). Western diet and western diseases: some hormonal and biochemical mechanisms and associations, Scand. J. Clin. Lab. Invest., 50 (Suppl. 201): 3-23.
2. Codex Standards For Named Vegetable Oils, Joint FAO/WHO Food Standards Programme,

- Codex-Stan 210, 1999., Amended 2005.
3. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
 4. Fagundes Assumpção, C., Larroza Nunes, I., Alcântara Medonça, T., Calixto Bortolin, R., Jablonski, A., Hickmann Flôres, S., Oliveira Rios, A. (2015). Bioactive Compounds and Stability of Organic and Conventional Vitis labrusca Grape Seed Oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 93: 115-124.
 5. Goss, W. (1946). Solvent extraction of oilseeds. Journal of the American Oil Chemists' Society, 23, 348-354.
 6. Guette, K.B., Sahoo, A.K., Ranveer, R.C. (2015). Bioactive Components of Flaxseed and its Health Benefits, Shivaji University, Kolhapur, India, pp. 42-51.
 7. Gutiérrez, C., Rubilar, M., Jara, C., Verdugo, M., Sineiro, J., Shene, C. (2010). Flaxseed and flaxseed cake as a source of compounds for food industry. J. Soil Sci. Plant Nutr. 10 (4): 454-463.
 8. <https://flaxcouncil.ca> (<https://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/2017/09/Flax-Council-09-06-17.pdf>, <https://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/2017/07/Flax-Market-Snapshot-July-4th-2017.pdf>), preuzeto: 02.10.2017.
 9. Lay, C.I., Dybing, C.D. (1989). Linseed. In: Röbbelen G., Downey R.K. Ashri A. (Eds.), Oil Corps of the world, McGraw-Hill, New York.
 10. Mueller, K., Eisner, P., Yoshie-Stark, Y., Nakada, R., Kirchhoff, E. (2010). Functional properties and chemical composition of fractionated brown and yellow linseed meal (*Linum usitatissimum*). J. Food Eng., 98: 453-460.
 11. Payne, T.J. (2000). Promoting better Health with Flaxseed in Bread. Cereal Foods World, 45(3):102-104.
 12. Perédy, J. (1995). A zsiradék és az egészség. Olaj-Szappan-Kozmetika 44(2): 45-53.
 13. Przybylski, R. (2005). Flax Oil and High Linolenic Oils., in: 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.
 14. Rennebaum, H., Grimm, E., Warnstorff, K., Diepenbrock, W. (2002). Fibre quality of linseed (*Linum usitatissimum* L.) and the assessment of genotypes for use of fibres as

- a by-product, *Industrial Crops and Products*, 16: 201-215.
15. Romanić, R. (2015). Hemometrijski pristup optimizaciji tehnoloških parametara proizvodnje hladno presovanog ulja semena visokooleinskog suncokreta, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
16. Shim, Y.Y., Gui, B., Wang, Y., Reaney, M.J. . (2015). Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) oil processing and selected products. *Trends in Food Science & Technology*, 43: 162-177.
17. Song, L., Wang, X., Wu, Y., He, W., Yao, C., Shi, J. (2014). Chemical constituents from the linseed meal. *Fitoterapia*, 97: 15-22.
18. Spencer, A.P., Carson, D.S., Crouch, M.A. (1999). Vitamin E and coronary artery disease. *Arch. Intern. Med.*, 159:1313-1320.
19. Stodolak, B., Starzyńska-Janiszewska, A., Mickowska, B. (2013). Effect of Flaxseed Oil-Cake Addition on the Nutritional Value of Grass Pea Tempeh. *Food Sci. Technol. Res.*, 19 (6): 1107-1114.
20. Tańska, M., Roszkowska, B., Skrajda, M., Dąbrowski, G. (2016). Commercial Cold Pressed Flaxseed Oils Quality and Oxidative Stability at the Beginning and the End of Their Shelf Life. *J. Oleo Sci.*, 65 (2): 111-121.
21. Verghese, M., Boateng, J., Walker, T.L. (2010). Flax Seed (*Linum usitatissimum*) Fatty Acids, Chapter 58. In: V. R. Preedy, R. R. Watson, V. B. Patel (Eds.), *Nuts & Seeds in Health and Disease Prevention*, pp. 487-498.

PRAĆENJE PROMENE SADRŽAJA VOSKOVA U SUNCOKRETOVOM ULJU TOKOM PROCESA RAFINACIJE POMOĆU KVANTITATIVNE TURBIDIMETRIJSKE METODE

Zorica Stojanović¹, Vladimir Šarac, Admir Kojčin

IZVOD

Proces rafinacije sirovog suncokretovog ulja, između ostalih, obuhvata i faze u kojima se uklanjaju voskovi, u cilju dobijanja bistrog, jestivog rafinisanog ulja. Ovaj rad opisuje na koji način se kvantitativno može pratiti promena sadržaja voskova kroz faze rafinacije u fabrici Victoriaoil a.d., Šid, pomoću turbidimetrijske metode, kao i na koji način se ova metoda može povezati sa kvalitativnim analiziranjem prisustva voskova.

Ključne reči: voskovi, turbidimetrijska metoda, rafinacija, suncokretovo ulje

MONITORING OF WAXES CONTENT CHANGE IN SUNFLOWER OIL DURING THE REFINING PROCESS BY TURBIDIMETRIC METHOD

ABSTRACT

The process of refining crude sunflower oil, among others, includes the phases of wax removal in order to obtain a clear, edible refined oil. The paper describes the quantitative determination of wax content through the refining phases of crude sunflower oil in the Victoriaoil a.d., Šid plant using the turbidimetric method, and how this method can be linked to qualitative analysis of the presence of waxes.

Key words: waxes, turbidimetric method, refining, sunflower oil

UVOD

Voskovi se ubrajaju u grupu jednostavnih lipida, u tzv. „netopive masne sastojke” koji se rastvaraju u ulju pri višim temperaturama, a pri nižim kristališu i talože se (Dimić i Turkulov 2000). Oni su estri viših masnih kiselina (C20 - C22) i viših masnih alkohola (C24 - C28) i predstavljaju prirodne komponente suncokretovog ulja, koje potiču iz ljuske semena.

Voskovi su nepolarne komponente na temperaturama višim od 40°C i lipofilni su, ali na temperaturama ispod 40°C izazivaju pojavu kristala i imaju slabiji hidrofilni efekat. Njihov sadržaj u ljusci je od 1,5 do 3%, u zavisnosti od sorte semena (Martini i Anon, 2000).

Kako se suncokret samo delimično ljušti pre pregrade (zaostaje oko 11% ljuske), tako i deo voskova

dolazi u ulje tokom procesa presovanja i ekstrakcije. Ukupan sadržaj voskova u sirovom ulju može da varira od 200 do 3500 ppm (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980). U ulju se uglavnom nalaze voskovi čiji molekuli sadrže od 36 do 48 ugljenikovih atoma i njihovo prisustvo ima uticaj na sam kvalitet ulja. Voskovi nemaju negativan uticaj sa fiziološkog stanovišta, ali utiču na senzornu ocenu ulja samih potrošača (izgled i bistrina) (Toth, 1999). S obzirom da voskovi imaju tendenciju da se talože na temperaturama nižim od 15°C i već veoma male količine prouzrokuju izrazito zamućenja ulja, njihovo izdvajanje je neophodno u toku procesa rafinacije da bi se dobilo bistro jestivo ulje.

1. Opis tehnološkog procesa rafinacije

Kontinualni proces rafinacije sirovog suncokretovog ulja u fabrici „Victoriaoil” a.d., Šid, podrazumeva četiri faze i to: hladno degumiranje, beljenje, vinterizaciju i deodorizaciju.

¹ Zorica Stojanović, dipl. inž. tehnol.
Tel.: +381 22 725 410
E-mail: zorica.stojanovic@victoriagroup.rs
Victoriaoil a.d., Članica Victoria Group, Branka Erića 2,
22240 Šid, Srbija

Prva faza fizičke rafinacije jeste sekcija hladnog degumiranja u kojoj se pored fosfolipida, sapuna i drugih nepoželjnih supstanci vrši i izdvajanje voskova u najvećoj meri. Na temperaturi ispod 10°C dolazi do kristalizacije molekula voskova koji aglomerišu čime se stvaraju uslovi da se iz ulja zajedno sa sapunima izdvoje prilikom separacije centrifugalnim separatorom u vidu teže faze.

Dobijeno degumirano ulje još uvek sadrži pigmente boje, koji se zajedno sa drugim nepoželjnim supstancama uklanjaju iz ulja u najvećem mogućem stepenu u sekciji beljenja sa prirodnim apsorpcionim sredstvom - zemljom za beljenje.

Sekcija vinterizacije podrazumeva filtraciju ulja kroz AMA filtere i obezbeđuje uklanjanje eventualno zaostalih voskova nakon hladnog degumiranja.

U finalnoj sekciji rafinacije - deacidifikacija/deodorizacija, uklanjaju se slobodne masne kiseline (SMK), još uvek prisutne u ulju koje imaju nižu tačku ključanja u poređenju sa biljnim uljima i ovo omogućava uklanjanje SMK specijalno dizajniranim postupkom destilacije, uz dodavanje direktne pare i pod vakuumom. Pored SMK, iz ulja se uklanjaju i druge supstance koje daju nepoželjan ukus i miris ulju (Tehničko-tehnološka dokumentacija fabrike ulja „Victoriaoil” a.d., Šid).

MATERIJAL I METODE RADA

U fabrici „Victoriaoil” a.d., Šid, kada su finalne faze rafinacije u pitanju (vinterizacija i deacidifikacija/deodorizacija) prisustvo voskova se svakodnevno prati proveravanjem bistrine ulja odnosno kvalitativno na osnovu rezultata Cold testa (AOCS Cc 11-53, 1973). Međutim, u cilju pouzdanije kontrole sadržaja voskova u vinterizovanom i rafinisanom ulju, a samim tim i efikasnijeg vođenja tehnološkog postupka njihovog uklanjanja, uvodi se i dodatno kvantitativno određivanje ovog parametra pomoću turbidimetrijske metode.

Princip turbidimetrijske metode se zasniva na rastvaranju ulja u jednakoj zapremini acetona, hlađenju rastvora na 0°C u vremenskom intervalu od 12 časova, i očitavanju mutnoće u jedinicama NTU, nakon čega se sadržaj voskova (u ppm) preračunava iz prethodno napravljene kalibracione krive. Turbidimetrijska kalibraciona kriva kalibrisana je sa gravimetrijskom metodom (Dimić i Turkulov, 2000) i to na način da količina voskova od „0” ppm, odgovara „0” NTU na turbidimetru. Očitavanje mutnoće na svim uzorcima odrađeno je na instrumentu TN-100/T-100 Turbidimetar (Eutech Instruments) čiji je opseg merenja od 0-1000 NTU, slika 1.

Kako bi se ispratila promena sadržaja voskova po fazama rafinacije, u ovom radu su prikazani sadržaji voskova u uzorcima sirovog, beljenog, vinterizovanog i rafinisanog suncokretovog ulja koji su uzeti direktno iz proizvodnog procesa u onim vremenskim razmacima, koji odgovaraju vremenu zadržavanja istog ulja po fazama procesa (period januar-februar-mart-april). Uporedo vršeno je i poređenje rezultata dobijenih kvantitativnom (turbidimetrijska metoda) i kvalitativnom metodom (Cold test).



Slika 1. Instrument TN-100/T-100 Turbidimetar (Eutech Instruments)

Figure 1. Instrument TN-100/T-100 Turbidimeter (Eutech Instruments)

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1, prikazana je promena sadržaja voskova kroz faze rafinacije sirovog suncokretovog ulja.

Tabela 1. Promena sadržaja voskova kroz faze rafinacije sirovog suncokretovog ulja, određena turbidimetrijskom metodom

Table 1. The change of waxes content in the process of crude sunflower oil refining, determined by turbidimetric method

Uzorak Sample	Sadržaj voskova, posle 2 časa na 0°C (ppm) Waxes content, after 2 hours, at 0°C (ppm)	Sadržaj voskova, posle 12 časova na 0°C (ppm) Waxes content, after 12 hours at 0°C (ppm)		
	Sirovo ulje Crude oil	Beljeno ulje Bleached oil	Vinterizovano ulje Winterized oil	Rafinisano ulje Refined oil
01.01.	418	31	9,66	5,11
02.01.	515	31	10,58	6,01
03.01.	433	33	13,58	6,06
04.01.	482	36	10,11	4,33
05.01.	762	30	10,89	7,12
14.01.	625	34	11,23	6,99
15.01.	649	32	16,07	5,74
16.01.	649	28	10,99	7,83
17.01.	587	30	12,45	3,14
18.01.	602	35	11,03	5,45
19.01.	549	28	6,44	2,40
20.01.	583	30	7,72	3,87
21.01.	565	32	7,67	5,85
22.01.	555	32	12,38	4,83
23.01.	586	30	5,91	3,55
24.01.	580	35	14,21	5,91
25.01.	538	33	12,10	7,12
26.01.	589	35	10,55	7,99
27.01.	535	38	13,20	8,68
28.01.	496	31	11,94	9,29
29.01.	576	29	10,10	7,77
30.01.	578	35	13,54	7,34
31.01.	613	32	11,74	5,74
13.02.	479	30	10,96	8,83
14.02.	475	29	8,88	5,12
15.02.	483	35	12,42	9,11
16.02.	467	32	13,11	8,52
17.02.	473	28	10,96	6,66
18.02.	475	30	10,22	5,87
20.02.	430	29	9,58	4,21
21.02.	446	28	9,68	3,56
22.02.	589	28	9,12	2,98
17.03.	687	33	18,19	11,97
18.03.	713	34	16,40	10,41
19.03.	752	36	17,26	12,68
20.03.	780	33	16,53	12,99
21.03.	698	35	16,32	11,83
22.03.	668	35	14,65	13,56
27.03.	602	30	13,85	10,63
11.04.	433	28	13,11	12,55
12.04.	463	35	17,44	12,98
13.04.	436	35	16,03	14,05
14.04.	468	28	18,18	10,92
15.04.	595	32	17,98	14,33
23.04.	691	34	16,84	12,05

Podaci prikazani u tabeli 1, dobijeni turbidimetrijskim merenjem pokazuju da sadržaj voskova u polaznom sirovom ulju varira od 400 do 780 ppm, u beljenom od 28 do 38 ppm, a u vinterizovanom je do 20 ppm. Takođe, primećuje se da nakon uklanjanja voskova iz ulja kroz fazu hladnog degumiranja, a kasnije i fazu vinterizacije, određena količina voskova ipak zaostaje u finalnom rafinisanom ulju. U uzorcima rafinisanog ulja prikazanim u tabeli 1,

sadržaj voskova se kreće od 2,40 do 14,33 ppm, s tim da je u uzorcima iz januara i februara manji od 10 ppm, dok kod ispitivanih uzoraka iz meseca marta i aprila, sadržaj voskova je nešto veći od 10 ppm.

Radi spoznaje u kojoj meri zaostali voskovi u rafinisanim uljima utiču na njihovu bistrinu, rafinisana ulja iz tabele 1 su podvrgnuta uslovima Cold testa i rezultati su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. Praćenje bistrine rafinisanog suncokretovog ulja na 0°C posle 5,5 i 12 časova (Cold test)

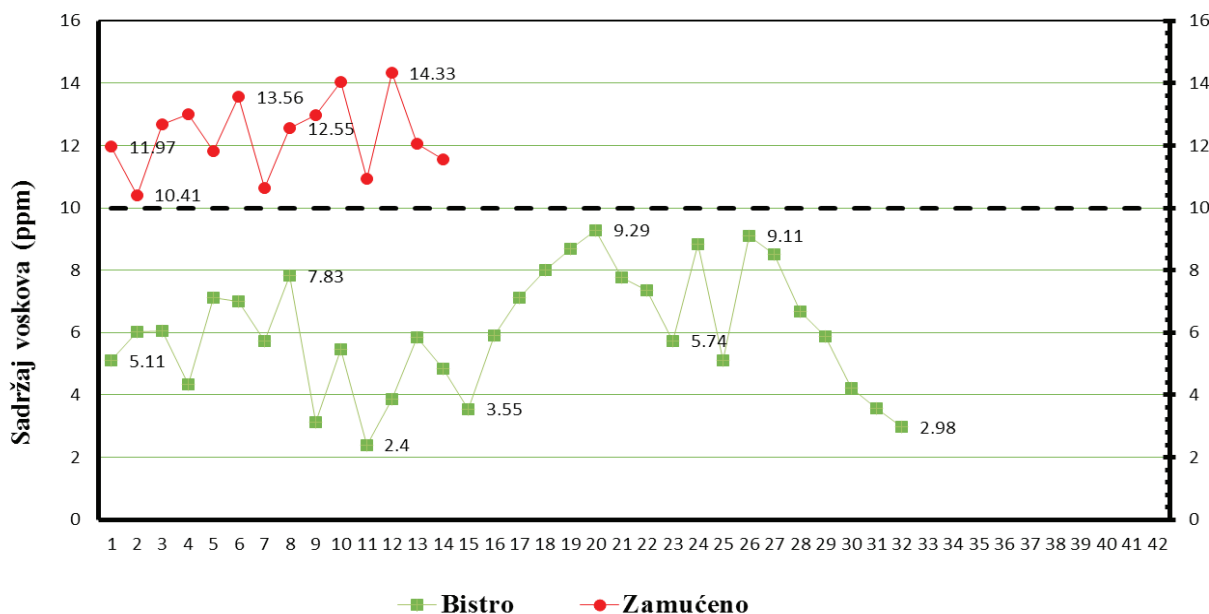
Table 2. Checking the clearness of refined sunflower oil at 0°C after 5,5 and 12 hours (Cold test)

Uzorak Sample	Rafinisano suncokretovo ulje Refined sunflower oil	
	Cold test (na 0°C; 5,5 časova) Cold test (at 0°C; 5,5 hours)	Cold test (na 0°C; 12 časova) Cold test (at 0°C; 12 hours)
01.01.	bistro	bistro
02.01.	bistro	bistro
03.01.	bistro	bistro
04.01.	bistro	bistro
05.01.	bistro	bistro
14.01.	bistro	bistro
15.01.	bistro	bistro
16.01.	bistro	bistro
17.01.	bistro	bistro
18.01.	bistro	bistro
19.01.	bistro	bistro
20.01.	bistro	bistro
21.01.	bistro	bistro
22.01.	bistro	bistro
23.01.	bistro	bistro
24.01.	bistro	bistro
25.01.	bistro	bistro
26.01.	bistro	bistro
27.01.	bistro	bistro
28.01.	bistro	bistro
29.01.	bistro	bistro
30.01.	bistro	bistro
31.01.	bistro	bistro
13.02.	bistro	bistro
14.02.	bistro	bistro
15.02.	bistro	bistro
16.02.	bistro	bistro
17.02.	bistro	bistro
18.02.	bistro	bistro
20.02.	bistro	bistro
21.02.	bistro	bistro
22.02.	bistro	bistro
17.03.	bistro	blago zamućeno
18.03.	bistro	blago zamućeno
19.03.	bistro	blago zamućeno
20.03.	bistro	blago zamućeno
21.03.	bistro	blago zamućeno
22.03.	bistro	blago zamućeno
27.03.	bistro	blago zamućeno
11.04.	bistro	blago zamućeno
12.04.	bistro	blago zamućeno
13.04.	bistro	blago zamućeno
14.04.	bistro	blago zamućeno
15.04.	bistro	blago zamućeno
23.04.	bistro	blago zamućeno

Na osnovu podataka iz tabele 2, uočava se da sva rafinisana ulja zadovoljavaju uslove Cold testa posle 5,5 časova na 0°C. Međutim, takođe se vidi da nakon produžetka vremenskog intervala čuvanja uzoraka na 0°C 12 časova, samo oni uzorci kod kojih je sadržaj voskova manji od 10 ppm su ostali

i dalje bistri, dok uzorci koji sadrže više od 10 ppm voskova su se blago zamutili.

Podaci iz tabele 1 i 2, objedinjeni su u grafički prikaz bistrine rafinisanog ulja (na 0°C, posle 12 časova) u zavisnosti od sadržaja voskova (slika 2).



Slika 2. Prikaz bistrine rafinisanog ulja (na 0°C, posle 12 časova) u zavisnosti od sadržaja voskova
Figure 2. Review of clearness of refined oil (at 0°C, after 12 hours) depending on the content of waxes

Sa slike 2, može se videti da u cilju dobijanja finalnog bistrog rafinisanog suncokretovog ulja kome se zamućenost neće vratiti nakon čuvanja 12 časova na 0°C, tehnološki proces rafinacije treba voditi tako da sadržaj voskova određen turbidimetrijskom metodom bude ispod 10 ppm.

ZAKLJUČAK

Uvođenjem turbidimetrijske metode uspešno mogu da se prate promene sadržaja voskova po fazama rafinacije, pri čemu se dobija i uvid u sadržaj voskova u vinterizovanom i rafinisanom ulju. Takođe, pokazalo se da u finalnom rafinisanom ulju ipak zaostaje određena količina voskova, kao i da ta količina zadovoljava uslove Cold testa (0°C, posle 5,5 časova). Međutim, kada se vreme čuvanja uzoraka produži na 12 časova, iskustveno se pokazalo da ostaju bistra samo ona ulja koja sadrže manje od 10 ppm voskova. Ovo je veoma značajno saznanje jer povezuje dve metode, kvalitativnu i kvantitativnu, i samim tim olakšava kontrolisanje samog tehnološkog procesa uklanjanja voskova.

LITERATURA

1. AOCS Cc 11-53 (1973). Cold test of Vegetable Oils, Official and Tentative Methods of American Oil Chemist's, Champaign, IL, USA.
2. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
3. Martini, S., Anon, M.C. (2000). Determination of Wax Concentration in Sunflower Seed Oil, J. Am. Oil Chem. Soc., 59: 519-520.
4. Moulton, K.J. Sr. (1988). Turbidimetric measurement of wax in sunflower oil, J. Am. Oil Chem. Soc., 65: 367-368.
5. Oštrić-Matijašević, B., Turkulov, J. (1980). Tehnologija ulja i masti, I deo. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
6. Tehničko-tehnološka dokumentacija fabrike za preradu uljarica „Victoriaoil” a.d., Šid.
7. Toth, N. (1999). Odvoštavanje i vinterizacija ulja, 40. Savetovanje tehnologa industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Palić, str. 5-8.

PROMENA FUNKCIONALNOSTI SOJINOG PROTEINSKOG KONCENTRATA POD UTICAJEM RAZLIČITIH FAKTORA

Jovana Doroslovac¹, Milan Ševo¹, Ljiljana Vujačić²

IZVOD

U fabrici Sojaprotein AD vrši se kontrola finalnog proizvoda. Pored standardnih fizičko-hemijskih, mikrobioloških analiza vrši se i proveru funkcionalnosti gotovog proizvoda (različitih tipova brašana - obezmašćenih, sojinih proteinskih koncentrata). Funkcionalnost se proverava pripremom emulzija i gelova (provera emulgujućih sposobnosti i sposobnosti želiranja), proverom viskoziteta, hidratacije i dr. Na osnovu dugogodišnjeg iskustva, praćenja, poređenja kvaliteta i uticaja različitih faktora proizvodnje na kvalitet finalnog proizvoda, došlo je do razvoja novih tipova proizvoda. Praktičnim radom izvedeni su zaključci koji će biti predstavljeni u ovom radu.

Ključne reči: sojin proteinski koncentrat, gel, funkcionalnost, granulacija, čvrstoća gela

CHANGING THE SOY PROTEIN FUNCTIONALITY UNDER THE INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS

ABSTRACT

Sojaprotein AD factory controls final products. In addition to standard physical-chemistry and microbiological analyses, the functionality of finished products (different types of defatted soy flour; soy protein concentrates) is also checked. Functionality is checked by the preparation of emulsions and gels (checking emulsifying and gelling ability), by checking viscosity, hydration. Based on years of experience, monitoring, quality comparisons and the impact of different production factors on the quality of the final product, we have come up with the development of new types of products. By practical work we came to the conclusions that will be presented in this paper.

Key words: soy protein concentrate, gels, functionality, granulation, gel strenght

UVOD

Funkcionalna svojstva se mogu klasifikovati prema mehanizmu delovanja na tri glavne grupe. Ove tri grupe su: 1. osobine povezane sa hidratacijom (adsorpcija voda/ulje, rastvorljivost, zgušnjavanje, omekšavanje), zatim 2. svojstva vezana za strukturu proteina i reološke karakteristike (viskozitet, elastičnost, adhezivnost, agregacija, želiranje), kao i 3. svojstva vezana za površinu proteina (emulgujuće aktinosti, formiranje pene...).

Želiranje se odnosi na sposobnost proteina da formiraju gelove. Proteinski gelovi sastoje se od

trodimenzionalne proteinske mreže u koju je uklopljena voda. Sredstva za želiranje su proteini, ugljeni hidrati, hidrokoloidi i dr.

U ovom radu su korišćeni sojini proteinski koncentraci dobijeni u pogonu alkoholne ekstrakcije, sledećih granulacija:

1. Tradcon F 200 (granulacija: min. 90% propad na 75 mikrona)
2. Tradcon F 100 (granulacija: min. 90% propad na 150 mikrona)
3. Tradcon F 30 (granulacija: gruba)

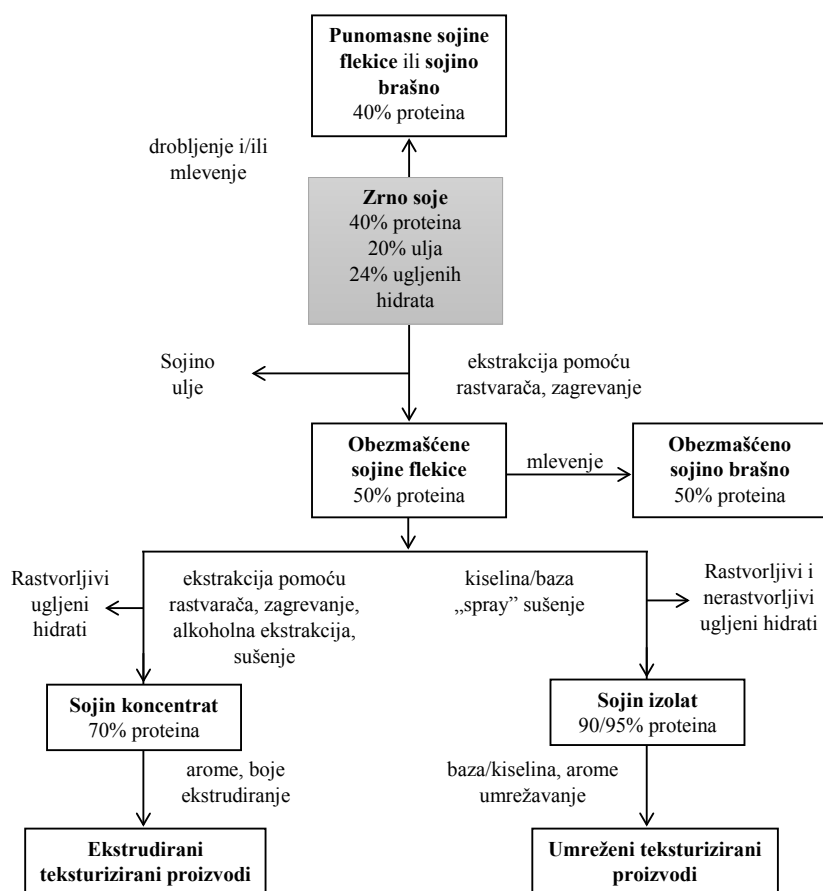
¹ Jovana Doroslovac, dipl. inž. tehnol.

Tel.: +381 21 681 1798

E-mail: jovana.doroslovac@victoriagroup.rs

Sojaprotein a.d., Članica Victoria Group, Industrijska 1, 21220 Bečej, Srbija

² SP Laboratorija a.d., Članica Victoria Group, Industrijska 3, 21220 Bečej, Srbija

**Slika 1.** Proces koji daju niz funkcionalnih proizvoda od soje**Figure 1.** Processing treatments giving a range of functional products from the soybean**Tabela 1.** Važni faktori koji utiču na funkcionalnu procenu proteina (Hall, 1996)**Table 1.** Important application variables for functional protein assessment (Hall, 1996)

Funkcionalna osobina	pH	Temperatura*	Vreme	Način mešanja**	Brzina centrifugiranja (g)	Ostali faktori
Rastvorljivost	+	+	+	+	+	centrifugiranje i različito vreme mešanja
Sposobnost emulgovanja i stabilnost	+	–	+	+	–	merenje stabilnosti u različitim vremenskim intervalima
Adsorpcija W/O ili vezivanje	+	–	+	+	+	centrifugiranje i različito vreme mešanja; vrsta ulja za adsorpciju W/O
Viskozitet	–	–	+	–	–	nekoliko raspoloživih viskometara
Želiranje	+	+	+	–	–	različito vreme zagrevanja; čvrstoća gela merena pomoću penetrometara ili metodom inverzije; često korišćenje aditiva

*) sobna temperatura, ako nije drugačije navedeno

**) mešanje funkcionalnih proteina sa vodom je uvek važno, ali se ovde odnosi na sredstva za mešanje, npr. dodavanje ulja prilikom emulzifikovanja ili uvođenje vazduha/gasa za kvašenje/penjenje

MATERIJAL I METODE RADA

Priprema gelova - želiranje

Odnosi želiranja su međusobni odnosi mešanja preparata (sojin proteinski koncentrat) i vode. Pri likom pripreme mogu se koristiti različiti odnosi koncentrat : voda (1 : 3; 1 : 4 i 1 : 5). U mikser (blender) doda se odmerena količina vode (sobna temperatura) i belančevinastog preparata i vrši homogenizovanje 120 s. Dobijena masa se puni u limenke. Nakon zatvaranja, limenke se podvrgavaju termičkoj obradi pasterizacijom (potapaju se u vodeno kupatilo pri 80°C tokom 90 min.). Po završetku termičke obrade limenke se hlade, otvaraju i pregledaju. Sposobnost želiranja, odnosno termička stabilnost gelova procenjuje se merenjem čvrstine penetrometrom.

U radu se vršila izmena sledećih faktora:

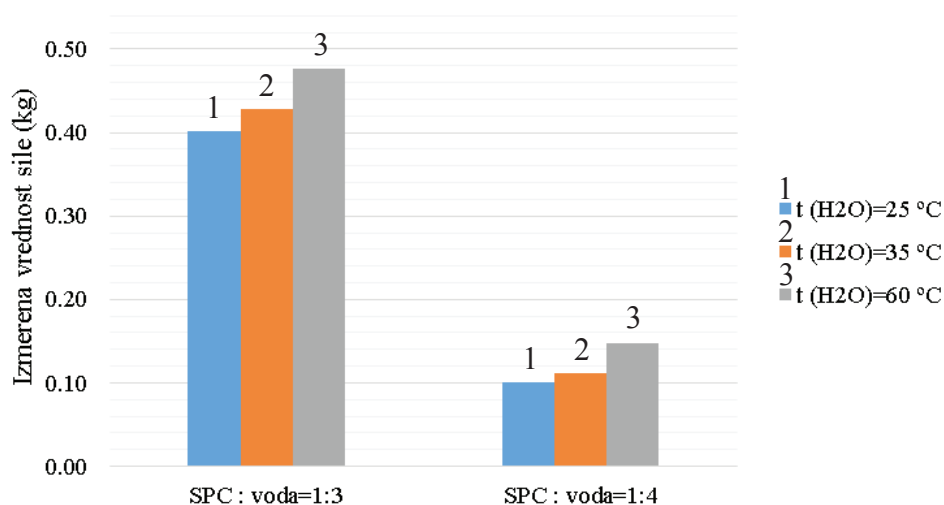
1. Temperatura vode koja je korišćena za pripremu gelova (25, 35 i 60°C)
2. Vreme blendiranja (homogenizovanja) (1, 2 i 3 min)
3. Vreme trajanja pasterizacije (30, 60 i 90 min)
4. Granulacija sojinog proteinskog koncentrata (pri uobičajenim parametrima pripreme gelova)

REZULTATI I DISKUSIJA

U nastavku rada biće prikazani rezultati vezani za čvrstoću gelova (izraženi kao vrednost sile u kg). Za merenje čvrstoće je korišćen penetrometar. Za svaki uzorak urađena su po tri merenja, dok je za grafički prikaz rezultata korišćena njihova srednja vrednost.

Tabela 2. Uticaj temperature vode na čvrstoću gela
Table 2. The influence of water temperature on gel strength

Odnos SPC : voda Ratio SPC : water	Temperatura vode (°C) Water temperature (°C)	Izmerena vrednost sile (kg) Measured force value (kg)			
		Proba 1 Trial 1	Proba 2 Trial 2	Proba 3 Trial 3	Srednja vrednost Average
1 : 3	25	0,41	0,40	0,40	0,40
	35	0,45	0,43	0,42	0,43
	60	0,45	0,49	0,47	0,47
1 : 4	25	0,10	0,09	0,11	0,10
	35	0,12	0,11	0,11	0,11
	60	0,16	0,15	0,14	0,15



Slika 2. Grafički prikaz uticaja temperature vode na čvrstoću gela
Figure 2. Graphic illustration - influence of water temperature on gel strength

Tabela 3. Uticaj vremena trajanja blendiranja na čvrstoću gela (odnos SPC* : voda je 1:4)**Table 3.** The influence of blend duration on gel strength (ratio SPC* : water is 1: 4)

Vreme blendiranja Mixing time (min)	Izmerena vrednost sile (kg) Measured force value (kg)			
	Proba 1 Trial 1	Proba 2 Trial 2	Proba 3 Trial 3	Srednja vrednost Average
1	0,10	0,09	0,09	0,10
2	0,13	0,12	0,11	0,13
3	0,14	0,14	0,13	0,14

*SPC - Tradcon F 200

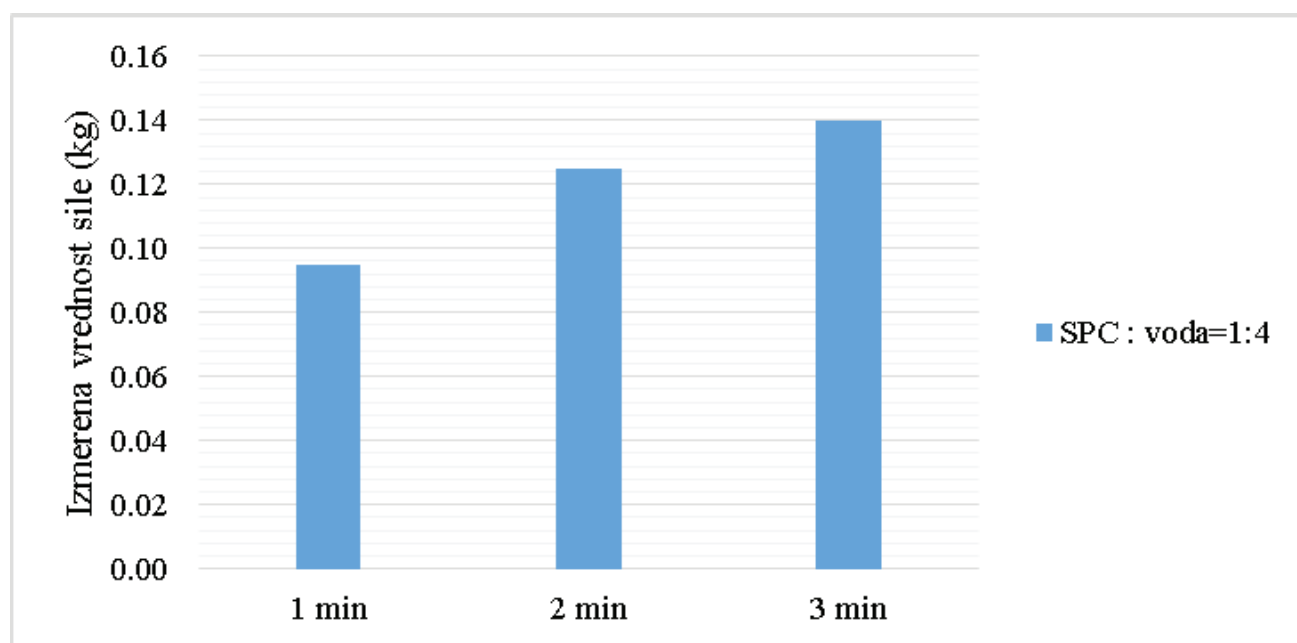
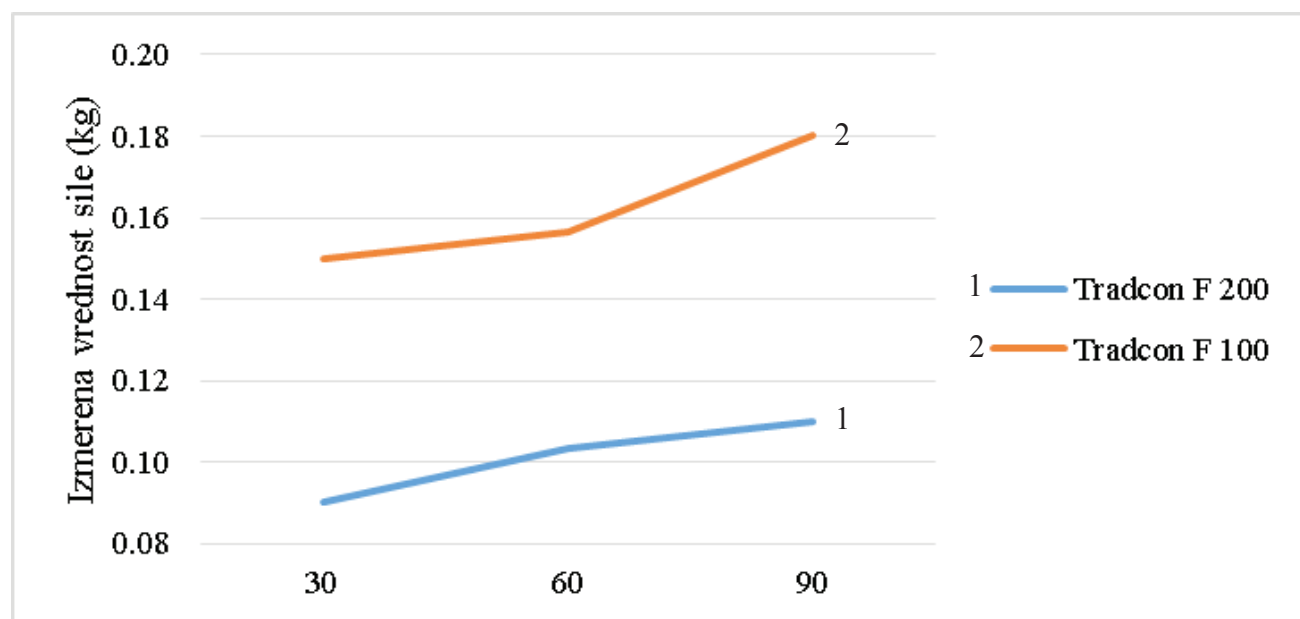
**Slika 3.** Grafički prikaz uticaja vremena trajanja blendiranja**Figure 3.** Graphic illustration - influence of blend duration on gel strength

Tabela 4. Uticaj vremena trajanja pasterizacije na čvrstoću gela (odnos SPC : voda je 1 : 4)
Table 4. The influence of pasteurization duration on gel strength (SPC ratio : water is 1: 4)

Vrsta SPC SPC type	Vreme pasterizacije Pasteurization time (min)	Izmerena vrednost sile (kg) Measured force value (kg)			
		Proba 1 Trial 1	Proba 2 Trial 2	Proba 3 Trial 3	Srednja vrednost Average
Tradcon F 200	30	0,09	0,09	0,09	0,09
	60	0,10	0,11	0,10	0,10
	90	0,11	0,11	0,11	0,11
Tradcon F 100	30	0,15	0,15	0,15	0,15
	60	0,16	0,15	0,16	0,16
	90	0,18	0,19	0,17	0,18



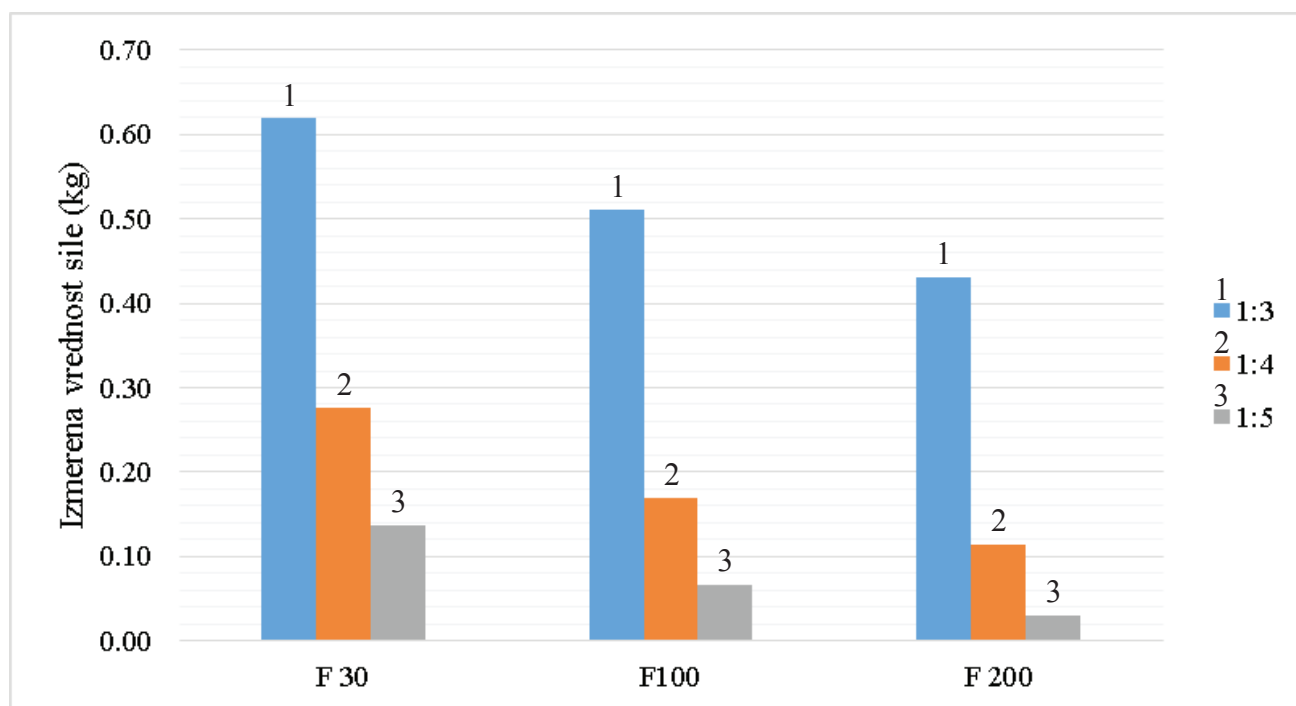
Slika 4. Grafički prikaz uticaja vremena trajanja pasterizacije na čvrstoću gela
Figure 4. Graphic illustration- effect of the pasteurization time on gel strength

Tabela 5. Uticaj veličine čestica na čvrstoću gela (proizvod: Tradcon F 30)
Table 5. The influence of particle size on gel strength (product: Tradcon F 30)

Tradcon F 30 granulacija: gruba	Izmerena vrednost sile (kg) Measured force value (kg)			
	Proba 1 Trial 1	Proba 2 Trial 2	Proba 3 Trial 3	Srednja vrednost Average
1 : 3	0,58	0,66	0,62	0,62
1 : 4	0,28	0,28	0,27	0,28
1 : 5	0,13	0,14	0,14	0,14

Tabela 6. Uticaj veličine čestica na čvrstoću gela (proizvod: Tradcon F 100)
Table 6. The influence of particle size on gel strength (product: Tradcon F 100)

Tradcon F 100 granulacija: min. 90% propad na 150 mikrona	Izmerena vrednost sile (kg) Measured force value (kg)			
	Proba 1 Trial 1	Proba 2 Trial 2	Proba 3 Trial 3	Srednja vrednost Average
1 : 3	0,49	0,55	0,49	0,51
1 : 4	0,17	0,17	0,17	0,17
1 : 5	0,06	0,07	0,07	0,07



Slika 5. Grafički prikaz uticaja veličine čestica na čvrstoću gela
Figure 5. Graphic illustration - particle size influence on gel strength

Tabela 7. Uticaj veličine čestica na čvrstoću gela (proizvod: Tradcon F 200)
Table 7. The influence of particle size on gel strength (product: Tradcon F 200)

Tradcon F 200 granulacija: min. 90% propad na 75 mikrona	Izmerena vrednost sile (kg) Measured force value (kg)			
	Proba 1 Trial 1	Proba 2 Trial 2	Proba 3 Trial 3	Srednja vrednost Average
1 : 3	0,42	0,43	0,44	0,43
1 : 4	0,12	0,11	0,11	0,11
1 : 5	0,03	0,03	0,03	0,03

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da se promenom parametara proizvodnje može uticati na kvalitet finalnog proizvoda, kao i da se dobrom komunikacijom razvojnog tima proizvođača (koji poznaju dobro svoj proces i svoje mogućnosti) i kupca, može unaprediti saradnja i raditi na razvoju novih proizvoda i tehnologija.

Zahvalnica

Autori se srdačno zahvaljuju stručnom timu SP Laboratorije a.d. Bečej, na nesebičnoj podršci i zalaganju.

LITERATURA

1. Hall, G.M. (1996). Methods of Testing Protein Functionality, p. 6, UK.

DOGAĐAJI

**U SUSRET 60. JUBILARNOM
SAVETOVANJU „PROIZVODNJA I PRE-
RADA ULJARICA” I 40. GODINA RADA
POSLOVNE ZAJEDNICE „INDUSTRI-
JSKO BILJE”**

Poslovna zajednica „Industrijsko bilje” Srbije, u saradnji sa Tehnološkim fakultetom Novi Sad i Institutom za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, **2019. godine obeležava dva velika Jubileja: organizaciju 60. Savetovanja** o proizvodnji i prerađi uljarica i **40 godina rada** poslovne zajednice „Industrijsko bilje”.

Na Savetovanju će se okupiti naučni radnici i stručnjaci iz oblasti uljarstva, bankari, trgovci, transportna preduzeća, osiguravajuće kuće, proizvođači opreme, proizvođači iz uljarske industrije.

Povodom ove manifestacije štampaće se **MONOGRAFIJA** posvećena istorijatu i postignutim rezultatima u šest decenija rada i razvojnog puta proizvodnje uljanih biljnih vrsta i industrije ulja, čija su naučna iskustva dala veliki doprinos razvoju ove privredne grane.

U pripremi je i Zbornik radova koji će biti saopšteni na 60. Savetovanju, koje će se održati u Herceg Novom u Crnoj Gori, **od 16. do 21. juna 2019. godine.**

Ukoliko kroz svoj rad ostvarujete bilo kakvu vezu sa industrijom ulja i proizvodnjom i preradom uljarica, sigurni smo da ćete u ovim značajnim manifestacijama pronaći i svoje interese.

Predstavljanje Monografije će se održati maja 2019. godine za vreme trajanja 86. međunarodnog Poljoprivrednog sajma u Novom Sadu, kao i na samom Savetovanju. Tačna vremena i mesta održavanja promocije biće naknadno objavljeni.

Organizacio ni odbor

IN MEMORIAM



MR MIRKO SOTIN
1940 – 2017.

Dana 24.02.2017. godine u Somboru je iznenada preminuo mr Mirko Sotin, dugogodišnji saradnik Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada.

Mr Mirko Sotin je rođen 23.02.1940. godine u Somboru gde je završio osnovnu školu i gimnaziju, a osnovne i magistarske studije na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. Radio je u zemljoradničkim zadrugama u Somboru i Stapar. Pored redovnih poslova zalagao se za uvođenje takmičenja poljoprivrednih proizvođača u Stapar 1964. godine.

1971. godine prelazi u stručnu službu Poljoprivredne stanice u Somboru koja se transformiše u „Agrozavod“, a kasnije u „Agroinstitut“. Bio je rukovodilac sektora biljne proizvodnje, potom direktor Zavoda za biljnu proizvodnju i u dva mandata direktor „Agroinstituta“. Pored rukovodećih aktivnosti i rada na organizaciji takmičenja poljoprivrednika, Sotin se bavio istraživačkim radom na projektu „Unapređenja proizvodnje suncokreta“, bio je nosilac programa „Unapređenje proizvodnje suncokreta deset opština Bačke“, odnosno sirovinskog područja fabrike ulja „Sunce“ iz Sombora.

Za 40 godina rada zajedno sa saradnicima je postavio preko 500 ogleđa iz oblasti tehnologije proizvodnje, zaštite, primene mehanizacije i skladištenja suncokreta. Organizujući brojne oglede, vršio je najbolji izbor hibrida za dotično područje i time doprineo da se u proizvodnji nađu najbolji domaći hibridi suncokreta u strukturi koja je obebeđivala stabilnost proizvodnje. Učestvovao je u velikom broju seminara i savetovanja iz ove oblasti. Objavio je preko 140 radova, a 2002. godine knjigu „Unapređenje proizvodnje suncokreta“.

Mr Mirko Sotin je zadužio celokupni srpski agrar vrednim i inovativnim radom na unapređenju ratarske proizvodnje. Izuzetno je zaslužan za širenje i stabilizovanje površina pod suncokretom u bivšoj Jugoslaviji i Srbiji. Godinama je aktivno učestvovao na Savetovanjima uljarske industrije Srbije gde je prezentovao veliki broj stručnih i naučnih radova. Njegov entuzijazam i ljubav prema struci treba da budu primer svim mladim stručnjacima iz oblasti agronomije.

Dr Vladimir Miklič



**PROF. DR MILUTIN
ČIROVIĆ**
1938 – 2017.

Dana 27.10.2017. godine u Novom Sadu je posle duže bolesti preminuo Prof. dr Milutin Čirović, naučni savetnik za naučnu oblast Semenarstvo i redovni profesor Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Rođen je 1938. u Sirči kod Kraljeva. Diplomirao je na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu 1961. godine. Bio je upravnik i rukovodilac ratarstva na Zalivnom polju u PIK Bečeju u periodu 1961-1965., a direktor proizvodnje od 1970. do 1973. godine. Odbranio je specijalistički rad iz oblasti navodnjavanja 1966. godine. Završio je specijalistički kurs „Nove metode u planiranju i rukovođenju poljoprivrednim organizacijama“ u Institutu za ekonomiku poljoprivrede u Versaju, Francuska 1968. godine. U Institutu za poljoprivredna istraživanja je došao 1973. kao stručni savetnik na poslovima semenarstva u Zavodu za kukuruz. Magistrirao je na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu 1977., a doktorirao je na istom fakultetu 1986. godine. U periodu 1977-1978. obavio je šestomesečnu specijalizaciju na Univerzitetu u Urbani, SAD. U zvanje naučnog saradnika je izabran 1987., a u zvanje naučnog savetnika 1992. Bio je direktor Instituta za ratarstvo i povrtarstvo od 1989. do 2002. godine. Za redovnog profesora na predmetu Semenarstvo na Poljoprivrednom fakultetu u Dardi je izabran 1994. Bio je na studijskom boravku u NR Angoli 1984. kao ekspert za pružanje naučne i stručne pomoći u okviru programa unapređenja proizvodnje kukuruza, a sa istim ciljem je boravio i u Kini i bivšem SSSR-u. Publikovao je više od 70 naučno-stručnih radova. Učestvovao je u pisanju dve knjige iz oblasti semenarstva. Ostvario je uspešne rezultate u naučnoistraživačkoj i obrazovnoj delatnosti, u širenju sorti i hibrida, u uspostavljanju i održavanju odnosa sa proizvodnim i naučnoistraživačkim organizacijama, a u uslovima ekonomske blokade i nestabilnog tržišta značajno je doprineo uspešnom poslovanju Instituta. Dobitnik je brojnih društvenih priznanja, između ostalog i Oktobarske nagrade grada Novog Sada, 1997. godine.

Dr Vladimir Miklič

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 obrađeni i izloženi da eksperimenti mogu da se ponove, a rezultati da se provere.

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

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

Sve prispele radove redakcija upućuje recenzentima radi mišljenja o njihovom objavljivanju. Posle prihvatanja radova za štampanje na osnovu mišljenja recenzenata, radovi se lektorišu. Redakcija zadržava pravo na manje korekcije rukopisa, a u spornim slučajevima to čini u sporazumu sa 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 **margin**e **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 ubačene 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 ubačeni 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** (.tif, min. 300 dpi, 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 skraćivanja (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 seminar-ski 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 \(http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf\)](http://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:
rankor@uns.ac.rs.

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.

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 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 (.tif, min 300 dpi, 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 (<http://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:

rankor@uns.ac.rs.

Editorial board

