



JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ujarstvo

(Online)

Volumen 53, broj 1 (2022)

ISSN 0351-9503 (Print)
ISSN 2956-0594 (Online)

DOO INDUSTRIJSKO BILJE NOVI SAD



INDUSTRIJSKO BILJE

www.indbilje.co.rs

JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ULJARSTVO

ČASOPIS ZA INDUSTRIJU BILJNIH ULJA, MASTI I PROTEINA

Volumen 53, broj 1

(Online)

Godina 2022

SADRŽAJ

CONTENT

Originalni naučni radovi

Original scientific papers

1. Đukić V., Miladinović J., Mamlić Z., Stojanović D., Đorđević V., Randelović P., Dozet G.
SADRŽAJ I PRINOS PROTEINA I ULJA U NS SORTAMA SOJE
REGISTROVANIM U 2022. GODINI
*CONTENT YIELD OF PROTEIN AND OIL IN NS SOYBEAN VARIETIES
REGISTERED IN 2022* 5
2. Miljaković D., Marinković J., Miladinović J., Đukić V., Mamlić Z., Cvijanović G., Bajagić M.
UTICAJ GUSTINE SETVE NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE
*INFLUENCE OF SOWING DENSITY ON PROTEIN AND OIL CONTENT
IN SOYBEAN GRAIN* 13
3. Grahovac N., Marjanović Jeromela A., Đurović A., Stojanović Z., Kravić S.,
Romanić R., Lužaić T.
PROFIL MASNIH KISELINA I NUTRITIVNI INDEKSI ULJA
ODABRANI ALTERNATIVNIH BILJNIH VRSTA
*FATTY ACID PROFILE AND NUTRITIONAL INDICES OF OILS
OF SELECTED ALTERNATIVE PLANT SPECIES* 25
4. Mamlić Z., Đukić V., Miladinović J., Dozet G., Bajagić M., Libuška F., Vasiljević S.
UTICAJ PRIMENE VODENIH EKSTRAKATA BILJNOG POREKLA
NA PRINOS I KVALITET ZRNA SOJE
*INFLUENCE OF APPLICATION OF AQUEOUS EXTRACTS OF PLANT ORIGIN
ON THE YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN* 35
5. Ćirković A., Demin M., Laličić-Petronijević J., Stevanović M., Rabrenović B.
TEHNOLOŠKA I FUNKCIONALNA SVOJSTVA BRAŠNA ULJANIH POGAČA
TECHNOLOGICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF OILSEED CAKES FLOUR 45
6. Lončarević I., Pajin B., Petrović J., Šojić B., Nikolić I., Maravić N., Aleksić S.
UTICAJ FIZIČKIH KARAKTERISTIKA PALMINIH MASTI NA KVALITET
MAZIVOGL KAKAO KREM PROIZVODA
*THE INFLUENCE OF PHYSICAL CHARACTERISTICS OF PALM FATS
ON THE QUALITY OF COCOA CREAM PRODUCT* 55

Pregledni radovi*Review articles*

7. Romanić R., Lužaić T., Samardžić S., Maksimović Z.
SASTAV LIPIDNOG EKSTRAKTA ŽETVENIH OSTATAKA
PŠENICE, KUKURUZA I SUNCOKRETA 67
COMPOSITION OF LIPID EXTRACT OF WHEAT, CORN AND SUNFLOWER HARVEST RESIDUES

Stručni radovi*Technical papers*

8. Tot I., Parenta G., Mrakić B.
POBOLJŠANJE RADA LINIJE APSORPCIJE U POGONU EKSTRAKCIJE
FABRIKE ULJA DIJAMANT D.O.O. ZRENJANIN 75
IMPROVING OF THE ABSORPTION LINE IN THE OIL FACTORY EXTRACTION PLANT DIJAMANT D.O.O. ZRENJANIN
9. Šarac V., Doroslovac J., Sremčev B.
ODREĐIVANJE SADRŽAJA PROTEINA TEHNIKOM
TOTALNOG SAGOREVANJA - DUMAS
DETERMINATION OF PROTEIN CONTENT
TOTAL COMBUSTION METHODS - DUMAS 81

Prilozi*Supplements*

- IN MEMORIAM - VUJADIN ĐURKOVIĆ, *dipl. inž.* 89
IN MEMORIAM - VUJADIN ĐURKOVIĆ, dipl. ing.
- NAJAVA DOGAĐAJA
EVENT ANNOUNCEMENT 91
- UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA
INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS 95

Izdavač(i)*Publisher(s)*

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

Savetodavni odbor*Advisory board*

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

Članovi savetodavnog odbora iz inostranstva*Advisory board members from abroad*

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

Uredivački odbor*Editorial board*

Prof. dr Ranko Romanić, Zoran Nikolovski, dipl. inž., Mr Zvonimir Sakač

Glavni i odgovorni urednik*Editor in chief*

Prof. dr Ranko Romanić

Urednik*Editor*

Dr Olga Čurović

Tehnička priprema i dizajn*Technical preparation and design*

Prof. dr Ranko Romanić

Adresa redakcije*Editorial board address*

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

ISSN (Štampano izdanje)
ISSN (Print)
 0351-9503

ISSN (Online)
ISSN (Online)
 2956-0594

Web-adresa (URL)*Web address (URL)*

<https://www.tf.uns.ac.rs/nauka-i-istrazivanje/publikacije/17-srpski/nauka-i-istrazivanje/publikacije/553-uljarstvo.html>

**SADRŽAJ I PRINOS PROTEINA I ULJA U NS SORTAMA SOJE
REGISTROVANIM U 2022. GODINI**

Vojin Đukić^{1*}, Jegor Miladinović¹, Zlatica Mamlić¹, Danijela Stojanović², Vuk Đorđević¹,
Predrag Randelović¹, Gordana Dozetić³

¹Institut za ratarstvo i povtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,
Novi Sad, Republika Srbija

²Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Republika Srbija

³Megatrend Univerzitet, Fakultet za Biofarming, Bačka Topola, Republika Srbija

IZVOD

U Institutu za ratarstvo i povtarstvo do 2022. godine registrovano je 166 sorti soje i to 32 sorte soje grupe zrenja 000 i 00, 38 sorti 0 grupe zrenja, 50 sorti I grupe zrenja, 40 sorti II grupe zrenja i 6 sorti soje III grupe 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 2022 godini. U dvogodišnjim ogledima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, na pet lokaliteta, najviši prinos imala je sorta soje NS Westeros (4.321 kg ha^{-1}). Najviši sadržaj proteina imala je sorta NS Aragonit (41,1%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod sorti NS Feba (21,9%) i NS Coral (21,6%).

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

**CONTENT YIELD OF PROTEIN AND OIL IN NS SOYBEAN VARIETIES
REGISTERED IN 2022****ABSTRACT**

Until 2022, 166 soybean varieties were registered at the Institute of Field and Vegetable Crops, 32 soybean varieties of ripening group 000 and 00, 38 varieties of 0 ripening group, 50 varieties of ripening group I, 40 varieties of ripening group II and 6 soybean varieties of ripening group III. 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 2022. In the two-year trials of the Ministry of Agriculture and Environmental Protection, at five locations, the highest yield had late soybean NS Westeros (4.321 kg ha^{-1}). The highest protein content was early variety NS Aragonit (41.1%), while the highest oil content was recorded in varieties NS Feba (21.9%) and NS Coral (21.6%).

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

* Dr Vojin Đukić, viši naučni saradnik
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8485; E-mail: vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

UVOD

Soja je i proteinska i uljana biljna vrsta koja ima ekspanziju gajenja na svetskom nivou. Ona se koristi za ljudsku ishranu, ishranu stoke i predstavlja sirovinu za mnoge grane industrije. Razvoj industrije doprineo je da soja danas bude jedna od najznačajnijih industrijskih biljaka od koje se dobija više od 20 000 raznih proizvoda. (Давыденко и сар., 2004). Što se tiče agrotehničkog značaja soja obogaćuje zemljište azotom i posle soje zemljište ostaje u dobrom fizičkom stanju, te je veoma dobra komponenta u plodoredu (Đukić i сар., 2010). Gajenje soje doživelo je ekspanziju u 20. veku, ali soju sa sigurnošću možemo nazvati i biljkom budućnosti, jer porastom svetske populacije značaj soje će biti sve veći (Đukić, 2009). Rad na selekciji i stvaranju domaćih sorti soje u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo počinje 1975. godine, a osnivanjem odeljenja za soju, a pojavom prvih NS sorti soje i izgradnjom fabrike za preradu soje u Bečeju stvoreni su uslovi za povećanje površina pod sojom u našoj zemlji (Miladinov i сар. 2017).

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo do sada je registrovano 166 sorti soje u Srbiji i preko 200 sorti u inostranstvu (Đukić i сар., 2022), sa vegetacionim periodom od 100 do 145 dana (Đukić i сар., 2020). Novosadske sorte soje dobro su poznate proizvođačima, kako u našoj zemlji, tako i u inostranstvu, što potvrđuje podatak da se naše sorte soje gaje na području od Francuske do Kazahstana i Uzbekistana, odnosno od južnog Sibira do Irana (Đukić i сар., 2019). Prednost Instituta za ratarstvo i povrtarstvo je u širokoj paleti sorti soje, od veoma ranih, do veoma kasnih sorti (Randelović i сар., 2020), a stvaranje veoma ranih i veoma kasnih sorti omogućuje proširenje areala gajenja soje (Miladinov i сар. 2017).

Proizvođačima soje danas su na raspolaganju visokoprinosne sorte različite po dužini vegetacionog perioda (Đukić i сар., 2015), morfološkim osobinama (Miladinov i сар., 2019), agrotehničkim zahtevima (Đukić i сар., 2019b), dobre adaptabilnosti i stabilnosti prinosa (Miladinović i сар., 2017). Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa neophodno je sve agrotehničke mere primeniti pravilno i pravovremeno (Đukić i сар., 2018b), ali moramo imati u vidu da su najvažnije agronomске i hemijske osobine svake sorte pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i сар., 2013). Zbog toga, izuzetno je važno da odabранe sorte budu ne samo dobro prilagođene konkretnim agroekološkim uslovima, već i da zbog promenljivosti ovih uslova imaju dobru adaptibilnost, kao i stabilnost prinosa (Miladinović i сар., 2017). Novopriznate sorte soje imaju viši prinos u odnosu na standardne sorte soje (Đukić i сар., 2021) i često su boljeg kvaliteta (Miladinov i сар., 2017). Novim sortama treba dati prednost pri izboru sortimenta, jer su nove sorte nastale i testirane u uslovima promenjene klime (Đukić i сар., 2018a) i one zadovoljavajuće prinose ostvaruju i u povoljnim i u sušnim godinama (Đukić i сар., 2018b). Gajenjem sorti soje različitih grupa zrenja najkritičnije faze razvoja protiču u različitim periodima, što dovodi do sigurnije proizvodnje i ostvarivanju zadovoljavajućih prinosa (Đukić i сар., 2011; Miladinov i сар., 2017), odnosno mogu se ublažiti negativna delovanja agroklimatskih uslova u proizvodnji soje (Đukić i сар., 2019b). Pored visokih i stabilnih prinosa, veoma je važno da zrno soje poseduje i zadovoljavajući tehnološki kvalitet (Đukić i сар., 2020). Lokalitet gajenja ima veoma izražen uticaj na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i na prinos proteina i ulja po jedinici površine (Đukić i сар., 2018c) i uz vremenske prilike u godini proizvodnje ima veći uticaj na variranje navedenih osobina u

odnosu na različite sorte soje (Đukić i sar., 2017). Pre komisijskih testiranja vrše se višegodišnji ogledi od strane selekcionera, a nakon registracije dodatna testiranja na različitim lokalitetima i samo najbolji genotipovi se uvode u proizvodnju (Đukić i sar., 2018a).

Cilj ovoga rada je da se sagleda kvalitet najnovijih NS sorti soje, registrovanih u 2022. godini i uporedi sa standardnim sortama za pojedine grupe zrenja.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovim istraživanjima analizirani su rezultati testiranja Odeljenja za priznavanje sorti, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. Prikazani su podaci za šest novih NS sorti soje, registrovanih u 2022. godini (NS Aragonit, NS Westeros i NS Feba, 00 grupa zrenja, NS Coral, NS Simba i NS Esos, II grupa zrenja) i standardnih sorti za pojedine grupe zrenja (Merkur, 00 grupa zrenja, Rubin, II grupa zrenja). Ogledi su postavljeni na pet lokaliteta: Sombor, Karavukovo, Rimski Šančevi, Sremska Mitrovica i Pančevo. U ovom radu analizirani su dvogodišnji podaci iz 2020. godine i 2021. godine sa navedenih lokaliteta. Analizirane su prosečne vrednosti za prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Pri izvođenju ogleda ispoštovane su preporuke u pogledu sklopa za pojedine grupe zrenja, a nakon žetve sadržaj proteina i ulja u zrnu sa svih lokaliteta određivan je u PSS Sombor. Prinosi soje obrađeni su statistički analizom varijanse, a razlike su testirane LSD testom. Prosečni, dvogodišnji rezultati prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

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

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje (kgha^{-1}), (2020-2021)

Table 1. Average yield of NS soybean variety (kgha^{-1}), (2020-2021)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Prosečan prinos Average yield	LSD		Povećanje prinosa (%) Increase in the yield (%)
			0,05	0,01	
00	Merkur	3670	116	162	-
00	NS Aragonit	3793			3,35
00	NS Westeros	4321			17,74
00	NS Feba	3934			7,19
II	Rubin	3874	152	206	-
II	NS Coral	4287			10,66
II	NS Simba	4009			3,48
II	NS Esos	4050			4,54

Da bi nova sorta soje bila priznata u sortnoj komisiji mora ostvariti minimum za 3% viši prosečan prinos u odnosu na standardnu sortu soje za određenu grupu zrenja. Novopriznata veoma rana sorta soje, 00 grupe zrenja, NS Aragonit (3793 kgha^{-1}) imala je statistički značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Merkur (3670 kgha^{-1}), a povećanje prinosa

iznosilo je 3,35%. Veoma rana sorta soje NS Westeros (4321 kgha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje NS Merkur, a povećanje prinosa iznosilo je 17,74%. Veoma rana sorta soje NS Feba (3934 kgha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Merkur, a povećanje je iznosilo 7,19%. Novopriznata, srednje kasna sorta soje NS Coral (4287 kgha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Rubin (3874 kgha^{-1}), a povećanje prinosa iznosilo je 10,66%. Srednje kasna sorta soje NS Simba (4009 kgha^{-1}) nije imala statistički značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Rubin, ali je prinos povećan za 3,48%. Srednje kasna sorta soje NS Esos (4050 kgha^{-1}) imala je statistički značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Rubin, a povećanje prinosa iznosilo je 4,54%.

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

Najviši prosečan sadržaj proteina u ovim istraživanjima zabeležen je kod rane sorte NS Aragonit (41,10%), a najniži sadržaj proteina kod rane sorte soje NS Westeros (39,91%) i srednje kasne sorte NS Simba (39,94%).

Najviši sadržaj ulja u zrnu imale su sorte soje NS Feba (21,85%) i NS Coral (21,58%), a najniži sadržaj ulja zabeležen je kod sorti soje NS Aragonit i NS Esos (20,99%). Sorte soje sa kraćim vegetacionim periodom nakupljaju u zrnu više proteina, dok kasnije sorte soje, sa dužim vegetacionim periodom imaju veći sadržaj ulja u zrnu (Đukić i sar., 2013), ali su selekcijom stvorene kasne sorte soje koje imaju povišen sadržaj proteina, kao i ranije sorte sa povišenim sadržajem ulja (Đukić i sar., 2019b). Srednje kasna sorta soje NS Coral ima povišen sadržaj proteina, dok veoma rana sorta soje NS Feba ima povišen sadržaj ulja u zrnu (21,85%). Sorte soje NS Aragonit, NS Feba i NS Coral odlikuju se povećanom sposobnošću za deponovanje hranjivih materija u zrnu, odnosno kod njih je povećana vrednost sume proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na standardne sorte soje. Lokalitet gajenja, kao i pojedine godine imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte soje (Đukić i sar., 2017).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina i ulja NS sorti soje (%), (2020-2021)

Table 2. Average protein content and oil content of NS soybean variety (%), (2020-2021)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Prosečan sadržaj proteina (%) Average protein content (%)	Prosečan sadržaj ulja (%) Average oil content (%)
00	Merkur	40,30	21,22
00	NS Aragonit	41,10	20,99
00	NS Westeros	39,91	21,43
00	NS Feba	40,01	21,85
II	Rubin	40,04	21,47
II	NS Coral	40,22	21,58
II	NS Simba	39,94	21,34
II	NS Esos	40,04	20,99

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

Zbog visokog prinosa zrna, sorte soje NS Westeros i NS Coral imale su najviši prinos proteina po jedinici površine (1721 kgha^{-1} i 1718 kgha^{-1}), a visoki prinosi proteina ostvareni su i sa sortama NS Esos (1610 kgha^{-1}) i NS Simba (1598 kgha^{-1}). Najniži prinos proteina zabeležen je kod sorte soje NS Merkur (1476 kgha^{-1}), koja je imala i najniži prinos zrna u odnosu na ostale sorte soje. Novopriznate sorte soje NS Westeros (930 kgha^{-1}) i NS Coral (926 kgha^{-1}) imale su i najviši prinos ulja po jedinici površine, dok je najniži prinos ulja imala sorta soje Merkur (783 kgha^{-1}). Visoki prinosi ulja zabeleženi su i kod sorti soje NS Feba (863 kgha^{-1}), NS Simba (857 kgha^{-1}) i NS Esos (852 kgha^{-1}).

Tabela 3. Prosečan prinos proteina i ulja NS sorti soje (kgha^{-1}) (2020-2021)

Table 3. Average protein yield, and oil yield of NS soybean variety (kgha^{-1}) (2020-2021)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Prosečan prinos proteina (kgha^{-1}) Average protein yield (kgha^{-1})	Prosečan prinos ulja (kgha^{-1}) Average oil yield (kgha^{-1})
00	Merkur	1476	783
00	NS Aragonit	1561	798
00	NS Westeros	1721	930
00	NS Feba	1572	863
II	Rubin	1549	834
II	NS Coral	1718	926
II	NS Simba	1598	857
II	NS Esos	1610	852

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dvogodišnjeg testiranja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Od novopriznatih NS sorti soje, veoma rane sorte soje NS Westeros i NS Feba i srednje kasne sorte soje NS Coral i NS Esos ostvarile su veoma visoke prinose u odnosu na standardne sorte iz navedenih grupa zrenja.

Sorte soje NS Aragonit, Merkur i NS Coral odlikuju se visokim sadržajem proteina, dok sorte soje NS Feba, NS Coral, Rubin i NS Westeros imaju povišen sadržaj ulja u zrnu soje.

Veoma visoki prinosi proteina i ulja po jedinici površine ostvareni su sa sortama soje NS Westeros i NS Coral, visok prinos proteina ostvaren je i sa sortom soje NS Esos, a visok prinos ulja sa sortom NS Feba.

LITERATURA

- Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun, 1-127.
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Cvijanović, G., Đorđević, V., Dozet, G., Popović, V., Tatić, M. (2010). Sadržaj ulja u semenu soje u zavisnosti od primjenjenog azota. Uljarstvo, vol. 41. Br. 1-2, 19-22.

- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011). Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine. Ratarstvo i povrтарstvo (48) 1, 137-142.
- Đukić, V., Cvijanović, M., Dozet, G., Popović, V., Valan, D., Petrović, K., Marinković, J. (2015). Prinos i kvalitet NS sorti soje različitih grupa zrenja. 56. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 87-91.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018b). Kritični momenti u proizvodnji soje. 52. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanja agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zbornik referata, Zlatibor, 2018, 34-44.
- Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov, Z., Stojanović, D., Randelović, P., Dozet, G., Jaćimović, S. (2020). Sadržaj i prinos proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2020. godini. Uljarstvo, vol. 51, br. 1, 5-9.
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Đorđević, V., Randelović, P., Ćeran, M., Miljaković, D. (2022). Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2022. godini. Zbornik radova 63. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, 26. jun - 01. jul 2022., Herceg Novi, 65-71.
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Miladinov Mamlić, Z., Đorđević, V., Randelović, P., Cvijanović, V. (2021). Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2021. godini, Zbornik radova 62. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, 27. jun - 02. jul 2021., Herceg Novi, 85-92.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Dozet, G., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Marinković, J. (2019). Kvalitativne osobine NS sorti soje registrovanih u 2019. godini. 60. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 71-78.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018a). Hemski sastav zrna novih NS sorti soje. Uljarstvo, 49 (1), 5-10.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018c). Sadržaj proteina i ulja u novim NS sortama soje. 59. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 65-71.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017). Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. 58. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica. Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinović, J., Miladinov, Z., Đorđević, V., Dozet, G., Petrović, K. (2019b). Sadržaj proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2019. godini. Uljarstvo, vol. 50, br. 1, 19-23.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Ćeran, M., Petrović, K., Randelović, P., Cvijanović, G. (2019). Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. 60. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 63-69.

-
- Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017). Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. 58. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 75-82.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Ćeran, M. (2017). Soja u 2016. godini, Zbornik referata 51. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), 22.01.-28.01.2017., Zlatibor, 11-20.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Šukić, V., Đorđević, V. (2013). Soja u 2012. godini. Zbornik radova 47. Savetovanja agronoma Srbije, Zlatibor, 03.02.-09.02.2013., 79-86
- Randželović, P., Stojanović, D., Đukić, V., Petrović, K., Dozet, G., Vasiljević, M., Miljaković, S. (2020). Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2020. godini. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12.-17. jul 2020., Herceg Novi, Crna Gora, 47-54.
- Давыденко, О.Г., Голоенка, Д.В., Розенцвейг, В.Е. (2004). Соя для умеренного климата, «Тэхнолагія» Минск, Беларусь, 173.

UTICAJ GUSTINE SETVE NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE

Dragana Miljaković¹, Jelena Marinković¹, Jegor Miladinović¹, Vojin Đukić¹,
 Zlatica Mamljić¹, Gorica Cvijanović², Marija Bajagić³*

¹Institut za ratarstvo i povrтарstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,
 Novi Sad, Republika Srbija

²Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac, Republika Srbija

³Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

IZVOD

Optimalan broj biljaka po jedinici površine je jedna od bitnih pretpostavki visokog prinosa, a ova vrednost se razlikuje kod pojedinih sorti soje. Ranije sorte soje sa kraćim vegetacionim periodom imaju nižu visinu i podnose gušći sklop, dok su kasnije sorte uglavnom veće visine i seju se ređe u odnosu na rane biljke soje. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine tri različite sorte soje pri sklopovima biljaka od 300.000, 400.000, 500.000 i 600.000 hiljada biljaka po hektaru.

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

INFLUENCE OF SOWING DENSITY ON PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEAN GRAIN

ABSTRACT

The optimal number of plants per unit area is one of the important assumptions of high yield, and this value differs in some soybean varieties. Earlier varieties of soybeans with a shorter vegetation period have a lower height and tolerate a denser structure, while later growing varieties are mostly higher in height and are sown less dense than early soybean plants. The aim of this paper is to consider the yield, protein and oil content, as well as the protein and oil yield per unit area of three different soybean varieties in the canopy of 300,000, 400,000, 500,000 and 600,000 thousand plants per hectare.

Key words: soyabean, yield, protein content, oil content.

UVOD

Optimalan broj biljaka po jedinici površine je jedna od bitnih pretpostavki visokog prinosa, a kod soje zavisi od grupe zrenja, sorte, agroklimatskog rejona gajenja, vremena setve, sistema obrade, količine padavina, plodnosti zemljišta i niza drugih činilaca (Đukić i Dozet, 2014). Ranije sorte soje imaju manju visinu, formiraju manju lisnu masu i ove sorte se seju u gušćem

* Dr Dragana Miljaković, viši naučni saradnik
 Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
 Tel. +381 21 489 8485, E-mail: dragana.bjelic@ifvcns.ns.ac.rs

sklopu, dok su kasnije sorte soje većeg habitusa i za pravilan rast biljaka potrebno im je obezbediti veći životni prostor, zbog čega im više odgovara redi sklop biljaka (Đukić i sar., 2019).

Optimalan broj biljaka po jedinici površine upravo je vrednost pri kojoj se ostvaruje onaj broj zrna i masa zrna po biljci, koji će pri određenom broju biljaka dati najviši prinos zrna po jedinici površine (Đukić i sar. 2020).

U cilju stabilne proizvodnje soje i ublažavanja negativnog uticaja velikog broja faktora, mora se primenjivati sortna agrotehnika, koja uzima u obzir sortne specifičnosti, pošto se sorte međusobno razlikuju u svojim potrebama za hranivima i vodom, optimalnom vremenu setve, intenzitetu primene agrotehničkih mera i veličini vegetacionog prostora, odnosno optimalnom sklopu biljaka (Dozet i sar., 2019). Soja je biljna vrsta tolerantna prema ređem sklopu, zahvaljujući sposobnosti grananja stabla, odnosno pri ređem sklopu biljke na donjim nodijama razvijaju grane i obrazuju veći broj mahuna po biljci, s tim da su mahune bliže površini zemlje što povećava gubitke u žetvi (Đukić i Dozet, 2014).

Ranija sorta soje Galina najviši prinos ostvarila je pri sklopu biljaka od $500\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$, dok sorte soje sa dužim vegetacionim periodom, Sava i Rubin najviši prinos ostvaruju pri ređem sklopu od $400\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Miljaković i sar., 2022).

Cilj ovoga rada je da se sagleda uticaj različitih sklopova biljaka na prinos, sadržaj ulja i proteina u zrnu soje, kao i prinos ulja i proteina po jedinici površine kod tri sorte različite po dužini vegetacionog perioda.

MATERIJAL I METODE RADA

Radi proučavanja uticaja broja biljaka po jedinici pšovršine na kvalitativne osobine zrna soje postavljen je dvogodišnji ogled, tokom 2019. godine i 2020. godine, sa tri sorte soje (Galina 0 grupa zrenja, Sava I grupa zrenja i Rubin II grupa zrenja) i četiri gustine setve (300.000, 400.000, 500.000 i 600.000 biljaka po hektaru). Ogled je postavljen u tri ponavljanja, a veličina osnovne parcele je iznosila 10 m^2 , odnosno četiri reda soje sa međurednim rastojanjem od 50 cm i dužine redova pet metara. Tokom vegetacije biljaka primenjena je standardna agrotehnika za soju, a nakon žetve izmerena je masa uzorka, vлага zrna, obračunat je prinos soje po jedinici površine i u laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj ulja i proteina u zrnu. U radu je analiziran prinos soje, sadržaj ulja i proteina u zrnu, kao i prinos ulja i proteina po jedinici površine. Rezultati su obrađeni analizom varijanse trofaktorijskog ogleda a značajnost razlika testirana je LSD testom na nivou značajnosti od 1% i 5%. Rezultati su predstavljeni tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Uticaj različitih gustina setve kod tri različite sorte soje po dužini vegetacionog perioda, u dve godine istraživanja na prinos soje prikazan je u tabeli 1.

Posmatrajući prosečne prinose po godinama uočava se da je u 2020. godini ($3670,58 \text{ kg ha}^{-1}$) ostvaren statistički veoma značajno viši prinos soje u odnosu na ostvaren prinos u 2019. godini ($3010,75 \text{ kg ha}^{-1}$).

Posmatrajući prinose soje po sortama uočava se da je najviši prinos ostvaren sa srednje kasnom sortom soje Rubin ($3447,00 \text{ kg ha}^{-1}$), što je uz prinos ostvaren sa srednjestasnom sortom Sava

(3408,25 kgha⁻¹) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ostvaren sa srednjerenom sortom Galina (3166,75 kgha⁻¹).

Posmatrajući prinose soje po pojedinim gustinama setve uočava se da je najviši prinos ostvaren pri gustini setve od 400 000 biljaka po hektaru (3554,00 kgha⁻¹), što je uz prinos ostvaren pri sklopu biljaka od 500 000·ha⁻¹ (3523,00 kgha⁻¹) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose ostvarene pri sklopovima od 600 000·ha⁻¹ (3182,33 kgha⁻¹) i 300 000·ha⁻¹ (3103,33 kgha⁻¹).

Posmatrajući prinose u istim godinama a kod različitih sorti soje uočava se da je u 2019. godini najviši prinos ostvaren sa sortom soje Rubin (3090,50 kgha⁻¹), što je uz prinos zabeležen kod sorte Sava (3073,00 kgha⁻¹) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ostvaren sa sortom Galina (2868,75 kgha⁻¹). U 2020. godini sorta soje Rubin je imala najviši prinos zrna (3803,50 kgha⁻¹), što je uz prinos zabeležen kod sorte Sava (3743,50 kgha⁻¹) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ostvaren sa sortom Galina (23464,75 kgha⁻¹).

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje (kgha⁻¹)

Table 1. Average yield of NS soybean variety (kgha⁻¹)

Godina Year A	Sorta Variety B	Sklop biljaka·ha ⁻¹ (000) Plant density·ha ⁻¹ (000) C				Prosek Average A×B	Prosek Average A
		300	400	500	600		
2019	Galina	2654	3006	3162	2653	2868,75	3010,75
	Sava	2788	3291	3307	2906	3073,00	
	Rubin	2955	3273	3080	3054	3090,50	
	Prosek Average A×C	2799,00	3190,00	3183,00	2871,00	-	
2020	Galina	3264	3604	3640	3351	3464,75	3670,58
	Sava	3484	3969	3879	3642	3743,50	
	Rubin	3475	4181	4070	3488	3803,50	
	Prosek Average A×C	3407,67	3918,00	3863,00	3493,67	-	
Prosek Average B×C	Galina	2959	3305	3401	3002	Prosek Average B	3166,75
	Sava	3136	3630	3593	3274		3408,25
	Rubin	3215	3727	3575	3271		3447,00
	Prosek Average C	3103,33	3554,00	3523,00	3182,33	-	-
Prosek 2019-2020							3340,67

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	214	139	254	173	248	261	304
5%	128	96	167	111	170	174	196

Posmatrajući prinose u istim godinama, a pri različitim gustinama setve uočava se da je u 2019. godini najviši prinos zrna soje zabeležen pri sklopu od 400 000 biljaka po hektaru ($3190,00 \text{ kg ha}^{-1}$), što je uz prinos pri sklopu od 500 000 biljaka po hektaru ($3183,00 \text{ kg ha}^{-1}$) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose ostvarene pri sklopovima biljaka od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($2871,00 \text{ kg ha}^{-1}$) i $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($2799,00 \text{ kg ha}^{-1}$). U 2020. godini najviši prinos je zabeležen pri sklopu od 400 000 biljaka po hektaru ($3918,00 \text{ kg ha}^{-1}$), što je uz prinos pri sklopu od 500 000 biljaka po hektaru ($33863,00 \text{ kg ha}^{-1}$) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose ostvarene pri sklopovima biljaka od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($3493,67 \text{ kg ha}^{-1}$) i $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($3407,67 \text{ kg ha}^{-1}$).

Posmatrajući istu sortu soje a različite gustine setve uočava se da je kod sorte Galina najviši prinos zabeležen pri sklopu od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (3401 kg ha^{-1}), što je uz prinos pri sklopu od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (3305 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno veća vrednost u odnosu na prinose pri sklopovima od $600\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3002 kg ha^{-1}) i $300\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (2959 kg ha^{-1}). Kod sorte soje Sava najviši prinos ostvaren je pri sklopu od $400\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3630 kg ha^{-1}), što je uz prinos ostvaren pri sklopu od $500\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3593 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose ostvarene pri sklopovima od $600\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3274 kg ha^{-1}) i $300\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3136 kg ha^{-1}). Kod sorte Rubin najviši prinos ostvaren je pri sklopu od $400\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3727 kg ha^{-1}), što je uz prinos ostvaren pri sklopu od $500\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3575 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose soje ostvarene pri sklopovima od $600\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3271 kg ha^{-1}) i $300\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (3215 kg ha^{-1}).

Uticaj različitih gustina setve kod tri različite sorte soje, u dve godine istraživanja na sadržaj proteina u zrnu soje prikazan je u tabeli 2.

Posmatrajući prosečan sadržaj proteina po godinama uočava se da je u 2019. godini (38,56%) ostvaren statistički veoma značajno viši sadržaj proteina u zrnu soje u odnosu na zabeležene vrednosti u 2020. godini (37,92%).

Posmatrajući sadržaj proteina po sortama uočava se da je najviši sadržaj proteina ostvaren sa srednje kasnom sortom soje Rubin (38,78%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina zabeležen kod srednjерane sorte Galina (37,61%). U odnosu na sortu Galina, sadržaj proteina kod sorte Sava (38,32%) bio je statistički značajno veći.

Posmatrajući sadržaj proteina u zrnu soje po pojedinim gustinama setve uočava se da je najviši sadržaj proteina ostvaren pri gustini setve od $400\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (38,72%), što je uz sadržaj proteina ostvaren pri sklopu biljaka od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (38,59%) statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaje proteina ostvarene pri sklopovima od $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (38,06%) i $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,59%).

Posmatrajući sadržaj proteina u istim godinama a kod različitih sorti soje uočava se da je u 2019. godini najviši sadržaj proteina ostvaren sa sortom soje Rubin (39,23%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina ostvaren sa sortom Galina (37,86%). U 2020. godini sorta Rubin je imala najviši sadržaj proteina u zrnu (38,34%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina zabeležen kod sorte Galina (37,36%).

Posmatrajući sadržaj proteina u istim godinama, a pri različitim gustinama setve uočava se da je u 2019. godini najviši sadržaj proteina zabeležen pri sklopu od $400\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (39,00%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina ostvaren pri

sklopovima od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,90%) i $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (38,41%). Statistički značajno viši sadržaj proteina u zrnu soje zabeležen je i pri sklopu od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (38,91%) u odnosu na sadržaj proteina pri sklopu od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$. U 2020. godini najviši sadržaj proteina zabeležen je pri sklopu od 400 000 biljaka po hektaru (38,43%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina zabeležen pri sklopovima od $600\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,28%) i $300\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,70%). Statistički značajno viši sadržaj proteina u zrnu soje zabeležen je i pri sklopu od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (38,26%) u odnosu na sadržaj proteina pri sklopu od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$. Posmatrajući istu sortu soje a različite gustine setve uočava se da je kod sorte Galina najviši sadržaj proteina zabeležen pri sklopu od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (38,30%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina ostvaren pri sklopu od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (36,57%). U odnosu na najgušći sklop od 600 000 biljaka po hektaru, sadržaj proteina bio je statistički značajno viši i pri sklopovima od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,87%) i $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,70%). Kod sorte soje Sava najviši sadržaj proteina zabeležen je pri sklopu od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (38,99%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj proteina ostvaren pri sklopovima od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,71%) i $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,92%).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (%)**Table 2.** Average protein content (%)

Godina Year A	Sorta Variety B	Sklop biljaka·ha ⁻¹ (000) Plant density·ha ⁻¹ (000) C				Prosek Average A×B	Prosek Average A
		300	400	500	600		
2019	Galina	37,89	38,10	38,60	36,84	37,86	38,56
	Sava	38,25	39,18	38,97	37,96	38,59	
	Rubin	39,10	39,73	39,17	38,90	39,23	
	Prosek Average A×C	38,41	39,00	38,91	37,90	-	
2020	Galina	37,51	37,64	38,00	36,30	37,36	37,92
	Sava	37,59	38,80	38,35	37,46	38,05	
	Rubin	38,00	38,85	38,43	38,08	38,34	
	Prosek Average A×C	37,70	38,43	38,26	37,28	-	
Prosek Average B×C	Galina	37,70	37,87	38,30	36,57	Prosek Average B	37,61
	Sava	37,92	38,99	38,66	37,71		38,32
	Rubin	38,55	39,29	38,80	38,49		38,78
	Prosek Average C	38,06	38,72	38,59	37,59	-	-
Prosek 2019-2020							38,24

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	0,62	1,05	1,15	1,24	1,18	1,34	1,56
5%	0,39	0,62	0,69	0,79	0,72	0,86	0,99

Statistički značajno viši sadržaj proteina zabeležen je i pri sklopu biljaka od 500 000·ha⁻¹ (38,66%) u odnosu na sklop od 600 000·ha⁻¹. Kod sorte soje Rubin sadržaj proteina po različitim sklopovima kretao se od 38,49% (pri sklopu od 600 000 biljaka po hektaru) do 39,29% (pri sklopu od 400 000 biljaka po hektaru), ali između ovih vrednosti nisu postojale statistički značajne razlike.

Uticaj različitih gustina setve kod tri različite sorte soje, u dve godine istraživanja na sadržaj ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 3.

Posmatrajući prosečan sadržaj ulja po godinama uočava se da je u 2020. godini (22,63%) ostvaren statistički veoma značajno viši sadržaj ulja u zrnu soje u odnosu na zabeležene vrednosti u 2019. godini (22,14%).

Posmatrajući sadržaj ulja po sortama uočava se da je najviši sadržaj ulja zabeležen kod srednjestasne sorte soje Sava (22,71%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod srednjerane sorte Galina (22,12%) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja zabeležen kod srednje kasne sorte soje Rubin (22,33%).

Posmatrajući sadržaj ulja u zrnu soje po pojedinim gustinama setve uočava se da je najviši sadržaj ulja ostvaren pri gustini setve od 600 000 biljaka po hektaru (22,47%), a najniži sadržaj ulja pri sklopu od 300 000 biljaka (22,21%), ali između ovih vrednosti nije bilo statistički značajne razlike.

Posmatrajući sadržaj ulja u istim godinama a kod različitih sorti soje uočava se da je u 2019. godini najviši sadržaj ulja ostvaren sa sortom soje Sava (22,55%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja ostvaren sa sortom Galina (21,82%) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja kod sorte soje Rubin (22,06%). U 2020. godini sorta Sava je imala najviši sadržaj ulja u zrnu (22,87%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja zabeležen kod sorte Galina (22,41%).

Posmatrajući sadržaj ulja u istim godinama, a pri različitim gustinama setve uočava se da je u 2019. godini sadržaj ulja varirao u intervalu od 21,93% (300 000 biljaka·ha⁻¹) do 22,24% (600 000 biljaka·ha⁻¹), a u 2020. godini od 22,48% (300 000 biljaka·ha⁻¹) do 22,70% (600 000 biljaka·ha⁻¹), ali između ovih vrednosti nije bilo statistički značajnih razlika.

Posmatrajući istu sortu soje a različite gustine setve uočava se da je kod sorte Galina najviši sadržaj ulja zabeležen pri sklopu od 600 000 biljaka·ha⁻¹ (22,48%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja ostvaren pri sklopu od 300 000 biljaka·ha⁻¹ (21,65%). Kod sorte soje Sava najviši sadržaj ulja zabeležen je pri sklopu od 300 000 biljaka·ha⁻¹ (23,00%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja ostvaren pri sklopu od 600 000 biljaka·ha⁻¹ (22,41%). Kod sorte soje Rubin najviši sadržaj ulja zabeležen je pri sklopu od 600 000 biljaka·ha⁻¹ (22,52%), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sadržaj ulja ostvaren pri sklopu od 300 000 biljaka·ha⁻¹ (21,97%).

Uticaj različitih gustina setve kod tri različite sorte soje, u dve godine istraživanja na prinos proteina po jedinici površine prikazan je u tabeli 4.

Posmatrajući prosečan prinos proteina po hektaru, po godinama, uočava se da je u 2020. godini (1393,26 kg·ha⁻¹) ostvaren statistički veoma značajno viši prinos proteina po jedinici površine u odnosu na zabeležene vrednosti u 2019. godini (1162,55 kg·ha⁻¹).

Posmatrajući prinos proteina po sortama uočava se da je najviši prinos proteina ostvaren sa srednje kasnom sortom soje Rubin (1337,46 kg·ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viša

vrednost u odnosu na prinos proteina po hektaru zabeležen kod srednjjerane sorte Galina ($1191,89 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$). U odnosu na sortu Galina, prinos proteina kod sorte Sava ($1307,05 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$) bio je statistički značajno veći.

Tabela 3. Prosečan sadražaj ulja (%)**Table 3.** Average oil content (%)

Godina Year A	Sorta Variety B	Sklop biljaka·ha ⁻¹ (000) Plant density·ha ⁻¹ (000) C				Prosek Average A×B	Prosek Average A
		300	400	500	600		
2019	Galina	21,22	22,04	21,79	22,24	21,82	22,14
	Sava	22,82	22,48	22,59	22,30	22,55	
	Rubin	21,76	22,02	22,29	22,17	22,06	
	Prosek Average A×C	21,93	22,18	22,22	22,24	-	
2020	Galina	22,08	22,50	22,33	22,72	22,41	22,63
	Sava	23,18	22,72	23,07	22,52	22,87	
	Rubin	22,18	22,72	22,61	22,87	22,60	
	Prosek Average A×C	22,48	22,65	22,67	22,70	-	
Prosek Average B×C	Galina	21,65	22,27	22,06	22,48	Prosek Average B	22,12
	Sava	23,00	22,60	22,83	22,41		22,71
	Rubin	21,97	22,37	22,45	22,52		22,33
	Prosek Average C	22,21	22,41	22,45	22,47	-	-
Prosek 2019-2020							22,38

	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	0,43	0,55	0,52	0,70	0,65	0,76	0,84
5%	0,23	0,34	0,30	0,44	0,42	0,49	0,57

Posmatrajući prinos proteina po pojedinim gustinama setve uočava se da je najviši prinos proteina ostvaren pri gustini setve od 400 000 biljaka po hektaru ($1375,98 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$), što je uz prinos proteina ostvaren pri sklopu biljaka od 500 000·ha⁻¹ ($1358,43 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$) statistički značajno viša vrednost u odnosu na prinose proteina po jedinici površine ostvarene pri sklopovima od 600 000·ha⁻¹ ($1196,24 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$) i 300 000·ha⁻¹ ($1180,31 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$).

Posmatrajući prinos proteina u istim godinama a kod različitih sorti soje uočava se da je u 2019. godini najviši prinos proteina ostvaren sa sortom soje Rubin ($1212,55 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos proteina ostvaren sa sortom Galina ($1087,20 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$). U 2020. godini sorta Rubin je imala najviši prinos proteina ($1459,29 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$), što je uz prinos proteina kod sorte Sava ($1425,37 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$) statistički značajno više vrednosti u odnosu na prinos proteina zabeležen kod sorte Galina ($1295,12 \text{ kg}\text{ha}^{-1}$).

Posmatrajući prinos proteina u istim godinama, a pri različitim gustinama setve uočava se da je u 2019. godini najviši prinos proteina zabeležen pri sklopovima od 400 000 biljaka po hektaru ($1245,02 \text{ kgha}^{-1}$) i 500 000 biljaka po hektaru ($1238,57 \text{ kgha}^{-1}$), što su statistički značajno više vrednosti u odnosu na prinos proteina ostvaren pri sklopovima od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1089,50 \text{ kgha}^{-1}$) i $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1075,81 \text{ kgha}^{-1}$). U 2020. godini najviši prinos proteina zabeležen je pri sklopu od 400 000 biljaka po hektaru ($1506,95 \text{ kgha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos proteina zabeležen pri sklopu od $300\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1284,82 \text{ kgha}^{-1}$) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sklop od $600\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1302,98 \text{ kgha}^{-1}$). Prinos proteina pri sklopu od $500\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1478,30 \text{ kgha}^{-1}$) bio je statistički značajno viši u odnosu na sklopove od $600\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $300\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 4. Prosečan prinos proteina (kgha^{-1})**Table 4.** Average protein yield (kgha^{-1})

Godina Year A	Sorta Variety B	Sklop biljaka·ha ⁻¹ (000) Plant density·ha ⁻¹ (000) C				Prosek Average A×B	Prosek Average A
		300	400	500	600		
2019	Galina	1005,60	1145,29	1220,53	977,37	1087,20	1162,22
	Sava	1066,41	1289,41	1288,74	1103,12	1186,92	
	Rubin	1155,41	1300,36	1206,44	1188,01	1212,55	
	Prosek Average A×C	1075,81	1245,02	1238,57	1089,50	-	
2020	Galina	1224,33	1356,55	1383,20	1216,41	1295,12	1393,26
	Sava	1309,64	1539,97	1487,60	1364,29	1425,37	
	Rubin	1320,50	1624,32	1564,10	1328,23	1459,29	
	Prosek Average A×C	1284,82	1506,95	1478,30	1302,98	-	
Prosek Average B×C	Galina	1115,54	1251,60	1302,58	1097,83	Prosek Average B	1191,89
	Sava	1189,17	1415,34	1389,05	1234,63		1307,05
	Rubin	1239,38	1464,34	1387,10	1259,01		1337,46
	Prosek Average C	1180,31	1375,98	1358,43	1196,24	-	-
Prosek 2019-2020							1277,74

	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	198,23	124,04	205,33	186,50	194,18	192,71	249,00
5%	89,69	80,45	95,79	121,61	86,72	85,66	138,08

Posmatrajući istu sortu soje a različite gustine setve uočava se da je kod sorte Galina najviši prinos proteina zabeležen pri sklopu od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1302,58 \text{ kgha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos proteina ostvaren pri sklopu od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1097,83 \text{ kgha}^{-1}$) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na prinos proteina pri sklopu od $300\ 000 \text{ biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1115,54 \text{ kgha}^{-1}$). Pri sklopu biljaka od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1251,60 \text{ kgha}^{-1}$) prinos proteina

po jedinici površine bio je statistički značajno viši u odnosu na sklopove od $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$. Kod sorte soje Sava najviši prinos proteina zabeležen je pri sklopu od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1415,34 \text{ kgha}^{-1}$) i $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1389,05 \text{ kgha}^{-1}$), što su statistički veoma značajno više vrednosti u odnisu na prinos proteina ostvaren pri sklopu od $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1189,17 \text{ kgha}^{-1}$) i statistički značajno više vrednosti u odnosu na sklop od $600\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1234,63 \text{ kgha}^{-1}$). Kod sorte soje Rubin najviši prinos proteina zabeležen je pri sklopu od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1464,34 \text{ kgha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos proteina kod sklopova od $600\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1259,01 \text{ kgha}^{-1}$) i $300\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1239,38 \text{ kgha}^{-1}$). Pri sklopu biljaka od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($1387,10 \text{ kgha}^{-1}$) prinos proteina bio je statistički značajno viši u odnosu na sklopove od $600\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $300\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Uticaj različitih gustina setve kod tri različite sorte soje, u dve godine istraživanja na prinos ulja po jedinici površine prikazan je u tabeli 5.

Posmatrajući prosečan prinos ulja po hektaru, po godinama, uočava se da je u 2020. godini ($830,73 \text{ kgha}^{-1}$) ostvaren statistički veoma značajno viši prinos ulja po jedinici površine u odnosu na zabeležene vrednosti u 2019. godini ($666,93 \text{ kgha}^{-1}$).

Posmatrajući prinos ulja po sortama uočava se da je najviši prinos ulja ostvaren sa sortom soje Sava ($773,91 \text{ kgha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja po hektaru zabeležen kod sorte Galina ($700,44 \text{ kgha}^{-1}$). U odnosu na sortu Galina, prinos ulja kod sorte Rubin ($769,82 \text{ kgha}^{-1}$) bio je statistički značajno viši.

Posmatrajući prinos ulja po pojedinim gustinama setve uočava se da je najviši prinos ulja ostvaren pri gustini setve od $400\ 000 \cdot \text{biljaka}$ po hektaru ($797,61 \text{ kgha}^{-1}$), što je uz prinos ulja ostvaren pri sklopu biljaka od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($791,75 \text{ kgha}^{-1}$) statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja po jedinici površine ostvaren pri sklopu od $300\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($690,24 \text{ kgha}^{-1}$) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sklop od $600\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($715,73 \text{ kgha}^{-1}$).

Posmatrajući prinos ulja u istim godinama a kod različitih sorti soje uočava se da je u 2019. godini najviši prinos ulja ostvaren sa sortom soje Sava ($692,78 \text{ kgha}^{-1}$), što je uz prinos ulja ostvaren sa sortom Rubin ($681,83 \text{ kgha}^{-1}$) statistički značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja ostvaren sa sortom Galina ($626,18 \text{ kgha}^{-1}$). U 2020. godini sorte Rubin je imala najviši prinos ulja ($859,65 \text{ kgha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja ostvaren sa sortom Galina ($776,44 \text{ kgha}^{-1}$). U odnosu na sortu soje Galina, statistički značajno viši prinos ulja zabeležen je i kod sorte soje Sava ($856,10 \text{ kgha}^{-1}$).

Posmatrajući prinos ulja u istim godinama, a pri različitim gustinama setve uočava se da je u 2019. godini najviši prinos ulja zabeležen pri sklopovima od $400\ 000 \cdot \text{biljaka}$ po hektaru ($707,68 \text{ kgha}^{-1}$) i $500\ 000 \cdot \text{biljaka}$ po hektaru ($707,53 \text{ kgha}^{-1}$), što su statistički veoma značajno više vrednosti u odnosu na prinos ulja ostvaren pri sklopu od $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($614,14 \text{ kgha}^{-1}$) i statistički značajno više vrednosti u odnosu na prinos ulja pri sklopu od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($638,38 \text{ kgha}^{-1}$). U 2020. godini najviši prinos ulja zabeležen je pri sklopu od $400\ 000 \cdot \text{biljaka}$ po hektaru ($887,53 \text{ kgha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja zabeležen pri sklopovima od $600\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($793,08 \text{ kgha}^{-1}$) i $300\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($766,35 \text{ kgha}^{-1}$). Prinos ulja ostvaren pri sklopu biljaka od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($875,97 \text{ kgha}^{-1}$) statistički je veoma značajno viša vrednost u odnosu na sklop od $300\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$ i statistički značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja ostvaren pri sklopu od $600\ 000 \cdot \text{biljaka} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 5. Prosečan prinos ulja (kgha^{-1})Table 5. Average oil yield (kgha^{-1})

Godina Year A	Sorta Variety B	Sklop biljaka·ha ⁻¹ (000) Plant density·ha ⁻¹ (000) C				Prosek Average AxB	Prosek Average A
		300	400	500	600		
2019	Galina	563,18	662,52	689,00	590,03	626,18	666,93
	Sava	636,22	739,82	747,05	648,04	692,78	
	Rubin	643,01	720,71	686,53	677,07	681,83	
	Prosek Average AxC	614,14	707,68	707,53	638,38	-	
2020	Galina	720,69	810,90	812,81	761,35	776,44	830,73
	Sava	807,59	901,76	894,89	820,18	856,10	
	Rubin	770,76	949,92	920,23	797,71	859,65	
	Prosek Average AxC	766,35	887,53	875,97	793,08	-	
Prosek Average BxC	Galina	640,62	736,02	750,26	674,85	Prosek Average B	700,44
	Sava	721,28	820,38	820,28	733,70		773,91
	Rubin	706,34	833,73	802,59	736,63		769,82
	Prosek Average C	690,24	797,61	791,75	715,73	-	-
Prosek 2019-2020							748,83

	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	92,45	72,45	98,64	83,09	88,39	85,64	104,31
5%	58,22	38,22	62,18	48,37	53,26	49,82	69,80

Posmatrajući istu sortu soje a različite gustine setve uočava se da je kod sorte Galina najviši prinos ulja zabeležen pri sklopu od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($750,26 \text{ kgha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja ostvaren pri sklopu od $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($640,62 \text{ kgha}^{-1}$) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja pri sklopu od $600\ 000$ biljaka·ha⁻¹ ($674,85 \text{ kgha}^{-1}$). Pri sklopu biljaka od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($736,02 \text{ kgha}^{-1}$) prinos ulja po jedinici površine bio je statistički veoma značajno viši u odnosu na sklop biljaka od $300\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ i statistički značajno viši u odnosu na sklop biljaka od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$. Kod sorte soje Sava najviši prinos ulja zabeležen je pri sklopovima od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($820,38 \text{ kgha}^{-1}$) i $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($820,28 \text{ kgha}^{-1}$), što su statistički veoma značajno više vrednost u odnosu na prinos ulja ostvaren pri sklopovima od $600\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($733,70 \text{ kgha}^{-1}$) i $300\ 000$ biljaka·ha⁻¹ ($721,28 \text{ kgha}^{-1}$). Kod sorte soje Rubin najviši prinos ulja zabeležen je pri sklopu od $400\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($833,73 \text{ kgha}^{-1}$), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ulja kod sklopova od $600\ 000$ biljaka·ha⁻¹ ($736,63 \text{ kgha}^{-1}$) i $300\ 000$ biljaka·ha⁻¹ ($706,34 \text{ kgha}^{-1}$). Pri sklopu biljaka od $500\ 000 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($802,59 \text{ kgha}^{-1}$) prinos ulja bio je statistički veoma značajno viši u odnosu na sklop od $300\ 000$ biljaka·ha⁻¹ i statistički značajno viši u odnosu na prinos ulja ostvaren pri sklopu od $600\ 000$ biljaka·ha⁻¹.

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata dvogodišnjih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:
Najviši prinos rana sorta Galina ostvarila je pri sklopu od 500.000 biljaka po hektaru, dok su srednjestasna sorta Sava i kasna sorta Rubin najviši prinos ostvarile pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru.

Najviši sadržaj ulja ostvaren je pri sklopu od 600.000 biljaka po hektaru, posmatrano po sortama kod Galine i Rubina 600.000 biljaka po hektaru i kod Save 300.000 biljaka po hektaru.

Najviši sadržaj proteina ostvaren je pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru, posmatrano po sortama Sava i Rubin 400.000 biljaka po hektaru i kod sorte Galina 500.000 biljaka po hektaru.
Najviši prinos ulja i proteina po jedinici površine vezan je za varijante gde su ostvareni najviši prinosi zrna, odnosno ukupno u ogledu pri sklopu od 400.000 biljaka po hektaru, a posmatrano po sortama 500.000 biljaka po hektaru kod sorte Galina i 400.000 biljaka po hektaru kod sorte Sava i Rubin.

LITERATURA

- Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, Ch. 1 from Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI Global Book USA, pp. 1-22.
- Dozet, G., Đurić, N., Cvijanović, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Miladinov, Z., Vasiljević, M. (2019). Uticaj broja biljaka po jedinici površine na neke morfološke osobine soje. Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja - Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine“. 18. oktobar, 2019., Bačka Topola, 121-128.
- Đukić, V., Dozet G. (2014). Tehnologija gajenja semenskog useva soje: (Svetlana Balešević-Tubić, Jegor Miladinović red.): Semenarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
- Đukić, V., Dozet, G., Miladinov, Z., Cvijanović, M., Vasiljević, M., Cvijanović, G., Randelović, P. (2019). Promena morfoloških osobina soje pri različitom sklopu biljaka. Zbornik radova 1., XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15-16. Mart, 2015-220.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Eltreki, A., Dozet, G., Randelović, P., Cvijanović, G., Cvijanović, M. (2020). Uticaj sklopa biljaka na broj i masu zrna soje. Zbornik radova naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Selo i poljoprivreda“ 30. septembar 2020., Bijeljina, 81-91.
- Đukić, V., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Dozet, G., Cvijanović, M., Petrović, K. (2013). Uticaj rejona gajenja na prinos i kvalitet soje. Zbornik radova 54. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica“, Herceg Novi, Crna Gora, 69-73.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Ćeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica“, 17-22. jun 2018., Herceg Novi, Crna Gora, 73-78.

-
- Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Ćeran, M., Petrović, K., Randelović, P., Cvijanović, G. (2019). Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, Crna Gora, 63-69.
- Miljaković, D., Marinković, J., Đukić, V., Miladinović, J., Marjanović Jeromela, A., Tintor, B., Cvijanović, G. (2022). Sadržaj ulja i proteina u zrnu soje zavisno od gustine setve. Zbornik radova 63. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 26. jun-01. jul 2022., Herceg Novi, 73-79.

**PROFIL MASNIH KISELINA I NUTRITIVNI INDEKSI ULJA
ODABRANIH ALTERNATIVNIH BILJNIH VRSTA**

Nada Grahovac^{1*}, Ana Marjanović Jeromela¹, Ana Đurović², Zorica Stojanović²,
Snežana Kravić², Ranko Romanić², Tanja Lužaić²

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,
Novi Sad, Republika Srbija

²Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Republika Srbija

IZVOD

U radu je određen masnokiselinski sastav različitih biljnih ulja primenom gasne hromatografije uz detekciju plameno-jonizujućim detektorom. Analizirana ulja dobijena su presovanjem semena različitih genotipova susama, nauta, krtičnjaka, lana, bamije, šafranike, bundeve i uljane tikve iz kolekcije alternativnih uljanih vrsta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, uzgajanih tokom 2021. godine. Na osnovu sastava pojedinačnih masnih kiselina u ispitivanim uzorcima određen je sadržaj zasićenih masnih kiselina (ZMK), nezasićenih masnih kiselina (NZMK), mononezasićenih masnih kiselina (MNMK), polinezasićenih masnih kiselina (PNMK), ω_3 , ω_6 , ω_6/ω_3 , kao i nutritivni indeksi: AI, TI i HH, na osnovu kojih je procenjen kvalitet biljnih ulja. Ispitivane uzorce karakterisao je relativno nizak sadržaj ZMK i visok sadržaj NZMK. Vrednosti nutritivnih indeksa kretale su se u rasponu: AI 0,06-0,38; TI 0,08-0,75 i HH 2,75-18,91. Za razliku od bamijinog ulja, koje se pokazalo kao biljno ulje najnepoželjnijeg nutritivnog kvaliteta, u pogledu visokog sadržaja ZMK i nepovoljnih vrednosti nutritivnih indeksa, većina ostalih ulja mogu se okarakterisati kao vredni izvori oleinske, linolne i linolenske kiseline, a jedino je ulje lana imalo povoljnu nisku vrednost ω_6/ω_3 masnih kiselina.

Ključne reči: sastav masnih kiselina, nutritivni indeksi, alternativne biljne vrste.

**FATTY ACID PROFILE AND NUTRITIONAL INDICES OF OILS
OF SELECTED ALTERNATIVE PLANT SPECIES****ABSTRACT**

In this paper, the fatty acid composition of various vegetable oils was determined using gas chromatography with flame-ionizing detection. The analysed oils were obtained by pressing seeds of different genotypes of sesame, chickpeas, caper spurge, flax, okra, saffron, pumpkin and oily gourd from the collection of alternative oil varieties of the Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad grown during 2020. Based on the composition of individual fatty acids in the tested samples, the content of saturated fatty acids (SFA), unsaturated fatty acids (UFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA), ω_3 , ω_6 ,

* Dr Nada Grahovac, viši naučni saradnik
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8321; E-mail: nada.grahovac@ifvcns.ns.ac.rs

ω_6/ω_3 was determined, as well as nutritional indices: AI, TI and HH, on the basis of which the quality of vegetable oils was assessed. The investigated samples were characterized by relatively low content of SFA and high content of UFA. The values of nutritional indices ranged from AI 0.06-0.38, TI 0.08-0.75 and HH 2.75-18.91. Unlike okra oil, which has proven to be a vegetable oil of the undesirable nutritional quality, in terms of the high content of SFA and unfavorable values of nutritional indices, most other oils can be characterized as valuable sources of oleic, linoleic and linolenic acid, while only flaxseed oil and molehill oil had favorable low values of ω_6/ω_3 fatty acids.

Key words: fatty acid composition, nutritional indices, alternative plant species.

UVOD

Jestiva biljna ulja predstavljaju jedan od glavnih izvora energije u ljudskoj ishrani. U najvećoj meri koriste se za pripremu hrane u domaćinstvima i prehrambenoj industriji, a u znatno manjoj meri u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji. Kao neizostavni deo ljudske ishrane, kvalitet jestivih biljnih ulja od primarnog je značaja za ljudsko zdravlje. Savremenom poljoprivrednom proizvodnjom uz selekciju biljaka i razvoj tehnologije prerade, u današnje vreme assortiman biljnih vrsta sa visokim sadržajem ulja je u porastu. Međutim, sastav, a samim tim i kvalitet dobijenih ulja veoma varira među biljnim vrstama. Jestiva biljna ulja karakteriše kompleksan sastav u kojem obiluju masne kiseline, mikroelementi, aktivna jedinjenja i aromatične supstance, a spoj ovih raznovrsnih komponenti daje im jedinstvena fizičko-hemijska i senzorska obeležja (Zhou i sar., 2020).

Masne kiseline su glavni konstituenti jestivih biljnih ulja, pa tako njihov sastav definiše fizičko-hemijske karakteristike, stabilnost i nutritivnu vrednost ulja (Ayyildiz i sar., 2015). U zavisnosti od prisustva dvostrukе veze u alifatičnom ugljovodoničnom lancu razlikujemo grupe zasićenih masnih kiselina (ZMK) i nezasićenih masnih kiselina (NZMK), a u okviru NZMK, u zavisnosti od broja prisutnih dvostrukih veza u lancu, izdvajaju se mono- i polinezasićene masne kiseline (MNMK i PNMK). Neophodne količine određenih predstavnika ZMK i NZMK sa jednom dvostrukom vezom mogu se sintetisati u organizmu, dok se masne kiseline koje u svom molekulu imaju dve ili više dvostrukih veza, tzv. esencijalne masne kiseline, moraju unositi u organizam hranom (Zhou i sar., 2020). Najvažniji predstavnici esencijalnih masnih kiselina jesu linolna i linolenska.

Uloga masnih kiselina u organizmu je dvojna. Kao većinske komponente ulja one predstavljaju izvore energije, a pored toga, kao biološke komponente, one imaju ključnu ulogu u ljudskom metabolizmu i prevenciji određenih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti i neurološka oboljenja (Glick i Fischer, 2013; Elagizi i sar., 2018; Lange, 2020; Tomata i sar., 2020; Wu i sar., 2020). Iako su nutritivne preporuke vezane za konzumiranje masti i ulja menjane tokom godina više puta, sadašnje smernice međunarodne zdravstvene organizacije usmerene su ka smanjenju unosa zasićenih i *trans* masti, za koje su dokazani negativni zdravstveni efekti kada je u pitanju povećanje nivoa štetnog holesterola, a samim tim i štetan uticaj na kardiovaskularno zdravlje (Patel i Dewettinck, 2016). Nasuprot tome, u ishrani treba težiti ka povećanju MNMK i PNMK, koje imaju suprotan efekat (FAO, 2010). Iz ovih razloga neophodno je odrediti masnokiselinski sastav jestivih biljnih ulja kako bi se procenio njihov nutritivni kvalitet, koji utiče i na nutritivni kvalitet finalnog proizvoda u koji se to ulje dodaje.

U ovom radu određen je masnokiselinski sastav ulja alternativnih biljnih vrsta primenom gasne hromatografije. U okviru eksperimenata ispitana su ulja susama, nauta, krtičnjaka, lana, bamije, bundeve, uljane tikve i šafranike. Na osnovu dobijenih rezultata određen je sadržaj pojedinih grupa masnih kiselina uključujući: ZMK, NZMK, MNMK, PNMK, ω -3, ω -6, kao i ω 6/ ω 3. Pored toga, na osnovu masnokiselinskog sastava određeni su i nutritivni indeksi na osnovu kojih je procenjen kvalitet dobijenih ulja.

MATERIJAL I METODE RADA

Ispitivanja semena i priprema uzoraka ulja

Za ispitivanje korišćena su semena različitih genotipova: susama, nauta, krtičnjaka, lana, bamije, šafranike, bundeve i uljane tikve (tabela 1) iz kolekcije alternativnih uljanih vrsta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, gajenih u uslovima jednogodišnjeg mikroogleda na teritoriji AP Vojvodine, Republike Srbije tokom 2020. godine. Tokom vegetacije primenjena je standardna agrotehnika. Nakon žetve, seme je osušeno, očišćeno i skladišteno 6 meseci do presovanja. Za presovanje semena svakog ispitivanog genotipa korišćena je hidraulična presa (Sirio, Mikodental 10 tona, cc 400 bara). Do trenutka analize, uzorci ulja čuvani su u frižideru, u mraku na temperaturi +4°C.

Određivanje sastava masnih kiselina

Sastav masnih kiselina određen je gasnom hromatografijom njihovih metilestara, pri čemu je korišćen plameno-jonizujući detektor. Priprema metilestara je izvedena direktno iz ulja, primenom brze modifikovane metode (Vukanović i sar., 1982). U epruvetu sa čepom prvo je dodato 200 μ L ulja, a potom 2,4 mL *n*-heksana i epruveta je mućkana oko 10 s, nakon čega je dodato 0,6 mL 2 mol/dm³ KOH u metanolu i epruveta je mućkana 20 s. Nakon toga, zatvorena epruveta uronjena je u vodeno kupatilo (70°C) 1 min (od momenta ključanja rastvora u epruveti). Potom, epruveta je izvađena uz dodatno mućkanje od 20 s, a zatim je dodato 1,2 mL 1 mol/dm³ HCl u metanolu, epruveta je blago promućkana dok se sadržaj u njoj ne rasloji. Metilestri koji se nalaze u gornjem heksanskom sloju su dekantovani u vialu. Za hromatografsku analizu korišćena je zapremina od 1 μ L, pri čemu je odnos razdeljivanja iznosio 1:70. Za razdvajanje metilestara korišćena je kapilarna kolona Omegawax, dužine 30 m i unutrašnjeg prečnika 0,25 mm. Kao gas nosač korišćen je helijum protoka 1 mL/min.

Kontrola gasnog hromatografa kao i akvizicija podataka izvedena je primenom softvera (Konikrom Plus version 2.3.0.195). Analize su izvedene primenom sledećeg temperatutnog programa: temperatura injektora 250°C, početna temperatura kolone od 150°C održavana je 1 min, uz porast brzinom od 12°C/min do konačne temperature od 250°C, koja je održavana narednih 8 min. Temperatura detektora iznosila je 250°C.

Kvalitativno određivanje je izvedeno na osnovu retencionih vremena, a kvantitativno primenom modifikovane metode, pri čemu je standardni rastvor smeše metilestara korišćen za definisanje retencionih vremena i faktora odziva detektora (response factor).

Proračun nutritivnih indeksa ulja

Na osnovu sastava masnih kiselina, u analiziranim uzorcima izračunati su i nutritivni indeksi: aterogeni indeks (AI), trombogeni indeks (TI) kao i hipoholesterolski/ hiperolesterolski indeks (HH). AI i TI izračunati su na osnovu formula koju su predložili Ulbricht i Southgate

(1991), dok je HH indeks izračunat na osnovu formule koju su predložili Santos-Silva i sar. (2002):

$$AI = \frac{C_{12:0} + 4 \times C_{14:0} + C_{16:0}}{\sum MNMK + \sum \omega_6 + \sum \omega_3} \quad (1)$$

$$TI = \frac{C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0}}{0.5 \times (\sum MNMK + \sum \omega_6) + 3 \times \sum \omega_3 + \frac{\sum \omega_3}{\sum \omega_6}} \quad (2)$$

$$HH = \frac{C_{18:1cis9} + C_{18:2\omega6} + C_{20:4\omega6} + C_{18:3\omega3} + C_{20:5\omega3} + C_{22:5\omega3} + C_{22:6\omega3}}{C_{14:0} + C_{16:0}} \quad (3)$$

Tabela 1. Oznake analiziranih uzoraka ulja
Table 1. Labels of the analysed oil samples

Uzorak ulja Oil sample	Vrsta ulja Type of oil	Naziv semena Name of the seed	Latinski naziv Latin name
1	susamovo ulje	susam Nada	<i>Sesamum indicum</i> L.
2		naut Ornament	
3		naut Balkan	
4	nautovo ulje	naut Karanovo	<i>Cicer arietinum</i> L.
5		naut Debelet	
6	ulje krtičnjaka	krtičnjak Zap	<i>Euphorbia lathyris</i> L.
7	laneno ulje	lan Ajsberg	<i>Linum usitatissimum</i> L.
8	ulje bamije	bamija	<i>Abelmoschus esculentus</i> , <i>Hibiscus esculentus</i> L.
9		šafranika Una	
10		šafranika Sunč	
11	ulje šafranike	šafranika Lana	<i>Carthamus tinctorius</i> L.
12		šafranika Dincer	
13		šafranika Yenice	
14	bundevino ulje	bundeva	<i>Cucurbita pepo convarietas</i> <i>citrullinina</i>
15		uljana tikva Olinka	
16	ulje uljane tikve	uljana tikva Olivija	<i>Cucurbita pepo var. oleifera</i>

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati masnokiselinskog sastava analiziranih biljnih ulja predstavljeni su u tabeli 2. Kao što se iz prikazanih rezultata može videti, u uzorcima biljnih ulja detektovane su ZMK dugog lanca: miristinska, palmitinska, stearinska, arahidna, behenska i lignocerinska. Sadržaji miristinske, arahidne, behenske i lignocerinske kiseline u analiziranim uzorcima su zanemarljivi (do 0,67%), ali treba izdvojiti viši sadržaj stearinske kiseline (do 7,72%), kao i palmitinske kiseline, koji u uzorku bamijinog ulja dostiže vrednost od 25,13%. Ono što daje na značaju ovim jestivim uljima

jesu izuzetno visoki sadržaji oleinske i linolne kiseline, kao i relativno visok sadržaj linolenske kiseline u lanenom ulju.

Tabela 2. Sastav masnih kiselina analiziranih ulja
Table 2. Fatty acid composition of the analysed oils

Uzorak Sample	Masna kiselina/Fatty acid (%)									
	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2 n6,c	18:3 n3	20:0	20:1	22:0	24:0
1	nd	7,08	5,69	40,41	45,14	0,42	0,59	0,25	0,25	0,18
2	0,16	7,47	1,78	24,17	60,90	3,24	0,57	0,50	0,55	0,67
3	0,29	10,04	1,59	30,78	52,69	2,64	0,59	0,58	0,48	0,32
4	0,15	7,50	1,61	26,50	59,83	2,79	0,46	0,49	0,37	0,30
5	0,20	7,69	1,54	23,20	62,63	3,09	0,50	0,45	0,40	0,31
6	nd	5,13	2,35	83,50	4,60	2,39	0,13	1,82	0,09	nd
7	0,04	5,17	7,72	26,98	14,10	45,27	0,25	0,19	0,28	nd
8	0,19	25,13	4,30	19,73	47,86	1,94	0,42	0,09	0,35	nd
9	0,10	5,72	4,22	17,56	70,48	0,43	0,59	0,25	0,42	0,23
10	0,11	6,06	3,15	17,15	71,74	0,30	0,54	0,35	0,60	nd
11	0,07	4,73	3,10	19,72	70,87	0,23	0,37	0,24	0,40	0,27
12	0,10	5,64	2,69	17,17	72,75	0,26	0,44	0,23	0,43	0,29
13	nd	6,45	4,54	13,46	73,74	0,16	0,65	0,25	0,50	0,26
14	0,07	9,96	7,33	7,28	74,41	0,18	0,35	0,14	0,16	0,12
15	0,09	10,12	5,93	27,29	55,40	0,15	0,28	0,12	0,15	0,47
16	0,08	9,62	5,29	30,64	53,21	0,12	0,34	0,13	0,13	0,46

nd - nije detektovano

U analiziranom uzorku ulja krtičnjaka (uzorak 6) sadržaj oleinske kiseline bio je iznad 80%, što ukazuje da ova vrsta ulja može parirati i maslinovom ulju, ali problemi koji su vezani za njegovu brzu užeglost kao i gorčinu tek treba da se prevaziđu oplemenjivanjem zbog toga se ne preporučuje za konzumiranje. Visok sadržaj oleinske kiseline u ulju krtičnjaka otvara mogućnost primene ovog ulja, koje može da se koristi za proizvodnju sapuna, deterdženata, kozmetike, lubrikanata, boja, a takođe kao i zamena za dizel gorivo (Pascual-Villalobos i López, 2010). Sadržaj linolne kiseline u uljima kreće se u granicama od 14,10%, koliko je dobijeno u ulju lana (uzorak 7), do 74,41% koliko je sadržalo bundevino ulje (uzorak 14). Sadržaj ove masne kiseline od preko 70% karakterističan je i za ulja šafranske. Linolna i linolenska kiselina predstavljaju prekursore za sintezu $\omega 6$, odnosno $\omega 3$ masnih kiselina. Ove dve familije PNMK imaju različite metaboličke puteve u organizmu, a u zavisnosti od dominantne PNMK u ishrani zavisiće i složene reakcije i procesi koji se odvijaju u organizmu. Dominacija $\omega 6$ masnih kiselina u ishrani doprinosi slabijem imunološkom odgovoru организма, jačoj zapaljenskoj reakciji, kao i vazokonstrukciji i porastu krvnog pritiska, dok su suprotni efekti u slučaju povećanog unosa $\omega 3$ masnih kiselina (Ristić i Ristić, 2003). U većini analiziranih uzoraka ulja maksimalni sadržaj linolenske kiseline bio je do 3,24%, jedino se uzorak lanenog ulja izdvajao po visokom sadržaju

ove esencijalne masne kiseline od 45,27%, što je i karakteristično za ovu biljnu vrstu (Goyal i sar., 2014).

Na osnovu sadržaja pojedinačnih masnih kiselina izračunati su sadržaji određenih grupa masnih kiselina: ZMK, NZMK, MNMK i PNMK (tabela 3). Pored toga, primenom gore navedenih formula izračunati su i nutritivni indeksi analiziranih ulja (tabela 3).

Tabela 3. Sadržaj određenih grupa masnih kiselina i nutritivni indeksi ispitivanih ulja
Table 3. The content of the certain groups of fatty acids and nutritive indices of the analysed oils

Uzorak Sample	ZMK SFA	NZMK UFA	MNMK MUFA	PNMK PUFA	ω_6/ω_3	AI	TI	HH
1	13,78	86,22	40,66	45,56	108,25	0,08	0,29	12,14
2	11,20	88,80	24,67	64,14	18,81	0,09	0,18	11,57
3	13,31	86,69	31,36	55,34	19,94	0,13	0,24	8,34
4	10,39	89,61	26,99	62,62	21,42	0,09	0,18	11,64
5	10,64	89,36	23,65	65,72	20,27	0,10	0,18	11,26
6	7,70	92,31	85,32	6,98	1,93	0,06	0,14	17,65
7	13,46	86,54	27,18	59,37	0,31	0,13	0,08	16,59
8	30,39	69,62	19,82	49,80	24,72	0,38	0,75	2,75
9	11,28	88,72	17,81	70,92	162,40	0,07	0,22	15,19
10	10,46	89,54	17,50	72,05	235,99	0,07	0,20	14,46
11	8,94	91,06	19,96	71,10	308,15	0,06	0,17	18,91
12	9,59	90,41	17,40	73,00	283,06	0,07	0,18	15,71
13	12,40	87,60	13,71	73,90	452,36	0,07	0,25	13,55
14	17,99	82,01	7,42	74,60	406,63	0,13	0,42	8,16
15	17,04	82,96	27,41	55,54	374,29	0,13	0,39	8,12
16	15,91	84,09	30,77	53,32	450,89	0,12	0,35	8,66

Ispitivane uzorce ulja karakterisao je relativno nizak sadržaj ZMK i visok sadržaj NZMK, što je i u skladu sa nutritivnim preporukama. Sadržaj ZMK u većini uzoraka kretao se do 17,99%, a najveći sadržaj od 30,39% određen je u uzorku bamije (uzorak broj 9), što je posledica izuzetno visokog sadržaja palmitinske kiseline.

Kao što je i ranije napomenuto, u svrhu procene nutritivnog kvaliteta ulja odnos ω_6/ω_3 pokazao se kao jedan od presudnih faktora. Iako se u literaturi mogu naći različiti podaci po pitanju ovog odnosa, optimalni odnos koji je usklađen sa nutritivnim potrebama stanovništa na teritoriji Republike Srbije varira u rasponu 4-10 (Lepšanović i Lepšanović, 2000). Na osnovu dobijenih rezultata može se reći da jedino ulje lana, ako se izuzme ulje krtičnjaka koje se ne preporučuje za konzumiranje, ima povoljan nizak odnos ω_6/ω_3 , dok se ovaj odnos kod ostalih ulja kreće do 452,36, koliko je izračunato za ulje šafranske. Poređenja radi treba spomenuti i da je za uzorak komercijanog suncokretovog ulja, koje se svakodnevno koristi u ishrani, dobijena gotovo dvostruka vrednost ovog odnosa 892,91 (Đurović i sar., 2021).

Aterogeni indeks koristi se za procenu aterogenosti namirnice uzimajući u obzir odnos sume ZMK koje se smatraju pro-aterogenim: laurinske, miristinske i palmitinske kiseline (uz izuzetak

stearinske kiseline) sa jedne strane, i sume NZMK za koje se smatra da imaju anti-aterogeno dejstvo (Chen i Liu, 2020). Konzumacijom namirnica sa nižim AI može se smanjiti nivo ukupnog i LDL-holesterola (Yurchenko i sar., 2018). Kod uzoraka ulja vrednost AI kretala se u granicama 0,06-0,13, samo je kod uzorka bamijinog ulja dobijena visoka vrednost 0,38, usled visokog sadržaja palmitinske kiseline. Kod proračuna trombogenog indeksa uzima se u obzir odnos trombogenih masnih kiselina (laurinska, miristinska i palmitinska) i antitrombogenih masnih kiselina (NZMK). Slično kao i kod AI, u ishrani treba težiti namirnicama sa nižim vrednostima TI. Vrednosti TI za ispitivane uzorke kretale su se u rasponu 0,08-0,42, a bamijino ulje izdvajalo se i ovde sa najvećom vrednošću od 0,75. HH indeks vezan je za metabolizam holesterola, a izračunava se na osnovu odnosa određenih predstavnika NMK i sadržaja miristinske i palmitinske kiseline. Sa nutritivne tačke gledišta sa povećanjem HH vrednosti kvalitet namirnice je bolji. HH indeks za ispitivane uzorke varirao je u granicama 8,12-18,91, a najniža vrednost dobijena je za ulje bamije (2,75).

Iako većina biljnih vrsta, čija su ulja analizirana ne potiče sa naših prostora, približan masnokiselinski sastav za ispitivane vrste ulja dobili su i drugi autori (Berenji, 2007; Jukanti i sar., 2012; Soares i sar., 2012; Bardaa i sar., 2016; Khalid i sar., 2017; Hashempour-Baltork i sar., 2018). Po većini ispitivanih parametara ulje bamije pokazalo se kao ulje najnepovoljnijeg sastava, međutim u novoj literaturi ističu se i pojedina terapeutска svojstva ovog ulja (Khan i sar., 2021). Bamija se inače kao vrsta povrća često u ishrani koristi kao prilog jelima. Visok sadržaj PNMK u ovom ulju omogućava njegovu upotrebu u farmaceutskoj i hemijskoj industriji (Soares i sar., 2012). Susamovo, bundevino ulje i ulje šafranske dokazala su se kao vredan izvor linolne kiseline, ali je ograničavajući faktor od preporuke u svakodnevnoj ishrani ovih ulja visok odnos ω_6/ω_3 . Slično važi i za ulja nauta i uljane tikve, koja se smatraju i vrednim izvorima oleinske kiseline. Najbolji nutritivni kvalitet dobijen je za laneno ulje koje je imalo nisku vrednost ω_6/ω_3 . Udeo lanenog ulja u ishrani je ograničen usled specifičnog ukusa, ali se može mešati sa drugim uljima kako bi se uravnotežio odnos ω_6 i ω_3 masnih kiselina. Šafranika se koristi kao začinsko bilje, ali se usled obilja bioaktivnih jedinjenja i izbalansiranog odnosa ω_6 i ω_3 masnih kiselina koristi i ulje semena šafranlike u ishrani ljudi kao i komponenta smeša za životinje.

ZAKLJUČAK

Jestiva biljna ulja predstavljaju neizostavan deo ljudske ishrane. Brojne studije pokazale su da je sastav masnih kiselina u ishrani, kao osnovnih komponenata ulja, usko povezan sa nastankom brojnih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti i neurološka oboljenja, te je stoga u današnje vreme povećana potreba za konzumiranjem tzv. „zdravih ulja”. Kako je masnokiselinski sastav biljnih ulja, a samim tim i njihov kvalitet, definisan biljnom vrstom korišćenom za njegovu proizvodnju, u okviru ovog rada ispitana je nutritivni kvalitet osam vrsta ulja od različitih alternativnih biljnih vrsta. Usled visokog sadržaja palmitinske kiseline, bamijino ulje imalo je najveći sadržaj ZMK, uz najnepovoljnije vrednosti nutritivnih indeksa. Susamovo, bundevino ulje i ulje šafranske karakteriše visok sadržaj linolne kiseline, a ulja nauta i uljane tikve je pored toga karakterisao i visok sadržaj oleinske kiseline, ali je ograničavajući faktor od preporuke za svakodnevnu upotrebu ovih ulja bio visok odnos ω_6/ω_3 masnih kiselina. Laneno ulje pokazalo se od svih analiziranih ulja da ima najbolji nutritivni kvalitet.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Pokrajinskom sekretarijatu za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost „Potencijal ulja od lanika i šafranike kao funkcionalnog dodatka u hrani za kućne ljubimce” (projekat broj: 142-451-2609/2021-01) kao i Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na finansijskoj podršci (projekat broj: 451-03-68/2022-14/200134).

LITERATURA

- Ayyildiz, H. F., Topkafa, M., Kara, H., Sherazi, S. T. H. (2015). Evaluation of fatty acid composition, tocopherols profile, and oxidative stability of some fully refined edible oils. *Int. J. Food Prop.*, 18(9): 2064-2076.
- Bardaa, S., Halima, N. B., Aloui, F., Mansour, R. B., Jabeur, H., Bouaziz, M., Sahnoun, Z. (2016). Oil from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds: evaluation of its functional properties on wound healing in rats. *Lipids Health Dis.*, 15:73.
- Berenji, J. (2007). Hemadska, nutritivna i farmakološka vrednost uljane tikve-golice (*Cucurbita pepo* L.). *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 43(1), 149-159.
- Chen, J., Liu, H. (2020). Nutritional indices for assessing fatty acids: a mini-review. *Int. J. Mol. Sci.*, 21(16): 5695.
- Đurović, A., Kravić, S., Stojanović, Z., Lužaić, T., Romanić, R., Grahovac, N. (2021). Karakterizacija masnokiselinskog sastava mešanih ulja suncokreta i lana sa aspekta faktora nutritivnog kvaliteta (Characterisation of the Fatty Acid Profile of Blended Sunflower and Flaxseed Oil From the Aspect of Nutritional Quality Factors). *Uljarstvo Časopis za Industriju biljnih ulja, masti i proteina (Journal of Edible Oil Industry)*, 52(1): 35-43.
- Elagizi, A., Lavie, C. J., Marshall, K., DiNicolantonio, J. J., O'Keefe, J. H., Milani, R. V. (2018). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular health: a comprehensive review. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 61(1): 76-85.
- FAO (2010). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. FAO Food Nutr Pap., 91:1-166.
- Glick, N. R., Fischer, M. H. (2013). The role of essential fatty acids in human health. *J. Evid. Based Complementary Altern. Med.*, 18(4): 268-289.
- Goyal A, Sharma V, Upadhyay N, Gill S, Sihag M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *J. Food Sci Technol.*, 51(9):1633-1653.
- Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., Savage, G. P. (2018). Chemical, rheological and nutritional characteristics of sesame and olive oils blended with linseed oil. *Adv. Pharm. Bull.*, 8(1): 107-113.
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *Br. J. Nutr.*, 108: S11-S26.
- Khalid, N., Khan, R. S., Hussain, M. I., Farooq, M., Ahmad, A., Ahmed, I. (2017). A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient - A review. *Trends Food Sci. Technol.*, 66: 176-186.

- Khan, M. R., Batool, M., Amir, R. M., Shabbir, M. A., Siddique, F., Aadil, R. M., Ameer, K., Din, A., Rakha, A., Riaz, A., Faiz, F. (2021). Ameliorating effects of okra (*Abelmoschus esculentus*) seed oil on hypercholesterolemia. Food Sci. Technol., 41(1): 113-119.
- Lange, K. W. (2020). Omega-3 fatty acids and mental health. Global Health Journal, 4(1): 18-30.
- Lepšanović, L., & Lepšanović, Lj. (2000). Klinička lipidologija. Beograd, Srbija: Savremena administracija.
- Pascual-Villalobos M. J., López, M. D. (2010). Leaf lipids from *Euphorbia lagascae* Spreng. and *Euphorbia lathyris* L. Ind. Crops Prod., 32(3): 560-565.
- Patel, A. R., Dewettinck, K. (2016). Edible oil structuring: an overview and recent updates. Food Funct., 7(1), 20-29.
- Ristić, V., Ristić, G. (2003). Uloga i značaj polinezasićenih masnih kiselina u ishrani kod prevencije i lečenja ateroskleroze. Med. Pregl., LVI (1-2): 50-53.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. Livest. Prod. Sci., 77(2-3): 187-194.
- Soares, G. S. F., Gomes, V. M., Albuquerque, A. R., Dantas, M. B., Rosenhaim, R., Souza, A. G., Persunh, D. C., Gadelha, C. A. A., Costa, M. J. C., Gadelha, T. S. (2012). Spectroscopic and thermooxidative analysis of organic okra oil and seeds from *Abelmoschus esculentus*. Sci. World J., 2012: 847471.
- Tomata, Y., Larsson, S. C., Hägg, S. (2020). Polyunsaturated fatty acids and risk of Alzheimer's disease: a Mendelian randomization study. Eur. J. Nutr., 59: 1763-1766.
- Ulbright, T. L., Southgate, D. A. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. Lancet, 338(8773): 985-992.
- Vukanović, Lj., A. Timko, P. Zečević (1982). Jedna brza metoda za pripremanje metil estara. Savetovanje tehnologa industrije ulja, Zbornik radova, Beograd, Srbija, str. 314-322.
- Wu, H., Xu, L., Ballantyne, C. M. (2020). Dietary and pharmacological fatty acids and cardiovascular health. J. Clin. Endocrinol. Metab., 105(4): 1030-1045.
- Yurchenko, S., Sats, A., Tatar, V., Kaart, T., Mootse, H., Jõudu, I. (2018). Fatty acid profile of milk from Saanen and Swedish Landrace goats. Food Chem., 2018, 254, 326-332.
- Zhou, Y., Zhao, W., Lai, Y., Zhang, B., Zhang, D. (2020). Edible plant oil: global status, health issues, and perspectives. Front. Plant Sci., 11: 1315.

UTICAJ PRIMENE VODENIH EKSTRAKATA BILJNOG POREKLA NA PRINOS I KVALITET ZRNA SOJE

Zlatica Mamlić^{1*}, Vojin Đukić¹, Jelena Miladinović¹, Gordana Dozel², Marija Bajagić³,
Fačara Libuška⁴, Sanja Vasiljević¹

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,
Novi Sad, Republika Srbija

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za Biofarming, Bačka Topola, Republika Srbija

³Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

⁴Srednja poljoprivredna škola u Baču, Bač, Republika Srbija

IZVOD

Folijarna primena vodenih ekstrakata ima pozitivan uticaj na prinos i kvalitet zrna soje. Vodeni ekstrakti biljaka sadrže hraniva i fiziološki aktivne materije koje utiču na rast i razvoj biljaka, lako se pripremaju i primenjuju, a mnogi vodeni ekstrakti imaju fungicidno dejstvo i repelentno delovanje na štetočine. Folijarna primena vodenog ekstrakta od ploda banane povećala je prinos soje za 18,07%, sadržaj proteina za 1,64%, smanjila sadržaj ulja za 0,22%, povećala prinos proteina za 19,87% i prinos ulja za 16,58%, dok je primena vodenog ekstrakta koprive i gaveza povećala prinos soje za 17,55%, sadržaj proteina za 1,70%, smanjila sadržaj ulja za 1,44%, povećala prinos proteina za 19,39% i prinos ulja za 15,93%. Folijarna primena vode povećala je sadržaj ulja za 1,62%, a vodenog ekstrakta koprive za 1,17%.

Ključne reči: vodeni ekstrakti, folijarna primena, prinos, sadržaj proteina, sadržaj ulja.

INFLUENCE OF APPLICATION OF AQUEOUS EXTRACTS OF PLANT ORIGIN ON THE YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN

ABSTRACT

Foliar application of aqueous extracts has a positive effect on the yield and quality of soybean grains. Aqueous plant extracts contain nutrients and physiologically active substances that affect plant growth and development. they are easy to prepare and apply, and many aqueous extracts have fungicidal action and repellent action on pests. Foliar application of aqueous extract of banana fruit increased soybean yield by 18.07%, protein content by 1.64%, reduced oil content by 0.22%, increased protein yield by 19.87% and oil yield by 16.58%, while the use of aqueous extract of nettle and comfrey increased soybean yield by 17.55%, protein content by 1.70%, decreased oil content by 1.44%, increased protein yield by 19.39% and oil yield by 15.93 %. Foliar application of water increased the oil content by 1.62%, and water extract of nettle by 1.17%.

* Dr Zlatica Mamlić, naučni saradnik
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8485; E-mail: zlatica.miladinov@ifvcns.ns.ac.rs

Key words: aqueous extracts, foliar application, soybean yield, protein content, oil content.

UVOD

Soja se danas smatra jednom od najznačajnijih proteinsko-uljanih biljaka. Sa nutritivnog gledišta, značaj sojinih proizvoda ogleda se pre svega u visokom sadržaju proteina visoke hranljive vrednosti (Vidić i sar., 2009). Folijarna đubriva sadrže elemente koje biljke lako usvajaju, a njihova efikasnost zavisi od količine hraniva u zemljištu, potrebe biljaka za određenim elementima, stanja useva i vremena primene (Miladinov i sar., 2018). Folijarna prihrana soje u fazi intenzivnog porasta povećava prinos (Miladinov i sar., 2018; Randelović i sar., 2018), naročito u nepovoljnim godinama, sa izraženim sušnim periodom, ali i u povoljnim godinama za proizvodnju (Dozet i sar., 2013; Dozet i sar., 2015; Randelović i sar., 2019). Pored visokog i stabilnog prinosa kod proizvodnje soje veoma je bitan i tehnološki kvalitet zrna. Da se različitim folijarnim đubrivima može uticati na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje u svojim istraživanjima potvrdili su Miladinov i sar. (2018). Vodeni ekstrakti biljnog materijala sve se više koriste u proizvodnji biljaka, cvećarstvu, povrtarstvu, ali i u ratarstvu, kako u organskoj, tako i u konvencionalnoj proizvodnji (Đukić i sar., 2021). Najbolji efekat na povećanje prinosa soje imala je primena vodenog ekstrakta ploda banane, kao i primena vodenog ekstrakta koprive i gaveza (Mamlić i sar. 2022). Vodeni ekstrakti koprive i gaveza i ploda banane najviše su povećali sadržaj proteina u zrnu soje, dok je sadržaj ulja najviše povećan primenom vode i vodenog ekstrakta koprive (Mamlić i sar. 2022). Procentualno je veće povećanje prinosa usled primene vodenih ekstrakata u nepovoljnijim godinama za proizvodnju soje, sa sušnim periodom, odnosno nedostatkom vlage u zemljištu (Đukić i sar. 2021).

Cilj ovoga rada je sagledavanje uticaja vodenih ekstrakata banane, kore banane, koprive, koprive i gaveza, ovojnih listova luka, vršnih grančica vrbe i vršnih delova biljaka soje na prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu i prinos proteina i ulja po jedinici površine.

MATERIJAL I METODE RADA

Dvogodišnji ogled sa folijarnom primenom vodenih ekstrakata na prinos, sadržaj ulja i proteina u zrnu soje i prinos ulja i proteina po jedinici površine postavljen je na eksperimentalnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Rimskim Šančevima. Odabrana sorta soje NS Apolo pripadaprvoj grupi zrenja, a varijante ogleda bile su sledeće: kontrola, kontrola sa folijarnom primenom vode u količini istoj kao primena razređenih vodenih ekstrakata, varijanta sa primenom vodenog ekstrakta banane, vodenog ekstrakta kore banane, vodenog ekstrakta koprive, vodenog ekstrakta koprive i gaveza, vodenog ekstrakta ovojnih listova luka, vodenog ekstrakta vršnih grančica vrbe i vodenog ekstrakta vršnih delova biljaka soje. Folijarni tretmani su vršeni u fazi intenzivnog porasta biljaka, pre faze cvetanja soje, sa količinom od 300 litara tečnosti po hektaru u kojoj je razređen voden ekstrakt u razmeri 1:15. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, a veličina osnovne parcelice iznosila je 10 m^2 (četiri reda soje, međuredni razmak od 50 cm i pet metara dužine). Voden ekstrakti su pravljeni tako što je jedan kilogram biljnog materijala preliven sa 10 litara kišnice i uz svakodnevno mešanje sačekan je završetak fermentacije, nakon čega je voden ekstrakt pročišćen kroz gazu i pre folijarne upotrebe razređivan sa vodom u omjeru 1:15. Pri gajenju soje primenjene su standardne agrotehničke mere za soju, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva kombajnom malog radnog zahvata,

izmerena je masa i vлага zrna i obračunat prinos po hektaru sa 14% vlage. U laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, na osnovu čega su izračunati prinosi proteina i ulja po hektaru. Rezultati su obrađeni analizom varijanse dvofaktorijskog ogleda a značajnost razlika testirana je LSD testom na nivou značajnosti od 1% i 5%. Rezultati su predstavljeni tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Ispitivanja su vršena u 2020. godini koja je bila povoljna za proizvodnju soje i u 2021. godini, u kojoj je izražen sušni period, koji je nepovoljno delovao na useve soje (tabela 1).

Tabela 1. Vremenski uslovi u ispitivanim godinama

Table 1. Weather conditions in the study years

Mesec Month	Srednje mesečne temperature (°C) Mean monthly temperature (°C)			Padavine (lm ⁻²) Precipitation (lm ⁻²)		
	2020	2021	Prosek 1964-2019 Average 1964-2019	2020	2021	Prosek 1964-2019 Average 1964-2019
IV	12,9	10,5	11,8	11,1	56,0	47,8
V	16,1	16,9	17,0	47,3	63,0	69,1
VI	20,7	22,4	20,2	161,9	26,0	88,1
VII	22,4	25,4	21,8	77,3	72,0	65,9
VIII	23,2	21,4	21,4	137,5	47,0	58,5
IX	19,1	18,5	17,0	31,4	20,0	47,9
Prosek/Suma Average/Sum	19,1	19,4	18,2	466,5	284,0	377,2

Svedoci smo klimatskih promena u vidu povećanja temperatura, dok padavine pokazuju sve veće oscilacije u pojedinim godinama i smenu kišnih i ekstremno sušnih godina (Đukić i sar., 2018). Prosečne temperature u vegetacionom periodu 2020. i 2021. godine (19,1°C i 19,4°C) bile su iznad višegodišnjeg proseka (18,2°C). U 2020. godini temperature znatno iznad višegodišnjeg proseka zabeležene su u aprilu (12,9°C), junu (20,7°C), julu (22,4°C), avgustu (23,2°C) i septembru (19,1°C), dok su u 2021. godini više temperature u odnosu na višegodišnji prosek bile u junu (22,4°C), julu (25,4°C) i septembru (18,5°C). Temperature 2021. godine u aprilu i početkom maja bile su veoma niske u odnosu na zahteve biljaka soje, zbog čega je bilo usporeno nicanje i početni rast mladih biljaka. Padavina je tokom vegetacionog perioda soje u 2020. godini (466,5 lm⁻²) bilo više u odnosu na višegodišnji prosek (377,2 lm⁻²), dok je u 2021. godini bilo znatno manje padavina (284,0 lm⁻²), sa izraženim sušnim periodom u vreme cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna. Vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Miladinov i sar. 2018).

Efekat folijarnih tretmana vodenim ekstraktima na prinos soje prikazan je u tabeli 2.

Posmatrajući prinose soje po godinama uočava se da je u 2020. godini (3783 kg ha⁻¹) zabeležen statistički veoma značajno viši prosečan prinos soje u odnosu na 2021. godinu (2295 kg ha⁻¹).

Posmatrajući prinose po pojedinim tretmanima uočava se da je na varijantama ogleda sa primenom vodenih ekstrakata od ploda banane (3202 kg ha⁻¹), koprive i gaveza (3188 kg ha⁻¹),

kore banane (3123 kg ha^{-1}), koprive (3121 kg ha^{-1}) i soje (3061 kg ha^{-1}) prinos statistički veoma značajno viši u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (2712 kg ha^{-1}), dok je prinos soje statistički značajno viši kod primene vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka (3052 kg ha^{-1}). Upoređujući prinose soje na pojedinim tretmanima sa kontrolnom varijantom gde je primenjena voda (2906 kg ha^{-1}) uočava se da je statistički značajno viši prinos zabeležen kod primene vodenog ekstrakta od ploda banane i vodenog ekstrakta od koprive i gaveza.

Posmatrajući prinose soje u istim godinama a pri različitim tretmanima folijarne primene vodenih ekstrakata uočava se da je u 2020. godini u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (3462 kg ha^{-1}) prinos bio statistički veoma značajno viši kod primene vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (3964 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od ploda banane (3927 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od kore banane (3911 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od koprive (3872 kg ha^{-1}) i vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (3824 kg ha^{-1}), dok je kod primene vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka (3791 kg ha^{-1}) prinos soje bio statistički značajno viši u odnosu na kontrolu. Upoređujući prinose na pojedinim tretmanima sa kontrolnom varijantom sa primenom vode (3581 kg ha^{-1}) uočava se da je statistički veoma značajno viši prinos zabeležen kod primene vodenih ekstrakata od koprive i gaveza, ploda banane i od kore banane, a statistički značajno viši prinos kod primene vodenog ekstrakta od koprive.

Tabela 2. Prosečan prinos zrna soje (kg ha^{-1})**Table 2.** Average soybean grain yield (kg ha^{-1})

Đubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)	2020	2021	Prosek (B): Average (B):
Kontrola		3462	1962	2712
Kontrola sa vodom		3581	2231	2906
V. e.* ploda banane		3927	2477	3202
V. e.* kore banane		3911	2335	3123
V. e.* koprive		3872	2370	3121
V. e.* koprive i gaveza		3964	2412	3188
V. e.* ovojnih listova luka		3791	2313	3052
V. e.* vrbe		3715	2262	2989
V. e.* biljaka soje		3824	2297	3061
Prosek (A)/Average (A):		3783	2295	3039

*V.e. - vodeni ekstrakt / aqueous extracts

LSD	A	B	A×B	B×A
1%	581	342	330	397
5%	424	281	272	329

U 2021. godini u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (1962 kg ha^{-1}) prinos soje je bio statistički veoma značajno viši kod primene vodenih ekstrakata od ploda banane (2477 kg ha^{-1}),

od koprive i gaveza (2412 kg ha^{-1}), od koprive (2370 kg ha^{-1}), od kore banane (2335 kg ha^{-1}), od ovojnih listova luka (2313 kg ha^{-1}) i od vršnih delova biljaka soje (2297 kg ha^{-1}), dok je kod primene vodenog ekstrakta od vršnih delova grančica vrbe (2262 kg ha^{-1}) prinos bio statistički značajno viši. U ovoj godini nije bilo statistički značajnih razlika između prinosa soje na pojedinim varijantama primene vodenih ekstrakata i kontrolne varijante sa primenom vode (2231 kg ha^{-1}).

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3. Prosečan sadržaj proteina (%) i prosečan sadržaj ulja (%)

Table 3. Average protein content (%), and average oil content (%)

Đubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)	Sadržaj proteina (%) Protein content (%)			Sadržaj ulja (%) Oil content (%)		
		2020	2021	Prosek (A) Average (B)	2020	2021	Prosek (B) Average (B)
Kontrola		38,52	39,29	38,91	22,88	21,66	22,27
Kontrola sa vodom		38,21	38,78	38,50	23,10	22,16	22,63
V. e.* ploda banane		38,82	40,29	39,55	22,75	21,27	22,01
V. e.* kore banane		38,52	39,30	38,91	22,96	21,68	22,32
V. e.* koprive		38,82	39,07	38,95	23,12	21,93	22,53
V. e.* koprive i gaveza		38,94	40,19	39,57	22,76	21,14	21,95
V. e.* ovojnih listova luka		38,75	39,82	39,29	22,76	21,77	22,27
V. e.* vrbe		38,48	39,42	38,95	23,02	21,60	22,31
V. e.* biljaka soje		38,60	39,69	39,14	22,81	21,65	22,23
Prosek (A)/Average (A):		38,63	39,54	39,08	22,91	21,65	22,28

*V.e. - voden ekstrakt / aqueous extracts

LSD	Proteini				Ulje			
	A	B	A×B	B×A	A	B	A×B	B×A
1%	0,48	0,69	0,72	0,81	0,36	0,55	0,67	0,77
5%	0,31	0,52	0,55	0,59	0,28	0,34	0,49	0,56

Posmatrajući prosečan sadržaj proteina i ulja u zrnu soje po godinama uočavamo da je prosečan sadržaj proteina statistički veoma značajno veći u 2021. godini (39,54%) u odnosu na 2020. godinu (38,63%), dok je sadržaj ulja u zrnu soje statistički veoma značajno veći u 2020. godini (22,91%) u odnosu na 2021. godinu (21,65%).

Posmatrajući sadržaj proteina po tretmanima folijarne primene vodenih ekstrakata uočava se da je sadržaj proteina kod primene vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (39,57%) i kod primene vodenog ekstrakta od ploda banane (39,55%) statistički značajno veći u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (28,91%), dok je u odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (38,50%) sadržaj proteina statistički veoma značajno veći kod primene vodenog ekstrakta od

koprive i gaveza, vodenog ekstrakta od ploda banane i vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka (39,29%) i statistički značajno veći kod primene vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (39,14%). Sadržaj ulja u zrnu soje na kontrolnoj varijanti sa primenom vode (22,63%) bio je statistički značajno veći u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (21,66%). U odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode sadržaj ulja je bio statistički veoma značajno manji na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (21,95%) i vodenog ekstrakta od ploda banane (22,01%) i statistički značajno manji na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (22,23%) i vodenog ekstrakta od ovojnih listova crnog luka (22,27%).

Posmatrajući istu godinu a različite tretmane, uočava se da je u 2020. godini sadržaj proteina statistički značajno veći na varijanti sa primenom vodenog ekstrakta koprive i gaveza (38,94%) u odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (38,21%). U 2021. godini na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (40,29%) i vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (40,19%) sadržaj proteina u zrnu soje bio je statistički veoma značajno viši u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (39,29%). U odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (38,78%) sadržaj proteina bio je statistički veoma značajno viši na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane, vodenog ekstrakta koprive i gaveza, vodenog ekstrakta od ovojnih listova crnog luka (39,82%) i vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (39,69%) i statistički značajno viši kod primene vodenog ekstrakta od vršnih delova grančica vrbe (39,42%). Posmatrajući sadržaj ulja u istoj godini a po različitim tretmanima folijarne primene vodenih ekstrakata uočava se da u 2020. godini nije bilo statistički značajnih razlika u sadržaju ulja po pojedinim tretmanima, dok je u 2021. godini na kontrolnoj varijanti sa primenom vode (22,16%) ostvaren statistički značajno viši sadržaj ulja u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (21,66%). Sadržaj ulja u odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode bio je statistički veoma značajno niži kod primene vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (21,14%) i vodenog ekstrakta od ploda banane (21,27%) i statistički značajno niži kod primene vodenog ekstrakta od vršnih delova grančica vrbe (21,60%) i vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (21,65%).

U tabeli 4 prikazan je prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine. Prosečan prinos proteina u proseku za dve godine iznosio je 1185 kg ha^{-1} , a ulja 682 kg ha^{-1} .

Posmatrajući prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine po godinama uočavamo da je prosečan prinos proteina statistički veoma značajno veći u 2020. godini (1462 kg ha^{-1}) u odnosu na 2021. godinu (908 kg ha^{-1}), kao i prinos ulja koji je bio statistički veoma značajno veći u 2020. godini (866 kg ha^{-1}) u odnosu na 2021. godinu (497 kg ha^{-1}).

Posmatrajući prinos proteina po tretmanima folijarne primene vodenih ekstrakata uočava se da je kod primene vodenog ekstrakta od ploda banane (1261 kg ha^{-1}) i kod primene vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (1256 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno veći prinos proteina u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (1052 kg ha^{-1}), a kod primene vodenog ekstrakta od koprive (1215 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od kore banane (1212 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka (1195 kg ha^{-1}) i vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (1194 kg ha^{-1}) statistički značajno veći prinos proteina. U odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (1117 kg ha^{-1}) statistički značajno veći prinos proteina bio je kod primene vodenog ekstrakta od ploda banane i vodenog ekstrakta od koprive i gaveza.

Tabela 4. Prosečan prinos proteina (kgha^{-1}) i prosečan prinos ulja (kgha^{-1})**Table 4.** Average protein yield (kgha^{-1}) and average oil yield (kgha^{-1})

Godina Year (A) Đubriva Fertilizers (B)	Prinos proteina (%) Protein yield (%)			Prinos ulja (%) Oil yield (%)		
	2020	2021	Prosek (A) Average (B)	2020	2021	Prosek (B) Average (B)
Kontrola	1334	771	1052	792	425	609
Kontrola sa vodom	1368	865	1117	827	494	661
V. e.* ploda banane	1524	998	1261	893	527	710
V. e.* kore banane	1507	918	1212	898	506	702
V. e.* koprive	1503	926	1215	895	520	707
V. e.* koprive i gaveza	1544	969	1256	902	510	706
V. e.* ovojnih listova luka	1469	921	1195	863	504	683
V. e.* vrbe	1430	892	1161	855	489	672
V. e.* biljaka soje	1476	912	1194	872	497	685
Prosek (A)/Average (A):	1462	908	1185	866	497	682

*V.e. - vodeni ekstrakt / aqueous extracts

LSD	Proteini				Ulje			
	A	B	A×B	B×A	A	B	A×B	B×A
1%	204	175	188	216	114	92	95	118
5%	158	129	139	172	83	60	62	85

Posmatrajući prinos proteina u istim godinama a po različitim tretmanima uočava se da je u 2020. godini u odnosu na kontrolu (1334 kgha^{-1}) statistički veoma značajno viši prinos proteina po jedinici površine zabeležen na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (1544 kgha^{-1}) i vodenog ekstrakta od ploda banane (1524 kgha^{-1}), a statistički značajno viši prinos proteina na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od kore banane (1507 kgha^{-1}), vodenog ekstrakta od koprive (1503 kgha^{-1}) i vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (1476 kgha^{-1}). U odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (1368 kgha^{-1}) statistički značajno viši prinos proteina zabeležen je na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od koprive i gaveza, vodenog ekstrakta od ploda banane i vodenog ekstrakta od kore banane. U 2021. godini u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (771 kgha^{-1}) prinos proteina bio je statistički veoma značajno viši na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (998 kgha^{-1}) i vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (969 kgha^{-1}), a statistički značajno viši sadržaj proteina na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od koprive (926 kgha^{-1}), vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka (921 kgha^{-1}), vodenog ekstrakta od kore banane (918 kgha^{-1}) i vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (912 kgha^{-1}).

Prinos ulja po jedinici površine u 2020. godini u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (792 kg ha^{-1}) bio je statistički veoma značajno viši na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (902 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od kore banane (898 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od koprive (895 kg ha^{-1}) i vodenog ekstrakta od ploda banane (893 kg ha^{-1}), dok je statistički značajno viši prinos proteina zabeležen na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (872 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od ovojnih listova crnog luka (863 kg ha^{-1}) i vodenog ekstrakta od vršnih delova grančica vrbe (855 kg ha^{-1}). U odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (827 kg ha^{-1}) statistički značajno viši prinos proteina zabeležen je na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od koprive i gaveza, vodenog ekstrakta od kore banane, vodenog ekstrakta od koprive i vodenog ekstrakta od ploda banane. U 2021. godini u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (425 kg ha^{-1}) prinos ulja bio je statistički veoma značajno viši na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (527 kg ha^{-1}) i vodenog ekstrakta od koprive (520 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (510 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od kore banane (506 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka (504 kg ha^{-1}), vodenog ekstrakta od vršnih delova biljaka soje (497 kg ha^{-1}), u odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode (494 kg ha^{-1}) i kod primene vodenog ekstrakta od vršnih delova grančica vrbe (489 kg ha^{-1}).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dvogodišnjih rezultata istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Svi vodeni ekstrakti povećali su prinos soje u odnosu na kontrolnu varijantu i kontrolu sa primenom vode, a najbolji efekat imala je primena vodenog ekstrakta ploda banane, kao i primena vodenog ekstrakta koprive i gaveza.

Vodeni ekstrakti koprive i gaveza i ploda banane najviše su povećali sadržaj proteina u zrnu soje, dok je sadržaj ulja najviše povećan primenom vode i vodenog ekstrakta koprive.

Primenom vodenih ekstrakta od ovojnih listova luka, od koprive i od vršnih delova grančica vrbe povećava se i sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu, odnosno dolazi do povećanja kapaciteta za nakupljanje hranjivih materija u zrnu soje.

Primena vodenih ekstrakata od ploda banane, koprive i gaveza, koprive i kore banane najviše povećava prinos proteina i ulja po jedinici površine.

LITERATURA

- Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, Ch. 1 - Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI Global Book USA, pp. 1-22.
- Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, D., Đurić, N., Jakšić, S. (2018). Primena vodenog ekstrakta koprive u organskoj proizvodnji soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 17-22. jJun 2018. Herceg Novi, Crna Gora, 79-84.
- Dozet, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Đurić, N., Kostadinović, Lj., Jakšić, S., Cvijanović, G. (2015). Influence of organic and conventional methods of growing on qualitative properties

- of soybean. Book of Proceedings from Sixth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2015”, October 15-18, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 407-412.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018). Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 34-44.
- Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Kandelinskaja, O., Miljaković, D. (2021). Uticaj vodenog ekstrakta banane i koprive sa gavezom na prinos soje. Zbornik radova Nacionalnog naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja”, 15. decembar 2021. Smederevska Palanka, 285-292.
- 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. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18-23. jun 2017., Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
- Mamlić, Z., Abduladim, A., Đukić, V., Bajagić, M., Miladinović, J., Dozet, G., Cvijanović, G. (2022). Uticaj primene vodenih ekstrakata na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. Zbornik radova 63. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, 26. jun - 01. jul 2022., Herceg Novi, 89-96.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Ćeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 17-22. jun 2018., Herceg Novi, Crna Gora, 73-78.
- Randelović, P., Đukić, V., Dozet, G., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov Z., Ćeran, M. (2019). Povećanje prinosa soje folijarnom prihranom biljaka. Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja - Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine“. 18. Oktobar, 2019., Bačka Topola, 55-62.
- Randelović, P., Đukić, V., Miladinov, Z., Valan, D., Čobanović, L., Ilić, A., Merkulov Popadić, L. (2018). Uticaj folijarne prihrane na prinos i masu 1000 zrna soje, Zbornik radova 1. Domaćeg naučno stručnog skupa „Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji - stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse“, Bačka Topola, 26. oktobar 2018., 211-217.
- Vidić M., Hrustić M., Miladinović J., Đukić V., Đorđević V. (2009). Sortni ogledi soje u 2008. godini. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 46: 261- 270.

TEHOLOŠKA I FUNKCIONALNA SVOJSTVA BRAŠNA ULJANIH POGAČA

Aleksandra Ćirković, Mirjana Demin, Jovanka Laličić-Petronijević, Milica Stevanović,
Biljana Rabrenović*

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd, Republika Srbija

IZVOD

Tehnološka i funkcionalna svojstva brašna uljanih pogača, kao sporedni proizvod dobijanja ulja postupkom hladnog presovanja, su ispitivana sa ciljem utvrđivanja mogućnosti njihove primene u različitim prehrabbenim proizvodima u vidu zamene za pšenično brašno. Određeni su granulacija samlevenih uljanih pogača, kapacitet zadržavanja ulja, kapacitet bubreženja, hidratisana gustina i sadržaj vlage ispitivanih uljanih pogača i mešavina u odnosu na pšenično brašno, kao referentni uzorak, u cilju određivanja idealnog udela samlevene uljane pogače u pšeničnom brašnu. Za određivanje funkcionalnih svojstava polimernih komponenti mešavina brašna (pentozani, oštećeni skrob i gluten), na osnovu kojih se definišu svojstva testa prilikom pečenja i kvalitet gotovih proizvoda, određen je i kapacitet zadržavanja rastvarača (SRC – solvent retention capacity). Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da sa povećanjem udela uljane pogače u mešavinama sa pšeničnim brašnom opada kapacitet zadržavanja ulja i hidratisana gustina, dok se sadržaj vlage povećava. Rezultati SRC su pokazali različite rezultate u zavisnosti od primjenjenog rastvarača (mlečna kiselina, saharoza, natrijum-karbonat i voda). Primećena je i zavisnost vrednosti određenih parametara od vrste uljane pogače.

Ključne reči: brašna uljanih pogača, tehnološka svojstva, funkcionalna svojstva, SRC.

TECHNOLOGICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF OILSEED CAKES FLOUR**ABSTRACT**

Technological and functional properties of oilseed cakes flour, as a by-product of cold pressed oil production, were analyzed with the aim of determining the possibility of their application in various food products as a substitute for wheat flour. Granulation of milled cake, oil retention capacity, swelling capacity, hydrated density and moisture content of analyzed cakes and mixtures in regard to wheat flour, as a reference sample, were determined in order to establish the ideal portion of milled cake in wheat flour. Functional properties of the polymer components of flour mixtures (pentosans, damaged starch and gluten), based on which the properties of the dough during baking and the quality of final products are defined, were determined with the solvent retention capacity (SRC). Based on the results it was established that with the increase of the cake portion in mixtures with wheat flour, the capacity of oil

* Dr Biljana Rabrenović, redovni profesor
Nemanjina 6, 11080 Zemun - Beograd, Republika Srbija
Tel. +381 11 441 3269; E-mail: biljanar@agrif.bg.ac.rs

retention and hydrated density decreased, while the moisture content was increased. SRC results showed different results depending on the used solvent (lactic acid, sucrose, sodium carbonate and water). The correlation of the values of certain parameters with the type of cake was also noticed.

Key words: oilseed cake flour, technological properties, functional properties, SRC.

UVOD

Prehrambena industrija generiše veliku količinu sporednih proizvoda i otpada, koji se sastoje uglavnom od organske materije, što dovodi do problema u vezi sa njihovim odlaganjem, zagađenjem životne sredine i održivošću. Iz tog razloga ova grana industrije je već duže vreme fokusirana na rešavanje problema upravljanja i reciklaže valorizacijom odnosno korišćenjem sporednih proizvoda i otpada u razvoju novih proizvoda sa dodatom vrednošću i njihovom komercijalnom primenom. Potencijalna mogućnost iskorišćenja sporednih proizvoda zasniva se na njihovim nutritivnim, funkcionalnim i drugim svojstvima. Neke strategije kao što su kompostiranje, bioremedijacija i proizvodnja sirovina za anaerobnu fermentaciju su već u upotrebi (Karaman i sar., 2015).

Ako na primer uzmemu preradu jabuka, tokom procesa prerade zaostaju pokožica, semenke i jezgro, odnosno usitnjeni mesnati deo. Oko 20% nastalih sporednih proizvoda se koristi kao hrana za domaće životinje, dok ostalih 80% predstavlja gubitak biomase i problem sa aspekta upravljanja otpadom. Pokožica voća, recimo, je izuzetan izvor fenolnih jedinjenja i antocijana, pulpa izvor pektina, dok jezgra i semenke voća su potencijalno izvor jestivih biljnih ulja (Pande i Akoh, 2010; Salević i sar., 2018).

Proizvodnja hladno presovanih ulja iz ovih nestandardnih sirovina, predstavlja novi izazov za proizvođače ove kategorije biljnih ulja. Posle izdvajanja ulja, zaostaje sporedni proizvod poznat kao uljana pogača (UP). Bogate proteinima, UP služe kao izvanredan dodatak za obogaćivanje hrane za domaće životinje, ali u današnje vreme sve više imaju dugačiju namenu. Relativno mali broj istraživanja se bavio određivanjem hemijskog sastava UP koje ostaju nakon hladnog presovanja, posebno u slučaju UP od orašastih plodova i semenki voća (Krulj i sar., 2021).

Mlevenjem UP dobija se brašno velike nutritivne i biološke vrednosti, jer ga čine koncentrisani proteini, mineralne materije, vitamini i dijetna vlakna. Iz tog razloga našle su primenu kao zamena dela pšeničnog brašna u proizvodji hleba i keksa (Dhen i sar., 2018; Purić i sar., 2020), u proizvodnji biljnih namaza specifičnih senzornih karakteristika (Radočaj, 2011), a Mansour i sar. (1996) su ispitivali uticaj dodavanja mlevene pogače tikve kao jednog od dodataka u kobasicu tipa „bolonja”.

Cilj ovoga rada je bio da se ispitaju tehnološke i funkcionalne karakteristike samleveneh uljanih pogača semenki dunje i jabuke sorte Ajdared, i jezgra koštice kajsije, sporednih proizvoda prerade ovog voća u rakiju, da bi se odredila poželjna srazmera odnosno udio samlevene pogače u mešavini sa pšeničnim brašnom i njihova primena u proizvodnji pekarskih i konditorskih proizvoda.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Kao materijal za ovo istraživanje korišćene su uljane pogače dobijene nakon postupka hladnog presovanja semenki dunje, semenki jabuke i jezgra koštice kajsija, nusproizvoda prerade pomenutog voća u rakiju. Pšenično brašno koje je korišćeno za mešavine je bilo T-500 (Mlin Čeković, Koštunići).

Pravljene su mešavine pšeničnog brašna sa 5% i 10% brašna pogača semenki dunje, semenki jabuke i jezgra kajsije.

Od rastvarača korišćeni su: destilovana voda, 5 % rastvor mlečne kiseline, 5 % rastvor natrijum karbonata i 50 % rastvor saharoze. Korišćeno je i rafinisano suncokretovo ulje (Vital, Vrbas).

Metode

Mlevenje uljanih pogača

Uljane pogače su samlevene na mlinu za kafu (Bosh, model TSM6A017C) i čuvane u zatvorenim polietilenskim vrećicama pri sobnoj temperaturi do momenta analize.

Određivanje sadržaja vlage

Sadržaj vlage je određen gravimetrijski, sušenjem određene količine uzorka do konstante mase na temperaturi od $105 \pm 1^{\circ}\text{C}$ u sušnici (Pravilnik, 1988).

Određivanje sadržaja ulja

Standardnom metodom SRPS EN ISO 659:2011 određen je sadržaj ulja. Princip metode zasnovan je na ekstrakciji uzorka za ispitivanje u laboratorijskom cevnom ekstraktoru pomoću heksana. Zatim sledi uparavanje rastvarača na rotacionom vakuum uparivaču na 40°C i merenje dobijenog ekstrakta.

Određivanje sadržaja proteina

Sadržaj proteina ($\text{Nx}6,25$) određen je standardnom metodom SRPS EN ISO 16634-1:2010.

Kapacitet bubrenja

Kapacitet bubrenja određen je na sledeći način: 1,0 g brašna se odmeri u graduisani sud i doda se 30ml vode. Ostavi se 18h bez mešanja, a posle isteka tog vremenskog roka zabeleži se zapremina sloja brašna. Rezultati se izražavaju kao zapremina koju zauzima brašno prema originalnoj težini brašna (ml/g) (Laličić-Petronijević, 2018).

Kapacitet zadržavanja ulja

Kapacitet zadržavanja ulja određen je na sledeći način: samleveno brašno pogače (1,0 g) je rastvoreno u 10 ml suncokretovog ulja u plastičnoj, predhodno odmerenoj kiveti za centrifugiranje i ostavljeno da stoji na sobnoj temperaturi tokom 24h, bez mešanja. Zatim je sadržaj u kivetama centrifugiran (3600 o/min) tokom 25 minuta. Supernatant je dekantiran i osušen, a istaloženi deo izmeren, kao ostatak nakon taloženja. Dobijeni rezultat se izražava kao težina vezanog ulja po gramu brašna (g/g) (Laličić-Petronijević, 2018).

Kapacitet zadržavanja rastvarača (SRC - Solvent Retention Capacity)

Ova metoda pripada fizičko-hemijskim metodama analize brašna. Pogodna je za ovu vrstu eksperimenta, kada se druga brašna dodaju pšeničnom brašnu, a da pri tom ne potiču iz žita kao sirovina.

Po definiciji SRC predstavlja težinu rastvarača (g) koju zadržava brašno nakon centrifugiranja i izražava se u (%).

Koriste se četiri rastvarača: voda, 50% rastvor saharoze, 5% rastvor natrijum karbonata i 5% rastvor mlečne kiseline.

Odmeri se $5,0 \pm 0,05$ g ispitivanog uzorka brašna, poznatog sadržaja vlage, u prethodno izmerenu kivetu (sa zatvaračem) zapremine 50 ml sa koničnim dnom. Tome se doda $25 \pm 0,05$ g određenog rastvarača, kiveta se zatvori, a potom se snažno protrese kako bi se brašno dispergovalo u rastvaraču bez grudvica. Uzorak treba da hidratiše 20 minuta, tokom kojih se intezivno protresa pet puta. Posle hidratacije, suspenzija brašna u rastvaraču se odmah podvrgne centrifugiranju u trajanju od 15 minuta na 3000 o/min. Višak tečnosti se dekantuje, a kiveta se okreće naopačke i ostavi na papirnom ubrusu radi dreniranja viška rastvarača tokom 10 minuta. Po isteku ovog vremena, kiveta se izmeri.

Formula koja se koristi kod izrčunavanja SRC je (Gavrilović, 2010):

$$SRC \% = \left[\frac{težina\ zaostalog\ brašna}{polazna\ težina} \left(\frac{86}{100 - \% vlage\ brašna} \right) - 1 \right] * 100$$

REZULTATI I DISKUSIJA

Osnovna fizičko-hemijska svojstva koja odražavaju složene interakcije između sastava, strukture, konformacije molekula i fizičko-hemijskih svojstva sastojaka hrane, u odnosu na prirodu okruženja u kome se nalaze i u kom su merena se nazivaju funkcionalnim svojstvima (Kinsella, 1976). Kako bi se moglo proceniti kako se „novi“ sastojci (proteini, masti, vlakana, ugljeni hidrati) ponašaju u određenim sistemima, kao i predviđanje da li ti sastojci mogu uticati na poboljšanje ili pak zamenu već postojećih, neophodno je određivanje i poznavanje funkcionalnih svojstava (Mattil, 1971). U tipična funkcionalna svojstva se ubrajaju hidratacija (vezivanje vode), zadržavanje vode, rastvorljivost, viskoznost, emulgovanje, formiranje pene, želiranje, sposobnost upijanja masti i još čitav niz pokazatelja.

U tabeli 1 su prikazani rezultati ispitivanja funkcionalnih karakteristika pšeničnog brašna, brašna mlevenih uljanih pogača jezgra kajsije (UPK), semenki dunje (UPD) i semenki jabuke (UPJ), kao i smeša brašna uljanih pogača i pšeničnog brašna.

Pre pripreme mešavina, sadržaj vlage pšeničnog brašna i brašna uljanih pogača je analiziran i utvrđeno je da je UPD sa vlagom od 8,06 % imalo za oko 30 % viši sadržaj vlage u odnosu na brašno jezgra kajsije sa 5,23 % vlage, tj. za oko 15% u odnosu na brašno semenke jabuke 6,64 %. Pšenično brašno sa sadržajem vlage od 11,83%, bilo je u okviru granica koje su karakteristične za ovu vrstu proizvoda i kreću se od 11-14% (Pravilnik, 2018). Sadržaj vlage za mešavine brašna kretao se u rasponu od 8,94% do 9,78% u zavisnosti od udela komponenti u mešavini i vrste brašna UP koja je dodata. Sa povećanjem udela brašna UP sadržaj vlage u mešavinama se je opadao naročito pri dodatku 10% brašna UPK koje je u startu imalo najniži sadržaj vlage.. Slične trendove su zabeležili Kaushal i sar. (2012) i Suresh i sar. (2015) koji su koristili mešavine pšeničnog brašna sa brašnima od taroa, pirinča, graška i krompira. U njihovim ispitivanjima bilo je primetno smanjenje sadržaja vlage u kompozitnom brašnu.

Kapacitet bubrenja

Jedno od najvažnijih svojstava brašna u kontaktu sa vodom je bubrenje usled apsorpcije vode, pri čemu im se povećava zapremina. Povećanje zapremine je posledica primarnog a potom i

sekundarnog vezivanja vode. Hidratisanjem najpolarnijih hidrofilnih grupa, jonskih grupa i grupa koje mogu da obrazuju vodonične veze nastupa primarno vezivanje vode koje je praćeno ekspanzijom. Usled ekspanzije dolazi do kontakta hidrofobnih grupa i molekula vode, koja se naziva sekundarno vezana voda. Pošto su polarne i hidrofobne grupe vezale molekule vode, mreža može da upije dodatnu vodu usled osmotskog pritiska koji predstavlja pokretačku silu za bubrenje.

Prema rezultatima iz tabele 1 može se primetiti da brašna pogača imaju značajno veći kapacitet bubrenja u odnosu na standardno, pšenično brašno (2 ml/g), naročito brašno UPD (24 ml/g). Iako je kapacitet bubrenja mešavina bio niži u odnosu na polazne uzorke, sa porastom udela UP, kapacitet bubrenja mešavina se povećavao što je u skladu sa rezultatima koje su u svom radu izneli Suresh i sar. (2015) za mešavine pšeničnog brašna sa brašnom pirinča, graška i krompira. Kapacitet bubrenja mešavina brašna je bio pod velikim uticajem vrste dodate UP i u tom smislu su se izdvojile mešavine sa dodatkom 5% i 10% pogače dunje (4,08 i 5,17 ml/g). Ovakvo ponašanje može da se dovode u vezu pre svega sa hemijskim sastavom pogača kao i sa veličinom čestica i načinom obrade (na primer prethodni termički tretman koji dovodi do želatinizacije) sastojaka koji ulaze u mešavinu (Suresh i sar., 2015).

Tabela 1. Funkcionalne karakteristike polaznih sirovina i ispitivanih smeša

Table 1. Functional characteristics of starting materials and mixtures tested

Parametar/ Parameter	Pšenično brašno/ Wheat flour	Brašno pogača/ Oil cakes flour			Pšenično brašno sa dodatkom brašna pogača u različitom/Wheat flour and oil cakes flour mixtures in different (%)					
		UPK	UPD	UPJ	UPK 5%	UPK 10%	UPD 5%	UPD 10%	UPJ 5%	UPJ 10%
Sadržaj ulja/ Oil content (%)	1,39	12,40	7,36	-	-	-	-	-	-	-
Sadržaj proteina/ Protein content (%)	9,80	31,70	28,60	-	-	-	-	-	-	-
Vлага/ Moisture (%)	11,83	5,23	8,06	6,64	9,64	8,94	9,78	9,69	9,71	9,55
Kapacitet bubrenja/ Swelling capacity (ml/g)	2,00	7,57	24	6,19	1,58	1,92	4,08	5,17	2,58	2,78
Kapacitet zadržavanja ulja/Oil retention capacity (g/g)	0,62	0,85	0,87	0,81	0,81	0,69	0,74	0,71	0,78	0,78

Kapacitet zadržavanja ulja

Kapacitet zadržavanja ulja se obično pripisuje sposobnosti proteina da fizički za sebe vežu masti (Zayas, 1997). Do ove pojave dolazi zahvaljujući činjenici da su proteini sastavljeni od hidrofilnih i hidrofobnih delova i sposobnosti nepolarnih bočnih lanaca amino kiselina da učestvuju u hidrofobnim interakcijama sa ugljovodoničnim lancima lipida (Jitngarmkusol i sar., 2008). S obzirom da pogače kao dominantnu komponentu u svom sastavu imaju proteine i smatraju se „koncentrovanim proteinom“, bio je očekivan veći kapacitet zadržavanja ulja u odnosu na pšenično brašno (0,62 g/g). Neznatno veći kapacitet zadržavanja ulja imala je UPD, 0,87 g/g u odnosu na UPK, 0,85 g/g, dok je najmanji kapacitet zadržavanja ulja imala UPJ, 0,81 g/g. Iako je bilo za očekivati da kapacitet zadržavanja ulja u mešavinama raste srazmerno porastu u dela ispitivanih pogača, on je opadao. Izuzetak su brašna UPJ, kod kojih je kapacitet bubrenja ostao nepromenjen (0,78 g/g). Ovo se može objasniti visokim udelom zaostalog ulja u brašnu pogača semenki dunje i jezgra kajsije (7,36% i 12,40%, respektivno) koji može negativno da utiče na kapacitet zadržavanja ulja u mešavinama usled varijacija u prisustvu nepolarne strane lanca koji je sposoban da veže ugljovodonični bočni lanac ulja u brašno (Kaushal i sar. 2012; Suresh i sar., 2015).

Kapacitet zadržavanja rastvarača - SRC

U tabeli 2 dati su rezultati određivanja kapaciteta zadržavanja rastvarača kao što su: voda, 5% mlečna kiselina, 5% natrijum karbonat i 50% rastvor saharoze.

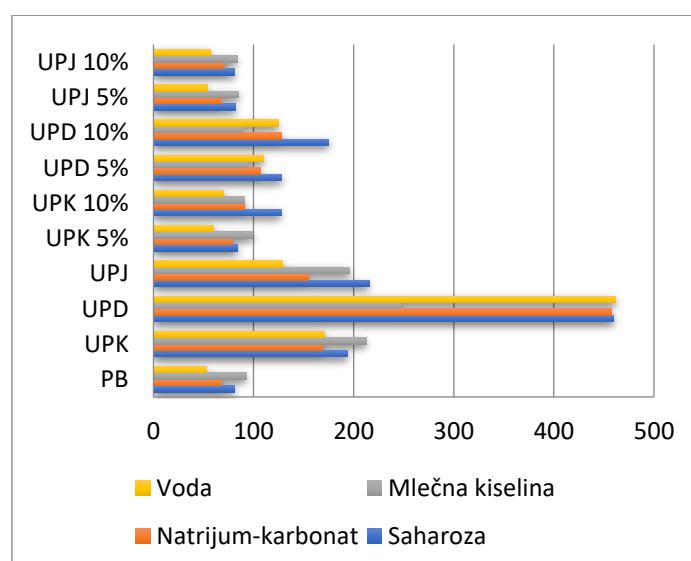
Tabela 2. SRC brašna uljanih pogača jezgra kajsije (UPK), semenki dunje (UPD), semenki jabuke (UPJ) i njihovih mešavina sa pšeničnim brašnom (PB)

Table 2. SRC of wheat flour and oil cakes mixtures

Uzorci/Samples	Rastvarač/Solvent			
	Voda/Wate r	5% mlečna kiselina/Lactic acid	5% natrijum karbonat/5% sodium carbonate	50% rastvor saharoze/50% sucrose solution
PB	52,5	93,0	68,4	81,3
UPK	170,9	212,6	169,0	194,1
UPD	461,9	247,0	457,1	459,7
UPJ	129,3	195,8	154,5	215,7
Opseg/Range	52,5-461,9	93,0-247,0	68,4-457,1	81,3-459,7
Srednja vrednost/Mean	203,6	187,1	212,2	237,7
UPK 5 %	60,4	99,2	79,1	84,0
UPK 10%	69,7	90,6	90,6	127,7
UPD 5%	110,4	94,0	106,5	128,0
UPD10%	124,7	88,8	128,4	175,1
UPJ 5%	53,9	85,3	68,0	81,9
UPJ 10%	57,1	83,5	70,9	81,2
Opseg/Range	53,9-124,7	83,5-99,2	68,0-128,4	81,2-175,1
Srednja vrednost/Mean	79,4	90,3	90,5	113,0

Za uzorke pšeničnog brašna i UPK, UPD i UPJ vrednosti SRC vode kretale su se u rasponu od 52,5 do 461,9% sa prosečnom vrednošću od 203,6 %. Ovaj opseg je bio znatno veći u poređenju sa podacima koje su dobili Duyvejonck i sar. (2011a,b) na pšeničnom brašnu (55,3–66,3%). SRC za natrijum-karbonat je bio u rasponu od 68,4 do 457,1%, a prosečna vrednost iznosila je 212,2 %. Ove vrednosti se povezuju sa nivoom oštećenog skroba. Usled visokog pH rastvora Na_2CO_3 , koji je iznad pH hidroksilnih grupa skroba, može lako doći do rastvaranja oštećenog skroba (Kweon i sar., 2011). Najširi raspon SRC-a bio je kod vode, a potom kod Na_2CO_3 (68,4–457,1%) i saharoze (81,3–459,7%). Ovako širok raspon vrednosti za saharozu može da bude povezan sa sadržajem pentozana u ispitivanim uzorcima, što se može videti prema rezultatima koje su za brašno ovsa dobili Kailong i sar. (2019) (raspon 68,35 do 90,25% sa prosečnom vrednosti 82,49%) ili Hammed i sar. (2016) i Pasha i sar. (2009) za pšenično brašno (121,9–140,6%, odnosno 125,0–163,0%). Raspon SRC vrednosti za mlečnu kiselinu je najmanji u odnosu na prethodno pomenute rastvarače ali se i on može okarakterisati kao prilično visok (93,0 do 247,0%) i najverovatnije je posledica širokog opsega u sadržaju proteina ispitivanih uzoraka. Mlečna kiselina je pokazatelj jačine glutena i povezana je sa kvalitetom proteina koji je u vezi sa sposobnošću brašna da apsorbuje vodu (Ohm i sar., 2010).

Kao što je već rečeno kapacitet zadržavanja određenog rastvarača uglavnom se dovodi u vezu sa specifičnim karakteristikama brašna (SRC mlečne kiseline je povezan sa karakteristikama glutena, Na_2CO_3 sa oštećenim skrobom, saharoze sa sadržajem pentozana i vode sa svim pomenutim sastojcima brašna) (AACC, 2011) što potvrđuju i podaci o pozitivnoj korelaciji SRC saharoze sa Na_2CO_3 , vode i mlečne kiseline kao i između SRC Na_2CO_3 i vode (Ram i sar., 2005). Analizom rezultata za mešavine pšeničnog brašna i brašna uljanih pogača jezgra kajsije, semenki dunje i semenki jabuke koji su predstavljeni u tabeli 2 i grafički na slici 1, uočava se da je redosled SRC vrednosti sledeći: najniže vrednosti bile su za vodu, i povećavale su se preko mlečne kiseline i Na_2CO_3 do saharoze.



Slika 1. SRC pšeničnog brašna (PB), uljana pogača semenki dunje (UPD), semenki jabuke (UPJ) i jezgra kajsije (UPK) i njihovih mešavina

Figure 1. SRC of wheat flour (PB), oil cake of quince seeds (UPD), apple seeds (UPJ) and apricot kernels (UPK) and their mixtures

Sve ispitivane mešavine imale su više vrednosti za sva četiri primenjena rastvarača u odnosu na pšenično brašno. Povećavanje nivoa supstitucije pšeničnog brašna uljanim pogačama u mešavinama dovodi do povećanja vrednosti SRC-a za sve ratvarače osim za mlečnu kiselinu. U pitanju su mešavine sa dodatkom 10% jezgra kajsije (90,6%), 10% semenki dunje (88,8%) i 10% semenki jabuke (83,5%). Ovakvo ponašanje je posledica smanjenog učešća pšeničnog brašna, a samim tim smanjuje se i udeo proteina, posebno onih koji grade gluten, čime je glutenska mreža oslabljena. Bez obzira na nivo supstitucije pšeničnog brašna, vrsta uljane pogače uslovjava značajnu razliku SRC vrednosti svih rastvarača, sto je posledica različitog porekla i sastava samih pogača.

ZAKLJUČAK

Da bi se napravio dobar izbor dodataka koji mogu da posluže kao alternativa pšeničnom brašnu i ulaze u sastav tzv. kompozitnog brašna (mešavine brašna biljnih sirovina koje su bogate skrobom i proteinima i brašnom žita sa ili bez pšeničnog brašna) potrebno je sagledavanje kompatibilnosti tj. pogodnosti ovakvih dodataka za krajnju upotrebu tj. dobijanje određenih grupa pekarskih proizvoda a postoje i ekonomski razlozi kao što su dostupnost i isplativost primene dodataka.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2020. godini između Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencijski broj ugovora: 451-03-68/2022-14/200116.

LITERATURA

- AACC International (2011). Approved methods of analysis, 11th Ed. methods 54-60.01 and 56-11.02. St. Paul, MN, U.S.A.
- Dhen, N., Ben Rejeb, I., Boukhris, H., Damergi, C., Gargouri, M. (2018). Physicochemical and sensory properties of wheat-Apricot kernels composite bread. LWT - Food Sci Technol., 95: 262-267.
- Duyvejonck, A. E., Lagrain, B., Courtin, C. M., and Delcour, J. A. (2011a). Suitability of solvent retention capacity test methodologies for European wheat flours. (Abstr.) Cereal Foods World, 56(S4): A19.
- Duyvejonck, A., Lagrain, B., Pareyt, B., Courtin, C., and Delcour, J. (2011b). Relative contribution of wheat flour constituents to solvent retention capacity profiles of European wheats. J. Cereal Sci., 53: 312-318.
- Gavrilović, M. (2011). Tehnologija konditorskih proizvoda, Mlinpek zavod doo, Novi Sad.
- Hammed, A. M., Ozsisli, B., Ohm, J., Simsek, S. (2016). Relationship between solvent retention capacity and protein molecular weight distribution, quality characteristics, and breadmaking functionality of hard red spring wheat flour. Cereal Chem, 92: 466-474.
- Jitngarmkusol, S., Hongswankul, J., Tananuwong, K. (2008) Chemical composition, functional properties and microstructure of defatted macademice flours. Food Chem 110: 23-30.

- Kailong, Z., Xiaoping, L., Zhen, M., Xinzhong, H. (2019). Solvent retention capacity of oat flour: Relationship with oat β glucan content and molecular weight. *Food Hydrocoll.*, 93: 19-23.
- Karaman, S., Karasu, S., Tornuk, F., Toker, S. O., Geçgel, Ü., Sagdic, O., Ozcan, N., Gül, O. (2015). Recovery potential of cold press byproducts obtained from the edible oil industry: physicochemical, bioactive, and antimicrobial properties. *J Agric Food Chem.* 63(8):2305-13.
- Kaushal, P., Kumar, V., Sharma, H.K. (2012). Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*), pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT-Food Sci Technol*, 48: 59-68.
- Kinsella, J.E. (1976). Functional properties of protein in food-A survey. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 5: 219-225.
- Krulj, J., Pezo, L., Kojić, J., Bodroža Solarov, M., Teslić, N. (2021). Quality evaluation of cold-pressed oils and semi-defatted cake flours obtained on semi-industrial scale. *Journal of Food and Nutrition Research*. 60(3): 217-228.
- Kweon, M, Slade, L., Levine, H. (2011). Solvent Retention Capacity (SRC) Testing of Wheat Flour: Principles and Value in Predicting Flour Functionality in Different Wheat-Based Food Processes and in Wheat Breeding - A Review. *Cereal Chem.* 88(6): 537-552.
- Laličić-Petronijević, J. (2018). Tehnologija konditorskih proizvoda - praktikum sa teorijskim osnovama, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, str. 57-59.
- Mansour, E.H., Dworschak, E., Huszka, T., Hovari, J., Gergely, A. (1996). Utilization of pumpkin seed and rapeseed proteins in the preparation of bologna type sausages. *Acta Aliment.*, 25: 25-36.
- Mattil, K.F. (1971). The functional requirement of protein in foods. *J Am Oil Chem Soc*, 48: 477.
- Ohm, J., Hareland, G., Simsek, S., Seabourn, B., Maghirang, E., Dowell, F. (2010). Molecular weight distribution of proteins in hard red spring wheat: Relationship to quality parameters and intrasample uniformity. *Cereal Chem*, 87: 553-560.
- Pande, G., Akoh, C.C. (2010). Organic acids, antioxidant capacity, phenolic content and lipid characterisation of Georgia-grown underutilized fruit crops. *Food Chem.*, 120: 1067-1075.
- Pasha, I., Anjum, F. M., Butt, M. S. (2009). Genotypic variation of spring wheats for solvent retention capacities in relation to end-use quality. *LWT - Food Sci Technol.*, 42: 418-423.
- Pravilnik o kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda i testenina, Službeni glasnik RS, 68/2016 i 56/2018.
- Pravilnik o metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, testenina i brzo smrznutih testa Službeni list SFRJ, 74/1988.
- Purić, M., Rabrenović, B., Rac, V., Pezo, L., Tomašević, I., Demin, M. (2020). Application of defatted apple seed cakes as a by-product for the enrichment of wheat bread. *LWT - Food Sci Technol.*, e109391. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109391>
- Radočaj, O. (2011). Optimizacija tehnološkog procesa proizvodnje namaza sa visokim sadržajem omega masnih kiselina upotrebom pogače semena uljane tikve golice, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

-
- Ram, S., Dawar, V., Singh, R. P., & Shoran, J. (2005). Application of solvent retention capacity tests for the prediction of mixing properties of wheat flour. *J. Cereal Sci.*, 42: 261-266.
- Salević, A., Kalušević, A., Lević S., Nedović, V. (2018). Inkapsulacija bioaktivnih jedinjenja sporednih proizvoda prerade voća. *J. Agric. Sci.*, 63: 113-137.
- SRPS EN ISO 16634-1:2010, Prehrambeni proizvodi - Određivanje sadržaja ukupnog azota sagorevanjem u skladu sa Dumasovim principom i izračunavanje sadržaja sirovih proteina - Deo 1: Seme uljarica i hrana za životinje.
- SRPS EN ISO 659:2011, Seme uljarica - Određivanje sadržaja ulja (referentna metoda).
- Suresh, C., Samsher, S., Durvesh, K. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *J Food Sci Technol*, 52(6): 3681-3688.
- Zayas, J.F. (1997). *Functionality of Proteins in Foods*, Springer, New York, str. 392.

**UTICAJ FIZIČKIH KARAKTERISTIKA PALMINIH MASTI NA KVALITET
MAZIVOGL KAKAO KREM PROIZVODA**

Ivana Lončarević^{1*}, Biljana Pajin¹, Jovana Petrović¹, Branislav Šojic¹, Ivana Nikolic¹,
Nikola Maravić¹, Suzana Aleksić²

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Republika Srbija

²Dijamant d.o.o., Zrenjanin, Republika Srbija

IZVOD

Kakao krem proizvodi su konditorski namazi proizvedeni na bazi šećera, biljne masti, kakao praha, mleka u prahu, a mogu sadržati i lešnike koji povećavaju njihovu nutritivnu vrednost. Za razliku od čokolade, krem proizvodi ne sadrže kakao maslac već jeftinije biljne masti mekše konzistencije, a često i dodatak biljnog ulja u cilju poboljšanja mazivosti. Masna faza čini preko 30% mazivog krem proizvoda i utiče na proces proizvodnje, a takođe i na teksturne i senzorske karakteristike mazivog krem proizvoda.

U proizvodnji kakao krem proizvoda su se dugi niz godina koristile namenske masti, dobijene procesom mešanja i hidrogenizacije, koje sadrže značajnu količinu nepoželjnih *trans* masnih kiselina. U današnje vreme se sve više razvijaju postupci interesterifikacije i frakcionisanja kako bi se dobole namenske masti bez *trans* masnih kiselina. Takođe se u proizvodnji mazivog krem proizvoda koristi i palmina mast koja sadrži i do 50% zasićenih masnih kiselina, zbog čega je veoma stabilna i ne zahteva proces hidrogenizacije.

U ovom radu je analiziran uticaj tri vrste palminih masti na reološke, teksturalne i senzorske karakteristike mazivog krem proizvoda.

Ključne reči: palmina mast, mazivi krem proizvod, reologija, tekstura, senzorske karakteristike.

**THE INFLUENCE OF THE PHYSICAL CHARACTERISTICS OF PALM FATS
ON THE QUALITY OF COCOA CREAM PRODUCT****ABSTRACT**

Cocoa cream products are confectionary spreads made of sugar, vegetable fat, cocoa powder, milk powder, and may also contain hazelnuts that increase the nutritional value. Unlike chocolate, cream products do not contain cocoa butter, but cheaper vegetable fats with a softer consistency, and often contain vegetable oil that improves spreadability. The fat phase makes up over 30% of the cream product and affects the production process, as well as its textural and sensory characteristics.

* Dr Ivana Lončarević, docent

Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 485 3788; E-mail: ivana.loncarevic@uns.ac.rs

For many years, the composition of cream products included edible fats obtained by the mixing and hydrogenation process, with a significant amount of undesirable *trans* fatty acids. Nowadays, interesterification and fractionation processes are increasingly being developed in order to obtain edible fats without *trans* fatty acids. Palm fat has also been used in the production of cream product since it contains up to 50% of saturated fatty acids, making it very stable with no hydrogenation process required.

In this paper, the influence of three types of palm fats on the rheological, textural and sensorial characteristics of the cream product was analyzed.

Key words: palm fat, cocoa cream product, rheology, texture, sensory characteristics.

UVOD

Mlečna čokolada i krem proizvodi su kompleksni multikomponentni sistemi koji se sastoje od nemasnih čestica šećera, kakaa i mleka u prahu dispergovanih u kontinualnoj masnoj fazi. Dok je masna faza u mlečnoj čokoladi sastavljena od kakao maslaca i mlečne masti, u mazivom krem proizvodu masnu fazu čini biljna mast mekše konzistencije i mlečna mast, a veoma često se dodaje i rafinisano biljno ulje u cilju poboljšanja mazivosti (Lončarević i sar., 2022). Mlečni krem proizvod sadrži najmanje 15% bezmasne suve materije mleka i najmanje 25% ukupne masti (Službeni glasnik RS, br. 24/2019, 2019). Masna faza utiče na reološke karakteristike krem mase tokom procesa proizvodnje, kao i na teksturne osobine, senzorske karakteristike i održivost krem proizvoda (Lončarević i sar., 2016a). Od izbora masti zavisi mazivost krem proizvoda na različitim temperaturama čuvanja, mogućnost izdvajanja ulja na površini, kao i njegova oksidativna stabilnost (Lončarević i sar., 2016b).

Fizičke i kristalizacione karakteristike masti u najvećoj meri utiču na odabir masti u cilju proizvodnje krem proizvoda, a u današnje vreme takođe prednost imaju masti bez nepoželjnih *trans* masnih kiselina, dobijene procesom interesterifikacije i frakcionisanja umesto dosadašnjim metodama mešanja i hidrogenizacije (Lončarević i sar., 2013). Palmina mast sadrži i do 50% zasićenih masnih kiselina, zbog čega joj nije neophodan postupak hidrogenizacije i stabilnija je u poređenju sa većinom drugih biljnih ulja. Dodatnu stabilnost palminoj masti pružaju i minorne komponente kao što su karotenoidi, tokoferoli, steroli, fosfatidi, ciklični i alifatični alkoholi. Kako bi se modifikovala kristalizaciona i fizička svojstva za različite namene, palmina mast se može frakcionisati pod kontrolisanim uslovima na čvrstu (stearin) i tečnu (olein) frakciju (Basiron, Y., 2005).

Cilj ovog rada je bio da se ispitaju reološke, teksturne i senzorske karakteristike mazivih krem proizvoda, proizvedenih sa tri vrste palminih masti različitog masnokiselinskog sastava. Rezultati su upoređeni sa kontrolnim uzorkom mazivog krem proizvoda koji sadrži biljnu mast, proizvedenu postupkom hidrogenizacije, koja se duži vremenski period koristi u proizvodnji ove vrste konditorskog proizvoda.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U radu su korišćena tri uzorka palminih masti sa različitim sastavom masnih kiselina: M1, M2, M3, kao i kontrolni uzorak hidrogenizovane namenske biljne masti: M-kontrol sa tačkom topljenja od 32°C. Uzorci palminih masti imaju višu tačku topljenja od kontrolnog uzorka

masti, gde M1 i M2 predstavljaju mešavinu srednjih frakcija palminih masti i nefrakcionisane palmine masti, dok uzorak M3 predstavlja nefrakcionisanu palminu mast.

Određivanje sastava masnih kiselina u mastima

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

Proizvodnja mazivog kakao krem proizvoda

Mazivi kakao-krem proizvod je proizведен u laboratorijskom kugličnom mlinu (kapaciteta 5 kg), domaćeg proizvođača. Sirovine (šećer u prahu, mast, rafinisano suncokretovo ulje, kakao prah, mleko u prahu, emulgator sojin lecitin) su odmerene prema sirovinskom sastavu i dozirane u kuglični mlin, pri temperaturi od 35°C. Vreme mlevenja iznosilo je 60 minuta. Dobijeni su sledeći uzorci mazivog krem proizvoda: K-kontrol – proizведен sa uzorkom kontrolne masti M-kontrol; K1 – proizведен sa uzorkom M1; K2 – proizведен sa uzorkom M2; K3 – proizведен sa uzorkom masti M3.

Određivanje reoloških karakteristika masti i mazivog kakao krem proizvoda

Reološke karakteristike masti i krem proizvoda izvedena su određivanjem krivi proticanja na rotacionom viskozimetru RheoStress 600, Haake na temperaturi $35\pm0,1^{\circ}\text{C}$ (OICCC (2000)). Prilikom ispitivanja uzorka 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 temperiran 300 s na temperaturi 35°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 trajalo je 180 sekundi.

Određivanje teksturalnih karakteristika namenskih masti i krem proizvoda

U cilju određivanja čvrstoće primenjena metoda penetracije konusa na temperaturi 20°C, na teksturometru TA.XT Plus, prema metodi Chocolate Spread – SPRD2_SR_PRJ. Korišćeni pribor čine: konusni klip, čašice odgovarajuće oblikovane unutrašnjosti pričvršćene za metalnu platformu HDP/90, oprema HDP/SR koja obuhvata teg od 5 kg (www.stablemicrosystem.com).

Određivanje senzorskih karakteristika mazivog kakao krem proizvoda

Senzorska analiza sprovedena je 24h nakon pripreme uzorka u laboratoriji za senzorsku analizu koja se sastoji iz 10 boksova za ocenjivače. Uzorci su čuvani na sobnoj temperaturi i servirani u plastičnim posudama obeleženim trocifrenim brojevima. Učestvovalo je 10 ocenjivača koji su ocenjivali svaki uzorak koristeći skalu sa 7 ocena. Ispitani su sledeći atributi: boja na površini (1 - ekstremno svetla, 4 - optimalna, 7 - ekstremno tamna), sjaj površine (1 - mat; 7 - sjajna), čvrstoća (1 - ekstremno meko; 4 - optimalno; 7 - ekstremno tvrdo), mazivost (1 - loša; 7 - dobra), zrnavost (1 - peskovito; 7 - glatko), adhezivnost (1 - ne prijanja; 4 - optimalno; 7 - lepljivo), miris i ukus (1 - ekstremno loš, stran; 7 - ekstremno dobar, svojstven) (Lawless, 2010).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav masnih kiselina uzorka masti

Sadržaj najzastupljeniji zasićenih (palmitinska i stearinska), mononezasićenih (oleinska) i polinezasićenih (linolna i linolenska) masnih kiselina, kao i ukupni sadržaj zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina kontrolnog uzorka masti i ispitivanih

palminih masti prikazan je u tabeli 1. Sastav svih prisutnih masnih kiselina, kao i kristalizacionih karakteristika navedenih masti prikazan je u našem prethodnom istraživanju (Lončarević i sar. 2020).

Tabela 1. Sastav masnih kiselina kontrolne biljne masti i palminih masti
Table 1. Fatty acid composition control edible fat and palm fats

Masna kiselina (%)	Uzorak			
	M-kontrol	M1	M2	M3
Palmitinska (C16:0)	10,68	48,43	44,33	43,43
Stearinska (C18:0)	9,42	4,98	5,07	4,53
Ukupno ZMK*	21,51	55,24	51,61	49,72
Oleinska (C18:1)	74,5	37,14	38,89	40,32
C18:1 trans	30,09	nd	nd	0,38
C18:1 cis	44,41	37,14	38,89	39,94
Ukupno MMK*	74,56	37,26	39,03	40,48
C18:2	3,92	7,35	9,06	9,42
C18:2 trans	3,09	0,20	0,19	0,14
C18:2 cis	0,83	7,15	8,87	9,28
C18:3	nd	0,13	0,17	0,21
Ukupno PMK*	3,92	7,48	9,23	9,63

*ZMK – zasićene masne kiseline; MMK – mononezasićene masne kiseline; PMK – polinezasićene masne kiseline

Kontrolni uzorak biljne masti sadrži 21,51% zasićenih masnih kiselina, dok uzorci palminih masti sadrže značajno veću količinu zasićenih masnih kiselina, koja iznosi 55,24% u uzorku M1, 51,61% u uzorku M2 i 49,72% u uzorku M3. Pri tome, posmatrajući palmine masti, M1 sadrži najveću količinu palmitinske masne kiseline (48,43%), a M3 najmanju količinu (43,43%). Sadržaj palmitinske masne kiseline u kontrolnom uzorku masti iznosi svega 10,68%. S druge strane, uzorak M-kontrol sadrži i do dva puta veći sadržaj stearinske masne kiseline u poređenju sa uzorcima palminih masti. Kontrolna hidrogenizovana mast sadrži najveći udio mononezasićenih masnih kiselina, gde 74,50% čini oleinska, sa 44,1% u *cis*- i 30,09% u *trans*- obliku. S druge strane, palmine masti sadrže od 37,21% (M1) do 40,48% (M3) mononezasićenih masnih kiselina, pri čemu uzorci M1 i M2 ne sadrže nepoželjne *trans* masne kiseline, dok uzorak M3 sadrži svega 0,38% *trans* masnih kiselina. Sve palmine masti sadrže više polinezasićenih masnih kiselina u poređenju sa kontrolnim uzorkom (3,92%), gde je sadržaj najniži u uzorku M1 (7,08%), a najviši u uzorku M3 (9,63%).

Reološke karakteristike ispitivanih masti i mazivih kakao krem proizvoda

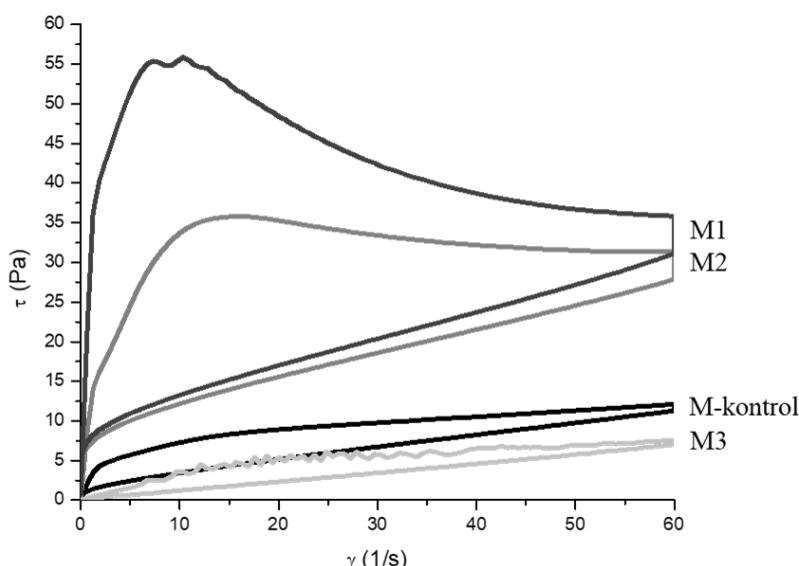
Na slici 1 su prikazane krive proticanja kontrolnog uzorka hidrogenizovane masti i uzorka palminih masti.

Sa slike 1 se vidi da uzorci palminih masti M1 i M2 imaju složeniju strukturu na 35°C, dok kontrolni uzorak i uzorak nefrakcionisane palmine masti M3 imaju niže napone smicanja pri

određenim brzinama smicanja, kao što pokazuju i podaci reoloških parametara uzoraka masti (tabela 2).

Tabela 2. Reološki parametri uzoraka masti
Table 2. Rheological parameters of fat samples

35°C	Prinosni napon (Pa)	Viskozitet na maksimalnoj brzini smicanja (Pas)	Povrsina tiksotropne petlje (Pa/s)
M-kontrol	3,39	0,19	161,10
M1	13,13	0,55	1374,00
M2	12,07	0,49	789,20
M3	1,27	0,12	104,70



Slika 1. Krive proticanja ispitivanih uzoraka masti
Figure 1. Flow curves of examined fat samples

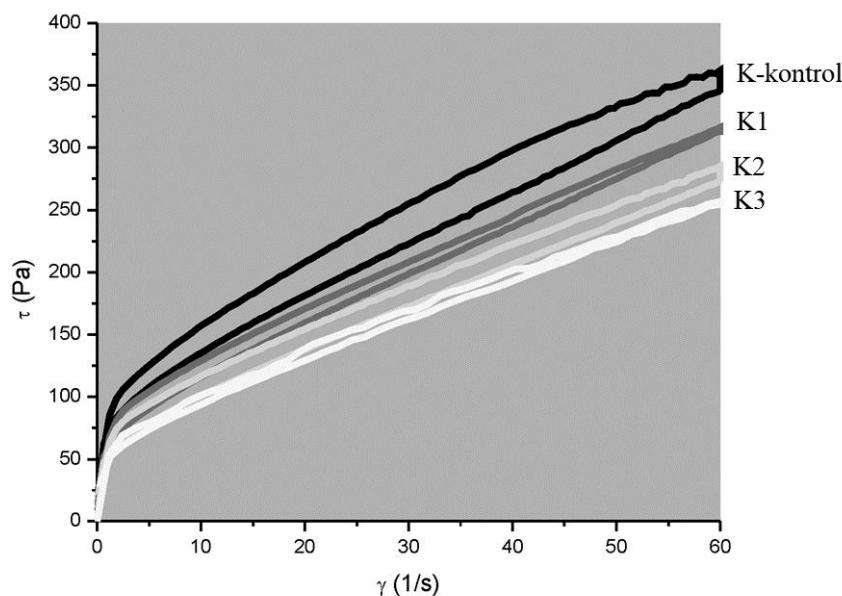
Uzorak M3, koji se odlikuje najvećim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina, ima najmanje vrednosti svih reoloških parametara, odnosno najmanji prinosni napon (1,27 Pa), viskozitet na maksimalnoj brzini smicanja (0,12 Pas) i površinu tiksotropne petlje (104,7 Pa/s) na temperaturi 35°C. Uzorak palmine masti M1, koji ima najveći udeo zasićenih masnih kiselina, ima najveći prinosni napon, odnosno silu koju je potrebno primeniti da bi mast počela da protiče (13,13 Pa), kao i najveće vrednosti viskoziteta (0,55 Pas) i površine tiksotropne petlje (1374 Pa/s).

Na slici 2 prikazan je izgled krivi proticanja mazivih krem proizvoda. Svi uzorci pokazuju tiksotropno proticanje. Budući da krem proizvod predstavlja složen reološki sistem u kojem su čestice šećera u prahu, kakao praha i mleka u prahu dispergovane u kontinualnoj masnoj fazi, njegov viskozitet na određenoj temperaturi u velikoj meri zavisi od procesa mlevenja i vrste upotrebljene masti (Aydemir i sar., 2021).

Posmatrajući izgled krivi proticanja ispitivanih uzoraka kremova sa dodatkom palminih masti, primećuje se da se viskozitet smanjuje sa povećanjem udela mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u mastima, odnosno, najveći viskozitet ima krem proizveden sa masti M1, koja ima najveći udeo zasićenih masnih kiselina i najmanji udeo nezasićenih masnih kiselina, a najmanji viskozitet ima krem proizveden sa masti M3 koja ima najmanji udeo zasićenih, a najveći udeo nezasićenih masnih kiselina. Neočekivano, kontrolni uzorak krem proizvoda ima najveći napon smicanja pri datim brzinama smicanja u odnosu na sve uzorke krem proizvoda. Vrednosti prinosnog napona i viskoziteta po Casson-u dobijeni su ekstrapolacijom kriva proticanja metodom po Casson-u (tabela 3).

Tabela 3. Reološki parametri uzoraka mazivih krem proizvoda**Table 3.** Rheological parameters of cocoa cream samples

35°C	Prinosni napon po Casson-u (Pa)	Viskozitet po Casson-u (Pas)	Povrsina tiksotropne petlje (Pa/s)
K-kontrol	54,08	2,18	1758,00
K1	39,46	2,17	646,00
K2	34,89	1,93	1074,00
K3	30,42	1,83	404,50

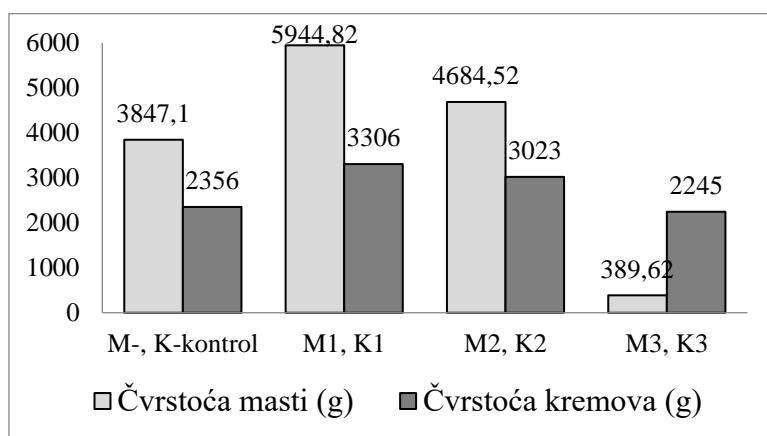
**Slika 2.** Krive proticanja ispitivanih uzoraka mazivih krem proizvoda**Figure 2.** Flow curves of examined cocoa spreads

Iako uzorak kontrolne hidrogenizovane masti ima manju vrednost viskoziteta na maksimalnoj brzini smicanja na 35°C u poređenju sa palminim mastima M1 i M2, mazivi krem proizvod sa kontrolnom masti K-kontrol ima približno jednaku vrednost viskoziteta po Casson-u (2,18 Pas) kao uzorak krema K1 (2,17 Pas), kao i najveće vrednosti prinosnog napona po Casson-u (54,08 Pa) i površine tiksotropne petlje (1758,00 Pa/s) u odnosu na sve ispitivane uzorke kremova.

S druge strane, posmatrajući kremove sa palminim mastima, sve vrednosti reoloških parametara se smanjuju sa smanjenjem sadržaja zasićenih masnih kiselina i povećanjem sadržaja nezasićenih masnih kiselina u mastima, gde najveći viskozitet po Casson-u i prinosni napon po Casson-u ima uzorak K1 (2,17 Pas i 39,46 Pa), a najmanje vrednosti uzorak K3 (1,83 Pas i 30,42 Pa).

Teksturne karakteristike ispitivanih masti i mazivih kakao krem proizvoda

Na slici 3 uporedno je prikazana čvrstoća uzorka ispitivanih masti i odgovarajućih krem proizvoda na sobnoj temperaturi od 25°C.



Slika 3. Teksturne karakteristike namenskih masti i uzoraka krem proizvoda

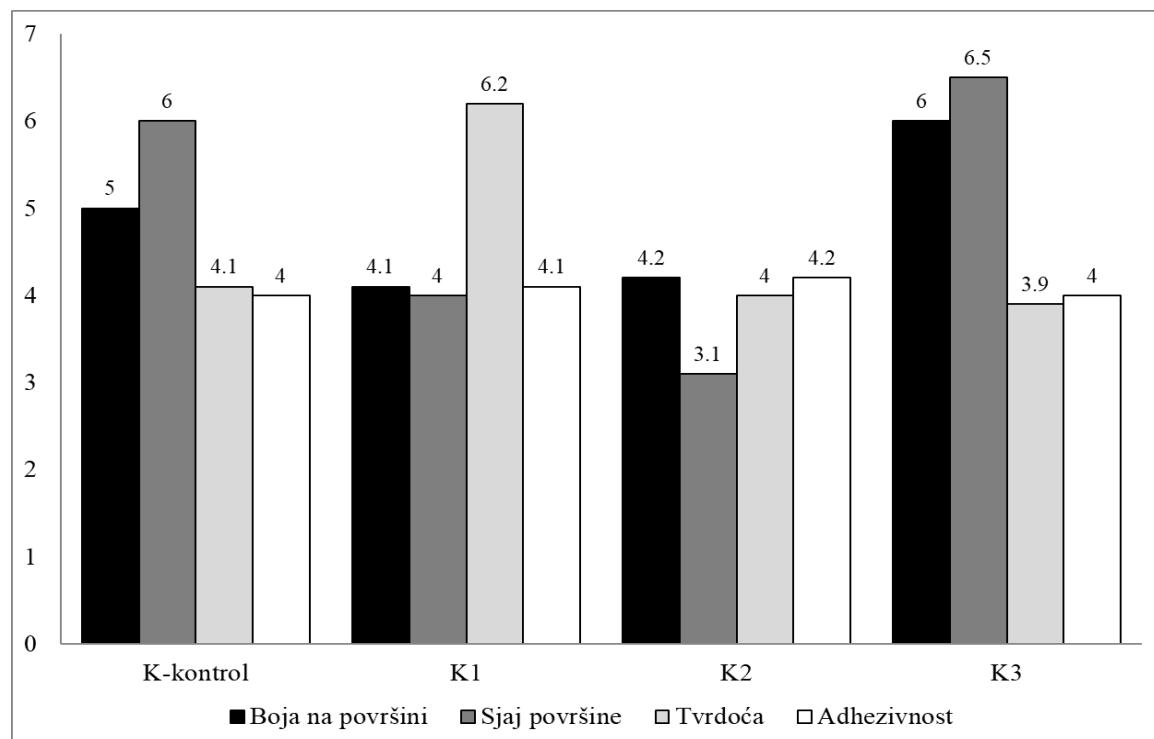
Figure 3. Textural characteristics of examined fats and cocoa cream samples

Uzorak nefrakcionisane palmine masti M3, koji sadrži najveći udeo nezasićenih masnih kiselina, ima najmanju čvrstoću na sobnoj temperaturi, dok je čvrstoća krema sa ovom mašču za nijansu manja u osnosu na čvrstoću kontrolnog krem proizvoda. Najveću čvrstoću na sobnoj temperaturi ima mast 1 koja se odlikuje i najvećim udelom zasićenih masnih kiselina i najmanjim udelom nezasićenih masnih kiselina, što se odrazilo da i krem 1 ima najveću čvrstoću, odnosno najlošiju mazivost.

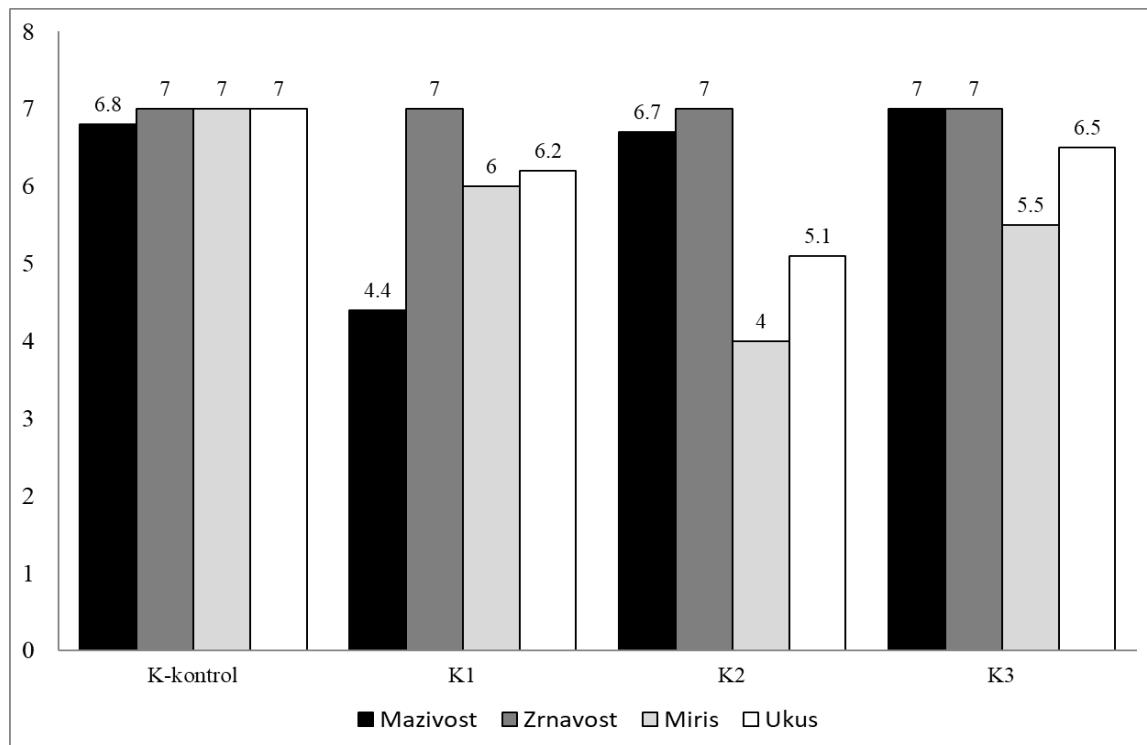
Senzorske karakteristike mazivog kakao krem proizvoda

Senzorske karakteristike mazivog krem proizvoda prikazane su na slikama 4 i 5, gde je na slici 4 prikazana boja, sjaj, čvrstoća i adhezivnost, a na slici 5 mazivost, zrnavost, miris i ukus mazivih kakao krem proizvoda.

Uzorak krema sa nefrakcionisanom palminom masti je najsajniji, ali bez izdvajanja ulja na površini krema. Iz tog razloga ima i vizuelno najtamniju boju. Uzorak kontrolnog krema takođe ima tamniju boju i povećani sjaj u odnosu na kremove K1 i K2 koji imaju optimalnu boju na površini, gde uzorak K1 ima optimalni sjaj, dok uzorak K2 ima manji sjaj od optimalnog. S druge strane, uzorak K1 ima najveću čvrstoću budući da sadrži najveći udeo zasićenih masnih kiselina, dok ostali uzorci imaju veoma sličnu, optimalnu čvrstoću, kao i odgovarajuću adhezivnost.



Slika 4. Boja, sjaj površine, tvrdoća i adhezivnost mazivog krem proizvoda
Figure 4. Color, gloss, hardness and adhesiveness of cocoa cream spreads



Slika 5. Mazivost, zrnavost, miris i ukus mazivog krem proizvoda
Figure 5. Spreadability, graininess, smell and taste of the cream spreads

Optimalnu mazivost je pokazao uzorak krema sa nefrakcionisanom palminom masti K3, dok neznatno lošiju mazivost ima kontrolni uzorak i uzorak krema K2. Očekivano, uzorak krema

K1 ima najlošiju mazivost na sobnoj temperaturi. Uzorak kontrolnog krema ima zaokružen i prijatan miris i ukus, dok uzorci kremova sa palminom mašću nemaju zaokružen miris i ukus. U kremu K1 se izdvaja miris i ukus po masti, u kremu K2 miris po vanili i ukus po šećeru koji zaostaje, a u kremu K3 se izdvaja miris po kakau i ukus po masti.

U cilju kontrolisanja migracije masti na površinu krema, uzorci su čuvani na sobnoj temperaturi i tamnom mestu. Već nakon mesec dana skladištenja, pojavila se migracija masti na površini krema K3 (slika 6), dok je nakon 3 meseca skladištenja migracija postala još intenzivnija i vidljivija (slika 7). U krem proizvodima K-kontrol, K1 i K2 nije došlo do migracije u periodu od 12 meseci skladištenja.



Slika 6. Migracija masti na površinu uzorka K3 nakon mesec dana čuvanja

Figure 6. Fat migration on the surface of sample K3 after one month of storage



Slika 7. Migracija masti na površinu uzorka K3 nakon tri meseca čuvanja

Figure 7. Fat migration on the surface of sample K3 after three months of storage

Iako mazivi krem proizvod K3 ima optimalnu mazivost, mast M3 nije pogodna za proizvodnju ove grupe proizvoda budući da je mast migrirala na površinu krem proizvoda već nakon mesec dana skladištenja.

ZAKLJUČAK

U radu je ispitana uticaj 3 vrste palminih masti gde uzorak M1 ima najveći sadržaj, a uzorak M3 najmanji sadržaj zasićenih masnih kiselina, dok je sadržaj mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina najveći u uzorku M3, a najmanji u uzorku M1. Svi uzorci palminih masti imaju manji sadržaj zasićenih i veći sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u poređenju sa kontrolnom masti.

Uzorak masti M1 ima povećanu čvrstoću usled visokog udela palmitinske kiseline, a s druge strane, uzorak M3 ima najniže vrednosti viskoziteta i čvrstoće, što je uslovilo migraciju masti na površini krema K3 već nakon mesec dana skladištenja.

Senzorska analiza je pokazala da uzorci kremova sa kontrolnom masti imaju najbolje senzorske karakteristike dok uzorci kremova sa palminim mastima imaju nezaokružen miris i ukus.

Uzimajući u obzir rezultate instrumentalnih metoda i rezultate senzorske analize, kontrolna mast ima bolje karakteristike i pogodnija je sirovina u proizvodnji krem proizvoda u odnosu na palmine masti. S druge strane, kontrolna mast sadrži veliki ideo nepoželjnih *trans* masnih kiselina koje su nepoželjne u ishrani.

Posmatrajući uzorce palminih masti, mast M2 ima najbolje tehnološke karakteristike kao sirovina u proizvodnji krem proizvoda, dok se mast K3 ne preporučuje za korišćenje usled migracije masti na površinu krema već posle mesec dana skladištenja.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj programa: 451-03-9/2022-14/200134).

LITERATURA

- Aydemir, O., Besir, A., Aden, H.M. (2021). Textural and rheological characteristics of cocoa hazelnut cream partially substituted with glucose syrup. Eur. Food Sci. Eng., 2, 13-17.
- Basiron, Y. (2005). Palm Oil. In: F. Shahidi, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Vol. 2., J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.
- Lawless, H.T., Heymann, H. (2010): Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices, Second Edition, Springer, USA.
- Lončarević, I., Pajin, B., Omorjan, R., Torbica, A., Zarić, D., Maksimović, J., Švarc Gajić J. (2013). The influence of lecithin from different sources on crystallization and physical properties of non trans fat, J. Texture Stud., 44: 450-458.
- Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Aleksić, S., Nikolin, M., Zarić, D., Omorjan, R. (2020). Kristalizacione karakteristike palminih masti namenjenih proizvodnji krem proizvoda. J. Edible Oil Ind. - Uljarstvo, 51(1), 41-47.

-
- Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Zarić, D., Sakač, M., Torbica, A., Lloyd, D.M., Omorjan R. (2016b): The impact of sunflower and rapeseed lecithin on the rheological properties of spreadable cocoa cream, *J. Food Eng.*, 171: 67-77.
- Lončarević, I., Pajin, B., Sakač, M., Zarić, D., Rakin, M., Petrović, J., Torbica, A. (2016a). Influence of rapeseed and sesame oil on crystallization and rheological properties of cocoa cream fat phase and quality of final product. *J. Texture Stud.*, 47(5): 432-442.
- Lončarević, I., Petrović, J., Teslić, N., Nikolić, I., Maravić, N., Pajin, B., Pavlić, B. (2022). Cocoa Spread with Grape Seed Oil and Encapsulated Grape Seed Extract: Impact on Physical Properties, Sensory Characteristics and Polyphenol Content. *Foods*, 11: 2730.
- OICCC (2000). Viscosity of Cocoa and Chocolate Products, Analytical Method 46. Available from CAOISCO, rue Defacqz 1. Belgium: B-1000 Bruxelles.
- Pravilnik o proizvodima sličnim čokoladi, krem proizvodima i bombonskim proizvodima (Pravilnik je objavljen Službenom glasniku RS, br. 24/2019).
- www.stablemicrosystem.com

SASTAV LIPIDNOG EKSTRAKTA ŽETVENIH OSTATAKA PŠENICE, KUKRUZA I SUNCOKRETA

Ranko Romanić^{1*}, Tanja Lužaić¹, Stevan Samardžić², Zoran Maksimović²

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Republika Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Farmaceutski fakultet, Beograd, Republika Srbija

IZVOD

Usled stalnog porastva broja stanovnika raste i potreba za hranom u svetu, što dovodi do povećavanja obradivih površine pod žitaricama i uljaricama. Raste i količina žetvenih ostataka koji se najčešće spaljuju. Spaljivanje žetvenih ostataka predstavlja veliki ekološki rizik, sa jedne strane, jer je čest uzročnik požara, dok sa druge strane predstavlja vrednu biomasu koja ostaje neiskorišćena. U poslednjih nekoliko godina je primećen trend spaljivanja ostataka na polju što dovodi do zagadenja vazduha i predstavlja opasnost po zdravlje stanovništva. Žetveni ostaci sadrže različite komponente koje bi mogle naći svoju primenu u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Analizom sastava lipidnog ekstrakta žetvenih ostataka utvrđeno je prisustvo biološki vrednih komponenata koje dalje mogu naći svoju primenu u proizvodnji mesnih prerađevina sa poboljšanom oksidativnom stabilnošću, boljom održivošću, poboljšanim sastavom masnih kiselina, kao i novim formulama prirodne kozmetike.

Ključne reči: žetveni ostaci, pšenica, kukuruz, suncokret, lipidni ekstrakti.

COMPOSITION OF LIPID EXTRACT OF WHEAT, CORN AND SUNFLOWER HARVEST RESIDUES

ABSTRACT

The constant increase in the world's population and the need for food lead to an increase in arable land under cereals and oilseeds. The amount of crop residues, mostly open burned, is also increasing. Burning harvest residues is a great environmental risk, on the one hand, because it is a frequent cause of fires, while on the other hand, it represents valuable biomass that remains unused. In the last few years, a trend of burning residues in the field has been observed, which leads to air pollution and poses a risk to the human health. Harvest residues contain various components that could be used in the food and pharmaceutical industry. Examination of the lipid extract of harvest residues determined the presence of biologically valuable components that can further be used in the production of meat products with improved

* Dr Ranko Romanić, vanredni profesor
Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 485 3700; E-mail: rankor@uns.ac.rs

oxidative stability, longer shelf life, improved fatty acids composition, as well as new formulas of natural cosmetics.

Key words: harvest residues, wheat, corn, sunflower, lipid extract.

UVOD

Procenjuje se da se svake godine u celom svetu proizvede 140 milijardi tona poljoprivredne biomase. Biomasa se odnosi na bilo koji materijal proizведен rastom mikroorganizama, biljaka ili životinja (Nagel i sar., 1992). Otpadna biomasa je široko dostupna, obnovljiva i jeftina i danas se smatra važnim i atraktivnim resursom (UNEP, 2009). Iako postoji trend u korišćenju tehnologija konverzije biomase, poljoprivredni otpad je još uvek u velikoj meri nedovoljno iskorišćen. Često se spaljuje na poljima, posebno u zemljama u razvoju koje nemaju jake regulatorne instrumente za kontrolu takve prakse (UNEP, 2009), uključujući i Srbiju. Kao uobičajena praksa, otvoreno sagorevanje poljoprivrednih ostataka dovodi do zagadenja vazduha, što predstavlja rizik po zdravlje ljudi i životne sredine. Autonomna pokrajina Vojvodina je u oktobru 2019. godine proglašena za region sa najvećim brojem požara u Evropi (Bjelotomić, 2019). Ovaj podatak nije iznenadujući, ako se uzme u obzir da je u Vojvodini skoncentrisano 35% obradivih površina Republike Srbije, a teritorijalno Vojvodina zauzima 27,9% površine Republike Srbije. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku Srbije u 2022. godini, najveće površine zasađene su kukuruzom (952.216 ha), zatim pšenicom (631.086 ha) i suncokretom (251.155 ha) (Republički zavod za statistiku, 2022). Ovi podaci ukazuju na velike količine žetvenih ostataka proizvedenih i najčešće spaljenih. Valorizacijom ovih sporednih proizvoda poljoprivredne proizvodnje sprecilo bi se sagorevanje žetvenih ostataka na njivi, ali i dobine nove visoko vredne komponente čija je dalja primena moguća u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji.

Žetveni ostaci

Na svaku tonu žita proizvedenih širom sveta, proizvede se približno 1,5 tona slame kao poljoprivrednog sporednog proizvoda. Ovo daje svetsku proizvodnju od 1000 miliona tona žita godišnje i dobije se oko 1500 miliona tona slame od žita (Sin, 2012). Glavni poljoprivredni otpad (tj. žetveni ostaci) od žita su slama i ljska (opna, pleva). Sama slama može činiti više od 50% suve mase useva (Yuan i Sun, 2010). Slama se sastoji uglavnom od tri grupe organskih jedinjenja, a to su celuloza, hemiceluloza i lignin, a zajedno ove tri komponente čine više od 80% suve materije (Moore, 1981). Minorne komponente uključuju lipofilnu frakciju, proteine, šećere, soli i pepeo.

Tradicionalno, slama se koristi kao sirovina za ishranu i gajenje životinja zbog visokog sadržaja celuloze. Oko 40% slame čini celuloza, što je čini odličnim izvorom energije, ali je svarljivost ograničena na oko 30% zbog hemijske strukture slame (Wilson i sar., 2000; Han i Anderson, 1974). Godine 1800. slama se, po prvi put, koristila kao izvor nedrvnih vlakana za papir. Sa smanjenjem površina pod šumama i dramatičnim povećanjem potražnje za papirom, došlo je do porasta upotrebe celuloze dobijene od nedrvnih vlakana sa 6,7% na 10,6% od 1970. do 1993. godine (Yuan i Sun, 2010). Uz rastuću potražnju za energijom i opadajuću ponudu nafte, slama postaje značajan alternativni i obnovljivi izvor energije. Slama se može pretvoriti u koristan izvor energije putem termohemijske konverzije (sagorevanje, piroliza, gasifikacija) ili biohemijske obrade (digestija i fermentacija). Potencijalno ukupno 442 gL bioetanola može se

proizvesti iz poljoprivrednog otpada (kukuruzna slama, pšenična slama, ječmena slama, zobena slama, pirinčana slama, slama od sirka i bagasa) širom sveta (Kim i Dale, 2004). Daske od slame su uspešno proizvedene kao zamena u industriji ploča na bazi drveta (Yang i sar., 2003). Slama se može razložiti na rastvorljive šećere i komponente kao što je mlečna kiselina koja je kritična komponenta za proizvodnju biorazgradive plastike (Xu i sar., 2007). Tržište biorazgradive plastike je poraslo pet puta između 1996. i 2001. (Gross i Kalra, 2002). Osim što se slama koristi kao hrana za životinje, papir, energija, iverica i biorazgradiva plastika, ona se takođe koristi kao apsorbent u borbi protiv zagađenja vode. Tradicionalno, aktivni ugalj se koristi za apsorpciju boja i teških metala u otpadnim vodama, ali biološki dobijeni aktivni ugalj se sintetizuje iz slame i ljske različitih biljaka (Ahmedna i sar., 2000; Mohamed, 2004). Višak slame se, takođe, ugrađuje u zemljište i istraživanja pokazuju da inkorporacija može promeniti svojstva zemljišta i pozitivno, npr.: dobijanje hranljivih materija i negativno, na primer: u zemljištu na bazi gline (Bird i sar., 2002; Powelson i sar., 1985). Ostale trenutne upotrebe uključuju posteljinu za životinje, baštenski malč, biokompozite, čišćenje izlivanja ulja, kontrolu algi kompostom od pečuraka i rast cijanobakterija u vodenom rezervoaru (Bouhicha i sar., 2005; Husseien i sar., 2009). Iako postoje različite primene slame, ona se uglavnom koristi cela, ne kao pojedinačne komponente. Voskovi se mogu ekstrahovati da bi se stvorio drugi proizvod na biološkoj bazi pre njegove trenutne upotrebe, na primer: energija, koja može da doda vrednost niskoj ceni, velikom obimu biomase (Budarin i sar., 2011).

Lipidni ekstrakt žetvenih ostataka

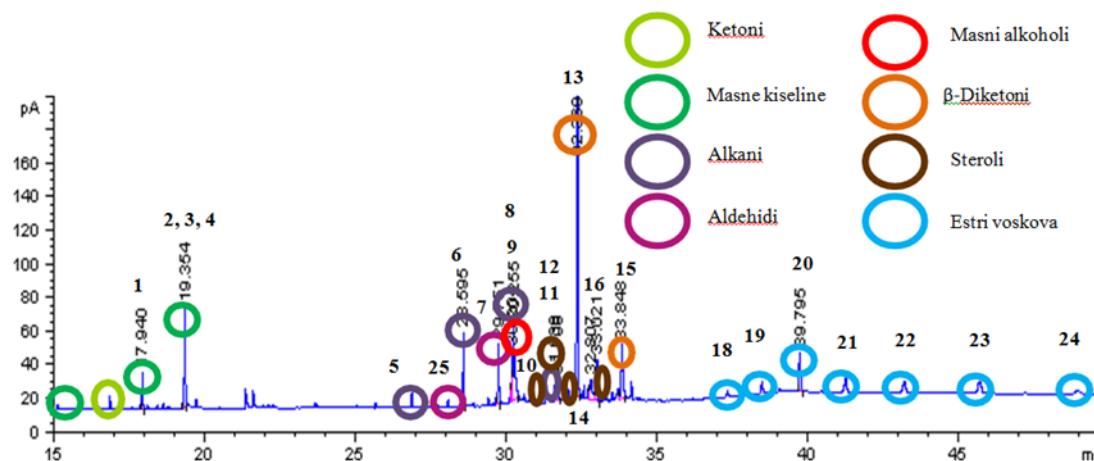
Lipofilna frakcija je složena mešavina alifatičnih i cikličnih jedinjenja sa različitim funkcionalnim grupama i različitim dužinama lanca. Ugljovodonici u lipidnoj frakciji mogu postojati kao *n*-alkani, alkani razgranatog lanca i alkeni. *n*-alkani čine više od 50% frakcije lipida (Manheim i Mulroi, 1978). Oni postoje uglavnom kao ugljovodonici neparnog lanca i uključuju C27, C29, C31 i C33 (Eglinton i sar., 1962). *n*-alkani sa parnim brojem C atoma su takođe prisutni kod nekih vrsta, u manjoj količini (Eglinton i sar., 1962). Pronadeni alkani razgranatog lanca su obično parni, ali je utvrđeno prisustvo i neparnih i parnih (Eglinton i sar., 1962). Alkeni u biljnim lipidima imaju tendenciju da budu mononezasićeni, sa dvostrukom vezom na poziciji 1 (Herbin i Robins, 1968). β -diketoni mogu biti prisutni kao glavni sastojak lipofilne frakcije, do 70% kod nekih biljnih vrsta. Utvrđeno je oko 10-50% β -diketona u žitima kao što su pšenica, ječam, ovas i raž (Tulloch, 1976). 1,3-dikarbonil grupa se obično nalazi na pozicijama 12-14, 14-16 i 16-18 u C31 i C33 u alkil lancima (Baum i sar., 1989). Hidroksi- β -diketoni se takođe uglavnom nalaze u žitima pošto su ove dve grupe blisko povezane i uglavnom potiču od najzastupljenijeg entrijakontan-14,16-diona (Tulloch, 1976). Ciklične komponente se uglavnom sastoje od sterola i triterpenoida. Biljni steroli, takođe zvani fitosteroli, su tetraciklične grupe molekula koje se nalaze u biljkama, a najčešći su stigmasterol, β -sitosterol i kampesterol (Jiang i Vang, 2005). Biljke mogu da sadrže do 3 mg sterola po gramu suve materije (Jiang i Vang, 2005). Steroli u biljkama su obično sastojci membrane sa glavnim funkcijama u regulisanju fluidnosti i vodopropusnosti (Demel i De Kruiff, 1976). Ovi steroli mogu da grade estarske veze sa slobodnim masnim kiselinama prisutnim na površini biljaka, formirajući steril estre (Schaller, 2004). Identifikovane su strukture steril estara formiranih od tri glavna slobodna sterola - stigmasterola, β -sitosterola i kampesterola (Dyas i Goad, 1993). Masne kiseline su u opsegu od C12 do C22 (Dyas i Goad, 1993). Uglavnom su prisutne heksadekanska,

oktadekanska i oktadecenska kiselina, a neki autori navode i prisustvo polinezasićenih masnih kiselina u sastavu sterilnih estara (Takaoka i sar., 1987). Esterifikacija slobodnih sterola i slobodnih masnih kiselina za formiranje sterilnih estara je način da se regulišu nivoi ovih sastojaka u biljkama i pomogne unutarčelijsko i vančelijsko kretanje slobodnih sterola (Dyas i Goad, 1993). Obrazac i obilje različitih klasa lipofilnih frakcija u različitim vrstama predstavljenim u biljnoj kutikuli zavise od genetske ekspresije putem biosintetskog puta i uticaja životne sredine (Nødskov Giese, 1975; Millar i Kunst, 1997).

Lipidni ekstrakt žetvenih ostataka pšenice

Žetveni ostaci pšenice, posebno pšenična slama, bili su predmet prethodnih istraživanja i upoređeni sa lipofilnim ekstraktom drveta, koji se naziva i drvna smola ili smola za drvo, koji se koristi u industriji celuloze i papira (Sithole, 1992; Sun i sar., 2003). Naime, lipofilni ekstrakt se dobija ekstrakcijom nepolarnim rastvaračima (Gutierrez i sar., 1998). Lipofilni ekstrakt pšenične slame uglavnom se sastoji od slobodnih masnih kiselina, sterola, voskova, steril estara i triacilglicerola, čineći 51,89-72,00% (Sun i Sun, 2001) ili 68,7-75,8% (Sun i sar., 2003) ekstrahovane supstance, u zavisnosti od smeše rastvarača koji se koristi za ekstrakciju (toluen, etanol, metanol, metil terc-butil etar i hloroform). Najveći sadržaj, od 25,8 do 48,4%, zauzimaju slobodne masne kiseline, od kojih su najzastupljenije dekanska kiselina (C10:0), tetradekanska kiselina (C14:0), pentadekanska kiselina (C15:0), palmitinska kiselina (C16:0), heptadekanonska kiselina (C17:0), oleinsku kiselina (C18:1) i heneikozanoenska kiselina (C21:0) i čine 90% ukupnih slobodnih masnih kiselina (Sun i sar., 2003). Pronadene su male količine linolne kiseline (C18:2), dodekanske kiseline (C12:0), oktadekadske kiseline (C18:0), dokozanoidne kiseline (C22:0) i tetrakozanoidne kiseline (C24:0) (Sun et al., 2003). Heksanski ekstrakt ima različit sastav slobodnih masnih kiselina, od 18 identifikovanih kiselina dominantne su heksadekadska kiselina, linolna kiselina, 9-oleinska kiselina i dokozanoidna kiselina (Kin i sar., 2009). Sadržaj slobodnih masnih kiselina u heksanskom ekstraktu je niži u poređenju sa sadržajem sterola (Kin i sar., 2009). Steroli u biljkama su obično sastojci membrane sa glavnim funkcijama u regulisanju njene tečnosti i vodopropusnosti (Demel i De Kruiff, 1976). β -sitosterol, kampesterol i stigmasterol su dominantni steroli u ekstraktima heksana (Kin i sar., 2009), dok je β -sitosterol bio dominantan u drugim ekstraktima rastvora, praćen malim količinama ergosterola, stigmasterola i stigmastanola (Sun i Sun, 2001). Steroli grade estarske veze sa slobodnim masnim kiselinama prisutnim na površini biljaka, formirajući steril estre (Schaller, 2004). Steril laurat, steril miristat, steril palmitat, steril margarat i steril oleat grade 66,11-94,48% ukupnih steril estara (Sun i Sun, 2001), međutim sadržaj steril estara je nizak, između 3,1 i 6,9% (Sun i sar., 2003). Između 9,4 i 27% lipofilnog ekstrakta čine voskovi, pri čemu su glavni predstavnici oleil estra palmitinske kiseline i oleil estra oleinske kiseline (Sun i sar., 2003). Triacilgliceroli zauzimaju 3,3-11,0% ukupnog ekstrakta, u zavisnosti od korišćene smeše rastvarača (Sun i sar., 2003).

Primer hromatograma lipidnog heksanskog ekstrakta prikazan je na slici 1.



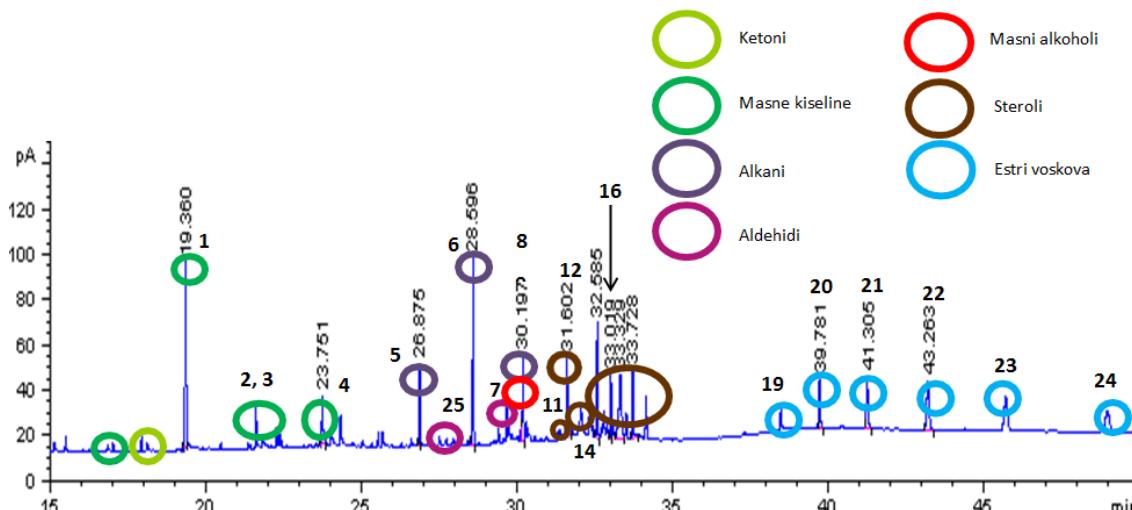
Slika 1. Hromatogram lipidnog heksanskog ekstrakta žetvenih ostataka pšenice (Sin, 2012)

Figure 1. GC chromatogram of wheat harvest residues hexane extract (Sin, 2012)

Lipidni ekstrakt žetvenih ostataka suncokreta

Potencijalne poljoprivredne biomase za dobijanje lipidnih ekstrakata su, i žetveni ostaci suncokreta (*Helianthus annuus*), i kukuruza (*Zea mais*), čiji se obim svetske proizvodnje sve više povećava usled sve većih potreba za hranom i energijom (Antolin i sar., 2002; Liu i sar., 2022). Lipofilna frakcija žetvenih ostataka suncokreta, a još manje kukuruza, nije dovoljno istražena, nema visokovrednu primenu, što otvara novu mogućnost za izvođenje ekstrakcije i valorizaciju komponenti visoke vrednosti. Prinos lipofilne frakcije izdvojene heksanom iz žetvenih ostataka suncokreta je veoma mali, svega 0,3% (Sin, 2012). Nizak prinos ekstrakcije objašnjava se velikim poprečnim presekom stabljike što znači da bi površina kutikularnih lipida bila manja po gramu uzorka koji se ekstrahuje. Suncokretova slama ima veoma veliko unutrašnje jezgro od celuloze koje je potpuno bez lipida, smatra se da bi odvajanjem površine slame od njenog unutrašnjeg jezgra dovelo do većeg prinosa ekstrakcije.

Na slici 2 prikazane su grupe jedinjenja čije prisustvo je utvrđeno u žetvenim ostacima suncokreta.



Slika 2. Hromatogram lipidnog heksanskog ekstrakta žetvenih ostataka suncokreta (Sin, 2012)

Figure 1. GC chromatogram of sunflower harvest residues hexane extract (Sin, 2012)

ZAKLJUČAK

Trenuto, tretman žetvenih ostataka svodi se na otvoreno sagorevanje ostataka i odlaganje, koje dovodi do ekonomskih gubitaka i ekoloških problema ili na primenu niske vrednosti u vidu anaerobne digestije, komposta, baštenskog malča, adsorbenata, hrane i prostirki za životinje, proizvodnje energije i dr.

Tretiranjem žetvenih ostataka na drugi način moglo bi se dobiti sirovine za proizvodnju nanokristalne i mikrokristalne celuloze, modifikatora i aditiva u industriji hrane, komponenata za kozmetičku i prehrambenu industriju, zatim visokovrednih biljnih komponenti kao što su: lecitin, pektinske materije, voskovi, biljni steroli, polifenoli i dr.

Zahvalnica

Istraživanje sprovedeno uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije - Program IDEJE, u okviru projekta br. 7752847, pod nazivom: Value-Added Products from Maize, Wheat and Sunflower Waste as Raw Materials for Pharmaceutical and Food Industry - PhAgroWaste.

LITERATURA

- Ahmedna, M., Marshall, W. E., Rao, R. M. (2000). Production of granular activated carbons from select agricultural by-products and evaluation of their physical, chemical and adsorption properties. *Bioresour. Technol.*, 71(2): 113-123.
- Antolin, G., Tinaut, F.V., Briceno, Y., Castano, V., Perez, C. Ramirez, A.I. (2002) Optimization of Biodiesel Production by Sunflower Oil Transesterification. *Bioresour. Technol.*, 83: 111-114.
- Baum, B. R., Tulloch, A. P., Bailey, L. G. (1989). Epicuticular waxes of the genus Hordeum : a survey of their chemical composition and ultrastructure. *Can J Bot*, 67(11): 3219–3226.
- Bird, J. A., Eagle, A. J., Horwath, W., Hair, M. W., Zilbert, E., van Kessel, C. (2002). Long-term studies find benefits, challenges in alternative rice straw management. *Calif Agric*, 56(2): 69-75.
- Bjelotomić, S. Serbian Monitor, 29.10.2019. (<https://www.serbianmonitor.com/en/nasa-vojvodina-is-the-region-with-the-highest-number-of-fires-in-europe-last-week>)
- Bouhicha, M., Aouissi, F., Kenai, S. (2005). Performance of composite soil reinforced with barley straw. *Cem Concr Compos* 27: 617-621.
- Budarin, V. L., Shuttleworth, P. S., Dodson, J. R., Hunt, A. J., Lanigan, B., Marriott, Milkowski, K., Wilson, A., Breedon, S., Fan, J., Sin, E, Clark, J. H. (2011). Use of green chemical technologies in an integrated biorefinery. *Energy Environ. Sci.*, 4(2): 471-479.
- Demel, R.A., De Kruyff, B. (1976). The function of sterols in membranes. *Biochim Biophys Acta Biomembr*, 457(2): 109-132.
- Dyas, L., Goad, L. J. (1993). Steryl fatty acyl esters in plants. *Phytochemistry*, 34(1): 17-29.
- Eglinton, G., Gonzalez, A. G., Hamilton, R. J., Raphael, R. A. (1962). Hydrocarbon constituents of the wax coatings of plant leaves: A taxonomic survey. *Phytochemistry*, 1(2): 89-102.
- Gross, R. A., Kalra, B. (2002). Biodegradable polymers for the environment. *Science*, 297: 803-807.

- Gutierrez, A., del Ril, J.C., Gonzalez-Vila, F.J., Martin, F. (1998). Analysis of lipophilic extractives from wood and pith deposits by solid-phase extraction and gas chromatograph. *J. Chromatogr. A*, 823: 449-455.
- Han, Y. W., Anderson, A. W. (1974). The problem of rice straw waste a possible feed through fermentation. *Econ. Bot.*, 28(3): 338-344.
- Herbin, G. A., Robins, P. A. (1968). Studies on plant cuticular waxes-I. The chemotaxonomy of alkanes and alkenes of the genus *Aloe* (*Liliaceae*). *Phytochemistry*, 7(2): 239-255.
- Husseien, M., Amer, A. A., El-Maghrary, A., Taha, N. A. (2009). Availability of barley straw application on oil spill clean up. *Int J Environ Sci Technol*, 6(1): 123-130.
- Jiang, Y., Wang, T. (2005). Phytosterols in cereal by-products. *J. Am. Chem. Soc.*, 82(6): 439-444.
- Kim, S., Dale, B. E. (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass Bioenergy*, 26 (4): 361-375.
- Liu, W., Liu, Y., Liu, G., Xie, R., Ming, B., Yang, Y., Hou, P. (2022). Estimation of maize straw production and appropriate straw return rate in China. *Agric Ecosyst Environ*, 328.
- Manheim, B. S., Mulroy, T. W. (1978). Triterpenoids in epicuticular waxes of *Dudleya* species. *Phytochemistry*, 17(10): 1799-1800.
- Millar, A. A., Kunst, L. (1997). Very-long-chain fatty acid biosynthesis is controlled through the expression and specificity of the condensing enzyme. *Plant J.*, 12(1): 121-131.
- Mohamed, M. M. (2004). Acid dye removal: Comparison of surfactant-modified mesoporous FSM-16 with activated carbon derived from rice husk. *J. Colloid Interface Sci.*, 272(1): 28-34.
- Moore, A. W. (1981). Straw decay and its effect on disposal and utilization. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 6(1): 95-96.
- Nagel, B., Dellweg, H., Giersch, L. M. (1992). Glossary for chemists of terms used in biotechnology. *Pure Appl. Chem.*, 64(1): 143-168.
- Nødskov Giese, B. (1975). Effects of light and temperature on the composition of epicuticular wax of barley leaves. *Phytochemistry*, 14(4): 921-929.
- Powlson, D. S., Jenkinson, D. S., Pruden, G., Johnston, A. E. (1985). The effect of straw incorporation on the uptake of nitrogen by winter wheat. *J. Sci. Food Agric.*, 36(1): 26-30.
- Qin, M. H., Xu, Q. H., Shao, Z. Y., Gao, Y., Fu, Y. J., Lu, X. M., Holmbom, B. (2009). Effect of bio-treatment on the lipophilic and hydrophilic extractives of wheat straw. *Bioresour. Technol.*, 100(12): 3082-3087.
- Republički zavod za statistiku (2022). Očekivana proizvodnja pšenice, malina i višanja i zasejane površine kukuruza, šećerne repe, suncokreta i soje, stanje 23.05.2022., Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo - Godišnja biljna proizvodnja, saopštenje.
- Schaller, H. (2004). New aspects of sterol biosynthesis in growth and development of higher plants. *Plant Physiol. Biochem.*, 42(6): 465-76.
- Sin, E. H. K. (2012). The extraction and fractionation of waxes from biomass. PhD thesis, University of York.
- Sithole, B. B. (1992). Modern Methods for the Analysis of Extractives from Wood and Pulp - a Review. *Appita J.*, 45(4): 260-264.

-
- Sun, R. C., Salisbury, D., Tomkinson, J. (2003). Chemical composition of lipophilic extractives released during the hot water treatment of wheat straw. *Bioresour. Technol.*, 88(2), 95-101.
- Sun, R. C., Sun, X. F. (2001). Identification and quantitation of lipophilic extractives from wheat straw. *Ind Crops Prod*, 14(1), 51-64.
- Takaoka, D., Matsuo, A., Hayashi, S. (1987). Steryl esters of liverworts. *Phytochemistry*, 26(2): 429-431.
- Tulloch, A.P. (1976) Chemistry of Waxes of Higher Plants. In *Chemistry and Biochemistry of Natural Waxes*, Kolattukudy, P.E. (Ed.); Elsevier, Amsterdam, pp. 235-287.
- UNEP (2009). Converting Waste Agricultural Biomass into a Resource. United Nations Environmental Programme. Osaka Japan: United Nations Environmental Programme Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre Osaka/Shiga, Japan, pp. 1-437.
- Wilson, I. D.; Sun, R. C.; Tomkinson, T. (2000). *Encyclopedia of Separation Science*. Academic Press, London.
- Xu, Z., Wang, Q., Jiang, Z. H., Yang, X., Ji, Y. (2007). Enzymatic hydrolysis of pretreated soybean straw. *Biomass Bioenergy*, 31(2-3): 162-167.
- Yang, H. S., Kim, D. J., Kim, H. J. (2003). Rice straw-wood particle composite for sound absorbing wooden construction materials. *Bioresour. Technol.*, 86(2): 117-121.
- Yuan, T. Q., Sun, R. C. (2010). Modification of Straw for Activated Carbon Preparation and Application for the Removal of Dyes from Aqueous Solutions. In *Cereal Straw as a Resource for Sustainable Biomaterials and Biofuels*, Sun, R. C. (Ed.); Elsevier, Oxford, pp. 239-252.

POBOLJŠANJE RADA LINIJE APSORPCIJE U POGONU EKSTRAKCIJE FABRIKE ULJA DIJAMANT D.O.O. ZRENJANIN

Ištvan Tot, Gordan Parenta *, Borislav Mrakić

Dijamant d.o.o., Zrenjanin, Republika Srbija

IZVOD

Povećanjem snage razmenjivača toplice (sa boljom razmenom toplice) na apsorpcionom sistemu poboljšana je apsorpcija nekondenzovanih heksanskih isparenja.

Nižom temperaturom mineralnog ulja u apsorberu u proseku za oko 9°C smanjena je emisija heksanskih isparenja u atmosferu, što je omogućilo uštede na potrošnji heksana najmanje za 15.000 kg godišnje.

Ključne reči: razmenjivač toplice, apsorpcija, heksan, uštede.

IMPROVING OF THE ABSORPTION LINE IN THE OIL FACTORY EXTRACTION PLANT DIJAMANT D.O.O. ZRENJANIN

ABSTRACT

By increasing the power of the heat exchanger (with better heat exchange) on the absorption system, the absorption of non-condensed hexane vapors is improved.

The lower temperature of the mineral oil in the absorber is reduced the emission of hexane vapors into the atmosphere by 9°C on average, allowing for annual hexane savings of at least 15.000 kg.

Key words: heat exchanger, absorption, hexane, savings.

UVOD

U postupku ekstrakcije ulja primenjene su operacije kondenzacije i apsorpcije u mineralnom ulju. One su u velikoj meri zavisne od temperature mineralnog ulja i temperature rashladne vode koja utiče na proces apsorpcije.

Apsorpciono ulje prolazi nadole kroz ispunu u koloni apsorbera, protivstrujno heksanskim isparenjima, vodenoj pari i vazduhu. Mineralno ulje većinom apsorbuje pare heksana, a ostatak vodene pare i vazduha odlazi kroz odbijač plamena u atmosferu pomoću izlaznog ventilatora. Zasićeno apsorpciono ulje sa hladnim heksanom pomoću pumpe se transportuje do apsorbera, kroz razmenjivač toplice, gde se zagreva izmenom toplice sa vrućim apsorpcionim uljem iz stripera. Potom se dalje zagreva u grejaču mineralnog ulja. Ovaj cevni izmenjivač zagreva ulje

* Gordan Parenta, dipl. inž. tehnol., rukovodilac prerade uljarica
Temišvarski drum 14, 23000 Zrenjanin, Republika Srbija
Tel. +381 23 551 227; E-mail: gordan.parenta@dijamant.rs

na željenu temperaturu za stripovanje. Para heksana, stripovana, izdvojena iz apsorpcionog ulja i vodena para odlaze u vakuum kondenzator na regeneraciju. Vruće apsorpciono ulje se skuplja u donjem sudu stripera desorbera i pumpa se pumpom desorbera, kroz razmenjivač toplote ulje/ulje. Posle toga delimično ohlađeno ulje ulazi u izmenjivač ulje/voda gde se vodom hlađi na temperaturu koja ne sme da bude veća od 35°C, pre ulaza u apsorber. Protok mineralnog ulja u apsorpcionom sistemu je 60 l/min.

Prisutni problem u radu apsorpcionog sistema

„Aerolab“ d.o.o. iz Beograda, laboratorija za ekološka ispitavanja i merenje aerozagadženja je izvršila merenja pri dnevnom kapacitetu prerade od 600 t suncokretovog zrna dnevno. Rezultati merenja emisije heksana u atmosferu su prikazana u tabeli 1.

Tabela 1. Potrošnja heksana za posmatrani period
Table 1. Consumption of hexane for the observed period

	Period Oktobar-april	Period Maj-Septembar
Dnevna potrošnja heksana (kg) kroz ventilator sistema	20	270

Postojeći razmenjivač toplote ulje/voda je manje snage od potrebne i voda iz rashladne kule nije mogla da ohladi mineralno ulje ispod 35°C u periodu od maja do oktobra.

Zbog visokih spoljašnjih temperatura u periodu od maja do septembra, temperatura rashladne vode je povećana i nema dovoljno kapaciteta da ohladi mineralno ulje u apsorberu. Tako da pri višoj temperaturi rashladne vode od 35°C opada apsorpciona moć mineralnog ulja i heksanske pare se emituju u atmosferu u većoj meri. Parametri apsorpcionog sistema prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Parametri apsorpcionog sistema za posmatrani period
Table 2. Absorption system parameters for the observed period

	Datum	Spoljna temperatura (°C)	Temperatura ulazne rashladne vode (°C)	Temperatura ulja apsorbera (°C)
Parametri apsorpcije	Maj 2021.	20	20	35
	Jun 2021.	34	26	42

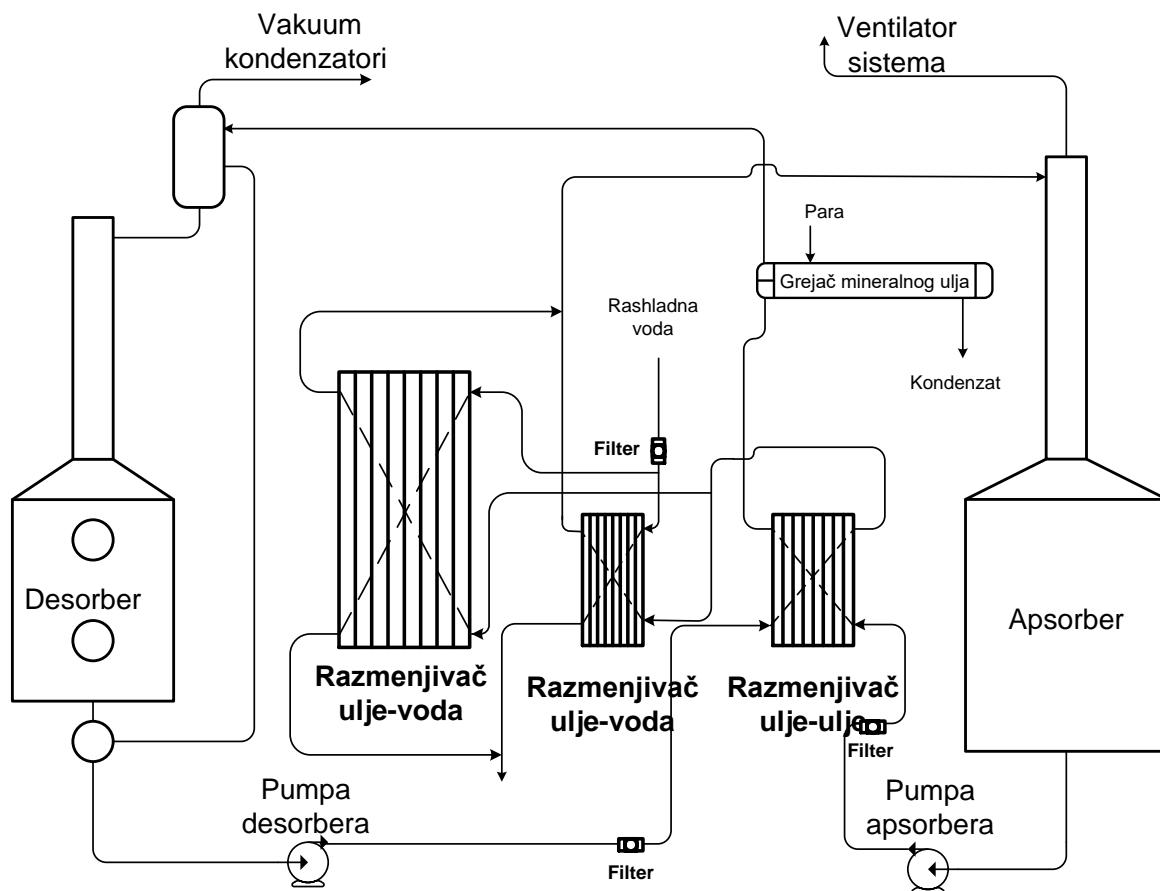
Temperatura rashladne vode je slična u maju i septembru, dok je temperatura apsorpcionog ulja 35°C. Temperatura apsorpcionog ulja u junu, julu i avgustu prelazi i iznad 40°C.

Zbog gore navedenih problema bilo je poželjno povećanje snage razmenjivača toplote ulje/voda.

Povećanje snage razmenjivača toplote

Pored postojećeg razmenjivača topote ulje/voda snage 200 kW postavljen je novi paralelno vezan razmenjivač topote sa snagom od 1.000 kW.

Ugradnja dodatnog razmenjivača topote je prikazana na slici 1.



Slika 1. Apsorpcioni sistem u pogonu ekstrakcije
Figure 1. The absorption system in the extraction plant

Na slici 2 su prikazani razmenjivači topote ulje/voda koji su paralelno povezani.

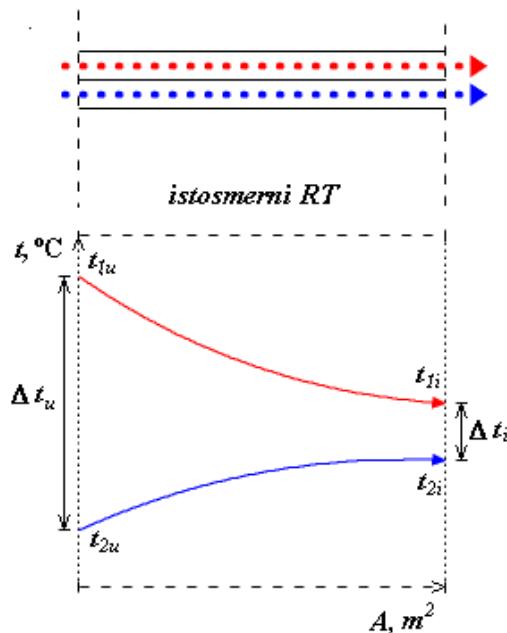
Analiza rada apsorpcionog sistema sa razmenjivačem topote veće snage

Sa povećanjem snage (povećanje površine razmene topote) razmenjivača topote ulje/voda izmerena je manja razlika temperature (Δt_i) na izlazu za 9°C u odnosu na prethodno zamenjen razmenjivač topote manje snage. Temperature ulja su očitavane na termometru na usisu pumpe apsorbera i posle razmenjivača topote.

Sa povećanjem površine razmenjivača topote smanjuje se razlika temperature (Δt_i) na izlazu što je prikazano na slici 3.



Slika 2. Razmenjivači topline ulje-voda paralelno povezani
Figure 2. Oil-water heat exchangers connected in parallel



Slika 3. Dijagram razmene topline istosmernih razmenjivača topline
Figure 3. Diagram of heat exchange direct-current heat exchanger

Sa razmenjivačem veće snage je postignuto da temperatura mineralnog ulja u apsorberu ne bude veća od 35°C u periodu od maja do oktobra. U ostalom vremenskom periodu godine temperature ne prelaze preko 26°C , što se može videti u tabeli 3.

Tabela 3. Parametri apsorpcionog sistema za posmatrani period**Table 3.** Absorption system parameters for the observed period

	Datum	Spoljna temperatura (°C)	Temperatura ulazne rashladne vode (°C)	Temperatura ulja apsorbera (°C)
Parametri apsorpcije	Avg. 2021.	38	28	34
	Sep. 2021.	20	20	26

Sa nižom temperaturom mineralnog ulja ostvaruje se bolja apsorpcija heksanskih isparenja.

Zbog niže temperature mineralnog ulja u najtoplijem periodu godine (jun, jul i avgust) svakodnevno je ostvarena ušteda od 250 kg heksana na dan. Sa obzirom da je u tom periodu obavezan remont pogona od minimum 30 dana, ostvarena ušteda na potrošnji heksana je oko 15.000 kg za 60 dana rada.

ZAKLJUČAK

Cilj ugradnje razmenjivača toplove veće snage na liniji apsorpcije je bio racionalnije korišćenje i očuvanje prirodnih resursa. Pored toga ostvarena je godišnja ušteda u potrošnji heksana od najmanje 15.000 kg.

Napomena

Rezultati iz ovog rada su prezentovani na 63. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, održanom od 26. juna do 1. jula 2022. godine u Herceg Novom, u Crnoj Gori.

LITERATURA

Uputstvo za rukovanje postrojenjem za proizvodnju sirovog ulja ekstrakcijom, Simon-Rosedowns Ltd.

Tehnička dokumentacija Dijamant d.o.o., Zrenjanin.

ODREĐIVANJE SADRŽAJA PROTEINA TEHNIKOM TOTALNOG SAGOREVANJA - DUMAS

Vladimir Šarac*, Jovana Doroslovac, Branislav Sremčev

Sojaprotein d.o.o., Bečeј, Republika Srbija

IZVOD

Najpoznatije i najšire korišćene metode za određivanje sadržaja proteina su: Kjeldahl, Dumas, NIR, NMR i spektrofotometrijski, od kojih se prve tri najviše koriste u prehrambenoj industriji i industriji hrane za životinje. Fizičko-hemijska laboratorija Sojaproteina d.o.o., Bečeј, godišnje analizira oko 10.000 uzoraka po Kjeldahlu i Dumasu. Obe metode se ravnopravno mogu koristiti, a raspon udela proteina u analiziranim uzorcima je od 5% do 75%.

Ključne reči: Kjeldahl, Dumas, proteini.

DETERMINATION OF PROTEIN CONTENT TOTAL COMBUSTION METHODS - DUMAS

ABSTRACT

The best known and most widely used methods for determining protein content are: Kjeldahl, Dumas, NIR, NMR and spectrophotometric, out of which Kjeldahl, Dumas and NIR techniques are most used techniques in the food and feed industry.

Sojaprotein's internal laboratory process around 10.000 samples per year with Kjeldahl and Dumas techniques. Both methods can be used equally and the range of protein content in the samples varries from 5% to 75%.

Key words: Kjeldahl, Dumas, proteins.

UVOD

Proteini (belančevine) su makromolekuli izgrađeni od jednog, ili više peptidnih lanaca u čijoj osnovi se nalaze aminokiseline. Ulaze u sastav i strukturu svih živih bića. Enzimi, hormoni, antitela, albumini, globulini, histoni su samo neki od primera ove velike grupe jedinjenja. Biljni proteini predstavljaju najvažniji izvor proteina za ishranu životinja, a u današnje vreme preuzimaju primat i kao izvor proteina za ishranu ljudi. Najrasprostranjenija i najzastupljenija sirovina koja se koristi kao izvor biljnih proteina je soja. Soja predstavlja i uljaricu i proteinsku sirovину, od koje se dobijaju proteinski proizvodi i ulje. Proteinski proizvodi od soje mogu imati sadržaj proteina od 10% (sojina ljudska) do 95% (sojin izolat). Na osnovu sadržaja proteina

* Vladimir Šarac, dipl. inž. tehnol., direktor sektora laboratorijskih i razvojnih ispitivanja
Industrijska 1, 21220 Bečeј, Republika Srbija
Tel. +381 21 681 1607; E-mail: vladimir.sarac@adm.com

proizvodi od soje se dele u nekoliko grupa: 1. punomasni i malomasni proizvodi (38-45%), 2. bezmasni proizvodi (44-52%), 3. sojini proteinski koncentrati - SPC (60-70%), 4. sojini izolati (90-95%) i 5. ostali „nus” proizvodi kao što su ljska, melasa, ostatak od proizvodnje izolata. Ova disperzija materijala i proizvoda jasno pokazuje značaj kontrole sadržaja proteina i blagovremeno dobijanje informacije o sadržaju proteina. Sam proces proizvodnje zahteva brzo i efikasno određivanje sadržaja proteina kako u polaznom materijalu tako i u pojedinim fazama proizvodnje.

Zbog povećanja brojnosti stanovništva na planeti, promena u svesti i navikama potrošača, izražena je potreba industrije za alternativnim izvorima proteina koji se koriste u ishrani. Proizvodnja proteina biljnog porekla je ekološki održiva i isplativa, pa je sve primetnija zamena proteina životinjskog porekla biljnim proteinima u prehrambenim proizvodima (Tan i sar., 2010).

Danas se u praksi koristi veći broj različitih standardizovanih i nestandardizovanih metoda za određivanje proteina. Prilikom odabira metode/tehnike za određivanje sadržaja proteina analitičari se vode različitim principima i razlozima, kao što su homogenost materijala, matriks, opseg merenja, eventualno prisustvo nepoželjnih komponenti koje mogu uticati na rezultate merenja.

Najzastupljenije tehnike za određivanje proteina su metoda po Kjeldahl-u i metoda po Dumas-u, koje su do bilo ime u čast njihovih izumitelja. Metoda po Dumas-u razvijena je 1831. godine, i starija je od metode po Kjeldahl-u koja je uspostavljena 1883. godine. Problem u prošlosti je bio da nije bilo lako reprodukovati uslove koje Dumas metoda zahteva i iz tog razloga Kjeldahlovoj metodi je dat veći značaj pa se ona smatra klasičnom metodom za određivanje azota/proteina. Danas, zahvaljujući razvoju tehnologije, sve više se primenjuje Dumas metoda. Treba obratiti pažnju na manja odstupanja rezultata ove dve metode, tj. sadržaj proteina dobijen metodom po Dumas-u je obično nešto viši nego analizom po Kjeldahl-u.

Obe metode se baziraju na određivanju ukupnog sadržaja azota, koji se dalje množi sa odgovarajućim korekcionim faktorom (u zavisnosti od prirode analiziranog materijala) kako bi se rezultat izrazilo kao ukupan sadržaj proteina. I jednu i drugu metodu je moguće koristiti za analize svih poljoprivredno-prehrambenih proizvoda (Vujačić i sar., 2015).

Određivanje ukupnog sadržaja azota po Kjeldahl-u (Kjeldahl, 1883) je dugo godina bila najčešće korišćena laboratorijska metoda za analizu sadržaja proteina. Metoda po Kjeldahl-u podrazumeva korišćenje koncentrovanih hemikalija koje mogu ugroziti bezbednost analitičara i životnu sredinu. Njihov negativan uticaj je doveo do postepenog odbacivanja ove i uvođenja nove metode analize proteina po Dumas-u. Metoda sagorevanja po Dumas-u se odlikuje većom brzinom, jednostavnosću, bezbednošću i nižom cenom potrošnog materijala. Obe metode detektuju azot iz proteina i neproteinski azot. Rezultati se izražavaju kao % azota i odgovarajućim korekcionim faktorom se konvertuju kako bi se izračunao sadržaj proteina (%) (Rajković, 2020).

Cilj rada bio je da se istaknu značaj i prednosti Dumas metode i prikažu uporedni rezultati sa metodom po Kjeldahl-u, ali i da se prikažu njene prednosti u ostalim aspektima: bezbednost i zaštita ljudi na radu kao i zaštita životne sredine. Mereni su uzorci sa visokim (65%) i sa niskim sadržajem proteina (5%), kao i uzorci koji su u čvrstom stanju i uzorci u tečnom gde je protein u rastvorenom obliku.

ODREĐIVANJE SADRŽAJA PROTEINA METODOM PO DUMAS-u

Metoda po Dumas-u zasniva se na određivanju ukupnog sadržaja azota, sagorevanjem uzorka u cevi za sagorevanje, na temperaturi od najmanje 960°C obogaćenoj kiseonikom. Pri tome gasoviti razgradni proizvodi ostaju u zatvorenom sistemu. Gasovi koji nastaju prilikom sagorevanja se pri tome uvode u cevi (kolone) sa katalizatorima u kojima se kvantitativno transformišu. Neorganska i organska jedinjenja azota se oksiduju i/ili isparavaju. Produkti sagorevanja su oksidi azota (NO_x) ili molekularni azot N_2 . Posle prelaska svih oblika azota u N_2 i nakon odvajanja drugih proizvoda sagorevanja (oksida sumpora, ugljenika, vode), sadržaj ukupnog azota se meri pomoću TCD (detektora topotne provodljivosti), u odnosu na referentni gas i na osnovu dobijenog integrala merenja određuje se sadržaj azota u uzorku. Dobijena količina azota se množi sa odgovarajućim faktorom za preračunavanje u protein čime se dobija sadržaj sirovih proteina. Na slici 1 je šematski prikazan proces sagorevanja kod uređaja LECO 828 uz sve korake prečišćavanja produkata sagorevanja, uzimanja alikvota, redukcije azotnih oksida i dolaska do detektora.

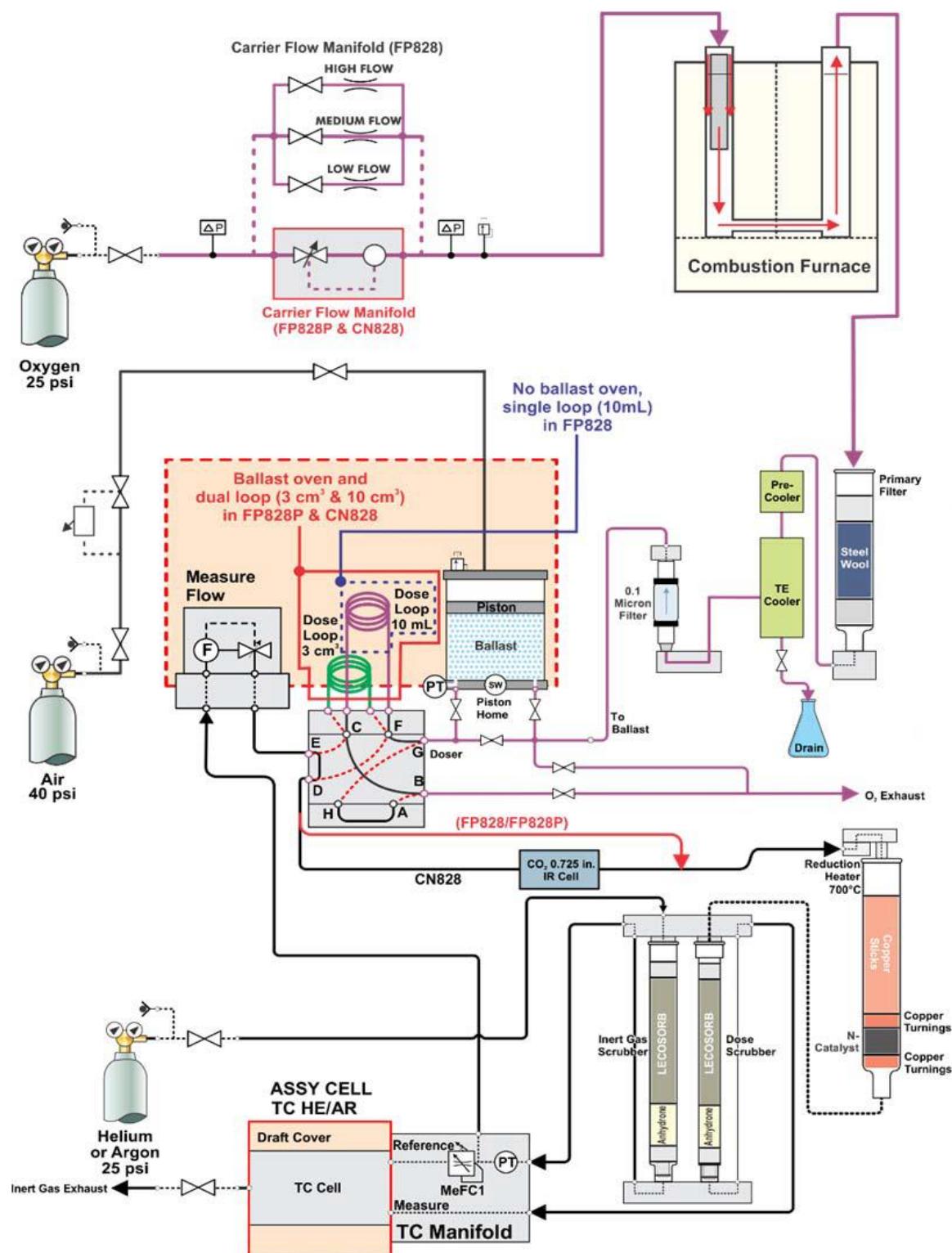
Za određivanje sadržaja proteina u fizičko-hemijskoj laboratoriji Sojaproteina d.o.o., Bečeji koristi se aparat LECO FP828. Za pripremu uzorka laboratorija treba da raspolaže analitičkom vagom, električnim mlinom sa vodenim hlađenjem, kalajnim posudicama različitih zapremina, kalajnim folijama.

Kako bi rezultati merenja bili verodostojni, veoma je važna priprema uzorka, tj. dobra homogenizacija.

Za analizu podataka se koristi kalibraciona kriva koja se kreira analizom sadržaja azota uzorkom poznatog sadržaja azota (npr. EDTA). Pre početka rada izvrši se određivanje dnevног faktora sa standardom EDTA.

Za analizu se odmerava određena količina uzorka, u zavisnosti od očekivanog sadržaja proteina, najčešće 0,2-0,3 g. Količina azota u uzorku treba da je min 0,1 mg N, tako da maksimalno izmerena količina uzorka ne bude veća od 1 g ili 1 ml.

Formirane kapsule se ubacuju u rotirajući punjač u kome ima mesta za 30 uzoraka. U zavisnosti od vrste uzorka, količine uzorka, agregatnog stanja, sadržaja masti i očekivanog sadržaja azota u uzorku, bira se odgovarajuća metoda. Nakon unosa neophodnih podataka o uzorku (naziv uzorka, faktor za preračunavanje sadržaja N u protein, masa uzorka i metoda analize) u program, startuje se analiza i dalji rad se odvija automatski. Za 4-5 minuta na monitoru se prikazuje rezultat analize izražen kao sadržaj N i kao sadržaj proteina.



Slika 1. Šematski prikaz Dumas aparature - LECO FP828

Figure 1. Dumas aparatures - LECO FP828



Slika 2. LECO FP828

Figure 2. LECO FP828

MATERIJAL I METODE RADA

Analizirano je 10 uzoraka sojinog proteinskog koncentrata (SPC) i 10 uzoraka sojine melase iz pogona alkoholne ekstrakcije:

- metodom po Dumas-u, SRPS EN ISO 16634-1:2010
- metodom po Kjeldahl-u, SRPS ISO 5983-1:2010

Sojin proteinski koncentrat - SPC je proizvod dobijen alkoholnom/vodenom ekstrakcijom sojinih obezmaščenih flekica koje imaju sadržaj proteina oko 50%. Ekstrakcijom se iz obezmaščenih flekica izvlače rastvorljivi šećeri, a proteini se koncentrišu pa odatle i naziv „koncentrat”. Dodatni proizvod ovog postupka ekstrakcije je sojina melasa. Uzorci SPC-a su u čvrstom stanju dok su uzorci melase u tečnom stanju, a proteini u rastvorenom.

Analiza je rađena u tri ponavljanja za svaki uzorak SPC-a i melase. Rezultati merenja su dati kao prosečne vrednosti tri merenja i izraženi su na suvu materiju.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabelama 1 i 2 su prikazani prosečni rezultati merenja za SPC i sojinu melasu.

Sadržaj proteina u uzorcima SPC određen metodom po Kjeldahl-u je bio u opsegu 67,40-69,12%, a metodom po Dumas-u 67,45%-69,34%. Evidentno je da je razlika koja se pojavljuje između rezultata sadržaja proteina dobijenih Kjeldahl i Dumas metodama mala, i to najviše do 0,42% (uzorak 9), u odnosu na absolutne vrednosti sadržaja proteina i to u korist Dumas

metode, najveća razlika u korist Kjeldahl metode je 0,11% (uzorak 3). Prosečan sadržaj proteina metodom po Kjeldahl-u bio je 68,11%, a metodom po Dumasu 68,33%. Prosečna razlika između metoda za svih 10 uzoraka je 0,22%.

Tabela 1. Prosečan sadržaj proteina (% s.m.) za SPC
Table 1. SPC average protein content (% d.b.)

Uzorak	Metoda po Kjeldahl-u	Metoda po Dumas-u
1.	68,32	68,55
2.	67,87	68,23
3.	67,56	67,45
4.	68,33	68,23
5.	68,67	69,02
6.	68,35	68,66
7.	69,12	69,34
8.	67,40	67,69
9.	67,89	68,18
10.	67,56	67,98
Prosek	68,11	68,33
<i>Minimum</i>	67,40	67,45
<i>Maksimum</i>	69,12	69,34

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (% s.m.) za sojinu melasu
Table 2. Soya mollasses average protein content (% d.b.)

Uzorak	Metoda po Kjeldahl-u	Metoda po Dumas-u
1.	5,61	5,75
2.	5,45	5,56
3.	5,34	5,55
4.	5,44	5,38
5.	5,76	6,01
6.	5,23	5,44
7.	5,10	5,21
8.	4,95	5,32
9.	5,05	5,22
10.	5,33	5,66
Prosek	5,33	5,51
<i>Minimum</i>	4,95	5,21
<i>Maksimum</i>	5,76	6,01

Sadržaj proteina u uzorcima sojine melase određen metodom po Kjeldahl-u je bio u opsegu 4,95-5,76%, a metodom po Dumas-u 5,21-5,51%. Evidentno je da je razlika između rezultata sadržaja proteina dobijenih Kjeldahl i Dumas metodama koja se pojavljuje mala, najviše do

0,37% (uzorak 8), u odnosu na absolutnu vrednost sadržaja proteina i to ponovo u korist Dumas metode. Najveća razlika u korist Kjeldahl metode je 0,06% (uzorak 4). Prosečan sadržaj proteina metodom po Kjeldahl-u bio je 5,33%, a metodom po Dumas-u 5,51%. Prosečna razlika između metoda za svih 10 uzoraka je 0,18%.

ZAKLJUČAK

Metode po Kjeldahl-u i Dumas-u su uporedive i mogu se ravnopravno koristiti za određivanje proteina na uzorcima SPC i sojine melase.

Ravnopravno se mogu koristiti za uzorce sa 65% proteina, kao i za materijale sa 5% proteina, a isto tako i za čvrste i tečne uzorce.

Dumas metoda ima sledeće prednosti:

- brzina dobijanja rezultata, svega nekoliko minuta naspram 2 sata kod Kjeldahl metode;
- ne koriste se agresivne i opasne hemikalije;
- uklanjanje otpadnih hemikalija i
- cena po analizi je niža, računajući potrošni materijal, radnu snagu i uklanjanje otpadnih hemikalija.

Napomena

Rezultati iz ovog rada su prezentovani na 63. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, održanom od 26. juna do 1. jula 2022. godine u Herceg Novom, u Crnoj Gori.

LITERATURA

- Jung, S., Rickert, D.A., Deak, N.A., Aldin, E.D., Recknor, J., Johnson, L.A., Murphy, P.A. (2003). Comparison of Kjeldahl and Dumas methods for determining protein contents of soybean products, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 80: 1169.
- MEBAK 1 Metode analiza (2000). Određivanje azota metodom po Dumas-u (slad i cerealije), tačka 2.5.2.2, usaglašeno sa EBC metodom (prevod: Dr Slobodan Gačeša) Novi Sad.
- Rajković, D., Marjanović Jeromela, A., Šarac, V., Stojanović, Z. (2020). Varijabilnost sadržaja proteina uljane repice. 61. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, 12-17.06.2020., Herceg Novi, Crna Gora, str. 79-85.
- Simonne, A.H., Simonne, E.H., Eitenmiller, R.R., Mills, H.A., Cresman, C.P., III (1997). Could the Dumas Method Replace the Kjeldahl Digestion for Nitrogen and Crude Protein Determinations in Foods?, *J. Sci. Food Agric.*, 73: 39-45.
- SRPS EN ISO 16634-1 (2010). Prehrambeni proizvodi - Određivanje sadržaja ukupnog azota sagorevanjem u skladu sa Dumasovim principom i izračunavanje sadržaja sirovih proteina - Deo 1: Seme uljarica i hrana za životinje, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
- SRPS ISO 5983-1 (2010). Hrana za životinje - Određivanje sadržaja azota i izračunavanje sadržaja sirovih proteina - Deo 1: Metoda po Kjeldalu, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
- Tan, S.H., Mailer, R.J., Blanchard, C.L., Agboola, S.O. (2010). Canola Proteins for Human Consumption: Extraction, Profile, and Functional Properties. *Journal of Food Science*, 76(1). doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01930.x

Upustvo proizvođača LECO FP828.

Vujačić, Lj., Nović, G., Pešić, Č. (2015). Značaj i prednost metode totalnog sagorevanja pri određivanju sadržaja proteina. 56. Savetovanja industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, 21-26.06.2015. Herceg Novi, Crna Gora, str. 205-215.

IN MEMORIAM**VUJADIN ĐURKOVIĆ, dipl. inž.
1939 – 2019.**

Naš kolega Vujadin Đurković, dipl. inž. tehnologije rođen je 25.11.1939. godine u selu Gornja Brezna, Nikšić, Republika Crna Gora, od oca Đordđa i majke Save. 1947. godine celokupna porodica Đurković je kolonizovana u Kulu, Republika Srbija.

U Kuli završava Osnovnu školu, a Srednju tehničku školu završava u Odžacima. Posle završene srednje škole upisuje Tehnološko-metalurški fakultet, Univerziteta u Beogradu. Diplomirao je 29.12.1965. godine.

Odmah posle diplomiranja započinje radni odnos u Fabrici ulja i biljnih masti „Vital” a.d., Vrbas, gde provodi ceo svoj radni vek - 39 godina rada. Bio je direktor Sektora za razvoj i investicije. Saradivao je sa firmama koje proizvode opremu za industriju ulja i masti, kao što su: Tisen Krup, Extechnik, Lurgi, Alfa laval, Sidel i dr. U penziju odlazi 2004. godine.

1977. godine stupa u brak sa suprugom Desankom iz koga dobija dvoje dece, sina Miloša i čerku Ivanu.

Za svoj rad u Fabrici ulja i biljnih masti „Vital” a.d., Vrbas, i doprinos Opštini Vrbas, 1997. godine nagrađen je Oktobarskom nagradom Opštine Vrbas.

Preminuo je 12.10.2019. godine u Vrbasu.

Miloš Đurković

NAJAVA SKUPA



PROIZVODNJA I PRERADA ULJARICA

- sa međunarodnim učešćem -

Hunguest Hotel „Sun Resort”, Herceg Novi, Crna Gora

25 - 30. jun 2023. godine

64th CONFERENCE

PRODUCTION AND PROCESSING OF OILSEEDS

- with international participation -

Hunguest Hotel „Sun Resort”, Herceg Novi, Montenegro

June 25 - 30 2023

U organizaciji Univerziteta u Novom Sadu, Tehnološkog fakulteta Novi Sad, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, DOO „Industrijsko bilje” Novi Sad i Saveta tehnologa industrije ulja, u kontinuitetu, uz ogromne napore i bez prekida, i bez obzira na sve poteškoće i probleme izazvane globalnom krizom u svetu, održaće se **63. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica”** sa **međunarodnim učešćem** u periodu **od 25. do 30. juna 2023. godine** u **Herceg Novom u Crnoj Gori** (Hunguest Hotel „Sun Resort”, www.hunguesthotels.com/cs/hotels). Više informacija se može dobiti putem e-maila: office@indbilje.co.rs ili videti na web sajtovima www.indbilje.co.rs; www.tf.uns.ac.rs i www.ifvcns.rs.

Organizacioni odbor

NAJAVA SKUPA

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

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



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

Zahvaljujući smirivanju situacije uzrokovane pandemijom COVID-19, organizatori planiraju da se sledeći 19. svetski Kongres o lipidima **19th Euro Fed Lipid Congress and Expo** održi **od 17. do 20. septembra 2023. godine u Poznanju, u Poljskoj.** Više informacija na www.eurofedlipid.org.



Prof. dr Ranko Romanić

UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA

OPŠTE NAPOMENE

Časopis „Uljarstvo“ objavljuje: **originalne naučne rade, pregledne i stručne rade** 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 rade redakcija upućuje recenzentima radi mišljenja o njihovom objavljinju. Posle prihvatanja rade za štampanje na osnovu mišljenja recenzentata, rade se lektorišu. Redakcija zadržava pravo na manje korekcije rukopisa, a u spornim slučajevima to čini u sporazumu sa autorima.

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

Objavljaju se rade koji u istom ili sličnom obliku i sadržaju nisu štampani u drugoj periodičnoj publikaciji. Autori su potpuno odgovorni za sadržaj rade.

PRIPREMA RUKOPISA

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

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

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

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

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

Naslov rade 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 rade.

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

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

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

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

Originalni naučni i stručni rad, po pravilu, treba da sadrži: uvod, materijal i metode rada, rezultate, diskusiju i literaturu, a zaključci su obavezni. U uvodnom delu rada daje se kratak pregled literature koja se odnosi na rad, najkraći pregled ranijih ispitivanja, cilj i svrha rada. Priznate i poznate metode i tehnike rada treba da se označe nazivom ili citatom iz literature, a sopstvene modifikacije treba da se opišu, i da sadrže dovoljno podataka da bi mogle da se ponove. Rezultati se predstavljaju tabelama, slikama, grafikonima i šemama, sa komentarima. Naslovi treba da su što kraći i jasni, i da sadrže sva potrebna objašnjenja, tako da mogu da se razumeju i bez čitanja teksta. U tekstu treba izbegavati ponavljanje podataka iz tabela, već isticati najvažnija zapažanja. U diskusiji se interpretiraju dobijeni rezultati sa osvrtom na podatke iz literature, ukoliko postoje. Pri preuzimanju rezultata, tabela, grafikona, šema ili slika iz literature, naročito kod preglednog rada, autor je obavezan da precizno naznači izvornu literaturu.

Grafikoni, šeme i drugi crteži se izrađuju kompjuterski. Veličina crteža i oznaka, kao i debljina linija treba da je takva da za štampu mogu da se smanje za 50% i pri tom budu čitljivi. Slike treba da su jasne, kontrastne.

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

Primeri navođenja punih naziva korišćenih literaturnih izvora:

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

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

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

Diplomski, magistarski, specijalistički i seminarski 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:

uljarstvo.tf@uns.ac.rs

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

Uredništvo

INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS

GENERAL INFORMATION

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

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

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

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

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

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

The journal publishes works that have not been published in any other periodic publication in the same or similar form or contents. Authors are fully responsible for the contents of their papers.

MANUSCRIPT PREPARATION

The paper is submitted in electronic form prepared and saved as MS Word file (.doc or .docx), page size (Size) A4 and all margins of 2.5 cm, Font: Times New Roman, font size: 12, Justified, Body Text, Indentation: 0 cm Left, 0 cm Right, Special: First Line by 0 cm, Spacing: 0 pt Before, 6 pt After, Line spacing: Single.

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

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

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

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

The title of the paper is marked with a footnote if the work has been presented at a scientific symposium and the footnote should contain the exact title, date and time when it was held.

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

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

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

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

Original scientific and technical paper, as a rule, should include: introduction, material and methods of work, results, discussion and literature, and conclusions are mandatory. The introductory part gives a brief overview of the literature related to the work, the shortest review of previous examinations, the purpose and purpose of the work. Recognized and well-known methods and techniques of work should be designated by the name or reference in the literature, and their own modifications should be described and contain sufficient data to be repeated. The results are represented by tables, images, charts and schemes, with comments. Titles should be as short and clear as possible, and contain all the necessary explanations so that they can be understood without reading the text. The text should avoid repeating data from the table, but to highlight the most important observations. The discussion interprets the obtained results with reference to the literature data, if any. When downloading results, tables, charts, diagrams or images from literature, in particular for a transparent work, the author is obliged to accurately indicate the original literature.

Graphs, diagrams and other drawings should be prepared by computer. The size of the drawings and markings, as well as the thickness of the lines, should be such that they can be reduced by 50% for printing purposes and still be readable. Pictures must be clear, contrast.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Website: www.fao.org (<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:

uljarstvo.tf@uns.ac.rs

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

Editorial board



TEHNOLOŠKI
FAKULTET
NOVI SAD



POUZDAN
STRUČAN -
PARTNER
U VAŠEM
POSLOVANJU

Tehnološki fakultet Novi Sad
sa tradicijom dugom više od 60 godina
obrazuje **vrhunske profesionalce**
na 5 osnovnih, 6 master,
3 specijalistička kao i na
5 studijskih programa na
doktorskim akademskim studijama.

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

Bulevar cara Lazara 1
21102 Novi Sad
Srbija

telefon:
021/485-3600



