



Proizvodnja i

Prerada

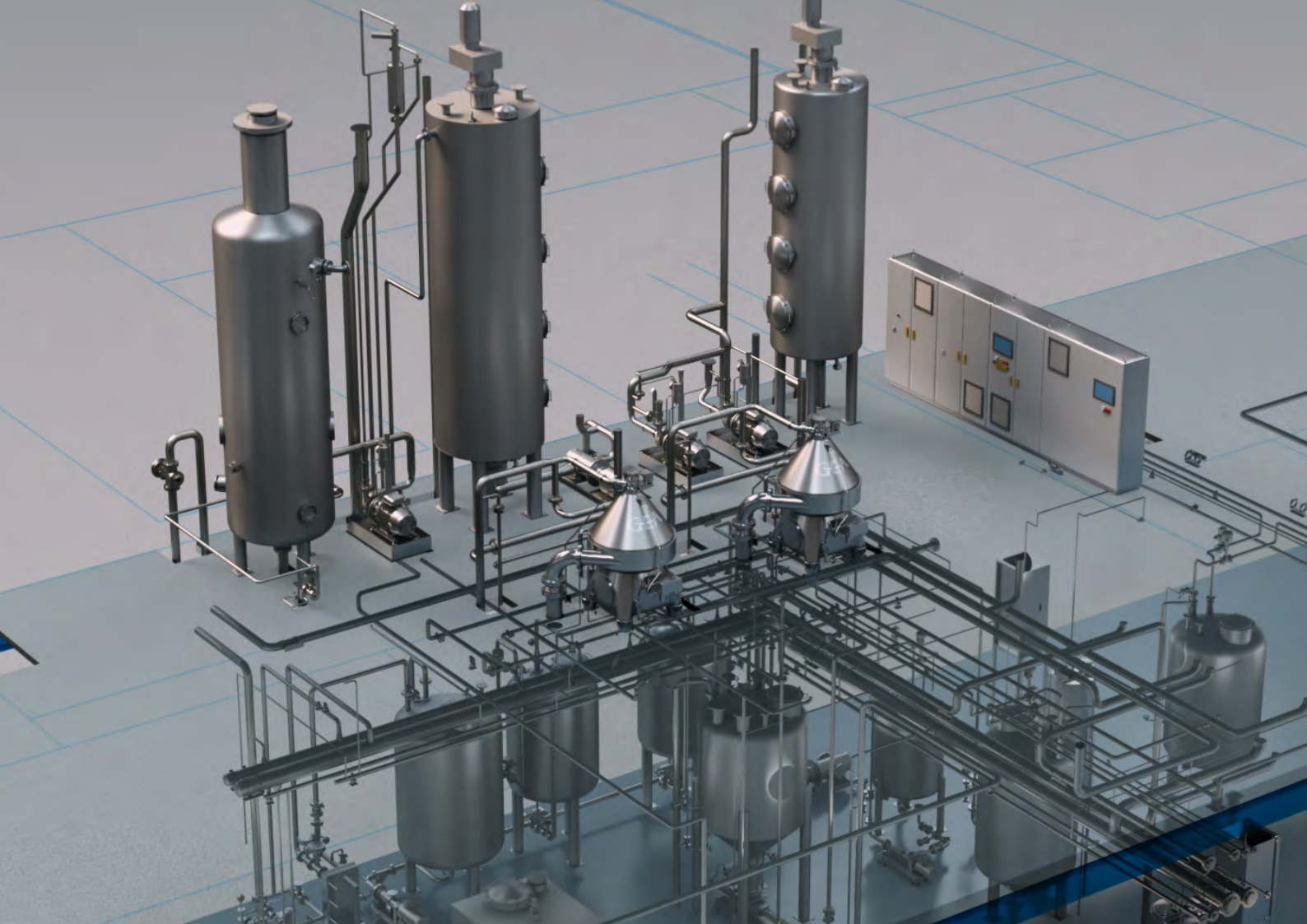
Uljarica

Zbornik radova

64. Savetovanje industrije ulja

Production and Processing of Oilseeds

Proceedings of the 64th Oil Industry Conference



The secret's in the process.

Physical or chemical, enzymatic, special or TOP degumming, TOP dry or standard neutra? And what about cold refining and soapstock splitting?

The heart of every edible oil refining installation might be always a centrifuge but the secret of high yields, top oil quality and cost control lies in the setup of the process line. Let's discuss how to get the best out of your edible oil refining.

GEA EEC Serbia

Konstantina Jovanovića 10

11080 Beograd, Srbija

Tel +381 11 4053 722

Fax +381 11 4053 618

www.gea.com

GEA Engineering
for a better
world.

desmet

GLOBAL SOLUTIONS PROVIDER FOR THE FOOD, FEED & BIOFUEL INDUSTRIES

PREPARATION

PRESSING

EXTRACTION

REFINING

FAT MODIFICATION

**OLEOCHEMICALS,
HVO & BIODIESEL**

**SCIENCE BEHIND
TECHNOLOGY**



desmet.com



Oilseed Processing Technologies



Your Solution Partner

hum.com.tr



HUM Companies build plants and plant units with its own engineering at the edible oil sector world wide, manufactures the machines and systems used at oil seeds crushing and edible oil refining plants, gives direction to the renovation investments with the engineering service provided by its expert staff.

Thanks to unmatched experience and know-how acquired within 62 years, HUM keeps providing highest quality manufacturing, top level engineering, successful project execution, professional commissioning assistance, fast and high quality services after commissioning period to its esteemed customers.

Like we always have been, we will be one of the leading companies in edible oil technologies.

64. SAVETOVANJE
64th CONFERENCE

PROIZVODNJA I PRERADA
ULJARICA

sa međunarodnim učešćem

PRODUCTION AND
PROCESSING OF OILSEEDS

with international participation

ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS

Herceg Novi, Crna Gora
25 - 30. jun 2023. godine

IZDAVAČI
PUBLISHERS

UNIVERZITET U NOVOM SADU, TEHNOLOŠKI FAKULTET NOVI SAD
UNIVERSITY OF NOVI SAD, FACULTY OF TECHNOLOGY NOVI SAD
INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO NOVI SAD,
INSTITUT OD NACIONALNOG ZNAČAJA ZA REPUBLIKU SRBIJU
INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLE CROPS NOVI SAD,
NATIONAL INSTITUTE OF THE REPUBLIC OF SERBIA
„INDUSTRIJSKO BILJE” DOO NOVI SAD
„INDUSTRIAL PLANTS” DOO NOVI SAD

UREĐIVAČKI ODBOR
EDITORIAL BOARD

Prof. dr Biljana Pajin, Prof. dr Ranko Romanić, Dr Vladimir Miklič, Dr Vojin Đukić
Mr Zvonimir Sakač, Dr Olga Čurović, Zoran Nikolovski, dipl. inž., Vladimir Šarac,
dipl. inž., Gordan Parenta, dipl. inž., Nada Grbić, dipl. inž., Milan Ševo, dipl. inž.,
Dragan Trzin, dipl. inž.

UREDNIK
EDITOR

Savet tehnologa

TEHNIČKI UREDNICI
TECHNICAL EDITORS

Prof. dr Ranko Romanić
Doc. dr Ivana Lončarević

ADRESA IZDAVAČA
PUBLISHER'S ADDRESS

„INDUSTRIJSKO BILJE” DOO, NOVI SAD
21000 Novi Sad, Dimitrija Tucovića 2A, Srbija
Tel/fax. +381 21 66 16 633, +381 21 66 24 311, +381 21 66 12 135
e-mail: office@indbilje.co.rs

ISBN 978-86-6253-170-4

ŠTAMPA
PRINT



Štamparija Feljton, Novi Sad
Stražilovska 17
Tel: 021/ 66-22-867

SADRŽAJ
CONTENTS

Olga Čurović UTICAJ GLOBALNIH KRIZA NA PROIZVODNJU I TRŽIŠTE ULJANIH USEVA THE INFLUENCE OF GLOBAL EVENTS IN THE WORLD ON PRODUCTION AND MARKET OF OIL CROPS.....	9
Ranko Romanić, Tanja Lužaić, Snežana Kravić, Stevan Samardžić, Zoran Maksimović ŽETVENI OSTACI PŠENICE, KUKURUZA I SUNCOKRETA – SASTAV LIPIDNIH EKSTRAKATA WHEAT, CORN AND SUNFLOWER HARVEST RESIDUES – COMPOSITION OF LIPID EXTRACTS	19
Vladimir Miklič, Jelena Ovuka, Goran Malidža, Branislav Ostojić, Miloš Krstić, Goran Jokić, Daliborka Butaš, Velimir Radić, Nenad Dušanić, Nada Hladni, Siniša Jocić, Sandra Cvejić HEMIJSKA DESIKACIJA SUNCOKRETA – NOVI IZAZOVI CHEMICAL DESICCATION OF SUNFLOWER – NEW CHALLENGES.....	29
Nada Hladni, Brankica Babec, Srđan Šeremešić, Veljko Petrović Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Vladimir Miklič, Nada Grahovac, Dragana Miladinović UTICAJ RAZLIČITIH ORGANSKIH ĐUBRIVA NA SADRŽAJ ULJA I OLEINSKE KISELINE KOD KONZUMNOG SUNCOKRETA THE EFFECT OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS ON OIL CONTENT AND OLEIC ACID IN CONFECTIONERY SUNFLOWER.....	37
Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Danijela Stojanović, Vuk Đorđević, Sanja Vasiljević, Predrag Randelović, Marina Čeran KVALITET NOVOPRIZNATIH NS SORTI SOJE U 2023. GODINI QUALITY NEWLY RELEASED NS VARIETIES SOYBEAN IN 2023	45
Predrag Randelović, Vuk Đorđević, Jegor Miladinović, Vojin Đukić, Simona Jaćimović, Marina Čeran, Marija Cvijanović KVALITET NS SORTI U MIKROOGLEDIMA SOJE 2022. GODINE QUALITY OF NS SOYBEAN VARIETIES IN THE MICRO TRIALS IN 2022.....	55
Danijela Stojanović, Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Ivica Đalović, Jelena Marinković, Dragana Miljaković KVALITET PERSPEKTIVNIH LINIJA SOJE U PROCESU REGISTRACIJE U 2022. GODINI QUALITY OF PROSPECTIVE SOY LINES IN THE REGISTRATION PROCESS IN 2022	63

Slobodanka Ljumović, Jelena Ivan, Mirjana Bogdanović, Libuška Fačara, Vojin Đukić, Zlatica Mamlić, Jelena Perenčević UTICAJ NAVODNJAVANJA NA PRINOS I KVALITET SOJE U 2021. GODINI THE EFFECT OF IRRIGATION ON YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN IN 2021	71
Gordana Dozet, Salimah Alsuwayah, Vojin Đukić, Zlatica Mamlić, Gorica Cvijanović, Marija Bajagić, Vojin Cvijanović UTICAJ PRIMENE NPK ĐUBRIVA NA KVALITET ZRNA SOJE EFFECTS OF NPK FERTILIZER USE ON SOYBEAN GRAIN QUALITY	77
Zlatica Mamlić, Nesrin Saleh Ali Abdulnabi, Gordana Dozet, Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Nenad Đurić, Ana Uhlarik INTERAKCIJA VREMENA OSNOVNE OBRADE I ĐUBRENJA NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE INTERACTION OF PRIMARY TILLAGE TIME AND FERTILIZER WITH SOYBEAN GRAIN PROTEIN AND OIL CONTENT	85
Vojin Đukić, Hesham Nuri Akrim, Gordana Dozet, Jegor Miladinović, Dragana Latković, Zlatica Mamlić, Olga Kandelinska UTICAJ AMONIJUM NITRATA NA KVALITET ZRNA SOJE EFFECTS OF AMMONIUM NITRATE ON SOYBEAN GRAIN QUALITY	93
Vera Popović, Ivana Iličković, Milena Aćimić Remiković, Jelena Bošković, Marko Burić, Jela Ikanović, Aleksandar Stevanović, Miloš Remiković PROIZVODNJA LANA, ZNAČAJ U ISHRANI I KORIST ZA ZDRAVLJE FLAX PRODUCTION, NUTRITION IMPORTANCE AND HEALTH BENEFITS.....	101
Tanja Lužaić, Nada Grahovac, Snežana Kravić, Kristina Kozomora, Ranko Romanić UTICAJ DODATKA RUŽMARINA I BELOG LUKA NA KVALITET I ODRŽIVOST HLADNO PRESOVANOG ULJA SUNCOKRETA LINOLNOG I VISOKOOLEINSKOG TIPA THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF ROSEMARY AND GARLIC ON THE QUALITY AND OXIDATIVE STABILITY OF LINOLEIC AND HIGH-OLEIC COLD PRESSED SUNFLOWER OIL.....	111
Ivana Nikolić, Aleksandar Takači, Milica Popović, Ranko Romanić, Tanja Lužaić STATISTIČKA ANALIZA SENZORSKIH KARAKTERISTIKA HLADNO PRESOVANIH ULJA DOSTUPNIH NA TRŽIŠTU REPUBLIKE SRBIJE STATISTICAL ANALYSIS OF SENSORY CHARACTERISTICS OF COLD PRESSED OILS AVAILABLE ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF SERBIA	119

Biljana Rabrenović, Milica Fotirić Akšić, Aleksandra Rašović, Dragana Dabić Zagorac,
Milica Sredojević, Ivanka Ćirić, Nataša Obradović, Mina Volić, Maja Natić
**VALORIZACIJA SEMENA MALINE U CILJU DOBIJANJA
HLADNO PRESOVANOG ULJA I BIOAKTIVNIH EKSTRAKATA IZ POGAČE**
VALORIZATION OF RASPBERRY SEEDS IN ORDER TO OBTAIN COLD-
PRESSED OIL AND BIOACTIVE EXTRACTS FROM OIL CAKE 129

Jovana Pantić, Senka Popović, Danijela Šuput,
Nevena Hromiš, Ljiljana Popović, Ranko Romanić
**ANTIOKSIDATIVNI POTENCIJAL BIOPOLIMERNIH
FILMOVA NA BAZI POGAČE SEMENA ŠLJIVE**
ANTIOXIDATIVE POTENTIAL OF
BIOPOLYMER FILMS BASED ON PLUM SEED CAKE 141

Vesna Vujasinović, Bojan Đerčan, Milan Vukić, Dragan Vujadinović,
Dajana Bjelajac, Goran Radivojević, Danijela Rajić, Kristina Šarenac
**CHIA SEME: DA LI JE ZAISTA SUPERHRANA
SA ASPEKTA SASTAVA MASNIH KISELINA?**
CHIA SEEDS: IS IT REALLY A SUPERFOOD FROM
THE ASPECT OF FATTY ACID COMPOSITION? 149

György Karlovits
**STRATEGIJA RAZVOJA NOVOG JESTIVOG
ULJA ZA GENERACIJU SENIORA**
STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF
A NEW EDIBLE OIL FOR THE SENIOR GENERATION 157

Petar Ilić, Vojislav Banjac, Olivera Đuragić, Slađana Rakita,
Bojana Kokić, Viktor Stojkov, Ana Marjanović Jeromela
**MOGUĆNOST UPOTREBE HLADNO CEDENOG
ULJA LANIKA U ISHRANI KUĆNIH LJUBIMACA**
THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF
COLD PRESSED CAMELINA SEED OIL IN PET FOOD 159

Gordan Parenta, Ranko Romanić, Tanja Lužaić,
Petar Klač, Marija Gvozdenović, Branislav Milković,
Milivoj Števanov, Stevan Švenderman, Nenad Vlahović
**UTICAJ FILTRACIJE I KLARIFIKACIJE NA KVALITET
SIROVOG PRESOVANOG SUNCOKRETOVOG ULJA**
INFLUENCE OF FILTRATION AND CLARIFICATION
ON THE QUALITY OF CRUDE PRESSED SUNFLOWER OIL 167

Ištvan Tot, Gordan Parenta, Borislav Mrakić ANALIZA POTROŠNJE HEKSANA U POGONU EKSTRAKCIJE DIJAMANT D.O.O. ANALYSIS OF HEXANE CONSUMPTION IN THE EXTRACTION PLANT DIJAMANT D.O.O.	175
Vladimir Šarac, Zoran Nikolovski, Milan Ševo, Branislav Sremčev POVEĆANJE EFIKASNOSTI UKLANJANJA RASTVARAČA ZAMENOM PRESA U POGONU SPC REPLACEMENT OF THE PRESS IN THE SPC PLANT IN ORDER TO INCREASE THE EFFICIENCY OF SOLVENT REMOVAL.....	183
Jovana Doroslovac, Aleksandar Kiš, Milan Ševo ADM SOJAPROTEIN TEKSTURIRANI SOJINI PROTEINI ADM SOJAPROTEIN TEXTURED SOY PROTEIN	189
Ljiljana Vujačić, Gordana Nović, Jovana Doroslovac UGLJENIHIDRATI U SOJI I PROIZVODIMA OD SOJE CARBOHYDRATES IN SOY AND SOY PRODUCTS.....	197
Viktor Stojkov, Slađana Rakita, Vojislav Banjac, Petar Ilić, Strahinja Vidosavljević, Aleksandar Fišteš, Nemanja Bojanić SMANJENJE POTROŠNJE ENERGIJE TOKOM PELETIRANJA HRANE ZA KRAVE MUZARE UPOTREBOM SOJINE MELASE ENERGY CONSUMPTION REDUCTION DURING PELLETING PROCESS OF DAIRY COW FEED WITH THE ADDITION OF SOY MOLASSES.....	207
POGAČA ULJANE REPICE: IZVOR VISOKOKVALITETNIH PROTEINA – IZOLOVANJE, KARAKTERIZACIJA I POTENCIJAL ZA PRIMENU Ljiljana Popović, Jelena Vujetić, Bojana Šarić, Branislava Đermanović, Pavle Jovanov RAPESEED CAKE: A SOURCE OF HIGH-QUALITY PROTEIN – ISOLATION, CHARACTERIZATION AND POTENTIAL FOR APPLICATION	215
Olgica Stojanova, Oliver Cvetkov, Anita Čakarova PRAĆENJE KVALITETA MARGARINA ZA LISNATO TESTO SA UVOĐENJEM DODATNOG RASHLADNOG CILINDRA MONITORING THE QUALITY OF PUFF PASTRY MARGARINE BY INTRODUCING AN ADDITIONAL COOLING CYLINDER	221

Ivana Lončarević, Biljana Pajin, Suzana Aleksić, Milica Stožinić, Mia Jerinić, Danica Zarić, Ranko Romanić UTICAJ MASTI BEZ TRANS-MASNIH KISELINA NA FIZIČKE KARAKTERISTIKE I OKSIDATIVNU STABILNOST MAZIVOG KREM PROIZVODA THE INFLUENCE OF FAT WITHOUT TRANS-FATTY ACIDS ON PHYSICAL CHARACTERISTICS AND OXIDATIVE STABILITY OF COCOA SPREAD.....	229
Nataša Đurišić-Mladenović, Maja Buljovčić, Ferenc Kiš, Milan Tomić TRIGLICERIDI U REGULATIVI ZA OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE TRIGLYCERIDES IN DIRECTIVES FOR RENEWABLE SOURCES OF ENERGY	239
Jela Ikanović, Vera Popović, Ljubiša Živanović, Nikola Rakašćan, Snežana Janković, Ljubiša Kolarić, Slobodanka Pavlović ODRŽIVO UPRAVLJANJE SEKUNDARNIM PROIZVODIMA ULJANE REPICE U FUNKCIJI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF RAPESEED SECONDARY PRODUCTS IN THE FUNCTION OF ENVIRONMENTAL PROTECTION	249
INDEX AUTORA	259
IN MEMORIAM - VUJADIN ĐURKOVIĆ	261
IN MEMORIAM - STEVAN MAŠIREVIĆ	262

UTICAJ GLOBALNIH KRIZA NA PROIZVODNJU I TRŽIŠTE ULJANIH USEVA

Dr Olga Čurović

„Industrijsko bilje” D.O.O., Novi Sad, Srbija

IZVOD

U radu se iznose globalni događaji koji utiču na proizvodnju i tržište poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda kod nas i u svetu. Prethodna dva rada objavljena u Zborniku radova, prvi sa 62. Savetovanja industrije ulja ukazao je pre svega na uticaj Kovid 19, koji je poprimio pandemijske razmere i poremetio svetsko tržište. Drugi rad je sa 63. Savetovanja industrije ulja u vreme trajanja Kovida 19 i početkom specijalne vojne operacije Rusije na Ukrajinu i njenim uticajem na svet uopšte u 2022. godini. Istovremeno se dešavaju vremenske nepogode sa promenom klime što dovodi do otopljanja i pojave suše na pojedinim lokalitetima. Poremećaj se naravno odrazio na tržište i proizvodnju poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda.

Ključne reči: tržište, proizvodnja, cene, vremenske nepogode, Kovid 19, društveno-politički događaji

THE INFLUENCE OF GLOBAL EVENTS IN THE WORLD ON PRODUCTION AND MARKET OF OIL CROPS

ABSTRACT

The paper presents global events that affect the production and market of agricultural and food products here and in the world. The previous two papers published in the Proceedings, the first from the 62nd *Production and processing of Oilseeds* Conference, pointed above all to the impact of Covid-19, which took on pandemic proportions and disrupted the world market. The second paper is about the 63rd *Production and processing of Oilseeds* Conference during the duration of Covid-19 and the beginning of Russia's special military operation on Ukraine and its impact on the world in general in 2022. At the same time, weather disasters occur with climate change, which leads to warming and the occurrence of drought in certain localities. The disruption naturally affected the market and the production of agricultural and food products.

Key words: market, production, prices, weather problems, Covid-19, socio-political events

UVOD

Najveći uticaj na našu zemlju su bile desetogodišnje sankcije „međunarodne zajednice” koje su na kraju završile NATO bombardovanjem 1999. godine. Naša privreda je bila uništena. Međutim, svoju snagu su ispoljile poljoprivreda i u dobroj meri prehrambena industrija, proizvele su za domaće potrebe hranu i obezbedile socijalnu i prehrambenu sigurnost zemlje. Malo ko se bavio analizom stanja privrede u tom vremenu, koliki su gubici ne samo materijalni već i ljudski, zdravstveni i psihički poremećaji, zato što su neki nemerljivi. Jedino se može izračunati površina pokušaja otimanja Kosova i Metohije od strane „međunarodne zajednice” na šta sam se osvrnula na Savetovanju 2019. godine. I ovih dvadesetak godina XXI veka zaslužuju sve više da se o njima piše, ne umanjujući, već naprotiv obogaćujući osnovnu temu ovog Savetovanja.

Ovaj rad je nastavak radova sa prethodna dva Savetovanja. Za razliku od njih, ovaj rad sublimira sva globalna dešavanja od početka pandemije Kovida 19 i trajanja Specijalne vojne operacije (VO) Rusije u Ukrajini tokom 2022. godine. Vojna operacija Rusije traje još i danas, kao i sankcije prema Rusiji od strane udruženog zapada. Novi događaji se nadovezuju i prepliću sa prethodnim. Trajanje Kovida 19, oružani sukobi u svetu koji izazivaju krize, od kojih je ukrajinska kriza sa svojim posledicama globalna, ekonomske sankcije nebrojene Rusiji, zatim elementarne nepogode, kao što je suša u 2022. godini i katastrofalni zemljotresi u Turskoj i Siriji početkom 2023. godine, na koje čovek ne može da utiče, su danas osnovni faktori koji imaju uticaj na proizvodnju i tržište hrane jednako kao i plodno zemljište, klima, odnosno vremenski uslovi.

U kriznim vremenima često se na tržištu još više ispoljavaju paradoksi, u literaturi su poznati kao Veblenov efekat, odnosno Gifenov efekat, odnosno paradoksi*. Prvi je vezan za snobizam, a drugi za siromaštvo. Ovi paradoksi se još više ispoljavaju u vreme kriza i deluju na, kako svetskom tako i domaćem tržištu. U vreme trajanja krize zbog Kovida 19, Specijalne VO Rusije u Ukrajini, loših vremenskih uslova u vidu suše, nadovezuje se razarajući zemljotres u Turskoj i Siriji koji se dogodio početkom ove 2023. godine (8. februara), i time se kriza na tržištu nastavlja pojačanim intenzitetom. O svemu ovome bićemo svedoci i u narednom periodu.

MATERIJAL I METODE RADA

Analiza proizvodnje osnovnih uljanih biljnih vrsta na globalnom nivou bazirana je pre svega na ostvarene i prezentovane podatke USDA, zatim na evropskom nivou *Coceral*, kao i podataka *Agri pro*, *Sfera farm* i drugih. U komentarima smo se poslužili i ličnim prepiskama i saznanjima nama sličnih organizacija u regionu i time potkrepili naša očekivanja o situaciji u narednom periodu iz ove oblasti. Podatke za

* *Gifen, Robert, 1837-1910, napisao Napredak radničke klase u poslednjih pola veka, Rast kapitala Veblen, Torsten, 1857-1929, profesor ekonomike, napisao Teorija dokoličarske klase*

Srbiju sam koristila iz „Industrijskog bilja” jer pokazuju veću preciznost u ostvarenoj proizvodnji uljanih biljnih vrsta na našem prostoru.

Nisu se mogli izbeći komentari uticaja Kovid 19 u prvoj fazi naših analiza, a posebno posledica Specijalne vojne operacije Rusije na Ukrajinu u nastavku događaja, od 24. februara 2022. godine do danas. Njihov globalni uticaj je bio, pre svega na poremaćaj svetskog tržišta, kretanja snabdevenosti tržišta, kretanja cena, a zatim povratno na tržišta u pojedinim zemljama i regionu.

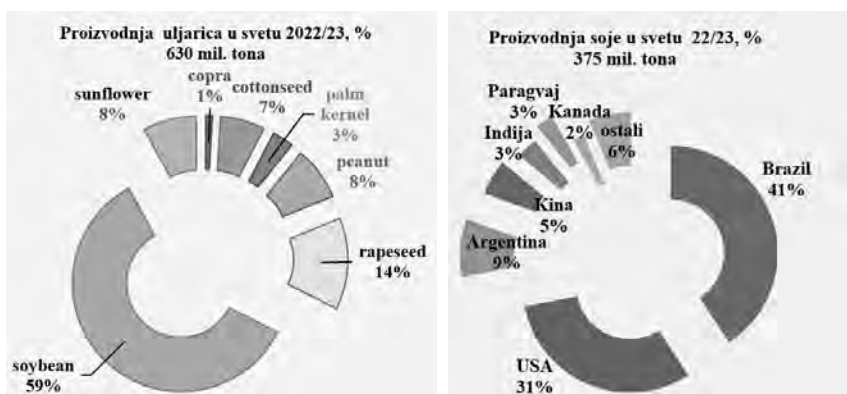
OSTVARENA PROIZVODNJA ULJANIH USEVA U SVETU

Osnovni faktori za ostvarivanje proizvodnje se detaljno analiziraju u svim radovima koji se dotiču uljanih useva, pa ih stoga ovoga puta izostavljam. To se pre svega odnosi na uslove u pogledu: 1) plodnosti zemljišta, 2) klime i mikroklimatskih promena, 3) stručne radne snage sa adekvatnom agrotehnikom. Pod adekvatnom agrotehnikom smatra se da je prilagođena klimatskim promenama i vremenskim prilikama koje su na snazi (u toku).

Proizvodnja uljanih useva, poslednje tri godine globalnih kriza, je ostvarivala rekordne rezultate. To nam pokazuju podaci o ostvarenoj proizvodnji najznačajnijih uljarica na svetskom nivou. Prema podacima USDA procene su da će se u nastupajućoj 2022/23 sezoni ostvariti rekordna proizvodnja svih uljanih useva sa 300 mil. hektara, i proizvodnjom od 630 mil. tona, više za 3,8% od prethodne sezone, slika 1.

Najveće učešće permanentno zauzima soja, 59% ove godine, zatim uljana repica od 14%, dok treće mesto od 8% imaju suncokret i kikiriki od ukupnih proizvedenih uljarica.

Proizvodnja soje je rekordna kako po pitanju površina (135,2 mil. ha), tako i u ostvarenoj proizvodnji od 375 mil. tona. Najveća proizvodnja je u Brazilu od 153 mil. tona, zatim SAD, 116 mil. tona i Argetina 33 mil. tona (Argentina ipak sa manjom proizvodnjom od prethodnih godina), slika 1.



Slika 1. Proizvodnja uljarica i proizvodnja soje u svetu 2022/23

Figure 1. Oilseed production and soybean production in the world in 2022/23

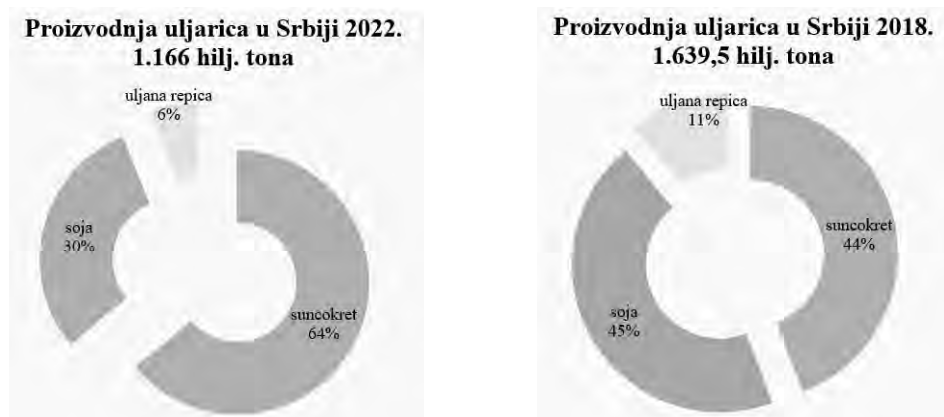
Uljana repica u svetu će sa 41 mil. hektara ostvariti 2022/23. godine rekordnu proizvodnju od 86,3 mil. tona. Najveća proizvodnja je u Kanadi i Evropskoj uniji od oko po 19 mil. tona, zatim Kini od 14,7 mil. tona i Indiji od 11,5 mil. tona.

Proizvodnja suncokreta, koji je za nas veoma važan uljani usev, ostvario je proizvodnju od 50 mil. tona sa 27 mil. hektara, manje od prethodne godine za 7 mil. tona ili 12%. Uprkos tome to je treća godina po količini ostvarene proizvodnje suncokreta u svetu. Najveća proizvodnja je u Rusiji od 16 mil. tona, Ukrajini od 10,4 mil. tona i Evropskoj uniji od 9,5 mil. tona.

Izneti podaci o rekordnoj proizvodnji uljanih useva pokazuju, da globalnih uticaja od Kovida 19 koji još uvek traje nije bilo. Promene se dešavaju na tržištu o čemu će u nastavku biti analiza. Soja i uljana repica su imale rekordnu proizvodnju. Suncokret je u Ukrajini u ratom zahvaćenim područjima podbacio i zbog nemogućnosti obavljanja žetve na vreme, a procene su da je i setva bila manja. Pa ipak ovogodišnji rod suncokreta je treći po ostvarenoj proizvodnji u svetu iza 2021/22. (57 mil. tona) i 2019/20. (54 mil. tona).

OSTVARENA PROIZVODNJA ULJANIH USEVA U SRBIJI

Proizvodnja biljnih uljanih useva u Srbiji uopšte je pretrpela gubitke zbog velike suše, koja je imala najveći negativan uticaj na prinose kukuruza i soje (slika 2). Suncokret, otporniji na visoke temperature je imao minimalne gubitke, pošto je u 2022. godini ostvario rekordnu proizvodnju, od oko 750 hiljada tona. Proizvodnja uljane repice u poslednje tri godine se kreće oko 70 hiljada tona.

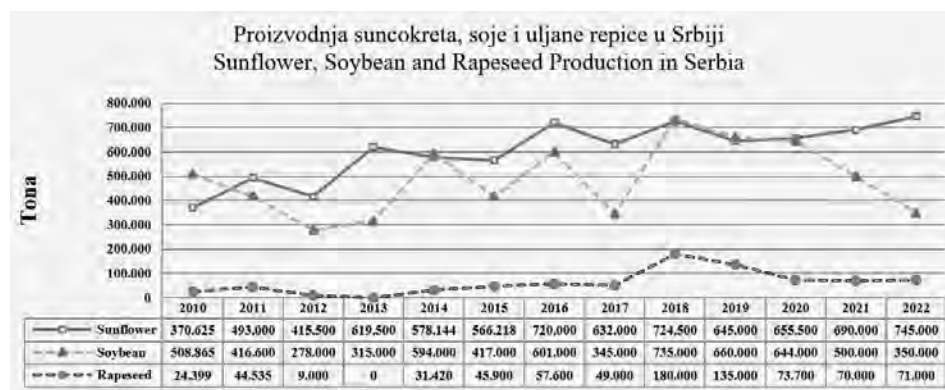


Slika 2. Proizvodnja uljarica u Srbiji u 2022. u odnosu na 2018. godinu
Figure 2. Oilseeds production in Serbia in 2022 compared to 2018

Kao što se iz prikazanog grafikona (slika 3) vidi, soja je imala oscilacije u proizvodnji pod uticajem vremenskih uslova koji joj nisu pogodovali. Nagli skok je ostvarila

2018. godine zbog visokih prinosa (3,5 t/ha), pa se izjednačava sa suncokretom u proizvodnji tri godine zaredom. Sledeće 2021. godine njena proizvodnja pada za oko 150 hiljada tona ili 23%. U 2022. godini sa preko 270 hiljada hektara ostvaruje proizvodnju samo 350 hiljada tona.

Za razliku u ostvarenim gubicima u proizvodnji soje zbog vremenskih nepogoda izazvanih sušom, Vlada Republike Srbije nije njima nadoknadila gubitke, već je nadoknadila proizvođačima suncokreta 7,8 dinara (subvencija) do 200 tona, iako je ostvarena rekordna proizvodnja tog useva u toj godini.



Slika 3. Proizvodnja suncokreta, soje i uljane repice u Srbiji, 2010-2022. godine
Figure 3. Sunflower, soybean and rapeseed production in Serbia, 2010-2022. years

TRŽIŠTE I CENE

Tržište je osetljivo na sve promene koje se dešavaju u svetu bilo materijalne ili nematerijalne prirode. U prethodnom radu sa 63. Savetovanja podrobnije sam navela šta sve utiče, sem ostvarene proizvodnje, na tržište. Ovde se analiziraju uticaji ostalih važni faktora koji su društveno socijalne i političke prirode, a koji deluju na određenom prostoru, odnosno globalno. U takvim uslovima, ne samo ranije nabrojanim, analiziraćemo proizvodnju i tržište uljanih useva u svetu i Srbiji pod uticajem i uslovima u vreme Kovida 19, zatim Specijalne vojne operacije Rusije na Ukrajinu, sankcija „Zapada” na Rusiju i drugo.

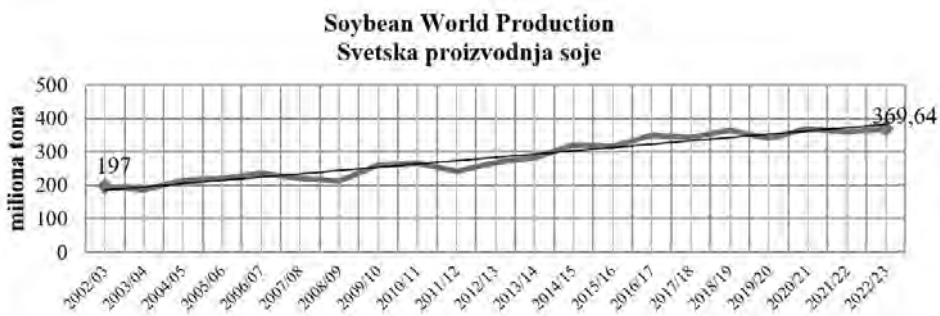
U narednom periodu biće reči o tektonskim promenama zbog učestalih i razarajućih zemljotresa na planeti, pa samim tim i promenama u vremenskim uslovima vezanim za klimu. Osetljivost tržišta takođe, u vreme promena na političkoj mapi sveta tek će se osetiti, čiji ćemo biti svedoci.

Najpre ću prikazati kretanje cena soje na svetskom tržištu (slika 4), jedne najmasovnije uljane biljne vrste u svetu u periodu početka pandemije Kovida 19, čija je cena 2019/20. iznosila svega 380 \$/t da bi za samo mesec dana bila povećana za 100 \$/t, zatim u januaru 2021. godine bila veća za celih 200 \$/t i pored toga što je

rasla proizvodnja i bila rekordna od oko 360 mil. tona (slika 5). Od februara 2022. godine (SVO) cena je porasla na preko 720 \$/toni, za 340 \$/t ili 89,5%.



Slika 4. Cena soje na berzi u Roterdamu, \$/t
Figure 4. Soybenseed prices, \$/T Rotterdam

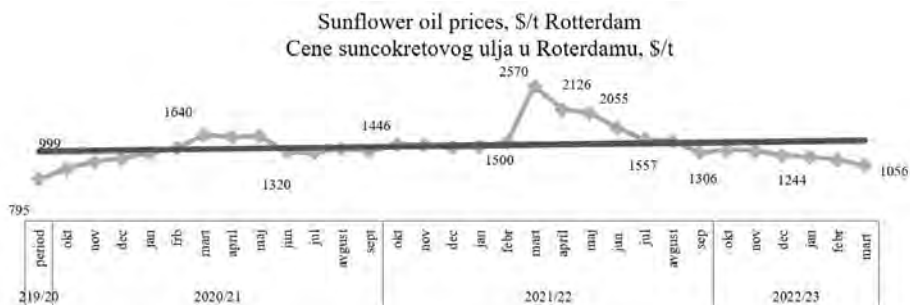


Slika 5. Svetska proizvodnja soje
Figure 5. Soybean World Production

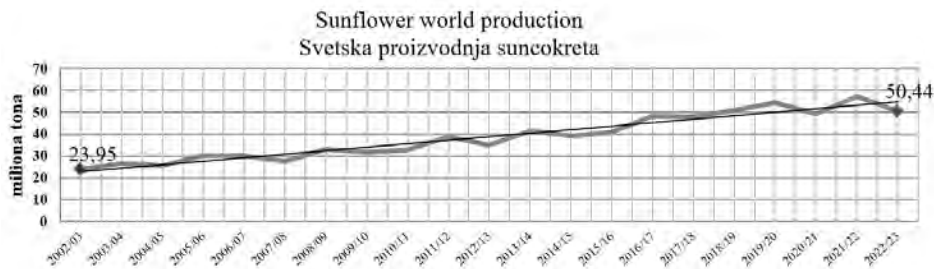
Tržište suncokreta gotovo istovetno se ponašalo na svetskom tržištu kao i soja. Zbog dominantne proizvodnje upravo u zaraćenim zemljama (Ukrajina i Rusija), suncokret je pokazao veći senzibilitet, očitovan u naglom skoku cena na tržištu (slika 6). Od početka pandemije do izbijanja sukoba cena suncokreta je povećana 2,3 puta. Okolnosti u kojima se našao izvoz ukrajinskog suncokreta i ulja pogotovo koji je umesto da završi u afričkim zemljama, otela ga je EU. Cena ukrajinskog suncokreta, kao i ulja (slika 7) je bila niža i zbog rizika koji je u dopremanju roba na tržište. Pad i stagnacija cena suncokreta i jestivog ulja, uz rekordnu proizvodnju, je nastavljena i u ovoj 2023. godini (slika 8).



Slika 6. Cene suncokreta na berzi u Rotterdamu, \$/t
Figure 6. Sunflower seed prices, \$/t Rotterdam



Slika 7. Cene suncokretovog ulja u Rotterdamu, \$/t
Figure 7. Sunflower oil prices, \$/t Rotterdam



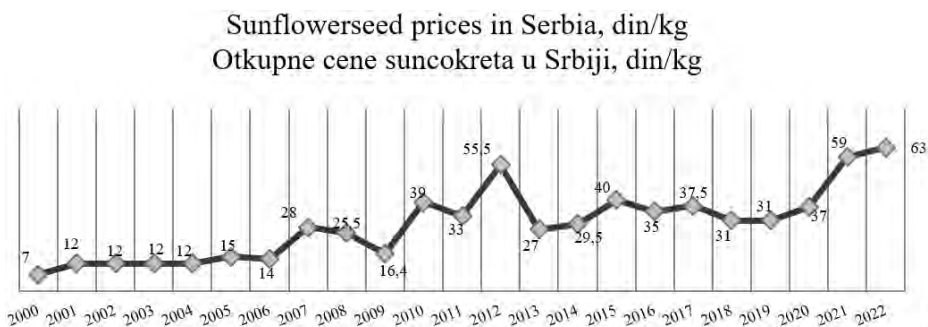
Slika 8. Svetska proizvodnja suncokreta
Figure 8. Sunflower world production

Srbija je na unutrašnjem tržištu imala slična kretanja cena uljanih useva. Odstupanja su nastala kod soje koja je u 2022. godini pretrpela štete zbog suše u pogledu prosečnih prinosa od svega 1,3 t/ha. U narednim mesecima, međutim dolazi do manjeg pada cena i smirivanja tržišta soje na unutrašnjem planu (slika 9).



Slika 9. Srbija, soja: otkupne cene, din/kg
Figure 9. Soybean oil prices in Serbia, din/kg

Suncokret je naš najmasovniji uljani biljni usev koji se već godinama seje na 240 - 270 hiljada hektara sa ostvarenim proečnim prinosisima od oko 3 t/ha. Važnost suncokreta je i zbog toga što u Srbiji postoji šest fabrika koje se bave preradom suncokreta, kao i dve fabrike za preradu soje. Osim toga suncokret je nama važan jer se preradom dobija ulje, koje se u Srbiji koristi i konzumira isključivo od suncokreta. Zbog toga što je ulje koje se koristi u potrošnji proizvedeno isključivo od suncokreta, važno je pratiti svetsko tržište i cene ova dva proizvoda. Može se oceniti da su podudarna kretanja cena suncokreta i ulja na domaćem tržištu u poređenju sa svetskim (slika 10).



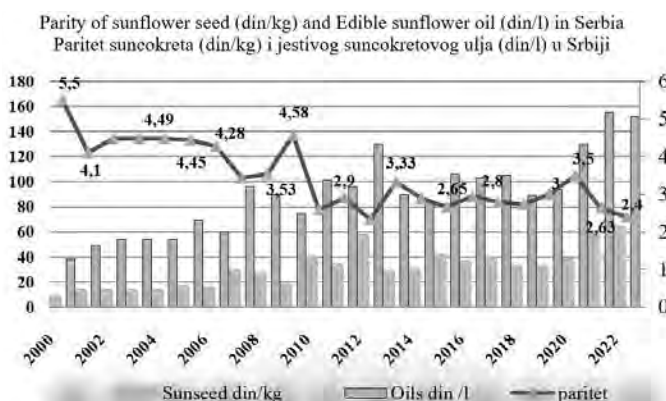
Slika 10. Otkupne cene suncokreta u Srbiji, din/kg
Figure 10. Sunflowerseed prices in Serbia, din/kg

Rast cena ulja od pojave Kovid 19 beleži se kako na svetskom tako i na domaćem tržištu počev od 10% u 2020. godini, zatim nadalje 50% da bi krajem 2022. godine rast iznosio preko 80% na domaćem tržištu (slika 11). Rast cena ulja je zaustavljen Odlukom o visini cena i ograničenja osnovnih životnih namirnica i vraćen na nivo od 15. novembra 2021. godine. Ova uredba važila je do kraja marta 2023. godine i ovih dana je produžena.



Slika 11. Kretanje cena jestivog suncokretovog ulja u Srbiji, din/l
Figure 11. Sunflower oil prices in Serbia, din/l

Uredba je izazvana ponašanjem evropskih država koje su zatvarale svoje tržište, pa je i naša zemlja donela slične mere, a da bi zaštitila standard stanovništva ograničila je cene ulja. Poljoprivredni proizvođači zbog ovih mera nisu imale posledice (subvenciju su dobili 7,8 din/kg do 200 tona). Fabrike ulja, međutim, zbog visoke otkupne cene suncokreta a zaustavljene cene ulja na nivo od 152-160 din/l, došle su u lošiji položaj jer ostvaruju samo „tehnički paritet“ (slika 12). Fabrika sa 1 litrom ulja može da kupi samo 2,4 kg suncokreta, što je svakako malo jer nema čime da pokrije ostale manipulativne troškove, koji nisu mali zbog cena energenata i drugih troškova. Još jedan loš pokazatelj za fabrike, je upravo činjenica da je u 2022. godini uljnost suncokreta ispod 39%, pa čak i 38%.



Slika 12. Paritet suncokreta (din/kg) i jestivog suncokretovog ulja (din/l) u Srbiji
Figure 12. Parity of sunflower seed (din/kg) and Edible sunflower oil (din/l) in Serbia

ZAKLJUČAK

Proizvodnja uljanih useva u svetu u poslednjih dvadeset godina ima uzlazni trend. Na dobru, odnosno rekordnu proizvodnju nije imala uticaj Korona 19 kao ni Specijalna vojna operacija (SVO) Rusije na Ukrajinu. Do pada ili smanjenja proizvodnje na pojedinim lokalitetima je došlo isključivo zbog loših vremenskih uslova.

Negativan uticaj je imala pojava Korone 19, koja naredne 2020. godine prerasta u pandemiju i dovela je do poremećaja tržišta. Dolazi do porasta cena uljanih useva, ulja i drugih proizvoda koji su vezani u reprodukcijom lancu.

Poremećaj tržišta se nastavlja sa SVO Rusije na Ukrajinu, pojačava rast cena uljanih useva i drugih proizvoda vezanih u reprodukcijom lancu.

Dalji rast cena na globalnom tržištu dolazi zbog sankcija koje međunarodna zajednica sa SAD uvodi Ruskoj federaciji, koja je pored Ukrajine najveći snabdevač evropskih zemalja osnovnim prehrambenim proizvodima i energijom.

Početak 2023. godine dolazi do smirivanja tržišta i cena, stvaranja mogućnosti u snabdevanju žitaricama, uljanim usevima i uljem-odobrenim koridorima iz Ukrajine i Rusije. To je stizalo na evropsko tržište.

Srpsko tržište, kao spojeni sudovi, je pod uticajem spoljnog tržišta. Ima istovetna kretanja cena uljanih useva i proizvoda sa evropskim tržištem.

LITERATURA

1. COCERAL - European association of trade in cereals, oilseeds, rice, pulses, olive oil, oils and fats, animal feed and agrosupply, <http://www.coceral.com/>, 2023.
2. Čurović, O. (2021). Proizvodnja i prerada industrijskog bilja 2019-2020. godine, Poslovna zajednica „Industrijsko bilje” doo, Novi Sad.
3. Dašić, D.Đ., Džombić, I.J. (2009). Uvod u ekonomiju, Univerzitet za poslovni inženjering i menadžment, Banja Luka.
4. Grupa autora (1984). Ekonomska enciklopedija 1-2, Savremena administracija, Beograd.
5. RZSS - Republički zavod za statistiku Srbije, <https://www.stat.gov.rs/>, 2023.
6. Samuelson, P.A. (1975). Ekonomska čitanka, Nakladni zavod matice Hrvatske.
7. USDA - U. S. Department of Agriculture, <https://www.usda.gov/>, 2023.

ŽETVENI OSTACI PŠENICE, KUKURUZA I SUNCOKRETA – SASTAV LIPIDNIH EKSTRAKATA

*Ranko Romanić¹, Tanja Lužaić¹, Snežana Kravić¹,
Stevan Samardžić², Zoran Maksimović²*

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

²Univerzitet u Beogradu, Farmaceutski fakultet, Beograd, Srbija

IZVOD

Poljoprivredni otpad koji nastaje nakon biljne proizvodnje 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, uključujući Srbiju. Kao uobičajena praksa, otvoreno sagorevanje poljoprivrednih ostataka dovodi do zagađenja vazduha, što predstavlja rizik po zdravlje ljudi i po životnu sredinu. Pored toga, dovodi do potpunog gubitka organske materije i azota, ugrožava divljač i predstavlja veliku opasnost zbog mogućnosti nekontrolisanog širenja požara. Primena žetvenih ostataka pšenice, kukuruza i suncokreta još uvek nije dovoljno istražena, nema visokovrednu primenu, pa je cilj ovog rada da se ispita sastav heksanskih ekstrakata žetvenih ostataka pšenice, kukuruza i suncokreta sa posebnim akcentom na ispitivanje sastava masnih kiselina. Utvrđeno je da ne postoji značajna različitost među ispitanim uzorcima u sadržaju linolne masne kiseline. Sadržaj oleinske masne kiseline je značajno niži u lipidnom ekstraktu žetvenih ostataka pšenice, u poređenju sa kukuruzom i suncokretom. Sa druge strane, sadržaj zasićenih masnih kiselina, palmitinske i lignocerinske masne kiseline, dobijen u ekstraktu žetvenih ostataka pšenice je značajno veći. U sadržaju ostalih masnih kiselina nije utvrđena značajna razlika među ispitanim uzorcima.

Ključne reči: sastav masnih kiselina, heksanski ekstrakt, žetveni ostaci, pšenica, kukuruz, suncokret

WHEAT, CORN AND SUNFLOWER HARVEST RESIDUES – COMPOSITION OF LIPID EXTRACTS

ABSTRACT

Agricultural waste generated after crop production is still largely underutilized. It is often burned in fields, especially in developing countries that do not have strong

regulatory instruments to control such practices, including Serbia. As a common practice, open burning of agricultural residues leads to air pollution, which poses a risk to human health and the environment. In addition, they lead to a complete loss of organic matter and nitrogen, threaten wildlife and pose a great danger due to the possibility of uncontrolled spread of fire. The use of wheat, corn and sunflower crop residues has not yet been sufficiently investigated, it does not have a high-value application, so the aim of this work is to examine the composition of hexane extracts of wheat, maize and sunflower crop residues with special emphasis on the examination of fatty acid composition. It was found that there is no significant difference among the tested samples in the content of linoleic fatty acid. The oleic fatty acid content is significantly lower in the lipid extract of wheat crop residues, compared to corn and sunflower. On the other hand, the content of saturated fatty acids, palmitic and lignoceric, obtained in the extract of wheat harvest residues is significantly higher. No significant difference was found in the content of other fatty acids among the tested samples.

Key words: fatty acid composition, hexane extract, harvest residues, wheat, corn, sunflower

UVOD

U svim granama biljne proizvodnje posle žetve ostaje korenje i nadzemni delovi bilke - žetveni ostaci. Ovi sporedni proizvodi biljne proizvodnje mogu se iskoristiti na više načina: kao hrana za životinje, neposredno ili u prerađenom i oplemenjenom obliku, kao sirovina za dobijanje celuloze, papira, iverice i sl., kao prostirke u stočarstvu, kao sirovina za spremanje veštačkog stajnjaka i komposta i neposrednim uključivanjem u procesu korišćenja organske materije zaoravanjem u zemljište. Ukoliko se žetveni ostaci ne odnesu sa njive i ne koriste u stočarstvu ili na neki drugi način, potrebno ih je na neki način ukloniti i osloboditi površinu za blagovremenu obradu zemljišta za naredni usev. Spaljivanje žetvenih ostataka dovodi do štetnih posledica u poljoprivrednoj proizvodnji, a po postojećim zakonskim propisima je i zabranjeno (Zakon o zaštiti od požara, 2009). Spaljivanje znači potpun gubitak organske materije i azota. Osim gubitaka u organskoj materiji vatra uništava korisne članove edafona, ugrožava divljač, zagađuje okolinu i predstavlja veliku opasnost zbog mogućnosti nekontrolisanog širenja požara. Količina žetvenih ostataka u intenzivnoj biljnoj proizvodnji je značajna i zavisi od biljne vrste, sorte/hibrida, kao i od vremenskih uslova u pojedinim godinama. Nakon žetve pšenice zaostane 5-7 t/ha slame, kod kukuruza 8-12 t/h, dok je kod suncokreta 4-6 t/ha (Evon, 2008).

Potreba za održivom zamenom fosilnog ugljenika i održavanjem trenda porasta temperature na globalnom nivou znatno ispod 2°C u odnosu na predindustrijski nivo (IPCC, 2018) izaziva sve veći interes za korišćenje poljoprivrednih sporednih proizvoda kao alternativnih sirovina za dobijanje ugljenika. U zemljama sa visokim poljoprivrednim kapacitetom, žetveni ostaci predstavljaju važan izvor nefosilnog ugljenika (Hamelin i sar., 2019, 2021; Hansen i sar., 2020; Karan i Hamelin, 2021). Iako se slama žita obično eksploatiše (Thorenz i sar., 2018), upotreba slame uljarica, a posebno slame suncokreta

(koja se takođe obično naziva stabljika suncokreta), dobija manje pažnje u smislu njihove upotrebe kao sirovine za dobijanje ugljenika u budućoj bioekonomiji. Ipak, uzgoj suncokreta je u stalnom porastu tokom poslednjih 20 godina, a evropska proizvodnja je odgovorna za više od polovine globalne ponude (FAOSTAT, 2020). U nekoliko studija je razmatrana valorizacija različitih sporednih proizvoda suncokreta, a stabljike su bile poželjnije s obzirom na njihovu dostupnost i sastav. Stabljike predstavljaju oko 25% (na suhu materiju) ukupne mase biljke (Evon, 2008). Primeri mogućih upotreba stabljike kreću se od proizvodnje iverice (Evon i sar., 2012, 2015; Kristova i sar., 1996) za proizvodnju nameštaja (Bektas i sar., 2005; Klimek i sar., 2016), za materijale za pakovanje (Klimek i sar., 2016; Marechal i Rigal, 1999) ili toplotne izolacije (Matijas i sar., 2015; Mati-Baouche i dr., 2016; Evon i sar., 2014). Druge primene uključuju njegovu upotrebu za proizvodnju komponenata za vozila male mase (Mathias i sar., 2015) i u građevinskom sektoru za proizvodnju materijala sa većim koeficijentima apsorpcije zvuka od trenutno komercijalizovanih materijala (Oancea i sar., 2018). Poslednja pomenuta primena se smatra da ima velikog potencijala, za lignocelulozne materijale uopšteno, pa i za žetvene ostatke suncokreta (Jensen i sar., 2021; Oldham i sar., 2011; Pedrosa i sar., 2017). Prema Chabriac i sar. (2016), srž suncokreta, unutrašnja penasta komponenta stabljike, ima vrednost koeficijenta apsorpcije zvuka koje mogu biti ekvivalentne onima dobijenim od materijala kao što je fiberglas. Slično, Oancea i sar. (2018) utvrdili su da beton pomešan sa suncokretovom srži ima veće koeficijente apsorpcije zvuka od konvencionalnog betona koji se koristi kao građevinski materijal. Iako potencijalno vredan tok u naporima ka neutralizovanju efekta staklene bašte, stabljika suncokreta nakon žetve izaziva zabrinutost, između ostalog, zbog iscrpljivanja zaliha ugljenika u zemljištu (Hansen i sar., 2020). Takvi kompromisi se često analiziraju pomoću Procene životnog ciklusa (LCA), opštepriznatog alata za poređenje uticaja novih i postojećih tehnologija na životnu sredinu radi donošenja odluka zasnovanih na dokazima. Međutim, većina ekoloških procena o suncokretu su bile foksirane na upotrebu semena/zrna kao sirovine za proizvodnju biljnog ulja ili biogoriva (Sanz Rekuena i sar., 2011; Iriarte i sar., 2010). Studija Mathis i sar. (2015) je, prema saznanjima autora, jedini dostupan LCA o korišćenju rezidualne biomase suncokreta kao sirovine za proizvodnju materijala, gde se procenjuju svojstva stabljika suncokreta za biokompozitne materijale. Iako je vredna, ova studija se ne bavi pitanjem iscrpljivanja zaliha ugljenika i ograničena je na poljoprivrednu fazu proizvodnje suncokreta.

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. Sin (2012) je u heksanskom ekstraktu žetvenih ostataka suncokreta od zasićenih masnih kiselina utvrdio prisustvo palmitinske (C16:0), stearinske (C18:0), arahidonske (C20:0), kao i polinezasićene linolne (C18:2) masne kiseline.

Sa aspekta primene žetvenih ostataka pšenice, u svetu se oni koriste kao potencijalna sirovina u industriji papira (Sun i Sun, 2001). U lipidnom ekstraktu žetvenih ostataka

pšenice Sin (2012) je identifikovao tri zasićene slobodne masne kiseline: miristinsku (C14:0), palmitinsku (C16:0) i stearinsku masnu kiselinu (C18:0). Slobodne masne kiseline sa neparnim brojem ugljenikovih atoma su veoma retke jer se ova grupa molekula formira dodavanjem C2 dela molekula tokom procesa elongacije. Slobodne masne kiseline nastaju biosintezom lipida i verovatno hidrolizom triacilglicerola ili estara voskova starenjem biljke (Kunst i Samuels, 2003). Sun i Tompkinson (2003) izvestili su o sadržaju slobodnih zasićenih masnih kiselina u pšeničnoj slami u rasponu od kaprinske (C10:0) do lignocerinske masne kiseline (C24:0). Dosadašnja istraživanja dokazuju prisustvo slobodnih zasićenih masnih kiselina i sa parnim i sa neparnim brojem C atoma, iako samo tri preovlađuju: miristinska (C14:0), palmitinska (C16:0) i stearinska masna kiselina (C18:0) (Sun i Tompkinson, 2003; Deswarte, 2006). Sin (2012) je identifikovao ograničen broj slobodnih zasićenih masnih kiselina jer su lipidni ekstrakti analizirani grubo, bez razdvajanja. Nezasićene slobodne masne kiseline palmitoleinska (C16:1), oleinska (C18:1), linolna (C18:2), alfa linolenska (C18:3) i eikosenska kiselina (C20:1) identifikovane su u prethodnim studijama (Sun i Tompkinson, 2003; Deswarte, 2006). U početku biosintetskog puta se formira miristinska kiselina (C14:0), a zatim slede palmitoleinska (C16:1) i oleinska masna kiselina (C18:1). Deswarte (2006) je uspeo da identifikuje tako širok spektar masnih kiselina pošto su sirovi ekstrakti frakcionisani hromatografijom na koloni, tako da GC metoda može da se podesi da analizira slobodne masne kiseline pojedinačno, na primer upotrebom polarnije kolone da bi se olakšalo razdvajanje. Dobijene masne kiseline mogu naći potencijalnu primenu u prizvodnji sapuna, deterdženata, ulja za podmazivanje i lakova za čišćenje (Ruston, 1952; Hill, 2001).

Lipofilna frakcija žetvenih ostataka pšenice i suncokreta, a još manje kukuruza, nije dovoljno istražena, nema visokovrednu primenu, što otvara novu mogućnost za izvođenje ekstrakcije i valorizaciju komponenti visoke vrednosti. S tim u vezi, u ovom radu ispitan je sastav lipidnih ekstrakata dobijenih rastvaranjem u heksanu žetvenih ostataka pšenice, kukuruza i suncokreta sa posebnih akcentom na ispitivanje sastava masnih kiselina. Cilj je da se ispita mogućnost potencijalne primene pomenutih ekstrakata u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Žetveni ostaci pšenice, kukuruza i suncokreta sakupljeni su sa polja na teritoriji Vojvodine, zasejanim ovim kulturama, neposredno nakon žetve. Dobijeni ostaci su osušeni na suncu, a zatim isečeni na manje komade i samleveni pomoću mlina čekićara, u cilju lakše ekstrakcije. Lipidni ekstrakt žetvenih ostataka dobijen je u poluindustrijskim uslovima, korišćenjem heksana kao rastvarača, koji je zatim uparen pod vakuumom.

Metode

Sastav masnih kiselina uzoraka heksanskih ekstrakata određen je gasnom hromatografijom-masenom spektrometrijom (GC-MS) u skladu sa standardnom metodom (SRPS EN ISO 12966-4, 2016; SRPS EN ISO 12966-2, 2017).

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost tri pojedinačne probe \pm standardna devijacija. Jednosmerna analiza varijanse (ANOVA) pomoću Tukey testa korišćena je za utvrđivanje značajnih razlika među podacima na nivou značajnosti $p < 0,05$. Za statističku obradu podataka korišćeni su programi Statistica verzija 13.5.0.17 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA) i Microsoft Excel 2013.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tabela 1. Sastav masnih kiselina lipidnih ekstrakata
žetvenih ostataka pšenice, kukuruza i suncokreta
Table 1. Fatty acid composition of lipid extracts of wheat,
corn and sunflower harvest residues

Masne kiseline/ Fatty acids	Lipidni ekstrakt žetvenih ostataka/ Lipid extracts of harvest residues		
	Pšenice/ Wheat	Kukuruza/ Corn	Suncokreta/ Sunflower
C14:0	1,44 \pm 0,31 ^{abB}	0,49 \pm 0,02 ^{aA}	nd
C16:0	23,74 \pm 8,23 ^{cdB}	11,84 \pm 0,46 ^{eAB}	6,13 \pm 0,28 ^{cA}
C16:1	nd	4,61 \pm 0,10 ^{dA}	nd
C18:0	3,10 \pm 0,79 ^{abA}	2,58 \pm 0,08 ^{bcA}	2,56 \pm 0,08 ^{ba}
C18:1	12,93 \pm 3,99 ^{bcA}	29,32 \pm 0,30 ^{hb}	26,54 \pm 1,02 ^{eb}
C18:2	26,76 \pm 7,61 ^{dA}	24,01 \pm 0,21 ^{gA}	34,34 \pm 0,97 ^{fA}
C18:3n3	1,59 \pm 0,48 ^{abA}	2,93 \pm 0,02 ^{eb}	0,88 \pm 0,12 ^{abA}
C20:0	6,97 \pm 2,94 ^{abA}	4,37 \pm 0,08 ^{dA}	5,53 \pm 0,53 ^{cA}
C22:0	6,92 \pm 3,30 ^{abA}	4,74 \pm 0,36 ^{dA}	4,84 \pm 0,20 ^{cA}
C24:0	3,16 \pm 0,15 ^{abB}	2,10 \pm 0,25 ^{ba}	2,33 \pm 0,18 ^{ba}
Ostale komponente	21,68 \pm 6,96 ^{cdB}	13,02 \pm 0,10 ^{fA}	16,85 \pm 1,97 ^{dAB}

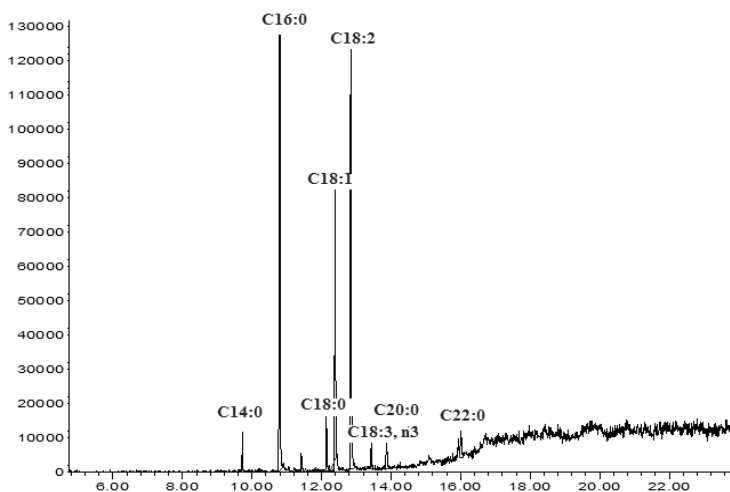
nd - nije detektovano

Različita mala slova u istoj koloni ukazuju na značajno različite vrednosti između sadržaja masnih kiselina, dok različita velika slova u istom redu ukazuju na značajno različite vrednosti među uzorcima ($p < 0,05$)

Ispitivanjem sastava lipidnih ekstrakata žetvenih ostataka pšenice, kukuruza i suncokreta utvrđeno je da najveći deo čine masne kiseline. Naime, svega 21,68 \pm 6,96%, 13,02 \pm 0,10% i 16,85 \pm 1,97% lipidnih ekstrakata žetvenih ostataka pšenice, kukuruza i suncokreta su druge komponente (tabela 1). Sun i Sun (2001) ispitivali su sastav masnih kiselina lipidnih ekstrakata žetvenih ostataka pšenice dobijenih ekstrakcijom različitim organskim rastvaračima: toluen - metanol (2:1, v/v), toluen - metanol -

etanol (1:1:1, v/v/v), metil tert - butil etar, hlороform - metanol (2:1, v/v). Sadržaj masnih kiselina u ovim ekstraktima kretao se od $42,08 \pm 0,92\%$, koliko je utvrđeno u uzorku ekstrahovanom metil tert - butil etrom do $63,32 \pm 1,62\%$, dobijenim u uzorku ekstrahovanom smešom rastavarača toluen - metanol - etanol.

U heksanskom ekstraktu žetvenih ostataka pšenice dominantna masna kiselina je linolna (C18:2) sa sadržajem od $26,76 \pm 7,61\%$. U nešto nižem sadržaju ($23,74 \pm 8,23\%$) utvrđeno je prisustvo palmitinske kiseline (C16:0), zatim sledi oleinska (C18:1) sa ($12,93 \pm 3,99\%$). Ostale zasićene masne kiseline (stearinska - C18:0, miristinska - C14:0, arahidska - C20:0, behenska - C22:0, lignocerinska - C24:0) nalaze se u značajno nižem udelu (manje od $6,97\%$). U izuzetno niskom sadržaju ($1,59 \pm 0,48\%$) utvrđeno je prisustvo i alfa linolenske masne kiseline (C18:3n3). Dobijeni masnokiselinski sastav prikazan je i na hromatogramu na slici 1.

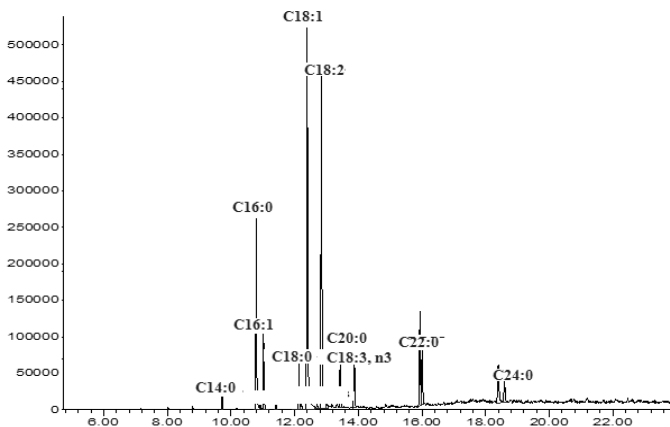


Slika 1. Hromatogram sastava masnih kiselina lipidnog ekstrakta žetvenih ostataka pšenice
Figure 1. Fatty acids composition GC chromatogram of hexane extract of wheat harvest residues

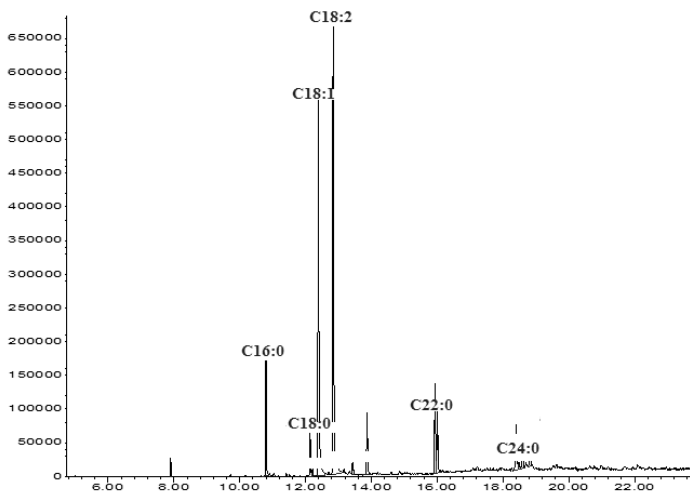
U heksanskom ekstraktu žetvenih ostataka kukuruza dominantna masna kiselina je oleinska čiji sadržaj je iznosio $29,32 \pm 0,30\%$. Linolna masna kiselina se nalazi u nešto nižem sadržaju ($24,01 \pm 0,21\%$). Zatim sledi palmitinska sa udelom od $11,84 \pm 0,46\%$. Sadržaj ostalih masnih kiselina je niži od 5% (tabela 1, slika 2).

Slično ekstraktu žetvenih ostataka kukuruza i kod suncokreta je dominantna masna kiselina linolna sa sadržajem od $34,34 \pm 0,97\%$ (tabela 1, slika 3). Utvrđen je značajno niži sadržaj oleinske masne kiseline koji iznosi $26,54 \pm 1,02\%$. Od zasićenih masnih kiselina najzastupljenija je palmitinska sa sadržajem od $6,13 \pm 0,28\%$, zatim sledi arahidonska ($5,53 \pm 0,53\%$), behenska ($4,84 \pm 0,20\%$), dok je u značajno nižem

sadržaju potvrđeno prisustvo stearinske ($2,56 \pm 0,08\%$) i lignocerinske masne kiseline ($2,33 \pm 0,18\%$).



Slika 2. Hromatogram sastava masnih kiselina lipidnog ekstrakta žetvenih ostataka kukuruza
Figure 2. Fatty acids composition GC chromatogram of hexane extract of corn harvest residues



Slika 3. Hromatogram sastava masnih kiselina lipidnog ekstrakta žetvenih ostataka suncokreta
Figure 3. Fatty acids composition GC chromatogram of hexane extract of sunflower harvest residues

U ispitanim lipidnim ekstraktima utvrđeno je prisustvo i alfa linolenske masne kiseline, najviše u ekstraktu žetvenih ostataka kukuruza, $2,93 \pm 0,02\%$, dok je kod pšenice i suncokreta dobijen značajno niži sadržaj ove masne kiseline, $1,59 \pm 0,48\%$ i $0,88 \pm 0,12\%$, redom.

ZAKLJUČAK

Poređenjem sastava masnih kiselina žetvenih ostataka pšenice, kukuruza i suncokreta može se zaključiti da ne postoji značajna različitost u sadržaju najdominantnije, linolne masne kiseline između uzoraka. Sadržaj oleinske masne kiseline je značajno niži u lipidnom ekstraktu žetvenih ostataka pšenice, u poređenju sa kukuruzom i suncokretom. Sa druge strane, sadržaj zasićenih masnih kiselina, palmitinske i lignocerinske masne kiseline, dobijen u ekstraktu žetvenih ostataka pšenice je značajno veći. U sadržaju ostalih masnih kiselina nije utvrđena značajna razlika među ispitanim uzorcima.

Zahvalnica

Istraživanje sporevedeno uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije, broj projekta: 7752847, Value-Added Products from Maize, Wheat and Sunflower Waste as Raw Materials for Pharmaceutical and Food Industry - PhAgroWaste.

LITERATURA

1. 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.
2. Bektas, I., Guler, C., Kalaycioglu, H., Mengeloglu, F., Nacar, M. (2005). The Manufacture of Particleboards using Sunflower Stalks (*Helianthus annuus* L.) and Poplar Wood (*populus alba* L.). *J. Compos. Mater.*, 39(5): 467–473.
3. Chabriac, P.A., Gourdon, E., Gle, P., Fabbri, A., Lenormand, H. (2016). Agricultural byproducts for building insulation: acoustical characterization and modeling to predict micro-structural parameters. *Construct. Build. Mater.*, 112: 158–167.
4. Deswarte, F. (2006). Extraction of high-value chemicals from wheat straw (*Triticum aestivum*). PhD thesis, University of York, York, UK.
5. Evon, P. (2008). Nouveau procédé de bioraffinage du tournesol plante entière par fractionnement thermo-mécano-chimique en extrudeur bi-vis: Etude de l'extraction aqueuse des lipides et de la mise en forme du raffinat en agromatériaux par thermomoulage/New process for the biorefining of sunflower whole plant by thermo-mechanical-chemical fractionation in a twin-screw extruder: Study of the aqueous extraction of lipids and the shaping of the raffinate into agromaterials by thermomoulding. University of Toulouse - National Polytechnic Institute of Toulouse.
6. Evon, P., Vandebossche, V., Pontalier, P., Rigal, L. (2014). New thermal insulation fiberboards from cake generated during biorefinery of sunflower whole plant in a twin-screw extruder. *Ind. Crop. Prod.*, 52: 354–362.

7. Evon, P., Vandenbossche, V., Rigal, L. (2012). Manufacturing of renewable and biodegradable fiberboards from cake generated during biorefinery of sunflower whole plant in twin-screw extruder: influence of thermo-pressing conditions. *Polym. Degrad. Stabil.*, 97(10): 1940–1947.
8. Evon, P., Vinet, J., Labonne, L., Rigal, L. (2015). Influence of thermo-pressing conditions on the mechanical properties of biodegradable fiberboards made from a de-oiled sunflower cake. *Ind. Crop. Prod.*, 65: 117–126.
9. FAOSTAT (2020). Sunflower seed. *Crops*. September. (dostupno na: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>).
10. Hamelin, L., Borzęcka, M., Kozak, M., Pudełko, R. (2019). A spatial approach to bioeconomy: quantifying the residual biomass potential in the EU-27. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 100: 127–142.
11. Hamelin, L., Møller, H.B., Jørgensen, U. (2021). Harnessing the full potential of biomethane towards tomorrow's bioeconomy: a national case study coupling sustainable agricultural intensification, emerging biogas technologies and energy system analysis. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 138: 110506.
12. Hansen, J.H., Hamelin, L., Taghizadeh-Toosi, A., Olesen, J.E., Wenzel, H. (2020). Agricultural residual bioenergy potential that sustain soil carbon depends on energy conversion pathways. *Glob. Change Biol. Bioenergy*, 12(11): 1002–1013.
13. Hill, K. (2001). Fats and Oils as Oleochemical Raw Materials. *J. Oleo Sci.*, 50(5): 433–444.
14. IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 616.
15. Iriarte, A., Rieradevall, J., Gabarrell, X. (2010). Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops under Chilean conditions. *J. Clean. Prod.*, 18(4): 336–345.
16. Jensen, M.S., Alfieri, P.V. (2021). Design and manufacture of insulation panels based on recycled lignocellulosic waste. *Clean. Eng. Technol.*, 3: 100–111.
17. Karan, S.K., Hamelin, L. (2021). Crop residues may be a key feedstock to bioeconomy but how reliable are current estimation methods? *Resour. Conserv. Recycl.*, 164: 105211.
18. Khristova, P., Yossifov, N., Gabir, S. (1996). Particle board from sunflower stalks: preliminary trials. *Bioresour. Technol.*, 58 (3): 319–321.
19. Klímek, P., Meinschmidt, P., Wimmer, R., Plinke, B., Schirp, A. (2016). Using sunflower (*Helianthus annuus* L.), topinambour (*Helianthus tuberosus* L.) and cup-plant (*Silphium perfoliatum* L.) stalks as alternative raw materials for particleboards. *Ind. Crop. Prod.*, 92: 157–164.
20. Kunst, L., Samuels, A. L. (2003). Biosynthesis and secretion of plant cuticular wax. *Prog. Lipid Res.*, 42: 51-80.
21. Marechal, V., Rigal, L. (1999). Characterization of by-products of sunflower culture - commercial applications for stalks and heads. *Indus. Crop Prod.*, 10(3): 185–200.

22. Mathias, J.-D., Alzina, A., Gr'ediac, M., Michaud, P., Roux, P., Baynast, H.D., Delattre, C., Dumoulin, N., Faure, T., Larrey-Lassalle, P., Mati-Baouche, N., Penneç, F., Sun, S., Tessier-Doyen, N., Toussaint, E., Wei, W. (2015). Upcycling sunflower stems as natural fibers for biocomposite applications. *BioResour.*, 10 (4): 8076–8088.
23. Mati-Baouche, N., de Baynast, H., Michaud, P., Dupont, T., Leclair, P. (2016). Sound absorption properties of a sunflower composite made from crushed stem particles and from chitosan bio-binder. *Appl. Acoust.*, 111: 179–187.
24. Oancea, I., Bujoreanu, C., Budescu, M., Benchea, M., Gradinaru, C.M. (2018). Considerations on sound absorption coefficient of sustainable concrete with different waste replacements. *J. Clean. Prod.*, 203: 301–312.
25. Oldham, D.J., Egan, C.A., Cookson, R.D. (2011). Sustainable acoustic absorbers from the biomass. *Appl. Acoust.*, 72: 350–363.
26. Pedroso, M., de Brito, J., Silvestre, J. (2017). Characterization of eco-efficient acoustic insulation materials (traditional and innovative). *Construct. Build. Mater.*, 140: 221–228.
27. Perspectives agricoles (2022). Perspectives 'economiques: les grandes cultures en Europe dans dix ans. (dostupno na: <https://www.perspectives-agricoles.com/perspectives-economiques-les-grandes-cultures-en-europe-dans-dix-ans-@/view-3898-arvarticlepa.html>).
28. Ruston, N. A. (1952). Commercial uses of fatty acids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 29(11): 495–498.
29. Sanz Requena, J.F., Guimaraes, A.C., Quir'os Alpera, S., Relea Gangas, E., Hernandez- Navarro, S., Navas Gracia, L.M., Martin-Gil, J., Fresneda Cuesta, H. (2011). Life Cycle Assessment (LCA) of the biofuel production process from sunflower oil, rapeseed oil and soybean oil. *Fuel Process. Technol.*, 92 (2): 190–199.
30. Sin, E. H. K. (2012). The extraction and fractionation of waxes from biomass. PhD thesis, University of York, York, UK.
31. SRPS EN ISO 12966-2 (2017). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Gasna hromatografija metilestara masnih kiselina - Deo 2: Priprema metilestara masnih kiselina (ISO 12966-2:2017). Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
32. SRPS EN ISO 12966-4 (2016). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Gasna hromatografija metilestara masnih kiselina - Deo 4: Određivanje kapilarnom gasnom hromatografijom (ISO 12966-4:2015). Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
33. Sun, R. C., Sun, X. F. (2001). Identification and quantitation of lipophilic extractives from wheat straw. *Ind. Crops. Prod.*, 14(1): 51–64.
34. Sun, R. C., Tomkinson, J. (2003). Comparative study of organic solvent and water-soluble lipophilic extractives from wheat straw I: Yield and chemical composition. *J. Wood Sci.*, 49(1): 47–52.
35. Thorenz, A., Wietschel, L., Stindt, D., Tuma, A. (2018). Assessment of agroforestry residue potentials for the bioeconomy in the European Union. *J. Clean. Prod.*, 176: 348–359.
36. Zakon o zaštiti od požara, Službeni glasnik Republike Srbije, 111/2009.

HEMIJSKA DESIKACIJA SUNCOKRETA – NOVI IZAZOVI

*Vladimir Miklič, Jelena Ovuka, Goran Malidža, Branislav Ostojić,
Miloš Krstić, Goran Jokić, Daliborka Butaš, Velimir Radić,
Nenad Dušanić, Nada Hladni, Siniša Jocić, Sandra Cvejić*

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

IZVOD

Ispitivan je uticaj hemijskih desikanata na gubitak vlage zrna i semenske kvalitete suncokreta. Herbicidima Kabuki 2.5 EC (a. i. pyraflufen-ethyl, 1 l/ha), i carfentrazone-ethyl, (0,4 l/ha) tretirano je 6 CMS roditeljskih linija. Prosečan sadržaj vlage zrna se kod oba tretmana nije značajno razlikovao od kontrolne varijante. Nije bilo vidljivih znakova sušenja drugih biljnih organa u odnosu na kontrolu. Energija klijanja i klijavost semena ispitivani su 40 i 54 dana posle žetve. Nije došlo do pada semenskih kvaliteta u odnosu na kontrolu. Korišćeni herbicidi nisu pokazali zadovoljavajući efekat u desikaciji suncokreta.

...**Ključne reči:** suncokret, hemijska desikacija, klijavost, sadržaj vlage u semenu

CHEMICAL DESICCATION OF SUNFLOWER – NEW CHALLENGES

ABSTRACT

The influence of chemical desiccants on grain moisture loss and sunflower seed quality was investigated. 6 CMS parental lines were treated with the herbicides Kabuki 2.5 EC (a. i. pyraflufen-ethyl, 1 l/ha) and carfentrazone-ethyl (0.4 l/ha). The average grain moisture content in both treatments was not significantly different from the control variety. There were no visible signs of drying of other plant organs compared to the control. Germination energy and seed germination were examined 40 and 54 days after harvest. There was no decline in seed quality compared to the control. The used herbicides did not show a satisfactory effect in sunflower chemical desiccation.

Key words: sunflower, chemical desiccation, germination, seed moisture content

UVOD

Hemijska desikacija suncokreta primenjuje se u cilju sušenja nadzemnih biljnih organa i smanjenja vlage zrna radi omogućavanja ranije žetve. Koristi od desikacije su i smanjenje štete od ptica i bolesti, smanjenje gubitaka usled osipanja zrna i poleganja stabla, omogućavanje lakše žetve kao i ranija priprema parcele za naredni usev (Miklić i sar., 2012). Posebni značaj hemijska desikacija ima u proizvodnji semenskog suncokreta jer omogućava dobijanje većeg prinosa i kvalitetnijeg semena (Čanak i sar., 2011). Hemijska desikacija se mora obaviti u optimalnom momentu zrelosti, prerana desikacija može negativno uticati na prinos, masu 1000 semena i semenske kvalitete a kod kasne desikacije ne dobija se očekivana korist (Radić, 2006).

Za hemijsku desikaciju u istraživanjima i praksi korišteni su različiti preparati: $MgCl_2$ (Morozov, 1973), Paraquate (Shaden i sar., 1970), Harvade (Liović i sar., 2010). Ipak, u svetu se najviše koristi Reglone (Diquate) koji ima velike prednosti u odnosu na druge preparate, veoma brzo deluje i nema negativnih efekata kod pravilne primene. Poslednjih godina mnogi od desikanata su izgubili registraciju, posebno u Evropi, pa tako i u Srbiji. Sada su uvedena ograničenja i za Reglone i postavlja se pitanje šta koristiti za hemijsku desikaciju u proizvodnji suncokreta.

Cilj ovog rada je ispitivanje novih potencijalnih hemijskih desikanata za korišćenje u proizvodnji semenskog suncokreta.

MATERIJAL I METODE RADA

Ogled sa tretiranjem suncokreta hemijskim desikantima postavljen je na Rimskim šančevima na zemljištu tipa černoze u 2019. godini po split-split plot sistemu. Ispitivano je 6 CMS linija suncokreta, stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Korišteni su herbicidi Kabuki 2.5 EC (a. i. pyraflufen-ethyl, u dozi od 1 l/ha) koji se koristi kao desikant krompira (tretman 1), i carfentrazone-ethyl, (u dozi od 0.4 l/ha) koji se koristi kao herbicid za širokolisne korove i kao desikant kod retrovegetaciju pamuka (tretman 2). Tretmani su izvršeni kada je dostignuta fiziološka zrelost po osnovu fenotipskih pokazatelja (sušenje trubastih cvetova, sušenje brakteja, promena boje poledine glave suncokreta od zelene ka žutoj). U momentu tretiranja uzeti su uzorci semena i utvrđen sadržaj vlage u semenu gravimetrijskom metodom. Sadržaj vlage u semenu utvrđen je ponovo i 7 i 14 dana nakon tretiranja desikantom. Za određivanje energije klijanja i klijavosti seme je posejano 40 i 54 dana nakon žetve, korišćena je metoda ISTA (2018). Podaci su obrađeni u statističkom paketu GENSTAT, primenom analize varijanse trofaktorijalnog ogleda, prema split-split-plot modelu. Za poređenje razlika između tretmana posmatranog faktora izračunate su LSD vrednosti na pragovima značajnosti od 1 i 5%.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tabela 1. Sadržaj vlage u semenu 0, 7 i 14 dana nakon tretmana (%)
Table 1. Seed moisture content 0, 7 and 14 days after the treatment (%)

Genotip Genotype (A)	Tretman Treatment (B)	Period, Period (C)			\bar{x} (AxB)	\bar{x} (A)	
		start	7 dana 7 days	14 dana 14 days			
CMS 1	Kontrola, Check	44.75	41.16	20.92	35.61	34.45	
	1	44.75	35.75	19.02	33.17		
	2	44.75	23.70	35.23	34.56		
	\bar{x} (AxC)	44.75	37.38	21.21			
CMS 2	Kontrola, Check	40.45	35.40	15.13	30.33	30.21	
	1	40.45	25.88	14.81	27.05		
	2	40.45	36.24	23.04	33.24		
	\bar{x} (AxC)	40.45	32.51	17.66			
CMS 3	Kontrola, Check	32.12	21.57	16.66	23.45	22.95	
	1	32.12	20.35	15.83	22.77		
	2	32.12	18.94	16.80	22.62		
	\bar{x} (AxC)	32.12	20.29	16.43			
CMS 4	Kontrola, Check	18.99	13.68	9.87	14.18	14.93	
	1	18.99	17.09	11.98	16.02		
	2	18.99	14.59	10.17	14.58		
	\bar{x} (AxC)	18.99	15.12	10.67			
CMS 5	Kontrola, Check	29.46	17.04	13.30	19.93	21.00	
	1	29.46	22.11	15.05	22.21		
	2	29.46	19.28	13.87	20.87		
	\bar{x} (AxC)	29.46	19.48	14.07			
CMS 6	Kontrola, Check	28.46	16.87	12.56	19.30	20.91	
	1	28.46	22.13	15.67	22.09		
	2	28.46	21.51	14.09	21.35		
	\bar{x} (AxC)	28.46	20.17	14.11			
\bar{x} (BxC)	Kontrola, Check	32.37	24.29	14.74		23.80	
	1	32.37	23.88	15.39		23.88	
	2	32.37	24.30	16.94		24.54	
	\bar{x} C	32.37	24.16	15.69			
	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
LSD _{0.05}	0.005	0.004	0.004	0.009	0.009	0.007	0.016
LSD _{0.01}	0.007	0.005	0.005	0.012	0.012	0.009	0.021

Rezultati sadržaja vlage zrna u momentu tretiranja I nakon 7 i 14 dana prikazani su u tabeli 1. U zavisnosti od linije, tretmani su vršeni pri vlazi zrna od 18,99% do 44,75%. Optimalni sadržaj vlage kada se može otpočeti desikacija zavisi od genotipa

a u literaturi se nalaze razne preporuke: 24% (Radić, 2006), 25-30% (Гербова, 1971), 38-40% (Maširević i Glušac, 1999), 43-45% za prinos i 33% za masu 1000 semena (Crnobarac, 1992). Uočene su značajne razlike u prosečnom sadržaju vlage između genotipova, najveći kod CMS linije 1 (34,45%), najmanji kod CMS linije 4 (14,93%). Kod oba tretmana došlo je do značajnog prosečnog povećanja vlage u odnosu na kontrolu, na tretmanu 1 prosečna vlaga zrna je bila značajno manja (23,88%) u odnosu na tretman 2 (24,54%). Nakon 7 dana prosečna vlaga zrna na tretmanu 1 bila je manja od kontrole, na tretmanu 2 skoro ista, a nakon 14 dana na oba tretmana utvrđen je veći sadržaj vlage u odnosu na kontrolu (14,74%) – najveći na tretmanu 2 (16,94%). Slični trendovi su uočeni kod svih CMS linija, dakle nije utvrđen pozitivan efekat nijednog od herbicida na ubrzano sušenje zrna. Sporije opadanje sadržaja vlage zrna u prvim nedeljama nakon tretmana se ponekad pripisuje hladnom i vlažnom vremenu a uočili su ga i Ames i Walz, (1988) kao i Weszp, (1990). Ono što je važnije je da stablo, list i glava na tretiranim varijantama nisu pokazali vizuelne znakove bržeg sušenja u odnosu na kontrolu.

Nakon žetve sačekalo se 40 dana da bi prošao period dormantnosti i potom su ispitani energija klijanja i klijavost. Ova ispitivanja su ponovljena nakon 2 nedelje (54 dana od žetve). Rezultati energije klijanja i klijavosti semena prikazani su u tabelama 2 i 3. Najveća prosečna energija klijanja semena utvrđena je kod CMS linije 2 (99,333%) a najmanja kod CMS linije 1 (95,611%), razlike su bile značajne. Prosečna energija klijanja bila je značajno najveća na tretmanu 2 (98,306%) a najmanja na tretmanu 1 (97,667%). Značajno veća prosečna energija klijanja utvrđena je nakon 54 dana (98,315%) u odnosu na onu utvrđenu nakon 40 dana (97,611%).

Najveća prosečna klijavost semena utvrđena je kod CMS linije 2 (99,333%) a najmanja kod CMS linije 1 (96,222%), razlike su bile značajne. Obzirom da su kod ove linije klijavosti na kontroli i tretmanima slične, ova niža klijavost nije rezultat prerane desikacije (vršena je pri 44,75% vlage što je visoko), već se verovatno radi o genetskoj predispoziciji. Prosečna klijavost bila je značajno najveća na tretmanu 2 (99,556%) a najmanja na tretmanu 1 (98,000%), ali ni ovde nije bilo značajnog pada u odnosu na kontrolnu varijantu. Značajno veća prosečna klijavost utvrđena je nakon 54 dana (98,481%) u odnosu na onu utvrđenu nakon 40 dana (97,926%). Ovo se može objasniti nešto dužim periodom dormantnosti semena. Dormantnost semena zavisi od uslova sredine, posebno u periodu nalivanja zrna, kao i od genotipa, kod suncokreta može biti i duža od 40 dana (Nasreen i sar., 2015). Energija klijanja i klijavost semena bili su slični ili bolji u odnosu na kontrolnu varijantu što su utvrdili i drugi autori (Рађеновић (1989), Zimmerman i Zimmer, (1978)). Rezultati ukazuju na činjenicu da primenjeni tretmani nisu negativno uticali na semenske kvalitete kod ispitivanih CMS linija.

Tabela 2. Energija klijanja semena 40 i 54 dana nakon žetve (%)
Table 2. Seed germination energy 40 and 54 days after harvesting (%)

Genotip Genotype (A)	Tretman Treatment (B)	Period, Period (C)		\bar{x} (AxB)	\bar{x} (A)		
		Start 40 dana Start 40 days	54 dana 54 days				
CMS 1	Kontrola, Check	94.000	97.000	95.500	95.611		
	1	94.000	95.000	94.500			
	2	94.000	99.667	96.833			
	\bar{x} (AxC)	94.000	97.222				
CMS 2	Kontrola, Check	99.000	99.667	99.333	99.333		
	1	99.000	99.667	99.333			
	2	99.000	99.667	99.333			
	\bar{x} (AxC)	99.000	99.667				
CMS 3	Kontrola, Check	99.000	99.000	99.000	99.111		
	1	99.000	99.667	99.333			
	2	99.000	99.000	99.000			
	\bar{x} (AxC)	99.000	99.222				
CMS 4	Kontrola, Check	99.000	96.000	97.500	97.500		
	1	99.000	94.000	96.500			
	2	99.000	98.000	98.500			
	\bar{x} (AxC)	99.000	96.000				
CMS 5	Kontrola, Check	96.000	98.000	97.000	97.444		
	1	96.000	99.000	97.500			
	2	96.000	99.667	97.833			
	\bar{x} (AxC)	96.000	98.889				
CMS 6	Kontrola, Check	98.667	99.667	99.167	98.778		
	1	98.667	99.000	98.833			
	2	98.667	98.000	98.333			
	\bar{x} . (AxC)	98.667	98.889		\bar{x} (B)		
\bar{x} (BxC)	Kontrola, Check	97.611	98.222		97.917		
	1	97.611	97.722		97.667		
	2	97.611	99.000		98.306		
	\bar{x} C	97.611	98.315				
	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
LSD _{0,05}	0.5998	0.4241	0.3463	1.0389	0.8483	0.5998	1.4692
LSD _{0,01}	0.7961	0.5629	0.4596	1.3789	1.1259	0.7961	1.9501

Tabela 3. Klijavost semena 40 i 54 dana nakon žetve (%)
Table 3. Seed germination 40 and 54 days after harvesting (%)

Genotip Genotype (A)	Tretman Treatment (B)		Period, Period (C)		\bar{x} (AxB)	\bar{x} (A)	
			Start 40 dana Start 40 days	54 dana 54 days			
CMS 1	Kontrola, Check		94.667	97.000	95.833	96.222	
	1		95.000	96.000	95.500		
	2		95.000	99.667	97.333		
	\bar{x} (AxC)		94.889	97.556			
CMS 2	Kontrola, Check		99.000	99.667	99.333	99.333	
	1		99.000	99.667	99.333		
	2		99.000	99.667	99.333		
	\bar{x} (AxC)		99.000	99.667			
CMS 3	Kontrola, Check		99.000	99.000	99.000	99.111	
	1		99.000	99.667	99.333		
	2		99.000	99.000	99.000		
	\bar{x} (AxC)		99.000	99.222			
CMS 4	Kontrola, Check		99.000	96.000	97.500	97.833	
	1		99.000	95.000	97.000		
	2		99.000	99.000	99.000		
	\bar{x} (AxC)		99.000	96.667			
CMS 5	Kontrola, Check		96.000	98.000	97.000	97.444	
	1		96.000	99.000	97.500		
	2		96.000	99.667	97.833		
	\bar{x} (AxC)		96.000	98.889			
CMS 6	Kontrola, Check		99.667	99.667	99.667	99.278	
	1		99.667	99.000	99.333		
	2		99.667	98.000	98.833		
	\bar{x} . (AxC)		99.667	98.889			\bar{x} (B)
\bar{x} (BxC)	Kontrola, Check		97.889	98.222		98.056	
	1		97.944	98.056		98.000	
	2		97.944	99.167		98.556	
	\bar{x} C		97.926	98.481			
	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
LSD _{0,05}	0.5930	0.4193	0.3423	1.0270	0.8386	0.5930	1.4524
LSD _{0,01}	0.7870	0.5565	0.4544	1.3631	1.1130	0.7870	1.9278

I pored toga što su u nekim slučajevima ostvareni i bolji semenski kvaliteti u odnosu na kontrolu, korišćeni herbicidi zbog slabog dejstva nemaju perspektivu.

ZAKLJUČAK

Kod oba tretmana došlo je do značajnog prosečnog povećanja vlage u odnosu na kontrolu, na tretmanu 1 prosečna vlaga zrna je bila značajno manja (23,88%) u odnosu na tretman 2 (24,54%). Stablo, list i glava na tretiranim varijantama nisu pokazali vizuelne znakove bržeg sušenja u odnosu na kontrolu. Prosečna energija klijanja semena bila je značajno najveća na tretmanu 2 (98,306%) a najmanja na tretmanu 1 (97,667%), sličan trend je uočen i kod klijavosti. Značajno veća prosečna klijavost utvrđena je nakon 54 dana (98,481%) u odnosu na onu utvrđenu nakon 40 dana (97,926%). Iako nije bilo negativnog efekta hemijske desikacije na semenske kvalitete, dejstvo korištenih herbicida na sušenje biljaka bilo je suviše slabo i oni nemaju perspektivu za korišćenje u hemijskoj desikaciji suncokreta.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, evidencioni broj ugovora: 451-03-47/2023-01/200032.

LITERATURA

1. Ames, R. B., Walz, A. W. (1988): The use of Dimethipin as a plant maturity regulator on sunflowers in the USA, Proc. of 12th Inter. Sunflower Conf., pp. 236-239.
2. Čanak P, Radić V, Mrdja J, Jocković M, Ćirić M, Miklič, V (2011): Effect of desiccation moment on 1000-seed weight in sunflower. Field and Vegetable Crops Research, 48: 391-396.
3. Crnobarac, J. (1992): Uticaj ekoloških faktora na biološka i agronomska svojstva semena i F1 generaciju nekih genotipova suncokreta. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
4. ISTA (2018): International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
5. Liović, L., Martinović, J., Bilandžić, M., Krizmanić, M., Mijić, A., Šimić, B., 2010. Desiccation in ordinary and stubble sowing of sunflower. Agriculture. 16 (1), 13-19.
6. Maširević, S., Glušac, D. (1999): Desikacija i njen značaj u suzbijanju prouzrokovala bolesti semenskog suncokreta, Zbornik naučnih radova sa 13. savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa, Aranđelovac, Vol 5. Br. 1., pp 175-181.
7. Miklič V, Mrdja J, Modi R, Jocić S, Dušanić N, Hladni N, Miladinović D (2012): Effect of location and harvesting date on yield and 1000-seed weight of different sunflower genotypes. Rom. Agric. Res., 29: 219-225.
8. Nasreen, S., Khan, M.A., & Uddin, S. (2015). Response of sunflower to various pre-germination techniques for breaking seed dormancy. Pakistan Journal of Botany, 47(2), 413-416.
9. Radić, V. (2006): Effect of maturation period on seed quality; optimum time for desiccation in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. Helia. 29 (4), 145-152.

10. Shadden, R.C., Mullins, J. A., McCutchen, T. (1970): Mechanical harvesting of sunflowers in Tennessee, Proc. of 4th Inter. Sunflower Conf., pp. 265-270.
11. STATISTICA 12.0, StatSoft. University Licence, IFVC, Novi Sad, Serbia.
12. Weszp, M. (1990): Experiences of Harvade use in State Farm of Torokszentmiklo Zimmerman, D. C., Zimmer, D. E. (1978): Influence of Harvest Date and Freezing on Sunflower Seed Germination, Crop Science, Vol 18, pp. 479-481.
13. Морозов, В. К. (1973): О десикации подсолнечника, Зерновое хозяйство Но 11, с. 38-40.
14. Негрובהа, Ф. И. (1971): Влияет ли десикация на качество семян подсолнечника, Зерновые и масличные культуры, Но 7, с. 31.
15. Рађеновић, Б. (1989): Утицај времена бербе на енергију клијања, клијавост и влагу семена сунцокрета сорти ВНИИМК и Передовик у условима наводњавања на земљишту типа смонице (вертисол), Семенарство, 6, 11-12, с. 321-332.

UTICAJ RAZLIČITIH ORGANSKIH ĐUBRIVA NA SADRŽAJ ULJA I OLEINSKE KISELINE KOD KONZUMNOG SUNCOKRETA

*Nada Hladni¹, Brankica Babec¹, Srđan Šeremešić², Veljko Petrović³,
Sandra Cvejić¹, Siniša Jocić¹, Vladimir Miklič¹, Nada Grahovac¹,
Dragana Miladinović¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija
³Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

IZVOD

U Srbiji se visokoproteinski konzumni hibridi suncokreta proizvode u manjem obimu u konvencionalnim i organskim uslovima proizvodnje, uz stalno povećanje površina pod organskom proizvodnjom. Krupno seme se koristi za veći broj prirodnih zdravih proizvoda i za direktnu potrošnju, dok se od manjih frakcija semena proizvodi hladno presovano suncokretovo ulje. Analizirao se uticaj organskog đubriva: tretmanom Guanito (T1) 0,5 t ha⁻¹ u fazi BBCH 01, dok su tretmani sa Trainerom (T2) 3 l ha⁻¹ i Natur Plasmom (T3) 5 l ha⁻¹ izvedeni u fazi BBCH 36 na sadržaj oleinske kiseline i ulja u semenu NS konzumnih hibrida suncokreta i upoređeni su sa netretiranom kontrolom (C) u organskoj proizvodnji i sa mešanim NPK đubrivom (50:50:50) tretmanom kao kontrolom (K) u konvencionalnoj proizvodnji. Organska đubriva nisu uticala na povećanje sadržaja oleinske kiseline i ulja u poređenju sa kontrolom. Hibridi su se statistički značajno razlikovali po sadržaju oleinske kiseline i ulja u semenu. Nije se uočila interakcija između tretmana i sadržaja oleinske kiseline i ulja, niti bilo kakva statistički značajna interakcija između tretmana i hibrida. NS konzumni hibridi se mogu uspešno gajiti u konvencionalnim i organskim uslovima proizvodnje što potvrđuju rezultati istraživanja, između sadržaja oleinske kiseline i ulja nije bilo statistički značajnih razlika u kontroli u organskim i konvencionalnim uslovima gajenja.

Ključne reči: visokoproteinski suncokret, organska proizvodnja, đubrenje, sadržaj oleinske kiseline i sadržaj ulja

THE EFFECT OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS ON OIL CONTENT AND OLEIC ACID IN CONFECTIONERY SUNFLOWER

ABSTRACT

In Serbia, high protein confectionery sunflower hybrids are produced on a smaller scale both in conventional and organic production systems, with constant increase of area under organic production. Large seeds are used in a number of natural health products, as well as for direct consumption, while smaller seed fractions are used in the production of cold-pressed sunflower seed oil. Analysed the effect of organic fertilizer Guanito (T1), 0.5 t ha⁻¹, was performed at the stage BBCH 01, while treatments with Trainer (T2), 3 l ha⁻¹ and Natur Plasma (T3), 5 l ha⁻¹, were carried out at the stage BBCH 36. on seed oleic acid and oil content of NS confectionary sunflower hybrids and compare them with untreated control (C) in organic production and with mixed NPK fertilizer (50:50:50) treatment as control (K) in conventional production. All organic fertilizers had not positive effect on oleic acid and oil content compared to control. Organic fertilizers did not affect the increase in oleic acid and oil content compared to the control. The hybrids differed statistically significantly of seed oleic acid and oil content. No interaction was observed between treatment and oleic acid and oil content, nor any statistically significant interaction between treatment and hybrid. NS confectionery hybrids can be successfully grown in conventional and organic production conditions, which is confirmed by the research results, there were no statistically significant differences between oleic acid and oil content in the control in organic and conventional growing conditions.

Key words: high protein sunflower, organic cultivation, fertilizer, oleic acid and oil content

UVOD

Suncokret u odnosu na druge jare kulture visoko je adaptabilan na sušu i visoke temperature što je uticalo na povećanje površine pod suncokretom u Srbiji (Krstić i sar., 2023). NS konzumni hibridi dobrih su tehničko-tehnoloških svojstava semena, ujednačene boje i krupnoće, lake ljuštivosti, pogodni su za mašinsko ljuštenje semena Hladni i sar., (2021). Od NS konzumnih hibrida suncokreta dobija se značajna količina jestivog nerafinisanog hladno presovanog ulja i uljane pogače kao sporednog proizvoda (Romanić i sar., 2020; Hladni i sar., 2021; Lužaić i sar., 2021). Potražnju za bezbednom i zdravom hranom uz obnavljanje plodnosti zemljišta i ublažavanje posledica klimatskih promena omogućić će organska poljoprivreda Scialabba (2015). Površine pod organskim poljoprivrednim sistemom rastu pod uticajem sve veće zainteresovanosti potrošača za proizvodnjom prirodne hrane koja

omogućava zdraviju ishranu i očuvanje zdravlja ljudi (Bebec i sar., 2019). Testiranje konzumnog suncokreta pod različitim proizvodnim sistemima (konvencionalnim ili organskim) može biti korisno u identifikaciji hibrida sa širokom prilagodljivošću različitim uslovima gajenja (Hladni i sar., 2015). Upravljanje nutrijentima je jedan od glavnih faktora koji utiče na sadržaj ulja i sadržaj masnih kiselina u semenu (Li Shu-tian i sar., 2018).

Važan deo preporuke korišćenja đubriva je optimalna količina đubriva koja se određuje iz opsežnog terenskog eksperimenta koje se sprovedi nekoliko godina, na više lokacija, sa nekoliko hibrida Hochmuth i sar. (2017). Organska poljoprivreda koristi organske materijale za snabdevanje hranljivim materijama i za kontrolu štetočina i bolesti (Scialabba, 2015; Tismina, 2018). Šahzaman (2017) je ukazao da korišćenje organskih đubriva može dati bolji rast useva suncokreta i poboljšanje proizvodnje u celini. Agroekološki pristup proizvodnji hrane uključuje kružne ekonomije zasnovane na prirodnim i biološkim ciklusima mineralnih hranljivih materija, koji su poželjniji od energetskih intenzivnih hemijskih metoda đubrenja useva (Bradshaw and Hagen, 2022).

Cilj istraživanja u ovom radu bio je da se utvrdi efekat različitih organskih đubriva na sadržaj oleinske kiseline i ulja NS konzumnih hibrida suncokreta u uslovima organske poljoprivrede.

MATERIJAL I METODE RADA

NS konzumni hibridi: NS Levijatan(H1), NS Slatki(H2), NS Gricko(H3), NS Argonaut(H4), NS Vitez (H5) su stvoreni i proizvedeni su u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, priznati u Sortnoj komisiji Srbije i Evropske Unije, posejani su u Selenči u proizvodnim uslovima organske i konvencionalne poljoprivrede. Ogled je bio postavljen u Centru za razvoj organske proizvodnje po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, osnovna veličina parcele iznosila je $6 \times 22,4$ m ili 134,4 m². Konvencionalna parcela je posle dubokog oranja đubrena mešanim NPK đubrivom (50:50:50) u skladu sa analizom zemljišta. Ogled je postavljen na isti način kao na organskoj parceli samo bez tretmana organskim đubrivima. Tester tj kontrola su bili hibridi koji se u organskim uslovima nisu prihranjivali organskim đubrivima i hibridi gajeni u konvencionalnim uslovima. Cilj setve na organskoj parceli bio je da se uporedi sadržaj oleinske kiseline i ulja u semenu i da se u organskim uslovima tretiraju konzumni hibridi sa sledećim komercijalno dostupnim đubrivima:

1. Organsko đubrivo životinjskog porekla koje sadrži 6% organski N, 15% P₂O₅, 3% K₂O, 27,5% organski C, 4,6 C/N odnos, i 3,5% huminske kiseline – Guanito. (T1).
2. Aminokiselina (31,3%) i azot (5% ukupnog N (organsko)) tečno đubrivo za folijarnu primenu, energetski aktivan, koji pomaže biljci da savlada klimatske stresne situacije kao uobičajene uslove za organsku proizvodnju - Trener (T2).
3. Mikrobiološko đubrivo koje se sastoji od zelene mikroalge *Chlorella vulgaris*, koje pored alge sadrži makro, mezo, mikroelemente, vitamine, kao i esencijalne i neesencijalne aminokiseline - Natur Plasma (T3). Sva primenjena đubriva navedena

su u listi registrovanih proizvoda za ishranu biljaka u organskoj poljoprivredi, izdata od Uprave za zaštitu bilja od Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede. Tretman je izveden đubrivom Guanito, 0,5 t ha⁻¹ u fazi BBCH 01 (Meier, 2001), dok su tretmani sa Trainerom, 3 l ha⁻¹ i Natur Plasmom, 5 l ha⁻¹, izvedeni u fazi BBCH 36. BBCH je sistem za uniformno fenološko kodiranje slične faze rasta svih mono- i dikotiledonih biljnih vrsta (Meier, 2001). Uzorci biljaka za analizu su uzeti iz centralnih redova (isključujući krajnje spoljašnje biljke). Veličina uzorka je bila 20 biljaka po ponavljanju. Sadržaj oleinske kiseline u semenu određen je gasnom hromatografijom pomoću Konik HRGC 4000 sistema, postavljenog sa Carbowax 250 kapilarnom kolonom, kao gas nosač korišćen je helijum, a sadržaj ulja u semenu određen je metodom nuklearno-magnetne rezonanse (NMR) prema (Granlund and Zimmerman, 1975). Analizirano je 5 hibrida, 5 tretmana u 3 ponavljanja. Urađen je konvencionalni jednostruki ANOVA test baziran na grupama definisanim hibridima i tretmanima i dvostruki ANOVA test za razlikovanje karakteristika suncokreta u odnosu na hibrid, tretman i njihovu interakciju. Analiza je vršena softverskim paketom R (verzije 4.2.0 i 4.3.0) 64-bitna verzija uz upotrebu paketa ggplot2, dplyr, tidy, i WRS2.

REZULTATI I DISKUSIJA

Proizvodnja biljaka u uslovima organske poljoprivrede treba da razvije primenljivu i odgovarajuću ishranu sposobnu da obezbedi hraniva u svim fazama rasta biljaka Knap and van der Heijden (2018). Veoma je važno za poboljšanje uslova gajenja biljaka u organskoj poljoprivrede omogućiti korišćenje svih trenutno dostupnih resursa u koje spadaju đubriva registrovana za organsku poljoprivredu.

Radi poboljšanja proizvodnje konzumnog suncokreta u organskoj poljoprivredi pratio se uticaj delovanja organskog đubriva (T1, T2, T3) na sadržaj oleinske kiseline i ulja u semenu NS konzumnih hibrida suncokreta u poređenju sa netretiranom kontrolom (C) u organskoj proizvodnji i mešanim NPK đubrivom (50:50:50) tretmanom kao kontrolom (K) u konvencionalnoj proizvodnji.

Da bi se proverilo da li postoji statistički značajna razlika za ispitivana svojstva među hibridima i tretmanima urađen je jednonivojski Anova test po hibridima i tretmanima. Testiranje hibrida je pokazalo da su nađene statistički značajne F vrednosti za sadržaj oleinske kiseline (SOK) 27.83*** i 7.005** za sadržaj ulja u semenu (SU), dok testirajnje po tretmanima nije bilo statistički značajno (tabela 1).

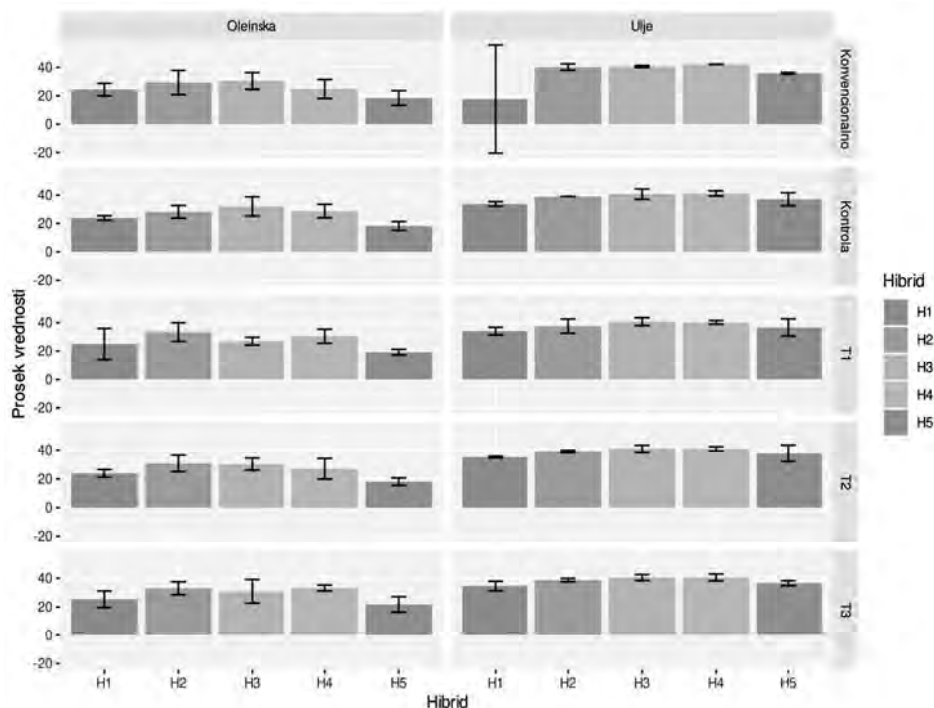
Tabela 1. Jednonivojski Anova test po hibridima i tretmanima
Table 1. One-level Anova test by hybrids and tretmans

H	SOK/OAC	SU/OC	H	SOK/OAC	SU/OC
H1	24,47	31,09	C	26,15	38,31
H2	30,97	38,9	K	25,47	35,31
H3	30,12	40,69	T1	26,97	37,84
H4	28,88	40,99	T2	26,12	38,83
H5	19,14	36,80	T3	28,85	38,20
F	27,83***	7,005**	F	0,32	0,36
p	6.37e-8	0,861	p	0,861	0,832

H hibrid/hybrid; SOK/OAC, SU/OC; C kontrola/control; K konvecionala/conventional; T1,T2,T3 tretmani/tretman; F test; p verovatnoća/probability

Istraživanja u ovom radu su u saglasnosti sa istraživanjima (Miklić i sar., 2013 i Hladni i sar., 2015) koji su konstatovali da ispitivani NS konzumni hibridi nisu visoko oleinski, ali imaju znatno veći sadržaj oleinske kiseline u odnosu na klasične uljane hibride (slika 1). Dvostruki ANOVA test po hibridima i tretmanima je pokazao da je F vrednost statistički značajna za hibride iznosi 36.764*** sa p-verovatnoćom (7.06e-8) za sadržaj oleinske kiseline i 6.693** sa p-verovatnoćom (0.002323) za sadržaj ulja, dok za tretmane nije statistički značajna (slika 1). Istraživanja u radu su u saglasnosti sa rezultatima Babec i sar. (2019) koji su primenili dvostruki ANOVA test da bi ispitali uticaj T1, T2, T3, K, C na prinos po biljci konzunih hibrida suncokreta. Najniži sadržaj oleinske kiseline u organskim uslovima u kontroli i konvencionalnim uslovima imao je hibrid H5, a najviši hibrid H3. Sadržaj ulja u semenu je bio najniži u organskim uslovima u kontroli i konvencionalnim uslovima kod hibrida H1, a najviši kod hibrida H4 (slika 1). Hibrid H3 je imao približno isti sadržaj oleinske kiseline (31,96%; 30,41%) i ulja (40,63%; 40,65%) u organskim uslovima u kontroli i konvencionalnim uslovima, dokazao je svoju adaptabilnost za gajenje u organskim i konvencionalnim uslovima.

Rezultati pokazuju da postoje statistički značajne razlike između hibrida u sadržaju oleinske kiseline i ulja u semenu. Nema interakcije između tretmana i sadržaja oleinske kiseline i ulja, niti statistički značajne interakcije između tretmana i hibrida (slika 1). Cilj oplemenjivanja NS konzumnih hibrida je smanjenje sadržaja ulja i povećanje sadržaja proteina, istraživanja u ovom radu su pokazala da organska đubriva u organskim uslovima proizvodnje nemaju uticaja na povećanje sadržaja ulja što je pozitivno za konzumne hibride, dok bi za uljani tip suncokreta to bio negativan uticaj.



Slika 1. Dvostruka ANOVA test po hibridima i tretmanima
Figure 1. Two-way ANOVA test by hybrids and treatments

Analizom grafikona sa slike 1, se vidi da je T3 tretman imao uticaja na povećanje oleinske kiseline kod hibrida H4, a T1 tretman kod hibrida H2, povećanja nisu statistički značajna. Potrebna su dalja istraživanja o uticaju đubriva na specifične konzumne hibride, koji su bili najbolji u uslovima organske proizvodnje.

ZAKLJUČAK

Veoma je važno za poboljšanje uslova gajenja biljaka u organskoj poljoprivredi omogućiti korišćenje svih trenutno dostupnih resursa u koje spadaju đubriva registrovana za organsku poljoprivredu. Između sadržaja oleinske kiseline i ulja u kontroli u organskim uslovima i konvencionalnim uslovima gajenja nije bilo statistički značajnih razlika kod NS konzumnih hibrida. Konzumni hibridi se mogu uspešno gajiti u konvencionalnim i organskim uslovima proizvodnje. Najveću adaptabilnost za gajenje u organskim i konvencionalnim uslovima ispoljio je konzumni hibrid NS Gricko. Preliminarni rezultati su pokazali da primena organskih đubriva ne pokazuje veći uticaj na sadržaj oleinske kiseline i ulja u semenu NS konzumnih hibrida u uslovima organske proizvodnje, nastavak istraživanja treba usmeriti u pravcu višegodišnjeg ispitivanja primene organskih đubriva kod konzumnih hibrida za gajenje u uslovima organske proizvodnje.

Zahvalnica

Rad je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja republike Srbije, ugovor broj 451-03-68/2022-14/200032, Fond za nauku Republike Srbije, program IDEJE, br. 7732457 (SmartSun), Evropska komisija kroz projekat Tvining zapadnog Balkana CROPINNO, br. 101059784, Centar izuzetnih vrednosti za inovacije u oplemenjivanju biljaka tolerantnih na promene klime - Climate Crops, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija.

LITERATURA

1. Babec, B., Hladni, N., Šeremešić, S., Jocković, M., Ćuk, N., Gvozdenac, S., Miklič, V., Vojnov, B. (2019). Feasibility of growing conventional confectionary sunflower hybrids in organic agriculture: preliminary results of organic trials. *Ratar. Povrt.*, 56 (1), 26-33.
2. Bradshaw, T., Hagen, K. (2022) Wool pellets are a viable alternative to commercial fertilizer for organic vegetable production. *Agronomy*, 1-16. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051210>
3. Hladni, N., Jocković, M., Jocić, S., Cvejić, S., Babec, B., Miklič, V., Radeka, I., Petrović, V., Marjanović-Jeromela, A., Miladinović, D. (2021) Visokoproteinski hibridi suncokreta pogodni za različite namene. *Zbornik radova 62. Savetovanja industrije ulja, 27.06.-02.07.2021. Herceg Novi, Crna Gora, str. 39-45*
4. Hladni, N., Miklič, V., Jocić, S., Miladinović, D., Sakač, Z., Lečić L. (2015): Uticaj gajenja konzumnih hibrida suncokreta u uslovima organske i konvencionalne proizvodnje na sadržaj proteina, ulja i sastav masnih kiselina. *Zbornik radova 56. Savetovanja industrije ulja. Proizvodnja i prerada ulja sa međunarodnim učešćem. Herceg Novi, Crna Gora. 79-86.*
5. Hochmuth, G., Hanlon, Ed., Overman, A. (2017) Fertilizer experimentation, data analyses, and interpretation for developing fertilization recommendations examples with vegetable crop, UF/IFAS, Institute of food and agricultural sciences, <https://ifas.ufl.edu/>, Research1, 1-9.
6. Knapp, S., van der Heijden, M. G. (2018). A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture. *Nature Communications*, 9(1): 3632.
7. Krstić, M., Babec, B., Hladni, N., Cvejić S. et. al., (2023): Potencijal NS hibrida suncokreta u uslovima promenjene klime. *Zbornik referata 57. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 3. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 30.01-03.02.2023. ISBN 978-86-80417-92-9*
8. Li, Shu-tian, Duan, Yu., Guo, Tian-wen, Zhang, Ping-liang, He, P., Kaushik, M. (2018) Sunflower response to potassium fertilization and nutrient requirement estimation. *J. of Integ. Agricul.* 17(12): 2802-2812.
9. Lužaić, T., Grahovac, N., Hladni, N., Romanić, R. (2021) Evaluation of oxidative stability of new cold-pressed sunflower oils during accelerated thermal stability, *Food Science and Technology*, 1-8, DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.67320>
10. Meier, U. (2001). Sunflower. In: Meier, U. (Ed.): *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. Julius Kühn-Institut (JKI) Quedlinburg.*

11. Romanić, R., Lužaić, T., Grahovac, N., Cvejić, S., Jocić, S., Hladni, N. (2020) Poređenje prinosa hladno presovanih ulja semena uljanih i konzumnih hibrida suncokreta, Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp, 109-115.
12. Scialabba, N. (2015) Climate, Energy and Tenure Division (NRC) of the food and agriculture organization of the United Nation (FAO), 1-102,
13. Shahzaman, M., Ishtiaq, M., Azam, A. (2017). Effect of different fertilizers on seed germination and seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) from district Bhimber of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. International Journal of Botany Studies, 2(2): 10-15.
14. Timsina, J. (2018) Can Organic Sources of Nutrients Increase Crop Yields to Meet Global Food Demand? Agronomy 2018, 8, 214; doi:10.3390/agronomy8100214

KVALITET NOVOPRIZNATIH NS SORTI SOJE U 2023. GODINI

*Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹, Danijela Stojanović², Vuk Đorđević¹,
Sanja Vasiljević¹, Predrag Ranđelović¹, Marina Čeran¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Srbija

IZVOD

U Odeljenju za soju, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada do sada je registrovano 174 NS sorte soje, različitih grupa zrenja. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, najnovijih NS sorti soje priznatih u 2023 godini. U dvogodišnjim ogledima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, na pet lokaliteta, najviši prinos imala je sorta soje NS Aurelius (3.088 kg ha⁻¹). Najviši sadržaj proteina imala je sorta NS Ecob (45,80%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod sorti NS Sedef (20,88) i NS Apolo (20,76%).

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

QUALITY NEWLY RELEASED NS VARIETIES SOYBEAN IN 2023

ABSTRACT

The Department of soybean, Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad has so far registered 174 NS soybean cultivars of different maturity groups. The aim of this study is to assess the yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area, the latest NS varieties registered in 2023. In the two-year trials of the Ministry of Agriculture and Environmental Protection, at five locations, the highest yield had late soybean NS Aurelius (3.088 kg ha⁻¹). The highest protein content was early variety NS Ecob (45.80%), while the highest oil content was recorded in varieties NS Sedef (20.88) and NS Apolo (20.76%).

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

UVOD

Soja je biljna vrsta koja se u svetu gaji na preko 130 miliona hektara, sa tendencijom povećanja površina i prinosa. Soju sa sigurnošću možemo nazvati i biljkom budućnosti, jer porastom svetske populacije značaj soje će biti sve veći (Đukić, 2009). Do sada je u Srbiji registrovano 174 NS sorti soje, a preko 200 sorti registrovano je u inostranstvu. Institut za ratarstvo i povrtarstvo je lider u selekciji soje u ovom delu Evrope, a o kvalitetu NS sorti soje dovoljno govori podatak da se naše sorte soje gaje na području od Francuske do Kazahstana i Uzbekistana, odnosno od južnog Sibira do Irana (Đukić i sar., 2019). Prednost Instituta za ratarstvo i povrtarstvo je u širokoj paleti sorti soje, od veoma ranih, do veoma kasnih sorti (Randelović i sar., 2020).

Najvažnije agronomске i hemijske osobine svake sorte su pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013). Zbog toga, izuzetno je važno da odabrane sorte budu ne samo dobro prilagođene konkretnim agroekološkim uslovima, već i da zbog promenljivosti ovih uslova imaju dobru adaptabilnost, kao i stabilnost prinosa (Miladinović i sar., 2017). Novopriznate sorte soje imaju viši prinos u odnosu na standardne sorte soje (Đukić i sar., 2021) i njima treba dati prednost pri izboru sortimenta, jer su nove sorte nastale i testirane u uslovima promenjene klime (Đukić i sar., 2018a). Gajenjem sorti soje različitih grupa zrenja najkritičnije faze razvoja protiču u različitim periodima, što dovodi do sigurnije proizvodnje i ostvarivanju zadovoljavajućih prinosa (Miladinov i sar., 2017).

Cilj ovoga rada je da se sagleda kvalitet najnovijih NS sorti soje, registrovanih u 2023. godini i uporedi sa standardnim sortama za pojedine grupe zrenja.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovom radu korišteni su dvogodišnji rezultati testiranja za priznavanje sorti soje, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede republike Srbije. Prikazani su podaci za osam novopriznatih sorti soje (NS Sedef i NS Ecob, 00 grupe zrenja, NS Ozymandias, 0 grupe zrenja, NS Demetrius, NS Dracarys, NS Regulus i NS Artur, I grupe zrenja i NS Aurelius, II grupe zrenja), kao i sorti koje predstavljaju standarde za upoređivanje u procesu testiranja novih genotipova (Merkur, 00 grupa zrenja, NS Maximus, 0 grupa zrenja, NS Apollo, I grupa zrenja i Rubin, II grupa zrenja). Ovi ogleđi se izvode na pet lokaliteta: Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor. U 2021. godini izostavljeni su podaci za lokalitet Sremska Mitrovica, a u 2022. godini za lokalitete Rimski Šančevi i Sremska Mitrovica zbog veoma loših rezultata prouzrokovanih dugotrajnim sušnim periodom. U radu je analiziran prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnju, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Tokom vegetacionog perioda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a nakon žetve sadržaj proteina i ulja u zrnju soje sa svih lokaliteta određivan je u PSS Sombor. Rezultati su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

U 2023. godini registrovano je osam NS sorti soje, dve veoma rane sorte (NS Sedef i NS Ecob), jedna rana sorta (NS Ozymandias), četiri srednjestasne sorte (NS Demetrius, NS Dracarys, NS Regulus i NS Artur) i jedna srednje kasna sorta (NS Aurelius). U radu su prikazani i rezultati standardnih sorti (Merkur, NS Maximus, NS Apolo i Rubin).

Najviši prinos zrna (tabela 1), u proseku za dve godine i sve lokalitete, ostvaren je sa novopriznatom sortom soje II grupe zrenja NS Aurelius (3.088 kg ha⁻¹), dok je najviši prinos standardnih sorti zabeležen kod sorte Rubin (2.884 kg ha⁻¹).

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2021-2022)
Table 1. Average yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2021-2022)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	*Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	3117	2419	2374	2564	2593
00	NS Sedef	3092	3104	2763	2827	2940
00	NS Ecob	3111	2517	2148	2509	2573
0	NS Maximus	3212	2795	2381	2974	2840
0	NS Ozymandias	3103	3567	2451	2891	3003
I	NS Apolo	2956	2874	2045	2891	2692
I	NS Demetrius	3396	3049	2394	2955	2948
I	NS Dracarys	3477	3287	2334	2999	3024
I	NS Regulus	3282	3634	2513	2633	3015
I	NS Artur	3353	2925	2548	2542	2842
II	Rubin	3369	3207	2538	2421	2884
II	NS Aurelius	3384	3303	2881	2786	3088

* samo 2021. godina

Novopriznate sorte soje moraju ostvariti bolje rezultate u odnosu na standardne sorte u dvogodišnjem periodu na pet lokaliteta tokom testiranja u komisijskim ogledima, a razlika u prinosu mora biti iznad 3% (Đukić i sar. 2018). Ukoliko je neka sorta prijavljena na posebno svojstvo, npr. povišen sadržaj proteina ili ulja, ona mora imati prinos na nivou standarda, ali povišen sadržaj proteina ili ulja (pravilnik o ispitivanju sorti, 2013). Novopriznata sorta soje iz 00 grupe zrenja, NS Sedef imala je prinos za 13,38% veći u odnosu na sortu Merkur. Novopriznata sorta soje NS Ecob iz 00 grupe zrenja imala je za 0,77% manji prinos od sorte Merkur, ali je

sadržaj proteina povećan za 7,93%, a kao cilj oplemenjivanja navedeno je povišen sadržaj proteina. Nova sorta iz 0 grupe zrenja, NS Ozymandias imala je za 5,74% viši prinos od sorte NS Maximus. Iz I grupe zrenja registrovane su četiri nove sorte, NS Demetrius imala je prinos za 9,51% viši od sorte NS Apollo, sorta NS Dracarys viši prinos za 12,33%, sorta NS Regulus viši prinos za 12,00% i sorta NS Artur viši prinos za 5,57%. Novopriznata sorta iz II grupe zrenja (NS Aurelius) u odnosu na sortu Rubin imala je viši prinos za 7,07%. Manje variranje prinosa na različitim lokalitetima i različitim agroekološkim uslovima proizvodnje ukazuju na stabilnost sorte (Đukić i sar., 2015).

U ovim ispitivanjima (tabela 2) najveća prosečna vrednost za sadržaj proteina zabeležena je kod sorte soje iz 00 grupe zrenja NS Ecob (45,80), dok je najniži sadržaj proteina zabeležen kod sorte soje iz I grupe zrenja NS Regulus 39,29%.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina NS sorti soje (%), (2021-2022)
Table 2. Average protein content of NS soybean variety (%), (2021-2022)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	*Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	45,80	40,70	43,55	40,60	42,76
00	NS Sedef	44,70	38,20	40,15	40,15	40,91
00	NS Ecob	48,10	46,80	44,90	43,40	45,80
0	NS Maximus	44,85	40,40	43,15	41,65	42,56
0	NS Ozymandias	42,60	38,40	40,75	41,70	41,45
I	NS Apollo	41,85	40,70	43,65	39,65	41,46
I	NS Demetrius	43,40	39,30	42,35	43,60	42,16
I	NS Dracarys	40,90	37,90	42,80	41,15	40,69
I	NS Regulus	39,50	36,70	39,75	41,20	39,29
I	NS Artur	42,50	39,10	42,90	41,75	41,56
II	Rubin	42,45	42,50	40,40	41,50	41,71
II	NS Aurelius	42,45	39,00	42,75	40,65	41,21

* samo 2021. godina

Visok sadržaj proteina zabeležen je i kod sorte iz 00 grupe zrenja, Merkur (42,76), kod sorte iz 0 grupe zrenja NS Maximus (42,56%) kao i kod sorte iz I grupe zrenja, NS Demetrius (42,16%). Razlike u prinosu i kvalitetu zrna soje između pojedinih lokaliteta su veće u odnosu na razlike između pojedinih sorti (Đukić i sar., 2018).

Najviši sadržaj ulja u zrnju soje (tabela 3), u proseku za dve godine i četiri lokaliteta, zabeležen je kod sorte soje iz 00 grupe zrenja, NS Sedef (20,88%), a visok sadržaj ulja zabeležen je i kod sorti NS Apollo (20,76%), NS Artur (20,45%) i NS Regulus

(20,38). Najniži sadržaj ulja zabeležen je kod veoma rane sorte iz 00 grupe zrenja, NS Ecob (18,57%) i rane sorte soje NS Ozymandias (18,02%). Lokalitet gajenja, kao i pojedine godine imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte (Đukić i sar. 2017), zbog čega je veoma bitno odabrati odgovarajuću sortu za svaku parcelu (Đukić i sar., 2020).

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja NS sorti soje (%), (2021-2022)
Table 3. Average oil content of NS soybean variety (%), (2021-2022)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	*Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Mercur	19,50	20,10	18,75	20,25	19,64
00	NS Sedef	19,95	23,10	19,55	21,15	20,88
00	NS Ecob	18,85	17,80	18,20	19,30	18,57
0	NS Maximus	19,30	19,60	18,95	20,20	19,53
0	NS Ozymandias	20,90	19,70	19,50	20,07	18,02
I	NS Apolo	20,85	20,70	21,25	20,25	20,76
I	NS Demetrius	19,50	20,00	19,85	18,45	19,45
I	NS Dracarys	19,70	21,20	19,15	20,10	20,04
I	NS Regulus	20,40	20,70	20,90	19,50	20,38
I	NS Artur	21,90	20,40	19,10	20,40	20,45
II	Rubin	20,70	20,00	19,55	19,70	19,99
II	NS Aurelius	20,40	20,20	19,50	20,25	20,09

* samo 2021. godina

Prinosi proteina i ulja po jedinici površine zavise od prinosa zrna i sadržaja proteina i ulja u zrnu (Đukić i sar., 2022). Najviši prosečan prinos proteina (tabela 4) u dvogodišnjem testiranju imala je sorta soje iz II grupe zrenja, NS Aurelius (1.272 kg ha⁻¹), kod koje je zabeležen i najviši prinos zrna, a visoki rezultati zabeleženi su i kod srednjestasnih sorti soje iz I grupe zrenja NS Demetrius (1.244 kg ha⁻¹) i NS Dracarys (1244 kg ha⁻¹), kao i kod rane sorte soje NS Ozymandias (1224 kg ha⁻¹).

Tabela 4. Prosečan prinos proteina NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2021-2022)
Table 4. Average protein yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2021-2022)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	*Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	1428	984	1034	999	1111
00	NS Sedef	1382	1186	1109	1125	1201
00	NS Ecob	1497	1178	964	1092	1183
0	NS Maximus	1440	1129	1027	1239	1209
0	NS Ozymandias	1322	1370	999	1205	1224
I	NS Apolo	1237	1170	893	1146	1112
I	NS Demetrius	1474	1198	1014	1288	1244
I	NS Dracarys	1422	1246	999	1234	1225
I	NS Regulus	1297	1334	999	1085	1178
I	NS Artur	1425	1144	1093	1061	1181
II	Rubin	1430	1363	1025	1005	1206
II	NS Aurelius	1436	1288	1232	1132	1272

* samo 2021. godina

Najniži prinos proteina bio je kod standardne sorte iz 00 grupe zrenja, Merkur (1.111 kg ha⁻¹) i standardne sorte iz I grupe zrenja NS Apolo (1.112 kg ha⁻¹). Od novopriznatih sorti najniži prinos proteina zabeležen je kod srednjestasne sorte iz I grupe zrenja, NS Regulus (1.178 kg ha⁻¹). Da je najviši prinos proteina po jedinici površine ostvaren sa sortama koje su imale i najviši prinos zrna u svojim istraživanjima su ustanovili i Miladinov i sar. (2019); Miladinov i sar. (2020).

Najviši prosečan prinos ulja (tabela 5) po jedinici površine zabeležen je kod sorte soje iz II grupe zrenja, NS Aurelius (621 kg ha⁻¹), koja je imala i najviši prinos zrna, kao i kod sorte soje iz 00 grupe zrenja NS Sedef (617 kg ha⁻¹), dok je najniži prinos ulja zabeležen kod veoma rane sorte soje iz 00 grupu zrenja, NS Ecob (478 kg ha⁻¹), kod koje je zabeležen najveći sadržaj proteina u zrnu.

Tabela 5. Prosečan prinos ulja NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2021-2022)
Table 5. Average oil yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2021-2022)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location				Prosek Average
		Karavukovo	*Rimski Šančevi	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	608	486	445	498	509
00	NS Sedef	617	717	540	593	617
00	NS Ecob	586	448	391	486	478
0	NS Maximus	620	548	451	601	555
0	NS Ozymandias	649	703	478	580	602
I	NS Apolo	616	595	435	586	558
I	NS Demetrius	662	610	475	545	573
I	NS Dracarys	685	697	447	603	608
I	NS Regulus	670	752	525	513	615
I	NS Artur	734	597	487	519	584
II	Rubin	697	641	496	477	578
II	NS Aurelius	690	667	562	564	621

* samo 2022. godina

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Novopriznate sorte soje imaju viši prinos u odnosu na standardne sorte soje ili povišen sadržaj proteina u zrnu.

Visok sadržaj proteina zabeležen je kod sorti soje NS Ecob, NS Merkur, NS Maximus i NS Demetrius, a visok sadržaj ulja kod sorti NS Sedef, NS Apolo, NS Artur i NS Regulus.

Prinosi proteina i ulja po jedinici površine zavise od prinosa zrna i sadržaja proteina i ulja. Zbog toga je najviši prinos proteina zabeležen kod sorti soje NS Aurelius, NS Demetrius, NS Dracarys i NS Ozymandias, a najviši prinos ulja kod sorti soje NS Aurelius, NS Sedef, NS Regulus, NS Dracarys i NS Ozymandias.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja finansiranih od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i definisan ugovorima br. 451-03-47/2023-01/200032.

LITERATURA

1. 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.
2. Đukić, V., Cvijanović, M., Dozet, G., Popović, V., Valan, D., Petrović, K., Marinković, J. (2015): Prinosi i kvalitet NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 56. Savetovanje industrije ulja. Herceg Novi, 2015., 87-91.
3. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018a): Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 21-27. januar 2018., 34-44.
4. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Jaćimović, S. (2020): Prinosi i kvalitet NS sorti soje u mreži makroogleđa 2019. godine. Zbornik radova 61. Savetovanje idustrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12.-17. Jul 2020, Herceg Novi, Crna Gora, 39-45.
5. Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Đorđević, V., Ranđelović, P., Čeran, 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.
6. 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. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, 71-78.
7. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018): Sadržaj proteina i ulja u novim NS sortama soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 65-71.
8. 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.
9. Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Miladinov Mamlić, Z., Đorđević, V., Ranđelović, P., Cvijanović, V. (2021): Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2021. godini. Zbornik radova 62. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 27. Jun - 02. jul 2021., Herceg Novi, Crna Gora, 85-92.
10. <http://www.sorte.minpolj.gov.rs/sadrzajd/pravilnik-o-metodama-ispitivanja-sorti-soje>
11. Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, M., Petrović, K., Ranđelović, 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.
12. Miladinov, Z., Đukić, V., Ranđelović, P., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L., Čeran, M., Krsmanović, S. (2020): Sadržaj ulja i proteina aktuelnog NS sortimenta soje. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12.-17. jul 2020., Herceg Novi, Crna Gora, 31-37.

13. Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017): Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18-23. jun, 2017., Herceg Novi, Crna Gora, 75-82.
14. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V. (2013): Soja u 2012. godini. Zbornik referata 47. Savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor, 03-09.02.2013., 79-86.
15. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2017): Soja u 2016. godini, Zbornik referata 51. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), 22.01.-28.01.2017., Zlatibor, 11-20.
16. Pravilnik o metodama ispitivanja sorti soje radi priznavanja sorte, Službeni glasnik Republike Srbije 10/13, broj 110-00-00091/2012-09 od 25.01.2013.
17. Randelović, P., Stojanović, D., Đukić, V., Petrović, K., Dozet, G., Vasiljević, M., Miljaković, S. (2020): Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2020. godini. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12.-17. jul 2020., Herceg Novi, Crna Gora, 47-54.

KVALITET NS SORTI U MIKROOGLEDIMA SOJE 2022. GODINE

*Predrag Randelović¹, Vuk Đorđević¹, Jegor Miladinović¹, Vojin Đukić¹,
Simona Jaćimović¹, Marina Čeran¹, Marija Cvijanović²*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

IZVOD

Mikroogledi se izvode radi rejonizacije sorti soje i radi daljeg testiranja novopriznatih sorti, sorti soje koje su uvedene u proizvodnju i starijih sorti soje, kako bi se izdvojile sorte koje imaju minimalna variranja u različitim godinama. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine NS sorti soje u mikroogledima u 2022. godini. Sorta soje NS Validus ostvarila je najviši prinos zrna (1.782 kg ha^{-1}), sorta NS Demetrius najviši sadržaj proteina (40,6%), a sorte NS Viseris, NS Kraljica i NS Regulus imale su najviši sadržaj ulja (22,1%), dok je najviši prinos proteina i ulja po jedinici površine ostvaren sa sortom soje NS Validus (666 kg ha^{-1} i 397 kg ha^{-1}).

Ključne reči: mikroogledi, prinos soje, sadržaj proteina i ulja, prinos proteina i ulja

QUALITY OF NS SOYBEAN VARIETIES IN THE MICRO TRIALS IN 2022

ABSTRACT

Micro-experiments are performed for the purpose of regionalization of soybean varieties and for further testing of newly recognized varieties, soybean varieties that have been introduced into production and older soybean varieties, in order to single out varieties that have minimal variations in different years. The aim of this paper is to consider the yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area of NS soybean cultivars in the micro-experimental network in 2022. NS Validus soybean variety had the highest grain yield (1782 kg ha^{-1}), NS Demetrius soybean highest protein content (40.6%), NS Viseris, NS Kraljica and NS Regulus cultivars the highest oil content (22.1%), while the highest protein yield and oil yield per unit area achieved with the soybean variety NS Validus (666 kg ha^{-1} i 397 kg ha^{-1}).

Key words: micro trials, soybean yield, protein and oil content, protein and oil yield

UVOD

Makroogledi i mikroogledi soje imaju cilj da pomognu rejonizaciju pojedinih sorti soje, odnosno da se na osnovu višegodišnjih oglada pravilno rasporede pojedine sorte po glavnim regionima gajenja. Institut za ratarstvo i povrtarstvo u mikroogledu soje testira sorte soje iz 0, I i II grupe zrenja, koje su i najzastupljenije na našim parcelama. Pored standardnih sorti za navedene grupe zrenja, u ogledu su uključene sorte soje koje su već duži niz godina u proizvodnji, kao i novije sorte koje će se tek širiti u proizvodnji u narednom periodu. Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa soje potrebno je odabrati seme visokog kvaliteta, odnosno deklarirano seme, a pažnju treba posvetiti i pravilnom izboru sorti za pojedine regione gajenja (Vidić i sar., 2010). Zbog toga, izuzetno je važno da odabrane sorte budu ne samo dobro prilagođene konkretnim agroekološkim uslovima, već i da zbog promenljivosti ovih uslova imaju dobru adaptabilnost, kao i stabilnost prinosa (Miladinović i sar., 2017). Prinosi soje variraju zavisno od lokaliteta gajenja i vremenskih prilika u datom regionu (Đukić i sar., 2021), a novije sorte soje imaju veći prinos u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja (Đukić i sar., 2021a). Najvažnije agronomске i hemijske osobine svake sorte soje su pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013). Prednost pri odabiru sortimenta treba dati novostvorenim sortama soje, koje su nastale i testirane u uslovima promenjene klime, odnosno onim sortama koje zadovoljavajuće prinose ostvaruju i u povoljnim i u sušnim godinama (Đukić i sar., 2018).

Cilj testiranja genotipova soje u mreži makro, mikro, demonstracionih i proizvodnih oglada upravo je pravilna rejonizacija, kako bi se odabrale sorte soje sa najvišim prinosom i najboljeg kvaliteta za pojedine regione gajenja (Miladinov i sar., 2019).

MATERIJAL I METODE RADA

U ovome radu analizirani su rezultati mikroogleda soje sa tri lokaliteta (dva mikroogleda na Rimskim Šančevima i jedan mikroogled na lokalitetu Soimbor. U mikroogledu su zastupljene sorte soje iz 0, I i II grupe zrenja (osam sorti iz 0 grupe zrenja NS Viseris, NS Adonis, NS Atlas, NS Vulkan, Galina, Valjevka, NS Ozymandias, NS Maximus, jedanaest sorti iz I grupe zrenja NS Deneris, NS Zmaj, NS Ramonda, NS Kraljica, NS Ventis, NS Hogar, NS Apolo, NS Artur, NS regulus, NS Dracarys i NS Demetrius i sedam sorti soje iz II grupe zrenja NS Fantast, NS Kolos, Rubin, NS Validus, NS Coral, NS Simba i NS Aurelius. Mikroogledi se izvode u četiri ponavljanja po standardnoj metodici za izvođenje mikroogleda, uz kontrolu stručnjaka iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. U fazi tehnološke zrelosti obavlja se žetva, a nakon merenja mase uzoraka i vlage zrna vrši se obračun prinosa po jedinici površine sa 14% vlage. Uzorci semena se dostavljaju u Odeljenje za soju, gde se vrši određivanje sadržaja proteina i ulja u zrnu soje. Rezultati za prinos, sadržaj proteina i ulja, kao i za prinos proteina i ulja po jedinici površine prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečan prinos NS sorti soje prikazan je u tabeli 1.

Najviši prosečan prinos imala je sorta NS Validus (1.782 kg ha⁻¹), a najniži prinos sorta Galina (1.016 kg ha⁻¹). Posmatrano po grupama zrenja vidi se da se među sortama iz 0 grupe zrenja po prinosu izdvajaju sorte soje NS Adonis (1.372 kg ha⁻¹) i NS Atlas (1.310 kg ha⁻¹), u odnosu na sortu Galina (1.016 kg ha⁻¹). Kod srednjestasnih sorti, I grupe zrenja, izdvajaju se sorte NS Deneris (1.514 kg ha⁻¹), NS Zmaj (1.443 kg ha⁻¹) i NS Kraljica (1.406 kg ha⁻¹) u odnosu na sortu NS Apolo (1.077 kg ha⁻¹). Od kasnih sorti izdvajaju se po prinosu sorte NS Validus (1.782 kg ha⁻¹) i NS Coral (1.566 kg ha⁻¹), u odnosu na standardnu sortu soje za ovu grupu zrenja Rubin (1.117 kg ha⁻¹). Najviši prosečan prinos za sve sorte soje u ogledu ostvaren je na lokalitetu Rimski Šančevi 2 (1.495 kg ha⁻¹), a najniži na lokalitetu Sombor (969 kg ha⁻¹). Najviši prinos na lokalitetima Rimski Šančevi 1 i Rimski Šančevi 2 ostvaren je sa sortom soje NS Validus (2.097 kg ha⁻¹, odnosno 2.417 kg ha⁻¹), dok je na lokalitetu Sombor najviši prinos ostvaren sa sortom soje NS Maximus (1.224 kg ha⁻¹).

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje u mreži mikroogleda
Table 1. Average yield of NS soybean varieties in the micro trial

Sorta soje	R. Šančevi 1	R. Šančevi 2	Sombor	Prosek
NS Viseris (0)	1636	1017	879	1177
NS Adonis (0)	1579	1506	1030	1372
NS Atlas (0)	1832	1151	947	1310
NS Vulkan (0)	1456	921	936	1104
Galina (0)	1355	759	934	1016
Valjevka (0)	1773	986	965	1241
NS Ozymandias (0)	1090	1663	925	1226
NS Maximus (0)	1390	1173	1224	1262
NS Deneris (I)	1457	1908	1177	1514
NS Zmaj (I)	1296	1882	1151	1443
NS Ramonda (I)	889	2102	1057	1349
NS Kraljica (I)	1912	1230	1077	1406
NS Ventis (I)	1770	1368	817	1318
NS Hogar (I)	1074	1538	983	1198
NS Apolo (I)	1274	965	992	1077
NS Artur (I)	1110	1658	895	1221
NS Regulus (I)	1044	1650	1044	1246
NS Dracarys (I)	1663	1329	1166	1386
NS Demetrius (I)	1051	1585	977	1204
NS Fantast (II)	976	1607	856	1146
NS Kolos (II)	1092	1391	918	1134
Rubin (II)	1018	1521	812	1117
NS Validus (II)	2097	2417	832	1782
NS Coral (II)	1416	2409	872	1566
NS Simba (II)	1172	1578	674	1141
NS Aurelius (II)	857	1567	1050	1158
Prosek	1357	1495	969	

Prosečan sadržaj proteina i ulja u zrnju soje prikazan je u tabeli 2. Prosečan sadržaj proteina veoma je varirao između pojedinih lokaliteta, a u proseku za sve analizirane sorte soje kretao se u rasponu od 38,1% (NS Validus) do 40,6% (NS Demetrius). Na lokalitetu Sombor prosečan sadržaj proteina za sve sorte iznosio je 39,6%, dok je na lokalitetima Rimski Šančevi 1 i Rimski Šančevi 2 iznosio 39,0%.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina i ulja (%)

Table 2. Average protein and oil content (%)

	R. Šančevi 1		R. Šančevi 2		Sombor		Prosek	
	proteini	ulje	proteini	ulje	proteini	ulje	proteini	ulje
NS Viseris	39,0	22,1	39,3	21,3	38,6	22,8	39,0	22,1
NS Adonis	38,4	22,6	40,6	20,3	41,7	20,6	40,2	21,2
NS Atlas	39,3	22,0	38,6	21,5	39,0	22,3	39,0	21,9
NS Vulkan	38,9	22,4	39,3	21,1	39,1	22,2	39,1	21,9
Galina	39,4	21,8	39,0	20,9	40,3	21,5	39,6	21,4
Valjevka	39,2	22,1	38,0	21,5	38,5	22,4	38,6	22,0
NS Ozymandias	39,6	22,2	39,9	20,5	39,8	21,4	39,7	21,3
NS Maximus	38,4	22,7	39,1	21,3	39,8	22,0	39,1	22,0
NS Deneris	40,0	21,8	39,7	21,0	38,8	22,4	39,5	21,7
NS Zmaj	40,0	21,9	37,9	21,6	37,9	22,3	38,6	22,0
NS Ramonda	39,7	22,0	39,1	21,1	39,7	21,5	39,5	21,5
NS Kraljica	39,1	22,3	39,0	21,2	37,7	22,9	38,6	22,1
NS Ventis	40,2	21,8	40,0	20,8	39,8	21,7	40,0	21,4
NS Hogar	39,3	22,3	38,9	21,3	39,1	22,4	39,1	22,0
NS Apolo	39,6	22,1	38,4	21,7	39,4	22,0	39,1	21,9
NS Artur	38,0	22,7	40,5	20,5	38,9	21,9	39,2	21,7
NS Regulus	39,6	22,0	37,3	22,3	38,4	22,0	38,5	22,1
NS Dracarys	37,7	22,8	37,9	21,6	40,9	21,3	38,8	21,9
NS Demetrius	39,2	22,4	41,7	19,9	41,0	21,3	40,6	21,2
NS Fantast	38,5	22,9	38,4	21,3	39,9	21,3	39,0	21,8
NS Kolos	38,0	22,9	38,8	21,2	40,7	21,4	39,2	21,8
Rubin	37,6	23,3	40,1	20,9	40,8	21,1	39,5	21,8
NS Validus	37,7	22,9	36,0	22,4	40,6	20,4	38,1	21,9
NS Coral	38,4	22,5	40,8	20,5	41,1	20,8	40,1	21,3
NS Simba	39,4	21,9	37,3	21,8	39,1	21,9	38,6	21,9
NS Aurelius	39,1	21,9	38,9	20,8	39,5	22,0	39,2	21,6
Prosek	39,0	22,3	39,0	21,2	39,6	21,8	39,2	21,8

Po povišenom sadržaju proteina u zrnju izdvajaju se sorte NS Demetrius (40,6%), NS Adonis (40,2%), NS Coral (40,1%) i NS Ventis (40,0%). Najveća variranja sadržaja proteina zabeležena su kod sorte NS Validus, kod koje je najniži sadržaj

proteina bio na lokalitetu Rimski Šančevi 2 (36,0%), a najviši sadržaj na lokalitetu Sombor (40,6%). Velike razlike bile su i kod sorte NS Adonis kod koje je najniži sadržaj proteina zabeležen na lokalitetu Rimski Šančevi 1 (38,4%), dok je najviši sadržaj bio na lokalitetu Sombor (41,7%). Najmanje variranje sadržaja proteina u odnosu na lokalitete zabeležen je kod sorte soje NS Ozymandias (39,6% na lokalitetu Rimski Šančevi 1 i 39,9% na lokalitetu Rimski Šančevi 2).

Prosečan sadržaj ulja u proseku za sve analizirane sorte soje kretao se u rasponu od 21,2% (NS Adonis i NS Demetrius) do 22,1% (NS Viseris, NS Kraljica, NS Regulus). Na lokalitetu Sombor prosečan sadržaj ulja za sve sorte iznosio je 21,8%, na lokalitetima Rimski Šančevi 1 22,3% i na lokalitetu Rimski Šančevi 2 iznosio je 21,2%. Po povišenom sadržaju ulja u zrnu izdvajaju se sorte NS Adonis i NS Demetrius (22,1%), Valjevka, NS Zmaj, NS Maximus i NS Hogar (22,0%), kao i sorte soje NS Atlas, NS Vulkan, NS Apolo, NS Dracarys, NS Validus i NS Simba (21,9%). Najveća variranja sadržaja ulja zabeležena su kod sorti NS Demetrius, kod koje je najniži sadržaj ulja bio na lokalitetu Rimski Šančevi 2 (19,9%), a najviši sadržaj na lokalitetu Rimski Šančevi 1 (22,4%) i kod sorte NS Validus sa najnižim sadržajem ulja na lokalitetu Sombor (20,4%) i najvišim sadržajem na lokalitetu Rimski Šančevi 1 (22,9%). Velike razlike bile su i kod sorte Rubin kod koje je najniži sadržaj ulja zabeležen na lokalitetu Rimski Šančevi 2 (20,9%), dok je najviši sadržaj bio na lokalitetu Rimski Šančevi 1 (23,3%). Najmanje variranje sadržaja ulja u odnosu na lokalitete zabeležen je kod sorte soje NS Simba (21,8% na lokalitetu Rimski Šančevi 2 i 21,9% na lokalitetima Rimski Šančevi 1 i Sombor).

Prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine prikazan je u tabeli 3. Najviši prinos proteina ostvaren je sa sortom NS Validus (666 kg ha⁻¹), a visoke vrednosti bile su i kod sorti NS Coral (629 kg ha⁻¹), NS Deneris (599 kg ha⁻¹), NS Zmaj (556 kg ha⁻¹) i NS Adonis (549 kg ha⁻¹).

Najniži prinos proteina imale su sorte NS Galina (402 kg ha⁻¹) i NS Apolo (422 kg ha⁻¹), a najmanji prinos proteina, za sve sorte soje u ogledu, ostvaren je na lokalitetu Sombor (384 kg ha⁻¹). Najviši prosečan prinos proteina zabeležen je na lokalitetu Rimski Šančevi 2 (583 kg ha⁻¹).

Prosečan prinos ulja kretao se od 219 kg ha⁻¹ kod sorte soje Galina do 397 kg ha⁻¹ kod sorte NS Validus. Pored sorte soje NS Validus, po visini prinosa ulja po jedinici površine izdvajaju se i sorte NS Coral (331 kg ha⁻¹), NS Deneris (327 kg ha⁻¹) i NS Zmaj (316 kg ha⁻¹). Najmanji prosečan prinos ulja po jedinici površine, za sve sorte soje u makroogledu, ostvaren je na lokalitetu Sombor (211 kg ha⁻¹) dok je najviši prosečan prinos ulja bio na lokalitetu Rimski Šančevi 2 (316 kg ha⁻¹).

Tabela 3. Prosečan prinos proteina i ulja (kg ha⁻¹)
Table 3. Average protein and oil yield (kg ha⁻¹)

	R. Šančevi 1		R. Šančevi 2		Sombor		Prosek	
	proteini	ulje	proteini	ulje	proteini	ulje	proteini	ulje
NS Viseris	638	362	400	216	339	200	459	259
NS Adonis	605	356	611	306	429	212	549	292
NS Atlas	720	403	444	247	369	211	511	287
NS Vulkan	566	326	362	194	366	208	431	243
Galina	534	296	296	159	376	201	402	219
Valjevka	695	392	375	212	371	216	480	273
NS Ozymandias	431	242	663	341	368	198	487	260
NS Maximus	533	316	458	249	487	269	493	278
NS Deneris	582	318	758	401	456	263	599	327
NS Zmaj	518	284	712	407	436	257	556	316
NS Ramonda	353	195	821	443	419	228	531	288
NS Kraljica	748	426	479	261	407	246	545	311
NS Ventis	711	386	546	284	325	177	527	282
NS Hogar	422	240	599	328	384	220	468	263
NS Apollo	505	281	370	209	391	218	422	236
NS Artur	422	252	672	340	348	196	481	263
NS Regulus	414	230	616	368	401	230	477	276
NS Dracarys	627	379	504	286	477	248	536	304
NS Demetrius	412	235	660	315	401	208	491	253
NS Fantast	376	223	618	343	341	183	445	250
NS Kolos	415	250	539	294	374	197	443	247
Rubin	383	238	611	318	332	171	442	242
NS Validus	790	480	870	542	338	170	666	397
NS Coral	544	318	984	493	359	182	629	331
NS Simba	462	257	589	344	263	148	438	250
NS Aurelius	335	188	610	326	415	231	453	248
Prosek	529	303	583	316	384	211	499	277

ZAKLJUČAK

Po visini prinosa izdvajaju se sorte NS Fantast, NS Coral i NS Deneris, odnosno iz 0 grupe zrenja NS Adonis, iz I grupe zrenja NS Deneris i iz II grupe zrenja NS Validus.

Po povišenom sadržaju proteina u zrnu izdvojile su se sorte NS Demetrius, NS Adomis, NS Coral i NS Ventis, dok se po povišenom sadržaju ulja izdvajaju sorte NS Viseris, NS Kraljica, NS Regulus, Valjevka, NS Maximus, NS Zmaj i NS Hogra. Po visokom prinosu proteina i ulja po jedinici površine izdvajaju se sorte soje NS Validus, NS Coral i NS Deneris.

LITERATURA

1. 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, 21-27. Januar 2018., 34-44.
2. Đukić, V., Miladinov, Z., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Petrović, K., Balešević-Tubić, S., Valan, D., Ilić, A. (2021): Soja u 2020. godini. Zbornik referata, 55. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), Zlatibor 31.01.-03.02. 2021., 14-22.
3. Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Čeran M., Đalović, I., Dozet, G., Kostić, M. (2021): Prinos i kvalitet NS sorti soje u mreži makroogleda 2020. godine, Zbornik radova 62. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 27. jun - 02. jul 2021., Herceg Novi, 77-83.
4. Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, 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.
5. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2017): Soja u 2016. godini, Zbornik referata 51. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), 22.01.-28.01.2017., Zlatibor, 11-20.
6. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V. (2013): Soja u 2012. godini. Zbornik referata 47. Savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor, 03-09.02.2013., 79-86.
7. Vidić, M., Hrustić, M., Miladinović, J., Đukić, V., Đorđević, V., Popović, V. (2010): Novine u sortimentu soje. Rat Pov/Field Veg Crop Res. 47(1), 347-355.

KVALITET PERSPEKTIVNIH LINIJA SOJE U PROCESU REGISTRACIJE U 2022. GODINI

*Danijela Stojanović¹, Vojin Đukić², Jegor Miladinović², Zlatica Mamlić²,
Ivica Đalović², Jelena Marinković², Dragana Miljaković²*

¹Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Srbija,

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad,

Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija

IZVOD

Oplemenjivači soje instituta za ratarstvo i povrtarstvo kontinuirano rade na stvaranju novih genotipova, od kojih se izdvajaju superiorne linije po visini prinosa i nakon višegodišnjih testiranja daju na dvogodišnje ispitivanje u Odeljenje za priznavanje sorti, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede. Ova testiranja vrše se na pet lokaliteta i da bi linija prošla registraciju neophodno je da ostvari u proseku za dve godine prinos viši od 3% u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, te prinosa proteina i ulja po jedinici površine linija soje u prvoj godini testiranja. Najviši prinos zrna imala je linija NS-L 520113 (2.480 kg ha⁻¹). Najviši sadržaj proteina imala je linija NS-L 400186 (46,23%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod linije NS-L 420219 (22,00%).

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

QUALITY OF PROSPECTIVE SOY LINES IN THE REGISTRATION PROCESS IN 2022

ABSTRACT

Soybean breeders from the Institute of Field and Vegetable Crops are continuously working on creating new genotypes, from which superior yield lines stand out, and after many years of testing, they are given a two-year test in the Department of Variety Recognition, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management. These tests are performed at five localities, and in order for the line to be registered, it is necessary to achieve an average yield of more than 3% in two years compared to the standard varieties for certain groups of maturation. The aim of this paper is to consider the yield, protein and oil content, and protein and oil yield per unit area of soybean lines in the first year of testing. The highest grain yield was in the line NS-L 520113 (2480

kg ha⁻¹). The highest protein content was found in the NS-L 400186 line (46.23%), while the highest oil content was recorded in the NS 500090 line (22.00%).

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

UVOD

Soja je proteinsko-uljana leguminozna biljka, koja je u poslednjim decenijama postala glavni izvor biljnih proteina za ishranu ljudi i životinja i koristi se kao sirovina u mnogim granama industrije. Soja sadrži svih osam esencijalnih aminokiselina, a po vrednosti sojini proteini su ravni proteinima životinjskog porekla (Cvijanović, 2017). Soja usvaja atmosferski azot i prevodi ga u oblik dostupan biljkama, a nakon žetve u kvržicama na korenu soje ostaje vezani azot koji se ne ispira u dublje slojeve, već se postepeno oslobađa za naredni usev. Soja ostavlja čisto i rastresito zemljište, poboljšava njegovu strukturu, dobar je predusev većini gajenih biljaka i tehnologija proizvodnje je dosta jednostavna. Pored ekspanzije u proizvodnji u 20. veku, soju sa sigurnošću možemo nazvati i biljkom budućnosti, jer porastom svetske populacije značaj soje će biti sve veći (Đukić, 2009).

Institut za ratarstvo i povrtarstvo je lider u selekciji soje u ovom delu Evrope, a o kvalitetu NS sorti soje dovoljno govori podatak da se NS sorte soje gaje na području od Francuske do Kazahstana i Uzbekistana, odnosno od južnog Sibira do Irana (Đukić i sar., 2019). Novopriznate sorte soje imaju viši prinos u odnosu na standardne sorte soje (Đukić i sar., 2021) i često su boljeg kvaliteta u odnosu na standardne sorte (Miladinov i sar., 2019).

Prednost pri izboru sortimenta treba dati novim sortama soje, koje su nastale i testirane u uslovima promenjene klime, odnosno sortama koje zadovoljavajuće prinose ostvaruju i u povoljnim i u sušnim godinama (Đukić i sar., 2018).

Cilj ovoga rada je da se sagleda kvalitet perspektivnih linija NS selekcije soje u prvoj godini testiranja i uporedi sa standardnim sortama za pojedine grupe zrenja.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovim istraživanjima korišteni su jednogodišnji rezultati testiranja za priznavanje sorti soje, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede republike Srbije, odnosno rezultati NS linija prve godine testiranja. Prikazani su podaci za osam perspektivnih linija soje (NS-L 400186, NS-L 401209 iz 00 grupe zrenja, NS-L 501129 iz 0 grupe zrenja, NS-L 410195, i NS-L 510094 iz I grupe zrenja i linija NS-L 420219, NS-L 520105 i NS-L 520113 iz II grupe zrenja), kao i sorti koje predstavljaju standarde za upoređivanje u procesu testiranja novih genotipova (Merkur, 00 grupa zrenja, NS Maximus, 0 grupa zrenja, NS Apolo, I grupa zrenja i Rubin, II grupa zrenja). Ovi ogleđi se izvode na pet lokaliteta: Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor, ali u 2021. godini zbog izrazite suše ogleđ nije uspeo na lokalitetu Sremska Mitrovica i Rimski Šančevi i analizirani su podaci

za tri lokaliteta. U radu je analiziran prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Tokom vegetacionog perioda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a nakon žetve sadržaj proteina i ulja u zrnu sa svih lokaliteta određivan je u PSS Sombor. Rezultati su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tabela 1. Prosečan prinos NS linija i sorti soje u 2022. godini (kg ha⁻¹)
Table 1. Average yield of NS soybean variety in 2022. (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location			Prosek Average
		Karavukovo	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	2818	2257	1502	2192
00	NS-L-400186	2522	2315	1551	2129
00	NS-L-401209	2758	2308	1409	2158
0	NS Maximus	2518	2277	1645	2146
0	NS-L-501129	2853	2197	1296	2115
I	NS Apolo	2519	1721	1268	1836
I	NS-L-410195	3663	1892	1197	2251
I	NS-L-510094	3672	1833	1452	2319
II	Rubin	3154	2089	1086	2110
II	NS-L-420219	2697	2002	1114	1938
II	NS-L-520105	3446	1368	1479	2098
II	NS-L-520113	3446	2385	1610	2480

Najviši prinos zrna (tabela 1), u proseku za sve lokalitete, ostvaren je sa kasnom linijom soje NS-L 520113 (2.480 kg ha⁻¹), dok je najviši prinos standardnih sorti zabeležen kod standarda za 00 grupu zrenja, sorte Merkur (2.192 kg ha⁻¹).

Visoki prinosi zabeleženi su i kod linija I grupe zrenja NS-L 510094 (2.319 kg ha⁻¹) i NS-L 410195 (2.251 kg ha⁻¹). Manje variranje prinosa na različitim lokalitetima i pri različitim agroekološkim uslovima proizvodnje ukazuju na stabilnost sorte (Đukić i sar., 2015).

Kod veoma ranih genotipova soje linija NS-L 400186 u odnosu na sortu Merkur ostvarila je niži prinos za 2,90%, ali je sadržaj proteina u odnosu na standardnu sortu veći za 1,53%, dok je linija NS-L 401209 ostvarila niži prinos za 1,55%. Rana linija soje NS-L 501129 imala je niži prinos u odnosu na sortu NS Maximus za 1,44%, ali viši sadržaj proteina za 2,43%. Kod srednjestasnih genotipova soje u odnosu na sortu NS Apolo linija NS-L 410195 imala je viši prinos za 22,60%, a linija NS-L 510094 za 26,31%, uz povećan sadržaj proteina za 2,97%. Kasna linija NS-L 420219 ostvarila je niži prinos u odnosu na sortu Rubin za 8,16%, a linija NS-L 520105 niži prinos za

0,57%. Linija NS-L 520113 imala je viši prinos u odnosu na standard za 17,54% i viši sadržaj proteina za 1,7%. Iz ovih rezultata se vidi da tri linije imaju znatno viši prinos u odnosu na standardne sorte, dve linije imaju znatno veći sadržaj proteina u zrnu, dve linije su sa prinosom na nivou standarda i jedna sa znatno nižim prinosom u odnosu na standardnu sortu. Svakako treba napomeniti da konačni rezultati ispitivanja zavise od rezultata koji će biti ostvareni u drugoj godini testiranja (Stojanović i sar., 2022).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina NS linija i sorti soje u 2022. godini (%)

Table 2. Average protein content of NS soybean variety in 2022. (%)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location			Prosek Average
		Karavukovo	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	47,50	44,20	42,40	44,70
00	NS-L-400186	49,40	44,40	44,90	46,23
00	NS-L-401209	44,60	41,60	42,80	43,00
0	NS Maximus	44,50	41,70	40,10	42,10
0	NS-L-501129	47,60	41,00	45,00	44,53
I	NS Apolo	41,60	42,90	37,40	40,63
I	NS-L-410195	42,70	41,70	41,80	42,07
I	NS-L-510094	46,80	42,10	41,90	43,60
II	Rubin	43,00	42,00	40,00	41,90
II	NS-L-420219	42,00	41,00	39,00	40,50
II	NS-L-520105	41,00	41,00	40,00	40,50
II	NS-L-520113	45,00	43,00	43,00	43,60

Rane sorte soje imaju veći sadržaj proteina, dok sorte sa dužim vegetacionim periodom nakupljaju u zrnu više ulja (Đukić i sar., 2013). Visok sadržaj proteina (tabela broj 2) zabeležen je kod linije NS-L 400186 (46,23%), sorte NS Merkur (44,70%), linije NS-L 501129 (44,53%), linija NS-L 510094 i NS-L 520113 (43,60%), linije NS-L 401209 (43,00%), sorte NS Maximus (42,10%) i linije NS-L 410195 (42,07%), dok je najniži sadržaj proteina zabeležen kod linija NS-L 420219 i NS-L 520105 (40,50%). Sadržaj proteina u zrnu soje veoma varira, zavisno od sorte, ali još više u zavisnosti od lokaliteta, odnosno zemljišnih i vremenskih prilika u pojedinim regionima (Đukić i sar., 2016).

Najviši sadržaj ulja u zrnu soje (tabela 3) zabeležen je kod linije NS-L 420219 (22,00%), linije NS-L 501129 (21,20%) i NS-L 520105 (21,00%) a najniži sadržaj kod linija NS-L 410195 (19,60%), NS-L 400186 i sorte Merkur (19,63%).

Iz podataka u tabeli 2 i tabeli 3 uočava se da je sadržaj proteina i sadržaj ulja veoma varirao između pojedinih lokaliteta.

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja NS linija i sorti soje u 2022. godini (%)**Table 3.** Average oil content of NS soybean variety in 2022. (%)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location			Prosek Average
		Karavukovo	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	18,70	20,20	20,00	19,63
00	NS-L-400186	18,40	20,50	20,00	19,63
00	NS-L-401209	19,40	21,30	19,80	20,17
0	NS Maximus	19,10	21,20	20,60	20,30
0	NS-L-501129	19,40	20,50	23,70	21,20
I	NS Apolo	20,40	20,70	21,00	20,70
I	NS-L-410195	19,90	20,60	18,30	19,60
I	NS-L-510094	20,20	20,50	18,70	19,80
II	Rubin	20,00	21,00	19,00	20,00
II	NS-L-420219	20,00	24,00	21,00	22,00
II	NS-L-520105	20,00	23,00	20,00	21,00
II	NS-L-520113	19,00	22,00	19,00	20,00

Ostvareni prinos proteina u direktnoj je vezi sa ostvarenom visinom prinosa po jedinici površine i sadržajem proteina u zrnu soje.

Tabela 4. Prosečan prinos proteina NS linija i sorti soje 2022. godine (kg ha⁻¹)**Table 4.** Average protein yield of NS soybean variety in 2022. (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location			Prosek Average
		Karavukovo	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	1339	998	637	991
00	NS-L-400186	1246	1028	696	990
00	NS-L-401209	1230	960	603	931
0	NS Maximus	1121	950	660	910
0	NS-L-501129	1358	901	583	947
I	NS Apolo	1048	738	474	753
I	NS-L-410195	1564	789	500	951
I	NS-L-510094	1718	772	608	1033
II	Rubin	1356	877	434	889
II	NS-L-420219	1133	821	434	796
II	NS-L-520105	1413	561	592	855
II	NS-L-520113	1551	1026	692	1090

Najviši prosečan prinos proteina (tabela 4) imale su kasna linija NS-L 520113 (1.090 kg ha⁻¹) i NS-L 510094 (1.033 kg ha⁻¹), kod kojih su zabeleženi i najviši prinosi zrna, a visoki rezultati zabeleženi su i kod sorte Merkur (991 kg ha⁻¹) i linije NS-L 400186 (990 kg ha⁻¹). Najniži prinos proteina bio je kod sorte NS Apolo (753 kg ha⁻¹), koja je imala nizak sadržaj proteina u zrnu, ali i najniži prinos zrna, kao i kod linije NS-L 420219 (796 kg ha⁻¹). Da je najviši prinos proteina po jedinici površine ostvaren sa sortama koje su imale i najviši prinos zrna u svojim istraživanjima su ustanovili i Miladinov i sar. (2019).

Ostvareni prinos ulja u direktnoj je vezi sa visinom prinosa soje i sa sadržajem ulja u zrnu soje.

Najviši prosečan prinos ulja (tabela 5) po jedinici površine zabeležen je kod kasne linije soje NS-L 520113 (495 kg ha⁻¹) i linije NS-L 510094 (463 kg ha⁻¹), koje su imale i najviši prinos zrna po jedinici površine, dok je najniži prinos ulja imala sorta soje NS Apolo (379 kg ha⁻¹), kod koje je zabeležen najniži prinos zrna po jedinici površine. Lokalitet gajenja, kao i pojedine godine imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte (Đukić i sar. 2017).

Tabela 5. Prosečan prinos ulja NS linija i sorti soje 2022. godine (kg ha⁻¹)

Table 5. Average oil yield of NS soybean variety in 2022. (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location			Prosek Average
		Karavukovo	Pančevo	Sombor	
00	Merkur	527	456	300	428
00	NS-L-400186	464	475	310	416
00	NS-L-401209	535	492	279	435
0	NS Maximus	481	483	339	434
0	NS-L-501129	553	450	307	437
I	NS Apolo	514	356	266	379
I	NS-L-410195	729	390	219	446
I	NS-L-510094	742	376	272	463
II	Rubin	631	439	206	425
II	NS-L-420219	539	480	234	418
II	NS-L-520105	689	315	296	433
II	NS-L-520113	655	525	306	495

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznešenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Linije soje NS-L 410195, NS-L 510094 i NS-L520113 u prvoj godini ispitivanja ostvarile su više prinose u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja i povećanje prinosa je iznosilo od 17,54% do 26,31%, a linije NS-L 510094, NS-L 501129, NS-L 520113 i NS-L 400186 imale su značajno veći sadržaj proteina u zrnu soje, a to povećanje iznosilo je od 1,53% do 2,97%.

Linija NS-L 420219 imala je najviši sadržaj ulja (10% viši u odnosu na standardnu sortu), linija NS-L 520113 5% viši u odnosu na standard, linija NS-L 501129 za 4,43% i linija NS-L 401209 za 2,75% veći sadržaj ulja u odnosu na standardnu sortu.

Najviši prinos proteina i ulja po jedinici površine imale su linije NS-L 520113 i linija NS-L510094 koje su imale i najviši prinos zrna.

Sam ishod testiranja zavisi od rezultata koje će navedene linije soje ostvariti u drugoj godini ispitivanja.

LITERATURA

1. Cvijanović, Marija (2017): Efekat niskofrekventnog elektromagnetnog polja i bioloških komponenti na prinos i kvalitet semena u održivoj proizvodnji soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, poljoprivredni fakultet Zemun, 1-217.
2. 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.
3. 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.
4. Đukić, V., Cvijanović, M., Dozet, G., Popović, V., Valan, D., Petrović, K., Marinković, J. (2015): Prinos i kvalitet NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 56. Savetovanje industrije ulja. Herceg Novi, 2015. 87-91.
5. Đukić, V., Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Popović, V., Miladinov, Z., Petrović, K., Marinković, J., Veselić, J., Ilić, A., Čobanović, L. (2016): Soja u 2015. godini, 50. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, pp. 47-54.
6. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017): Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18.-23. jun, 2017., Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
7. 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, 21-27. Januar 2018., 34-44.

8. Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, 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.
9. Stojanović, D., Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Bajagić, M., Jaćimović, S. (2022): Kvalitet perspektivnih linija soje u procesu registracije u 2021. godini. Zbornik radova 63. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, 26. jun - 01. jul 2022, Herceg Novi, 57-64.

UTICAJ NAVODNJAVANJA NA PRINOS I KVALITET SOJE U 2021. GODINI

*Slobodanka Ljumović¹, Jelena Ivan², Mirjana Bogdanović³, Libuška Fačara⁴,
Vojin Đukić¹, Zlatica Mamlić¹, Jelena Perenčević²*

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

²Poljoprivredna stručna služba Sombor, Sombor, Srbija

³Best Seed Producer, Srbobran, Srbija

⁴Poljoprivredna škola, Bač, Srbija

IZVOD

Navodnjavanje je agrotehnička mera koja doprinosi stabilnosti i sigurnosti biljne proizvodnje, u uslovima klimatskih promena kojima smo izloženi poslednjih decenija. U 2021. godini sa izraženim sušnim periodom povećanje prinosa soje kretalo se kod različitih sorti u intervalu od 33% do 51%, sadržaj proteina je smanjen u intervalu od 1,8% do 4,7%, sadržaj ulja povećan u intervalu od 2,5% do 5,5%, dok je prinos proteina povećan u intervalu od 27,1% do 46,4%, a prinos ulja u intervalu od 40,7% do 58,1%. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine četiri NS sorte soje u uslovima suvog ratarenja i navodnjavanja u 2021. godini.

Ključne reči: navodnjavanje, prinos soje, sadržaj proteina i ulja, prinos proteina i ulja

THE EFFECT OF IRRIGATION ON YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN IN 2021

ABSTRACT

Irrigation is an agro technical measure that contributes to the stability and safety of plant production, in the conditions of climate change that we have been exposed to in recent decades. In 2021, with a pronounced dry period, the increase in soybean yield ranged from 33% to 51% in different varieties, the protein content decreased in the range from 1.8% to 4.7%, the oil content increased in the range of 2, 5% to 5.5%, while the protein yield increased in the interval from 27.1% to 46.4%, and the oil yield in the interval from 40.7% to 58.1%. The aim of this work is to analyze the yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area of four NS soybean varieties under dry land and irrigation conditions in 2021.

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

UVOD

Soja je poreklom iz područja sa kišnim i toplim letima, te su i potrebe za vodom dosta visoke, a u našim proizvodnim uslovima vrlo je česta pojava nedostatka i lošeg rasporeda padavina tokom vegetacije (Đukić i Dozet, 2014). Tehnologija gajenja soje u uslovima bez navodnjavanja, uz najbolju agrotehniku na kraju rezultira prinosima koji su pod direktnim uticajem kompleksnih i specifičnih agroekoloških uslova (Đukić i sar., 2017). Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa ograničavajući faktor u proizvodnji soje javlja se nedostatak vlage u kritičnim fazama rasta i razvoja biljaka (Đukić i sar., 2022).

U uslovima klimatskih promena sve je više izraženo povećanje temperature vazduha, kao i sve veće oscilacije u količini i rasporedu padavina u periodu cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna u pojedinim godinama, a nedovoljne količine padavina dopunjavaju se sistemima za navodnjavanje i pravilanim izborom adaptibilnih sorti soje (Cvijanović i sar., 2019).

Potrebe soje za vodom po mesecima od 10-40 mm u aprilu, 30-60 mm u maju, 90-110 mm u junu, 100-125 mm u julu, 100-120 mm u avgustu, 50-80 mm u septembru i do 40 mm u oktobru za veoma kasne sorte soje (Bošnjak, 2007). Efekat navodnjavanja zavisi od pravilnog određivanja vremena zalivanja i količine vode koja će se utrošiti, a vreme zalivanja može se odrediti na više načina: praćenjem dinamike vlažnosti zemljišta, merenjem koncentracije ćelijskog soka pomoću refraktometra, prema kritičnim fazama razvika biljaka, obračunom vodnog bilansa (Đukić i Dozet, 2014). Kritične faze soje prema vodi su period klijanja i nicanja i faza formiranja mahuna i nalivanja zrna (Đukić i sar., 2018). Navodnjavanje soje obavlja se veštačkim kišenjem, najbolji efekat postiže se prenosnim ili pokretnim kišnim krilima, a sve više su u upotrebi i mašine tipa tifon sa dalekometnim rasprskivačima kod kojih treba oprezno podesiti mlaz vode kako ne bi došlo do poleganja biljaka (Đukić i Dozet, 2014).

Samo u uslovima navodnjavanja može se istovremeno dobiti visok prinos i visok kvalitet proizvedenog semena soje (Đukić i sar., 2011).

Cilj ovoga rada je sagledavanje uticaja navodnjavanja na prinos i kvalitativne osobine zrna soje.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovome radu analiziran je prinos zrna, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine kod četiri sorte soje u uslovima bez navodnjavanja i uslovima navodnjavanja. Ogled je izveden u 2021. godini u okolini Sombora. U ogledu su bile sorte soje Valjevka (0 grupa zrenja), Sava i NS Apolo (I grupa zrenja) i sorta soje Rubin (II grupa zrenja). Navodnjavanje soje vršeno je prema kritičnim fazama razvika soje, odnosno primenom navodnjavanja u fazi nakon cvetanja, pri formiranju mahuna i nalivanju zrna. Primenjena je standardna tehnologija za gajenje

soje, a nakon sazrevanja soje obavljena je žetva, izvršeno merenje mase uzoraka i vlage zrna i izračunat prinos zrna po jedinici površine sa 14% vlage. Nakon određivanja sadržaja proteina i ulja u zrnu soje izračunat je prinos proteina i ulja po jedinici površine. Rezultati za prinos, sadržaj proteina i ulja, kao i za prinos proteina i ulja po jedinici površine prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečan prinos NS sorti soje prikazan je u tabeli 1.

Najviši prinos i u uslovima suvog ratarenja i u uslovima navodnjavanja ostvaren je sa sortom Rubin (3733 kg ha⁻¹ i 4980 kg ha⁻¹). Povećanje prinosa usled navodnjavanja u sušnoj 2021. godini za ceo ogled iznosilo je 42,51%, a kretalo se od 33% kod sorte Rubin do 51% kod sorte NS Apolo.

Tabela 1. Prosečan prinos soje u 2021. godini (kg ha⁻¹)

Table 1. Average yield in 2021. (kg ha⁻¹)

Sorta	Varijante ogleda	Prinos		Prosek
		Bez navodnjavanja	Sa navodnjavanjem	
	Valjevka	3378	4785	4082
	Sava	3359	4881	4120
	NS Apolo	3219	4863	4041
	Rubin	3733	4980	4357
	Prosek	3422	4877	-

Prosečan sadržaj proteina i ulja prikazan je u tabeli 2.

Prosečan sadržaj proteina u uslovima bez navodnjavanja kretao se u intervalu od 38,63% kod sorte soje NS Apolo do 40,24% kod sorte soje Rubin, dok je u uslovima navodnjavanja sadržaj proteina varirao u intervalu od 37,44% kod sorte NS Apolo do 38,41% kod sorte soje Sava. Usled navodnjavanja kod svih sorti soje u ogledu došlo je do smanjenja sadržaja proteina u zrnu, a smanjenje se kretalo u intervalu od 1,8% kod sorte soje Sava do 4,7% kod sorte soje Rubin.

Prosečan sadržaj ulja u uslovima bez navodnjavanja kretao se u intervalu od 19,60% kod sorte soje Rubin do 20,53% kod sorte soje Valjevka, dok je u uslovima navodnjavanja sadržaj ulja varirao u intervalu od 20,57% kod sorte NS Apolo do 21,35% kod sorte soje Valjevka. Usled navodnjavanja kod svih sorti soje u ogledu došlo je do povećanja sadržaja ulja u zrnu, a povećanje se kretalo u intervalu od 2,5% kod sorte soje Sava do 5,5% kod sorte soje Rubin.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina i ulja u 2021. godini (%)**Table 2.** Average protein and oil content in 2021. (%)

Sorta	Varijante ogleda	Bez navodnjavanja		Sa navodnjavanjem		Prosek	
		% proteina	% ulja	% proteina	% ulja	% proteina	% ulja
Valjevka		38,97	20,53	37,70	21,35	38,34	20,94
Sava		39,12	20,46	38,41	20,98	38,77	20,72
NS Apolo		38,63	19,66	37,44	20,57	38,04	20,12
Rubin		40,24	19,60	38,33	20,67	39,29	20,14
Prosek		39,24	20,06	37,97	20,89	-	-

Prosečan prinos proteina i ulja prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3. Prosečan prinos proteina i ulja u 2021. godini (kg ha⁻¹)**Table 3.** Average protein and oil yield in 2021. (kg ha⁻¹)

Sorta	Varijante ogleda	Bez navodnjavanja		Sa navodnjavanjem		Prosek	
		% proteina	% ulja	% proteina	% ulja	% proteina	% ulja
Valjevka		1316	694	1804	1022	1560	857
Sava		1314	687	1875	1024	1594	856
NS Apolo		1244	633	1821	1000	1532	817
Rubin		1502	732	1909	1029	1705	881
Prosek		1344	686	1852	1019	-	-

Prosečan prinos proteina u uslovima bez navodnjavanja kretao se u intervalu od 1244 kg ha⁻¹ kod sorte soje NS Apolo do 1502 kg ha⁻¹ kod sorte soje Rubin, dok je u uslovima navodnjavanja prinos proteina po jedinici površine varirao u intervalu od 1804 kg ha⁻¹ kod sorte Valjevka do 1909 kg ha⁻¹ kod sorte soje Rubin. Usled navodnjavanja kod svih sorti soje u ogledu došlo je do povećanja prinosa proteina po jedinici površine unatoč smanjenju sadržaja proteina u zrnju, zbog povećanja prinosa zrna po jedinici površine. Povećanje prinosa proteina posmatrano po sortama soje kretalo se u intervalu od 27,1% kod sorte soje Rubin do 46,4% kod sorte soje NS Apolo.

Prosečan prinos ulja u uslovima bez navodnjavanja kretao se u intervalu od 1804 kg ha⁻¹ kod sorte soje Valjevka do 1909 kg ha⁻¹ kod sorte soje Rubin, dok je u uslovima navodnjavanja prinos ulja varirao u intervalu od 1000 kg ha⁻¹ kod sorte NS Apolo do 1029 kg ha⁻¹ kod sorte soje Rubin. Usled navodnjavanja kod svih sorti soje u ogledu došlo je do povećanja prinosa ulja po jedinici površine, zbog povećanja sadržaja ulja u zrnju soje i povećanja prosečnog prinosa zrna, a povećanje se kretalo u intervalu od 40,7% kod sorte soje Rubin do 58,1% kod sorte soje NS Apolo.

ZAKLJUČAK

Navodnjavanje soje dovodi do povećanja prinosa zrna soje po jedinici površine, do smanjenja sadržaja proteina i do povećanja sadržaja ulja u zrnu soje.

Usled navodnjavanja povećava se prinos proteina po jedinici površine zahvaljujući znatnom povećanju prinosa zrna po jedinici površine i povećanju prinosa ulja po jedinici površine zahvaljujući povećanju sadržaja ulja u zrnu i prinosa zrna.

Efekat navodnjavanja soje zavisi od vremenskih prilika u proizvodnoj godini i u godinama sa izraženim sušnim periodom kao što je bila 2021. godina postizu se povoljniji rezultati.

LITERATURA

1. Bošnjak, Đ. (2007): Potrebe soje za vodom, Poljoprivredni kalendar 2007, „Dnevnik-Poljoprivrednik” ad, Novi Sad: 301-303.
2. Cvijanović, Gordana, Đukić, V., Cvijanović, Marija, Cvijanović, V., Dozet, Gordana, Đurić, N., Stepić, Vesna (2019): Značaj folijarnih tretmana soje u različitim agroekološkim uslovima na prinos zrna i sadržaj ulja. Zbornik radova 60. Savetovanja Proizvodnja i prerada uljarica, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, 79-86
3. 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. Rat Pov/Field Veg Crop Res. 48(1): 137-142
4. Đukić, V., Dozet, G. (2014): Tehnologija gajenja semenskog useva soje: (Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., red.): Semearstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
5. Đukić, V., Dozet, Gordana, Balešević-Tubić, Svetlana, Miladinović, J., Vidić, M., Miladinov, Zlatica, Tatić, M. (2017): Uticaj agroekoloških uslova i đubrenja na prinos soje, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol. 23, br.1-2, 129-137.
6. 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, 21-27. januar 2018., 34-44.
7. Đukić, V., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Randelović, P., Vasiljević, M., Ilić, A., Valan, D., Merkulov Popadić, L. (2022): Soja u 2021. godini. Zbornik referata 56. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 2. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske. Zlatibor, 30.01.- 03.02.2022., str. 69-77, Izdavač: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad.

UTICAJ PRIMENE NPK ĐUBRIVA NA KVALITET ZRNA SOJE

*Gordana Dozet¹, Salimah Alsuwayah¹, Vojin Đukić², Zlatica Mamlić²,
Gorica Cvijanović³, Marija Bajagić³, Vojin Cvijanović⁴*

¹Megatrend univerzitet, Fakultet za Biofarming Bačka Topola, Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad,

Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija

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

⁴Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Srbija

IZVOD

Primena đubriva uslov je ostvarivanju visoke i stabilne, ekonomski opravdane proizvodnje soje. Samostalna primena NPK đubriva, kao i kombinovana primena NPK đubriva sa amonijum nitratom ili folijarnim tretmanom doprinosi povećanju prinosa soje, povećanju sadržaja proteina u zrnu, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, a kombinacija NPK đubriva, amonijum nitrata i folijarni tretman biljaka daje najbolje efekte.

Ključne reči: NPK đubrivo, amonijum nitrat, folijarni tretman, prinos, sadržaj proteina i ulja

EFFECTS OF NPK FERTILIZER USE ON SOYBEAN GRAIN QUALITY

ABSTRACT

The use of fertilizers is a condition for achieving high and stable, economically justified soybean production. NPK fertilizer application alone, as well as combined application of NPK fertilizer with ammonium nitrate or foliar treatment contributes to soybean yield enhancement, the increase of grain protein content, as well as protein and oil yield per area unit, and the combination of NPK fertilizers, ammonium nitrate and plant foliar treatment gives the best effects.

Key words: NPK fertilizer, ammonium nitrate, foliar treatment, yield, protein and oil content

UVOD

Intenzivna biljna proizvodnja podrazumeva niz mera koje je neophodno preduzeti kako bi se ostvarili maksimalni prinosi po jedinici površine (Randelović i sar., 2018). Fizičke osobine i kvalitet zemljišta, kvalitet i vreme osnovne obrade i predsetvene pripreme zemljišta, primena agrotehničkih mera tokom vegetacionog perioda, primena organskih i mineralnih đubriva, meteorološki uslovi u periodu vegetacije, a naročito pojava i dužina trajanja suše, kao i ostali stresni uslovi imaju veoma izražen uticaj na visinu ostvarenog prinosa (Dozet i sar., 2019). Primena đubriva treba da se zasniva na principu kontrole plodnosti zemljišta, odnosno održavanju ili poboljšanju plodnosti zemljišta u cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa (Đukić i Dozet, 2014). Kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama (Miladinov i sar. 2018). Давыденко i sar. (2004) preporučuje da se za postizanje visokih prinosa, pod osnovnu obradu zemljišta za soju unese 40-60 kg fosfora i 60-80 kg kalijuma, zavisno od rezultata analize zemljišta. Fosforna i kalijumova đubriva unose se u zemljište sa osnovnom obradom zemljišta u jesen, dok se azotna đubriva primenjuju u proleće, sa prvim prohodom u predsetvenoj pripremi (Đukić i Dozet, 2014). Mineralna đubriva čine znatan deo troškova u poljoprivrednoj proizvodnji i neracionalnom primenom istih, može se ostvariti smanjenje prinosa i finansijski gubitak (Đukić i sar., 2009). Upotreba vodenih biljnih ekstrakata smanjuje zagađenje zemljišta, vazduha i životne sredine uz dobijanje zdravstveno bezbedne hrane, bez smanjenja visine i kvaliteta prinosa (Dozet i sar., 2017). Oscilacije prinosa u pojedinim godinama potvrđuju da vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Đukić, 2009; Dozet, 2009).

Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrdi uticaj primene NPK đubriva, kao i kombinacija NPK đubriva sa AN-om, sa folijarnom primenom ekstrakta ploda banane i uticaj primene sva tri đubriva na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina u ulja po jedinici površine.

MATERIJAL I METODE RADA

Kako bi sagledali uticaj primene NPK đubriva, kao i NPK đubriva u kombinaciji sa amonijum nitratom i folijarnim tretmanom na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine, postavljen je dvogodišnji ogled na privatnoj parceli u okolini Bača. Za ogled je izabrana sorta soje iz II grupe zrenja Rubin, a u ogledu je bilo pet različitih tretmana. Kontrolna varijanta, varijanta sa jesenjom primenom NPK đubriva, varijanta sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata, varijanta sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom u vegetaciji soje, varijanta sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom u fazi intenzivnog rasta biljaka soje. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, a veličina osnovne parcelice bila je 15 m², odnosno šest redova soje sa međurednim razmakom

od 50 cm i pet metara dužine. Primenjena količina NPK đubriva formulacije 8:15:15 iznosila je 300 kg ha⁻¹, količina azotnog đubriva AN 150 kg ha⁻¹ i količina vodenog ekstrakta od 3 kg zrelih plodova banane, odnosno 30 l ha⁻¹ vodenog ekstrakta ploda banane prilikom tretmana razređenog sa vodom u odnosu 1:15. Vodeni ekstrakt ploda banane pripremljen je na način da su jedan kilogram ploda banane usitnjen, u buretu preliven sa deset litara kišnice i ostavljen 20 dana da fermentiše uz svakodnevno mešanje. Nakon završene fermentacije ekstrakt od ploda banane proceđen je kroz gusto sito, a potom i kroz gazu. Tokom vegetacionog perioda primenjene su standardne agrotehničke mere za proizvodnju soje, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva, izmerena je masa zrna soje, vlaga i obračunat je prinos po hektaru sa 14% vlage. U laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj proteina i ulja u zrnju soje, na osnovu čega su izračunati prinosi proteina i ulja po hektaru. Rezultati istraživanja prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečne temperature i padavine u toku vegetacionog perioda za dve analizirane godine prikazane su u tabeli 1.

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 19,2°C) bile su iznad višegodišnjeg proseka (18,3°C). U 2020. godini temperature znatno iznad višegodišnjeg proseka zabeležene su u aprilu (12,9°C), julu (22,4°C), avgustu (23,2°C) i septembru (19,1°C), dok su u 2021. godini značajno više temperature bile u junu (23,3°C), julu (25,5°C), avgustu (22,2°C) i septembru (18,5°C).

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	9,6	11,8	11,1	55,1	47,1
V	16,1	16,0	17,0	47,3	62,9	68,7
VI	20,7	23,3	20,3	161,9	23,9	89,4
VII	22,4	25,5	21,9	77,3	114,4	66,1
VIII	23,2	22,2	21,5	137,5	46,4	59,9
IX	19,1	18,5	17,1	31,4	16,4	47,6
Prosek/Suma Average/total	19,1	19,2	18,3	466,5	319,1	378,8

Padavina je tokom vegetacionog perioda soje u 2020. godini ($466,5 \text{ lm}^{-2}$) bilo više u odnosu na višegodišnji prosek ($378,8 \text{ lm}^{-2}$), dok je u 2021. godini bilo manje padavina ($319,1 \text{ lm}^{-2}$). U 2020. godini pored značajno većih količina, bio je i znatno povoljniji raspored padavina, dok je u 2021. godini izražen nedostatak u vreme cvetanja i nalivanja zrna (jun, avgust i septembar).

Vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Dozet, 2006; Dozet, 2009; Đukić, 2009.; Dozet i sar., 2013.; Dozet i sar., 2015).

Prinos soje

Uticaj primene NPK đubriva na prinos soje prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Prosečan prinos zrna soje (kg ha^{-1})

Table 2. Average soybean grain yield (kg ha^{-1})

Đubriva Fertilizers	Godina Year	2020	2021	Prosek: Average:
	Kontrola		2867	2605
NPK		3280	2935	3108
NPK+AN		3426	3144	3285
NPK+folijarno		3407	3150	3279
NPK+AN+Folijarno		3491	3272	3382
Prosek: Average:		3294	3021	3158

Prosečan prinos soje u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 3158 kg ha^{-1} . U 2020. godini prinos soje je bio 3294 kg ha^{-1} , dok je u manje povoljnoj 2021. godini ostvaren prinos od 3021 kg ha^{-1} .

Najniži prinos ostvaren je na kontrolnoj varijanti, kako u proseku za obe godine istraživanja (2736 kg ha^{-1}), tako i po pojedinim godinama (2867 kg ha^{-1} u 2020. godini i 2605 kg ha^{-1} u 2021. godini). Na varijanti ogleda sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom u toku intenzivnog rasta biljaka soje zabeležen je najviši prinos soje u dvogodišnjim istraživanjima (3382 kg ha^{-1}), kao i po godinama (3491 kg ha^{-1} u 2020. godini i 3272 kg ha^{-1} u 2021. godini).

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 3. Prosečan sadržaj proteina u ogledu iznosio je 39,4%. U 2020. godini prosečan sadržaj proteina iznosio je 39,1%, dok je u 2021. godini bio 39,7%. Na kontrolnoj varijanti ostvaren je najniži sadržaj proteina (39,0% u proseku za obe godine, odnosno 38,7% u 2020. godini i 39,2% u 2021. godini). Na varijanti ogleda sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom

primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom u toku intenzivnog rasta biljaka soje zabeležen je najviši sadržaj proteina, kako u dvogodišnjim istraživanjima (39,7%), tako i po godinama (39,5% u 2020. godini i 39,9% u 2018. godini).

Tabela 3. Prosečan sadržaj proteina (%) i prosečan sadržaj ulja (%)
Table 3. Average protein content (%), and average oil content (%)

Godina Year Đubriva Fertilizers	Sadržaj proteina (%) Protein content (%)			Sadržaj ulja (%) Oil content (%)		
	2020	2021	Prosek Average	2020	2021	Prosek Average
Kontrola	38,7	39,2	39,0	21,1	21,1	21,1
NPK	38,9	39,8	39,4	20,9	20,6	20,8
NPK+AN	39,3	39,9	39,6	20,5	20,5	20,5
NPK+folijarno	39,2	39,7	39,5	20,5	20,3	20,4
NPK+AN+folijarno	39,5	39,9	39,7	20,4	20,3	20,4
Prosek: Average:	39,1	39,7	39,4	20,7	20,6	20,6

Prosečan sadržaj ulja u zrnu soje u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 20,6%. U 2020. godini prosečan sadržaj ulja u zrnu soje iznosio je 20,7%, dok je u 2021. godini bio 20,6%. U proseku za obe godine, najniži sadržaj ulja zabeležen je na varijanti ogleđa sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom u toku intenzivnog rasta biljaka soje i na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom u toku vegetacije (20,4%). U 2020. godini najniži sadržaj ulja zabeležen je na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom u toku intenzivnog rasta biljaka soje (20,4%), a u 2021. Godini na varijantama sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom u toku intenzivnog rasta biljaka soje i sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom u toku vegetacije (20,3%). Najviši sadržaj ulja u proseku za obe godine, kao i po pojedinim godinama ostvaren je na kontrolnoj varijanti ogleđa (21,1%).

Prinos proteina i ulja u zrnu soje

U tabeli 4 prikazan je prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine. Prosečan prinos proteina u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 1244 kg ha⁻¹. U 2020. godini prosečan prinos proteina iznosio je 1289 kg ha⁻¹, a u 2021. godini 1199 kg ha⁻¹. U proseku za obe godine, najniži prinos proteina zabeležen je na kontrolnoj varijanti (1066 kg ha⁻¹), kao i po godinama (1110 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 1021 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Najviši prinos proteina u proseku za obe godine zabeležen je na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom biljaka soje (1342 kg ha⁻¹). Posmatrano po godinama, na ovoj varijanti ogleđa najviši prinos proteina po hektaru zabeležen je i u 2020. godini (1379 kg ha⁻¹) i u 2021. godini (1306 kg ha⁻¹).

Tabela 4. Prosečan prinos proteina (kg ha⁻¹) i prosečan prinos ulja (kg ha⁻¹)**Table 4.** Average protein yield (kg ha⁻¹) and average oil yield (kg ha⁻¹)

Dubriva Fertilizers	Godina Year	Prinos proteina Protein yield			Prinos ulja Oil yield		
		2020	2021	Prosek Average	2020	2021	Prosek Average
Kontrola		1110	1021	1066	605	550	577
NPK		1276	1168	1223	686	605	645
NPK+AN		1346	1254	1301	702	645	673
NPK+folijarno		1336	1251	1293	698	639	669
NPK+AN+folijarno		1379	1306	1342	712	664	688
Prosek: Average:		1289	1199	1244	681	621	651

Prosečan prinos ulja u ogledu iznosio je 651 kg ha⁻¹. Prosečan prinos ulja u 2020. godini (681 kg ha⁻¹) bio je viši u odnosu na 2018. godinu (621 kg ha⁻¹). Najniži prinos ulja u dvogodišnjim istraživanjima zabeležen je na kontrolnoj varijanti (577 kg ha⁻¹), a na ovoj varijanti ogleda najniži prinos ulja bio je i u 2020. godini (605 kg ha⁻¹), kao i u 2021. godini (550 kg ha⁻¹). Najviši prinos ulja u obe godine istraživanja (688 kg ha⁻¹), kao i po pojedinim godinama (712 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 664 kg ha⁻¹ u 2021. godini) zabeležen je na varijanti ogleda sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom u toku intenzivnog rasta biljaka soje.

ZAKLJUČAK

Primena NPK đubriva povećava prinos soje po jedinici površine, sadržaj proteina u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine.

Jesenja primena NPK đubriva, predsetvena primena amonijum nitrata i folijarni tretman u toku intenzivnog rasta biljaka soje doprinela je ostvarenju najviših prinosa zrna soje, najvišem sadržaju proteina u zrnu i najvišem prinosu proteina i ulja po jedinici površine.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja finansiranih od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i definisanih ugovorima br. 451-03-47/2023-01/200009 i 451-03-47/2023-01/200032 od 03.02.2023. godine.

LITERATURA

1. Dozet Gordana (2009). Uticaj đubrenja predkulture azotom i primene Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija, Megatrend univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming Bačka Topola, 154 str.

2. Dozet Gordana, Đukić V., Balešević-Tubić Svetlana, Đurić N., Miladinov Zlatica, Vasin J., Jakšić Snežana (2017): Uticaj primene vodenih ekstrakata na prinose u organskoj proizvodnji soje. Zbornik radova 1, XXII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 10-11. mart, 2017. 81-86.
3. 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.
4. Dozet, Gordana (2006). Prinose i kvalitet soje u zavisnosti od međurednog razmaka i grupe zreња u uslovima navodnjavanja, Magis умереног климата, »Технологія« Минск, Беларусь, 1tarska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 73 str
5. Dozet, Gordana, Cvijanović, Gorica, 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.
6. Dozet, Gordana, Vojin, Đukić, Marija, Cvijanović, Nenad, Đurić, Ljiljana, Kostadinović, Snežana, Jakšić, Gorica Cvijanović (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.
7. 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.
8. Đukić, V., Dozet, G. (2014): Tehnologija gajenja semenskog useva soje: (Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., red.): Semestarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
9. 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), Zlatibor, 21-27. Januar 2018. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 34-44.
10. Miladinov, Zlatica, Đukić, V., Čeran, Marina, Valan, Dragana, Dozet, Gordana, Tatić, M., Randelović, P. (2018): Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. Jun 2018, Herceg Novi, 73-78.
11. Randelović, P., Đukić, V., Miladinov, Z., Valan, D., Čobanović, L., Plić, A., Merkulov-Popadić, L. (2018): Uticaj folijarne prihrane na prinose 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.
12. Давыденко, О.Г., Голоенко, Д.В., Розенцвейг, В.Е. (2004): Соя для 73.

INTERAKCIJA VREMENA OSNOVNE OBRADE I ĐUBRENJA NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE

*Zlatica Mamlić¹, Nesrin Saleh Ali Abdalnabi², Gordana Dozet², Vojin Đukić¹,
Jegor Miladinović¹, Nenad Đurić³, Ana Uhlarik¹*

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

²Megatrend univerzitet, Fakultet za Biofarming Bačka Topola, Srbija

³Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka, Srbija

IZVOD

Kvalitetna i pravovremena osnovna obrada zemljišta uz dobru obezbeđenost hranivima je uslov za normalan razvoj biljaka soje i ostvarenje visokih prinosa. Jesenja osnovna obrada doprinosi ostvarenju visokih prinosa soje, dok se sa kasnijom obradom prinos smanjuje. NPK đubriva, amonijum nitrat i folijarna primena vodenog ekstrakta od ploda banane povećava prinos soje, prinos proteina i ulja, a najbolji efekat ostvaren je upotrebom NPK đubriva.

Ključne reči: Osnovna obrada, NPK đubrivo, amonijum nitrat, folijarni tretman, prinos, prinos proteina i ulja

INTERACTION OF PRIMARY TILLAGE TIME AND FERTILIZER WITH SOYBEAN GRAIN PROTEIN AND OIL CONTENT

ABSTRACT

Quality and timely primary soil tillage along with good nutrient supply is a requirement for normal soybean plant development and high yield realization. Autumnal primary tillage contributes to the achievement of high soybean yields, while later cultivation decreases the yield. NPK fertilizers, ammonium nitrate and foliar aqueous banana fruit extract application increases soybean yield, protein and oil yield, and the best effect is achieved by applying NPK fertilizer.

Key words: Primary tillage, NPK fertilizer, ammonium nitrate, foliar treatment, yield, protein and oil yield

UVOD

Po podacima koje iznose Адамень i sar. (2006), vreme osnovne obrade ima veliki uticaj na prinos soje, najviši prinosi ostvaruju se na parcelama gde se osnovna obrada obavlja u ranu jesen, a vreme osnovne obrade ima veći uticaj na ostvareni prinos u odnosu na dubinu i kvalitet obrade (Đukić i sar., 2018). Smanjenje prinosa kod prolećne osnovne obrade, u odnosu na jesenju osnovnu obradu iznosi 36,8% u povoljnim godinama, dok su smanjenja u nepovoljnim godinama mnogo veća (Đukić i Dozet, 2014). Radi postizanja visokih i stabilnih prinosa treba vršiti đubrenje na osnovu analize zemljišta, uz pravilnu i pravovremenu primenu đubriva. Najviši prinosi zabeleženi su primenom NPK đubriva u jesenjem periodu, pre osnovne obrade zemljišta i predsetvenom primenom amonijum nitrata (Đukić i sar., 2021). Kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama (Miladinov i sar., 2018). Primena vodenih ekstrakata od ploda banane, koprive i gaveza, koprive i kore banane najviše povećava prinos proteina i ulja po jedinici površine (Mamlić i sar., 2022). Efikasnost primenjenog đubriva zavisi od količine hraniva u zemljištu, od potreba biljaka za određenim elementima, od stanja useva i vremena primene (Miladinov i sar., 2018).

Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrdi uticaj interakcije vremena osnovne obrade zemljišta i đubrenja soje NPK đubrivom, amonijum nitratom i folijarnom primenom vodenog ekstrakta od ploda banane na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina u ulja po jedinici površine.

MATERIJAL I METODE RADA

Kako bi sagledali uticaj primene NPK đubriva sa osnovnom obradom zemljišta za soju, predsetvene upotrebe azotnog đubriva AN i folijarne primene vodenog ekstrakta od ploda banane pri jesenjoj, zimskoj i prolećnoj osnovnoj obradi zemljišta na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine, postavljen je dvogodišnji ogled na privatnoj parceli u okolini Bača. Za ogled je izabrana sorta soje iz II grupe zrenja Rubin, a ogled je izveden tokom 2020. i 2021. godine. Podparcele su bile u vidu jesenje, zimske i prolećne osnovne obrade zemljišta, a varijante ogleđa kontrola, folijarna primena razređenog vodenog ekstrakta od banane, primena NPK đubriva i primena azotnog đubriva AN. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, a veličina osnovne parcelice bila je 15 m², odnosno šest redova soje sa međurednim razmakom od 50 cm i pet metara dužine. NPK đubrivo formulacije 8:15:15 primenjivano je neposredno pre osnovne obrade zemljišta u količini 300 kg ha⁻¹, azotno đubrivo AN primenjivano je pred predsetvenu pripremu zemljišta u količini 150 kg ha⁻¹ a vodeni ekstrakt banane primenjivan je u fazi intenzivnog porasta biljaka soje u količini 450 l ha⁻¹. količina vodenog ekstrakta od 3 kg zrelih plodova banane, odnosno 30 l ha⁻¹ vodenog ekstrakta ploda banane prilikom tretmana razređenog sa vodom u odnosu 1:15. Vodeni ekstrakt ploda banane

pripremljen je od jednog kilograma zrelih plodova banane koji su usitnjeni, preliveni sa deset litara kišnice i ostavljeni 20 dana da fermentišu uz svakodnevno mešanje. Nakon završene fermentacije ekstrakt od ploda banane proceden je kroz gusto sito, a potom i kroz gazu, a pre folijarne primene vodeni ekstrakt je razređivan sa vodom u razmeri 1:15. Za proizvodnju soje primenjene su standardne agrotehničke mere, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva, merenje mase zrna soje, vlage zrna i obračunat je prinos po hektaru sa 14% vlage. U laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj proteina i ulja, na osnovu čega su izračunati prinosi proteina i ulja po hektaru. Rezultati istraživanja prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Interakcija vremena osnovne obrade i đubrenja na prinos soje prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1. Prosečan prinos zrna soje (kg ha⁻¹)

Table 1. Average soybean grain yield (kg ha⁻¹)

Godina	Vreme osnovne obrade	Varijante ogleda				Prosek
		Kontrola	Folijarno	NPK	AN	
2020	Jesen	2867	3196	3280	3204	3137
	Zima	2643	2907	3014	2905	2867
	Proleće	2408	2574	2646	2591	2555
	Prosek	2639	2892	2980	2900	2853
2021	Jesen	2605	2783	2935	2767	2773
	Zima	2352	2641	2711	2448	2538
	Proleće	1914	2106	2267	2122	2102
	Prosek	2290	2510	2638	2446	2471
2020-2021	Jesen	2736	2990	3108	2986	2955
	Zima	2498	2774	2863	2677	2703
	Proleće	2161	2340	2457	2357	2329
	Prosek	2465	2701	2809	2673	2662

Prosečan prinos soje u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 2662 kg ha⁻¹. U 2020. godini prinos soje je bio 2853 kg ha⁻¹, dok je u 2021. godini ostvaren prinos od 2471 kg ha⁻¹.

Najniži prinos ostvaren je na kontrolnoj varijanti, kako u proseku za obe godine istraživanja (2465 kg ha⁻¹), tako i po pojedinim godinama (2639 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 2290 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Na svim varijantama primene različitih đubriva ostvaren je viši prinos u odnosu na kontrolu, a na varijanti ogleda sa primenom NPK đubriva zabeležen je najviši prinos soje u dvogodišnjim istraživanjima (2809 kg ha⁻¹), kao i po godinama (2980 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 2638 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Najviši

prinosi ostvareni su pri jesenjoj osnovnoj obradi i upotrebi NPK đubriva (3108 kg ha⁻¹ u dvogodišnjem proseku, odnosno 3280 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 2935 kg ha⁻¹ u 2021. godini, a sa kašnjenjem u izvođenju ove agrotehničke mere prinos se značajno smanjuje. Prinos soje zavisi od meteoroloških uslova u godini proizvodnje (Đukić i sar., 2018a).

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (%) i prosečan sadržaj ulja (%)
Table 2. Average protein content (%), and average oil content (%)

Varijante	Sadržaj proteina				Sadržaj ulja			
	Vreme osnovne obrade				Vreme osnovne obrade			
2020	jesen	zima	proleće	Prosek	jesen	zima	proleće	Prosek
Kontrola	38,7	38,6	38,6	38,63	21,1	21,1	21,0	21,07
Folijarno	38,8	38,8	38,7	38,77	20,9	20,8	20,8	20,83
NPK	38,9	39,1	38,8	38,93	20,9	20,6	20,5	20,67
AN	39,2	39,0	38,9	39,03	20,6	20,6	20,5	20,57
Prosek	38,90	38,98	38,75	38,84	20,88	20,78	20,70	20,78
2021								
Kontrola	39,2	39,2	38,8	39,07	20,5	20,3	20,2	20,33
Folijarno	39,5	39,4	39,1	39,33	20,3	20,2	20,0	20,17
NPK	39,8	39,2	39,1	39,37	20,0	20,1	19,8	19,97
AN	39,5	39,3	39,2	39,33	20,2	20,0	20,1	20,10
Prosek	39,50	39,28	39,05	39,28	20,25	20,15	20,03	20,14
2020-2021								
Kontrola	38,95	38,90	38,70	38,85	20,80	20,70	20,60	20,70
Folijarno	39,15	39,10	38,90	39,05	20,60	20,50	20,40	20,50
NPK	39,35	39,15	38,95	39,15	20,45	20,35	20,15	20,32
AN	39,35	39,15	39,05	39,18	20,40	20,30	20,30	20,33
Prosek	39,20	39,08	38,90	39,06	20,56	20,46	20,36	20,46

Prosečan sadržaj proteina u ogledu iznosio je 39,06%. U 2020. godini prosečan sadržaj proteina iznosio je 38,84%, dok je u 2021. godini bio 39,28%. Na kontrolnoj varijanti ostvaren je najniži sadržaj proteina (38,85% u proseku za obe godine, odnosno 38,63% u 2020. godini i 39,07% u 2021. godini. Na varijanti ogleda sa predsetvenom primenom amonijum nitrata ostvaren je najviši sadržaj proteina u proseku za dve godine (39,18%), kao i u 2020. godini (39,03%), dok je u 2021. godini najviši sadržaj proteina zabeležen na varijanti ogleda sa primenom NPK đubriva (39,37%). Kod prolećne osnovne obrade zemljišta dolazilo je do smanjenja sadržaja proteina u zrnu soje.

Prosečan sadržaj ulja u ogledu iznosio je 20,46%. U 2020. godini prosečan sadržaj ulja iznosio je 20,78%, dok je u 2021. godini bio 20,14%. Na kontrolnoj varijanti

ostvaren je najviši sadržaj ulja (20,70% u proseku za obe godine, odnosno 21,07% u 2020. godini i 20,33% u 2021. godini). Na kontrolnoj varijanti ogleđa ostvaren je najviši sadržaj ulja u proseku za dve godine (20,70%), kao i po godinama, u 2020. godini 21,07% i u 2021. godini 20,33%. Kod prolećne osnovne obrade zemljišta dolazilo je i do smanjenja sadržaja ulja u zrnju soje.

Prinos proteina i ulja u zrnju soje

U tabeli 3 prikazan je prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine.

Tabela 3. Prosečan prinos proteina (kg ha⁻¹) i prosečan prinos ulja (kg ha⁻¹)
Table 3. Average protein yield (kg ha⁻¹) and average oil yield (kg ha⁻¹)

Varijante	Sadržaj proteina				Sadržaj ulja			
	Vreme osnovne obrade				Vreme osnovne obrade			
2020	jesen	zima	proleće	Prosek	jesen	zima	proleće	Prosek
Kontrola	1110	1020	929	1020	605	558	506	556
Folijarno	1240	1128	996	1121	668	605	535	603
NPK	1276	1178	1027	1160	686	621	542	616
AN	1256	1133	1008	1132	660	598	531	597
Prosek	1220	1115	990	1108	655	595	529	593
2021								
Kontrola	1021	922	743	895	534	477	387	466
Folijarno	1099	1041	823	988	565	533	421	507
NPK	1168	1063	886	1039	587	545	449	527
AN	1093	962	832	962	559	490	427	492
Prosek	1095	997	821	971	561	511	421	498
2020-2021								
Kontrola	1065	971	836	957	569	518	446	511
Folijarno	1170	1084	910	1055	616	569	478	555
NPK	1222	1121	957	1100	636	583	496	572
AN	1174	1048	920	1047	609	544	479	544
Prosek	1158	1056	906	1010	608	553	475	545

Prosečan prinos proteina u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 1010 kg ha⁻¹, odnosno u 2020. godini 1108 kg ha⁻¹, a u 2021. godini 971 kg ha⁻¹.

U proseku za obe godine, najniži prinos proteina zabeležen je na kontrolnoj varijanti (957 kg ha⁻¹), kao i po godinama (1020 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 957 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Najviši prinos proteina u proseku za obe godine zabeležen je na varijanti sa primenom NPK đubriva (1100 kg ha⁻¹), odnosno po godinama 1160 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 1039 kg ha⁻¹ u 2021. godini. Najviši prinos proteina ostvaren je pri jesenjoj osnovnoj obradi zemljišta 1158 kg ha⁻¹, a sa kasnijom osnovnom obradom prinos proteina po jedinici površine se smanjivao (1056 kg ha⁻¹ pri zimskoj osnovnoj obradi i 906 kg ha⁻¹ pri prolećnoj osnovnoj obradi).

Prosečan prinos ulja u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 545 kg ha⁻¹, odnosno u 2020. godini 593 kg ha⁻¹, a u 2021. godini 498 kg ha⁻¹. U proseku za obe godine, najniži prinos ulja zabeležen je na kontrolnoj varijanti (511 kg ha⁻¹), kao i po godinama (556 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 466 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Najviši prinos proteina u proseku za obe godine zabeležen je na varijanti sa primenom NPK đubriva (572 kg ha⁻¹), odnosno po godinama 616 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 527 kg ha⁻¹ u 2021. godini. Najviši prinos ulja ostvaren je pri jesenjoj osnovnoj obradi zemljišta 608 kg ha⁻¹, a sa kasnijom osnovnom obradom prinos ulja po jedinici površine se smanjivao (553 kg ha⁻¹ pri zimskoj osnovnoj obradi i 475 kg ha⁻¹ pri prolećnoj osnovnoj obradi).

Vremenski uslovi u pojedinim godinama imaju vema veliki uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje (Đukić i sar., 2017).

ZAKLJUČAK

Zimska osnovna obrada zemljišta smanjuje prinos soje u dvogodišnjim istraživanjima za 8,53%, sadržaj proteina za 0,31%, sadržaj ulja za 0,49%, prinos proteina za 8,81% i prinos ulja za 9,05%.

Prolećna osnovna obrada smanjuje prinos soje za 21,18%, sadržaj proteina za 0,77%, sadržaj ulja za 0,97%, prinos proteina za 21,76% i prinos ulja za 21,88%.

Primena NPK đubriva ispoljila je najbolji efekat na povećanje prinosa soje (13,96%), sadržaj proteina povećan je za 0,77%, sadržaj ulja smanjen je za 1,84%, dok je prinos proteina povećan za 14,94%, a prinos ulja za 11,94%.

U cilju postizanja visokih prinosa soje i visokog prinosa proteina i ulja u zrnu neophodno je osnovnu obradu zemljišta izvršiti u optimalnom agrotehničkom roku, u jesenjem periodu uz upotrebu đubriva na osnovu hemijske analize zemljišta.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja finansiranih od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i definisan ugovorima br. 451-03-47/2023-01/200032 i 451-03-47/2023-01/200009 od 03.02.2023. godine.

LITERATURA

1. Đukić, V., Dozet, G. (2014): Tehnologija gajenja semenskog useva soje; Poglavlje u monografiji; Svetlana Balešević-Tubić, Jegor Miladinović: Semenarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
2. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018a): 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.
3. Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M., Marinković, J., Cvijanović, G.,

- Tatić M. (2018): Uticaj vremena osnovne obrade zemljišta na masu 1000 zrna soje, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol. 24, br. 1-2, 93-99.
4. Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Dozet, G., Bajagić, M., Jovanović Todorović Marijana, Cvijanović, V. (2021): Prinos soje u zavisnosti od vremena primene NPK đubriva. Zbornik radova, XXVI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 12-13 Mart, 2021, str. 43-48.
 5. 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 Proizvodnja i prerada uljarica, 18-23. Jun 2017, Herceg Novi, 67-73.
 6. 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.
 7. Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, 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 Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. jun 2018, Herceg Novi, 73-78.
 8. Адамень, Ф.Ф., Вергунов, В.А., Лазер, П.Н., Вергунова, И.Н. (2006): Агробиологические особенности возделывания сои в Украине, Аграрна наука, Киев, 455.

UTICAJ AMONIJUM NITRATA NA KVALITET ZRNA SOJE

*Vojin Đukić¹, Hesham Nuri Akrim², Gordana Dozet², Jegor Miladinović¹,
Dragana Latković¹, Zlatica Mamlić¹, Olga Kandelinska³*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Megatrend univerzitet, Fakultet za Biofarming Bačka Topola, Srbija
³Institut eksperimentalne botanike „V. F. Kuprevič”, Nacionalne akademije nauka Be-
lorusije, Minsk, Belorusija

IZVOD

Primena đubriva uslov je ostvarivanju visoke i stabilne, ekonomski opravdane proizvodnje soje. Samostalna primena amonijum nitrata, kao i kombinovana primena amonijum nitrata sa NPK đubrivima i sa folijarnim tretmanom biljaka vodenim ekstraktom od ploda banane doprinosi povećanju prinosa soje, povećanju sadržaja proteina u zrnu, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, a kombinacija amonijum nitrata sa NPK đubrivima, sa jesenjom osnovnom obradom zemljišta daje najbolje efekte.

Ključne reči: amonijum nitrat, NPK đubrivo, folijarni tretman, prinos, sadržaj proteina i ulja

EFFECTS OF AMMONIUM NITRATE ON SOYBEAN GRAIN QUALITY

ABSTRACT

Fertilizer application is requirement for achieving high and stable, economically justified soybean products. Sole ammonium nitrate application, as well as combined application of ammonium nitrate with NPK fertilizer and with foliar plant treatment with aqueous banana fruit extract contributes to soybean yield increase, grain protein content increase, as well as protein and oil yield per surface unit, and the combination of ammonium nitrate with NPK fertilizers, along with autumnal primary soil cultivation provides the best effects.

Key words: ammonium nitrate, NPK fertilizer, foliar treatment, yield, protein and oil content

UVOD

Kvalitetnom osnovnom obradom obezbeđuje se povoljan vodno-vazdušni i toplotni režim zemljišta, veće rezerve zimske vlage, unošenje i razlaganje zaoranih žetvenih ostataka, kao i dobra struktura zemljišta. Takođe, uništavaju se korovi i štetočine, čime se stvaraju preduslovi za uspešnu proizvodnju soje (Đukić i sar., 2018). Tatić i sar. (2006) iznose podatke da je prinos soje pri osnovnoj obradi zemljišta do 20. decembra iznosio 3460 kg ha^{-1} , u periodu od 20. decembra do 20. februara 3078 kg ha^{-1} , a u periodu nakon 20. februara 2186 kg ha^{-1} . U navedenim istraživanjima smanjenje prinosa kod prolećne osnovne obrade, u odnosu na jesenju osnovnu obradu iznosi 36,8%. Podaci se odnose na povoljnu godinu, dok su smanjenja u nepovoljnim godinama mnogo veća (Đukić i Dozet, 2014). Vreme osnovne obrade zemljišta ima veći uticaj na prinos soje u odnosu na dubinu i kvalitet same obrade (Đukić i sar., 2018).

Primena mineralnih đubriva u poljoprivrednoj proizvodnji dovela je do značajnih povećanja prinosa gajenih biljaka (Miladinov i sar., 2018). Najviši prinosi zabeleženi su primenom NPK đubriva u jesen, pre osnovne obrade zemljišta i predsetvenom primenom amonijum nitrata (Đukić i sar., 2021). Upotreba vodenih biljnih ekstrakata smanjuje zagađenje zemljišta, vazduha i životne sredine uz dobijanje zdravstveno bezbedne hrane, bez smanjenja visine i kvaliteta prinosa (Dozet i sar., 2017). Radi postizanja visokih i stabilnih prinosa soje neophodna je pravilna i pravovremena primena agrotehničkih mera (Dozet i sar., 2013).

Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrdi uticaj amonijum nitrata, kao i kombinovane upotrebe amonijum nitrata sa NPK đubrivom i sa folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom od ploda banane pri jesenjoj i prolećnoj osnovnoj obradi zemljišta na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina u ulja po jedinici površine.

MATERIJAL I METODE RADA

Kako bi sagledali uticaj primene azotnog đubriva AN pri jesenjoj i prolećnoj osnovnoj obradi zemljišta na prinos i kvalitativne osobine soje postavljen je dvogodišnji ogled tokom 2020. i 2021. godine na privatnoj parceli u okolini Bača. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja sa kontrolnom varijantom, predsetvenom primenom azotnog đubriva AN, jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata i predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom od ploda banane u toku vegetacije. Istraživanja su vršena na sorti soje Rubin uz primenu standardne agrotehlike za proizvodnju soje. Azotno đubrivo AN primenjivano je predsetveno u količini 150 kg ha^{-1} , NPK đubrivo formulacije 8:15:15 primenjivano je pred osnovnu obradu zemljišta u količini 300 kg ha^{-1} , a folijarni tretman razređenim vodenim ekstraktom primenjivan je u fazi intenzivnog vegetativnog porasta biljaka soje u količini 450 litara po hektaru. Vodeni ekstrakt je pripreman na način da je jedan kilogram plodova banane usitnjen i prelišen

sa deset litara vode, a nakon završene fermentacije vodeni ekstrakt je proceden i pre primene litar vodenog ekstrakta od banane razređivan je sa 15 litara vode.

Nakon žetve ogleđa izmerena je masa uzoraka zrna soje, vlaga i obračunat je 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 jedinici površine, a rezultati istraživanja prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Uticaj amonijum nitrata pri jesenjoj i prolećnoj osnovnoj obradi prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Prosečan prinos zrna soje (kg ha⁻¹)

Table 1. Average soybean grain yield (kg ha⁻¹)

Godina	Vreme osnovne obrade	Varijante ogleđa				Prosek
		Kontrola	NPK + AN	AN	AN + folijarno	
2020	Jesen	2867	3426	3204	3244	3185
	Proleće	2408	2725	2591	2610	2584
	Prosek	2638	3076	2898	2927	2884
2021	Jesen	2605	3144	2767	2816	2833
	Proleće	1914	2482	2122	2219	2184
	Prosek	2260	2813	2445	2518	2509
2020-2021	Jesen	2736	3285	2986	3030	3009
	Proleće	2161	2604	2357	2415	2384
	Prosek	2449	2944	2671	2722	2697

Prosečan prinos soje u ogleđu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 2697 kg ha⁻¹. U 2020. godini prinos soje je bio 2884 kg ha⁻¹, dok je u 2021. godini ostvaren prinos od 2509 kg ha⁻¹.

Najniži prinos ostvaren je na kontrolnoj varijanti, kako u proseku za obe godine istraživanja (2449 kg ha⁻¹), tako i po pojedinim godinama (2638 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 2260 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Na varijanti ogleđa sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata zabeležen je najviši prinos soje u dvogodišnjim istraživanjima (2944 kg ha⁻¹), kao i po godinama (3076 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 2813 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Ovo povećanje prinosa iznosilo je u odnosu na kontrolnu varijantu 20,21% u proseku za obe godine, odnosno 16,60% u 2020. godini i 24,47% u 2021. godini. Upotreba amonijum nitrata u kombinaciji sa folijarnim tretmanom (2722 kg ha⁻¹), kao i samostalna upotreba amonijum nitrata (2671 kg ha⁻¹) takođe povećava prinos u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (2449 kg ha⁻¹).

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje prikazani su u tabelama 2 i 3.

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

Godina	Vreme osnovne obrade	Varijante ogleđa				Prosek
		Kontrola	NP + AN	AN	AN + folijarno	
2020	Jesen	38,7	39,3	39,2	39,1	39,08
	Proleće	38,6	39,0	38,9	38,9	38,85
	Prosek	38,65	39,15	39,05	39,00	38,96
2021	Jesen	39,2	39,9	39,5	39,7	39,58
	Proleće	38,8	39,5	39,2	39,3	39,20
	Prosek	39,00	39,70	39,35	39,50	39,39
2020-2021	Jesen	38,95	39,60	39,35	39,40	39,33
	Proleće	38,70	39,25	39,05	39,10	39,03
	Prosek	38,83	39,43	39,20	39,25	39,18

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

Godina	Vreme osnovne obrade	Varijante ogleđa				Prosek
		Kontrola	NPK + AN	AN	AN + folijarno	
2020	Jesen	21,1	20,5	20,6	20,7	20,73
	Proleće	21,0	20,3	20,5	20,4	20,55
	Prosek	21,05	20,40	20,55	20,55	20,64
2021	Jesen	20,5	19,8	20,2	20,2	20,18
	Proleće	20,2	19,5	20,1	19,8	19,9
	Prosek	20,35	19,65	20,15	20,00	20,04
2020-2021	Jesen	20,80	20,15	20,40	20,45	20,45
	Proleće	20,60	19,90	20,30	20,10	20,23
	Prosek	20,70	20,03	20,35	20,28	20,34

Prosečan sadržaj proteina u ogledu iznosio je 39,18%. U 2020. godini prosečan sadržaj proteina iznosio je 39,1%, dok je u 2021. godini bio 38,96%. Na kontrolnoj varijanti ostvaren je najniži sadržaj proteina (38,83% u proseku za obe godine, odnosno 38,65% u 2020. godini i 39,0% u 2021. godini). Na varijanti ogleđa sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata zabeležen je najviši sadržaj proteina, kako u dvogodišnjim istraživanjima (39,43%), tako i po godinama (39,15% u 2020. godini i 39,70% u 2021. godini). Sadržaj proteina u zrnu soje povećan je i primenom azotnog đubriva AN u kombinaciji sa folijarnim tretmanom tokom vegetacije (39,25% u proseku za obe godine, odnosno 39,00% u 2020. godini i 39,50% u 2021. godini), kao i na varijanti gde je samo primenjeno đubrivo AN (39,20% u proseku za obe godine, odnosno 39,05% u 2020. godini i 39,35% u 2021. godini).

Prosečan sadržaj ulja u zrnu soje u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 20,34%. U 2020. godini prosečan sadržaj ulja u zrnu soje iznosio je 20,64%, dok je u 2021. godini bio 20,04%. U proseku za obe godine, najniži sadržaj ulja zabeležen je na varijanti ogleđa sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata (20,03% u proseku za obe godine, odnosno 20,40% u 2020. godini i 19,65% u 2021. godini). Najviši sadržaj ulja u zrnu soje ostvaren je na kontrolnoj varijanti ogleđa (20,70% u proseku za obe godine, odnosno 21,05% u 2020. godini i 20,35% u 2021. godini).

Prinos proteina i ulja u zrnu soje

U tabelama 4 i 5 prikazan je prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine.

Tabela 4. Prosečan prinos proteina (kg ha⁻¹)

Table 4. Average protein yield (kg ha⁻¹)

Godina	Vreme osnovne obrade	Varijante ogleđa				Prosek
		Kontrola	NPK + AN	AN	AN + folijarno	
2020	Jesen	1110	1346	1256	1268	1245
	Proleće	929	1063	1008	1015	1004
	Prosek	1020	1205	1132	1142	1124
2021	Jesen	1021	1254	1093	1118	1122
	Proleće	743	980	832	872	857
	Prosek	882	1117	962	995	989
2020-2021	Jesen	1065	1300	1174	1193	1183
	Proleće	836	1022	920	944	930
	Prosek	951	1161	1047	1068	1057

Tabela 5. Prosečan prinos ulja (kg ha⁻¹)

Table 5. Average oil yield (kg ha⁻¹)

Godina	Vreme osnovne obrade	Varijante ogleđa				Prosek
		Kontrola	NPK + AN	AN	AN + folijarno	
2020	Jesen	605	702	660	672	660
	Proleće	506	553	531	532	531
	Prosek	555	628	596	602	595
2021	Jesen	534	623	559	569	571
	Proleće	387	484	427	439	434
	Prosek	460	553	493	504	503
2020-2021	Jesen	569	662	609	620	615
	Proleće	446	519	479	486	482
	Prosek	508	591	544	553	549

Prosečan prinos proteina u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 1057 kg ha⁻¹. U 2020. godini prosečan prinos proteina iznosio je 1124 kg ha⁻¹, a u 2021. godini 989 kg ha⁻¹. U proseku za obe godine, najniži prinos proteina zabeležen je na kontrolnoj varijanti (951 kg ha⁻¹), kao i po godinama (1020 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 882 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Najviši prinos proteina u proseku za obe godine zabeležen je na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata (1161 kg ha⁻¹ u proseku za obe godine, odnosno 1205 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 1117 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Na ovoj varijanti ogleada ostvaren je i najviši prinos zrna po jedinici površine i najviši sadržaj proteina u zrnu soje.

Prosečan prinos ulja u ogledu iznosio je 549 kg ha⁻¹. Prosečan prinos ulja u 2020. godini (595 kg ha⁻¹) bio je viši u odnosu na 2021. godinu (503 kg ha⁻¹). Najniži prinos ulja u dvogodišnjim istraživanjima zabeležen je na kontrolnoj varijanti (508 kg ha⁻¹ u proseku za obe godine, odnosno 555 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 460 kg ha⁻¹ u 2021. godini). Najviši prinos ulja u obe godine istraživanja (591 kg ha⁻¹), kao i po pojedinim godinama (628 kg ha⁻¹ u 2020. godini i 553 kg ha⁻¹ u 2021. godini) zabeležen je na varijanti ogleada sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata, na kojoj je ostvaren i najviši prinos zrna po jedinici površine i najniži sadržaj ulja u zrnu soje. Vremenski uslovi u pojedinim godinama imaju vema veliki uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje (Đukić i sar., 2017).

ZAKLJUČAK

Predsetvena primena azotnog đubriva AN, kao i kombinacija upotrebe AN-a i folijarnog tretmana povećavaju prinos zrna po jedinici površine, a najbolji efekat postignut je pri jesenjoj primeni NPK đubriva i predsetvenoj primeni azotnog đubriva AN.

Kombinacija NPK đubriva i AN-a doprinosi povećanju sadržaja proteina, smanjenju sadržaja ulja u zrnu soje i povećanju prinosa proteina i ulja po jedinici površine.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja finansiranih od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i definisan ugovorima br. 451-03-47/2023-01/200032 i 451-03-47/2023-01/200009 od 03.02.2023. godine.

LITERATURA

1. Dozet Gordana, Đukić V., Balešević-Tubić Svetlana, Đurić N., Miladinov Zlatica, Vasin J., Jakšić Snežana (2017): Uticaj primene vodenih ekstrakata na prinos u organskoj proizvodnji soje. Zbornik radova 1, XXII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 10-11. mart, 2017. 81-86.

2. Dozet, Gordana, Cvijanović, Gorica, 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.
3. Đukić, V., Dozet, G. (2014): Tehnologija gajenja semenskog useva soje; Poglavlje u monografiji; Svetlana Balešević-Tubić, Jegor Miladinović: Semenarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
4. Đukić, V., Miladinov, Zlatica, Dozet, Gordana, Cvijanović, Marija, Marinković, Jelena, Cvijanović, Gorica, Tatić M. (2018): Uticaj vremena osnovne obrade zemljišta na masu 1000 zrna soje, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol. 24, br. 1-2, 93-99.
5. Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Dozet, G., Bajagić, M., Jovanović Todorović Marijana, Cvijanović, V. (2021): Prinos soje u zavisnosti od vremena primene NPK đubriva. Zbornik radova, XXVI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 12-13. mart, 2021., str. 43-48.
6. Đukić, V., Stojanović, Danijela, Miladinov, Zlatica, Vidić, M., Tatić, M., Dozet, Gordana, Cvijanović, Gorica (2017): Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 58. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 18-23. jun 2017., Herceg Novi, 67-73.
7. Miladinov, Zlatica, Đukić, V., Čeran, Marina, Valan, Dragana, Dozet, Gordana, Tatić, M., Ranđelović, P. (2018): Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. jun 2018., Herceg Novi, 73-78.
8. Tatić, M., Miladinović, J., Kostić, M., Đukić, V. (2006): Uticaj primenjene tehnologije proizvodnje na prinos semena soje u 2005. godini. Zbornik radova Naučnog Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 42 (II), 361-368.

PROIZVODNJA LANA, ZNAČAJ U ISHRANI I KORIST ZA ZDRAVLJE

Vera Popović¹, Ivana Iličković², Milena Aćimić Remiković³, Jelena Bošković⁴,
Marko Burić^{5,6}, Jela Ikanović⁷, Aleksandar Stevanović⁴, Miloš Remiković⁸

- ¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Evropa Lek Pharma d.o.o. Podgorica, Podgorica, Crna Gora
³Univerzitet Crne Gore, Pravni fakultet, Podgorica, Crna Gora
⁴Akademija – IRSA, Beograd, Srbija
⁵Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Beograd, Srbija
⁶Dom zdravlja, Danilovgrad, Crna Gora
⁷Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd, Srbija
⁸Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Podgorica, Crna Gora

IZVOD

Linum usitatissimum L. je uljarica, koja se koristi u ishrani, ali i kao lekovita biljka, u medicini i drugim granama industrije. Seme lana i laneno ulje sadrži α -linolensku kiselinu (ALA, omega-3 masna kiselina), polinezasićene masne kiseline (PUFA), vlakna, fitoestrogene itd. Zahvaljujući povoljnom sastavu zrna, lan je značajan antioksidans, koristi se u prevenciji kardiovaskularnih bolesti, arteroskleroze, dijabetesa, raka, artritisa, osteoporoze, itd. Zbog velikog značaja i potražnje lana u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu stvorene su dve visokoprinosne sorte lana: NS Primus i NS Marko, odličnog tehnološkog kvaliteta semena.

Ključne reči: uljani lan, proizvodnja, značaj u ishrani

FLAX PRODUCTION, NUTRITION IMPORTANCE AND HEALTH BENEFITS

ABSTRACT

Linum usitatissimum L. is an oilseed, which is used in food, but also as medicinal plant, in medicine and in other branches of industry. Flax seeds and flax oil contain α -linolenic acid (ALA, omega-3 fatty acid), polyunsaturated fatty acids (PUFA), fiber, phytoestrogens, etc. Thanks to the favorable composition of flax seeds, it is a significant antioxidant, used in the prevention of cardiovascular diseases, arteriosclerosis, diabetes, cancer, arthritis, osteoporosis, autoimmune and neurological disorders. Because of the great importance and demand for flax two

high-yielding varieties of flax were created at the Institute of Field and Vegetable Crop Novi Sad: NS Primus and NS Marko, with excellent technological seed quality.

Key words: oil flax, production, importance in nutrition

UVOD

Linum usitatissimum L. ima dugu istoriju gajenja. U Indiji se laneno seme gajilo pre devet hiljada godina i imalo je veliki značaj u ishrani i medicini. Laneno ulje ima veliku primenu u prehrambenoj i hemijskoj industriji. Nutritivni kvalitet lana je odličan zahvaljujući masnokiselinskom sastavu. Ova uljarica sadrži preko 50 % esencijalne α -linolenske omega-3 masne kiseline (ALA) (Popović i sar., 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022) zbog čega je značajna sirovina za proizvodnju širokog spektra proizvoda (Matheson, 1976; Flax Council of Canada, 2008). Seme lana je bogat je izvor ulja (oko 40 %) čiji sastav čini oko 70 % nezasićene masne kiseline (Bhatty, 1993; Popović i sar. 2017; 2018; 2019).

Konzumacija lanenog ulja značajna je u prevenciji različitih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti, incidenca gojaznosti i raka (Nikbakht Nasrabadi i sar., 2019; Cheng i sar., 2010; Yi i sar., 2019). Uprkos svojim zdravstvenim prednostima, laneno ulje je podložno oksidaciji uz preporučeni mali unos (do 250mg/d), (Sedaghat Doost i sar., 2019). Protein-polisaharidni kompleksi formirani elektrostatičkom interakcijom usled elektrosteričkog odbijanja i povećanja viskoziteta mogu se koristiti za stabilizaciju emulzije (Wang i sar., 2010; Luo i sar., 2018; Nwachukwu i sar., 2018). Protein lanenog semena (FP) se može izolovati iz odmašćene lanene sačme, koja je nusproizvod industrije lanenog ulja i predstavlja 20–30% težine semena u zavisnosti od genetskog i geografskog porekla (Tirgar i sar., 2017; Liu i sar., 2018). Ovaj biljni protein sadrži globulin rastvorljiv u soli visoke molekulske težine (MV) (linin, 252–320kDa) i albumin rastvorljiv u vodi sa nižim MV (konlinin, 16–18kDa) (Kaushik i sar., 2016; Albano i sar. 2018). Utvrđeno je da je FP kao održiv izvor proteina koristan za različite bolesti kao što su koronarne bolesti srca, rak (Bekhit i sar. 2018; Kaushik i sar., 2016; Sedaghat Doost i sar. 2019), snižavanje krvnog pritiska kao izvor bioaktivnih peptida (Kargar i sar., 2012) i kao antidijabetički i antifungalni efekat (Kaushik i sar., 2016; Albano i sar., 2018). Vodorastvorna sluz lanenog semena (FM) je još jedan nusproizvod industrije lanenog ulja (približno 7–10% suve mase semena) (Kaushik i sar., 2016; Nikbakht Nasrabadi i sar., 2019). Konzumacijom FM vodorastvorne sluzi lanenog semena može da se smanji nivo glukoze i holesterola u krvi kod dijabetičara, kao i da produži osećaj sitosti i smanji učestalost gojaznosti regulacijom crevne mikrobiote (Nikbakht Nasrabadi i sar., 2019; Feng i sar., 2022).

Utvrđen je pozitivan uticaj lanenog semena na masnokiselinski sastav mesa gajenih životinja, pre svega zato što povećava količinu α -linolenske kiseline (ALA) prisutne u mesu i mleku (Guillevic i sar., 2009). S obzirom na visok sadržaj ulja, laneno seme se u ishrani krava i goveda koristi kao izvor masnoće. Sadržaj masti u ishrani ovih životinja ograničen je na maksimalno 5 % s.m. Maksimalna količina lanenog semena u ishrani goveda i krava ne bi trebala da prelazi 12-14 % s.m., u zavisnosti od hemijskog sastava upotrebljene sirovine. Lan se može posmatrati i kao

alternativni izvor proteina u ishrani preživara, ali u ograničenim količinama, zbog visokog sadržaja ulja (Lardy i Anderson, 1999).

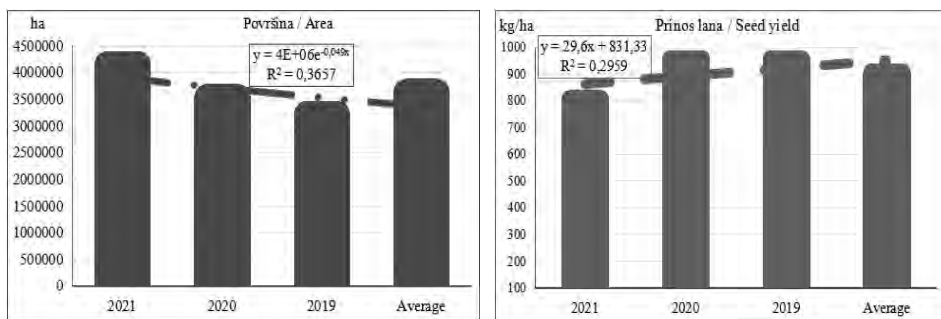
Laneno ulje spada u grupu „dobro sušivih ulja” zbog veoma visokog jednog broja (168 - 204 g/100 g). Laneno ulje je nezasićeno biljno ulje sa izuzetno visokim sadržajem ALA, čiji je udeo u ukupnim masnim kiselinama preko 50 % (Gunstone, 2001). ALA je prekursor eikosapentaenske (EPA) i dokosaheksaenske kiseline (DHA), omega-3 polinezasićene masne kiseline, odgovorne za pravilan razvoj mozga kod dece, povećava otpornost na različite alergije, autoimune bolesti, kardiovaskularne probleme i upalne procese (Sierra i sar., 2008). Nacionalni institut za ispitivanje kancera Sjedinjenih Američkih Država proglasio lan za jednu od šest biljaka koja se preporučuje kao funkcionalni dodatak hrani u prevenciji pojave karcinoma (Oomah, 2001). Laneno ulje u velikim dozama snižava nivo triglicerida i inhibira pokretače zapaljenskih procesa u organizmu. Upotrebljava se u razvoju novih anti-inflamatornih terapija, sa ili bez dodatka lekova, naročito u slučajevima lečenja specifičnih grupa bolesnika (Oomah, 2001). Cilj ove studije bio je da se ispita proizvodnja lana u svetu i da se ukaže na značaj lana u ishrani i medicini.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovoj studiji prikazana je proizvodnja lana u svetu (FAO, 2023). Za statističku obradu podataka upotrebljen je program Statistica, version 12. Dobijeni podaci prikazani su grafički i tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 prikazani su parametri produktivnosti uljanog lana u svetu. Površine pod lanom u svetu beleže trend rasta i iznosile su i proseku 3.625.805,3 ha. Prosečan prinos semena u svetu iznosio je 905,3 kg ha⁻¹, slika 1a i 1b.



Slika 1. Prosečne površine semena lana, a, i prinos zrna u svetu, b.
Figure 1. Average flaxseed area, a, and seed yield in world, b.

Prosečna proizvodnja lana u svetu iznosila je 3.355.551,3 t i beleži tendenciju pada zbog smanjenja prinosa. Standardna devijacija za prinos semena iznosila je 86 dok je za ukupnu proizvodnju iznosila 23.201,7, tabela 1.

Tabela 1. Parametri produktivnosti uljanog lana u svetu
Table 1. Productivity parameters of linseed, in the world

Parametar/ Parameter	Površina/ Area, ha	Prinos semena / Seed yield, kg ha^{-1}	Proizvodnja/ Production, t
2021	4.142.449,1	806,0	3059343.1
2020	3.527.103,0	956,1	3371957,4
2019	3.207.864,0	954,0	3339145,2
\bar{X}	3.625.805,3	905,3	3355551,3
Std. Dev.	475.046,2	86,0	23.201,7

Prosečan prinos semena novosadske sorte lana NS Primus iznosio je 1551 kg ha^{-1} dok je prosečan prinos ulja iznosio 644,83 kg ha^{-1} . Standardna devijacija za prinos semena iznosila je 389,94 dok je za prinos ulja iznosila 138,29 (Popović i sar., 2018). Autori ističu da agroekološki faktori imaju značajan uticaj na prinos semena uljanog lana i na sintezu ulja. Sorta NS Primus ostvarila je u proseku sadržaj ulja od 40,55%. Povoljnija godina za sintezu ulja bila je druga, sušna godina. Sadržaj ukupnih tokoferola u ulju sorte NS Primus iznosio je 280,25 mg/L. γ -tokoferol je činio 100 % ukupno prisutnih tokoferola (Popović i sar., 2019).



Slika 2. Masno kiselinski sastav lanenog ulja
Figure 2. Fatty acid composition of linseed oil

Hemijski i mineralni sastav lanenog semena čine: proteini 22,52 %, pepeo 3,79%, sirova vlakna 6,55 %, ulje 39,62%, kalcijum 0,40 %, fosfor 0,58%, gvožđe 62,53 mg/kg, magnezijum 1832,98 mg/kg, mangan 20,99 mg/kg, kalijum 7006 mg/kg, cink 69,18 mg/kg (Čolović, 2014; Glamočlija i sar. 2015; Popović i sar., 2018). Masnokiselinski sastav lanenog semena (slika 2) izuzetno je bogat esencijalnom ALA, omega-3 (n-3) masnom kiselinom, sa preko 50 % zastupljenosti u ukupnim masnim kiselinama (50,31 %), a ima i povoljan odnos n-6 i n-3 masnih kiselina, koji je iznosio 0,34. Savremena ljudska ishrana je neuravnotežena, što podrazumeva unošenje nedovoljnih količina n-3 masnih kiselina (n-6/n-3 odnos iznosi između 20:1 i 15:1). Preporučena vrednost ovog odnosa mora biti snižena barem na nivo od 4:1 (FAO, 2008; Scollan i sar., 2006).

Čolović (2014) navodi da je hemijski i mineralni sastav lanenog semena dobar i da je na osnovu analiza sastava masnih kiselina utvrđeno da je laneno seme pogodno za proizvodnju funkcionalnog hraniva sa povećanim sadržajem omega-3 masnih kiselina, tabela 2.

Masnokiselinski sastav ulja u lanenom semenu zavisi od uslova u kojima je biljka gajena. Oštećena zrna pokazuju veći sadržaj palmitinske, linolne i ALA, a manji sadržaj oleinske kiseline od zdravih i celih zrna (Sediqi, 2012). Bhatti (1993) navodi da je unos od 100 g lanenog semena dnevno, dovoljan da čovekov organizam zadovolji svoje potrebe za ovim mineralima. Laneno ulje sadrži preko 53% alfa-linolenske kiseline (ALA), što ga čini najbogatijim biljnim izvorom ovog jedinjenja i 18% oleinske kiseline. Laneno ulje, zbog visokog sadržaja ALA, ima povoljan odnos n-6:n-3 masnih kiselina od oko 0,3:1. Zbog svojih antiinflamatornih i antiproliferativnih svojstava, ALA ima antikancerogeno dejstvo na ljudski organizam, čime sprečava razvoj malignih tumora i njihovih metastaza. Alfa-linolenska kiselina iz lanenog semena ima pozitivan efekat na lipide u krvi. Utvrđeno je da značajno smanjuje ukupni holesterol u plazmi, LDL i VLDL holesterol (Bernacchia i sar., 2014; Sahoo i Ranveer, 2015; Dzuvor i sar., 2015; Van den Driessche i sar., 2018).

Tabela 2. Masnokiselinski sastav ulja (%) ekstrahovanog iz lanenog semena (Čolović, 2015; Popović i sar., 2018)

Table 2. Fatty acid composition of oil (%) extracted from flax seed (Čolović, 2015; Popović i sar., 2018)

Masna kiselina Fatty acid	C14:0 M Miristinska	C16:0 Palmitinska	C16:1 Palmitoleinska	C18:0 Stearinska	C18:1 Oleinska	C18:2 LinoIna	C18:3 α-linolenska	SFA	MUFA	PUFA	PUFA / SFA
Seme lana Flax seed	0,04	5,30	0,08	4,31	23,02	16,94	54,31	9,65	23,1	67,3	6,97

SFA-zasićene MK, MUFA-mononezasićene MK, PUFA-polinezasićene MK

Laneno seme je bogat izvor dijetetskih vlakana (40%), od čega rastvorljiva vlakna čine 25%, a nerastvorljiva 75%. Rastvorljiva vlakna uključujući gume, pektin i b-glukan igraju važnu ulogu u smanjenju glikemije i apsorpciji holesterola i triglicerida, koji su ključni faktori u prevenciji kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa (Cacciatore Fabiola i sar., 2022). Pored toga, rastvorljiva vlakna utiču na mikrobiotu creva i mogu se metabolisati u kratkolančane masne kiseline koje utiču na zdravlje ljudi (Sahoo i Ranveer, 2015; Parikh i sar., 2018; Guan i sar., 2021). Nerastvorna vlakna se sastoje od celuloze, hemi-celuloze i lignina, povećavaju količinu stolice i sprečavaju zatvor. Laneno seme je bogat izvor niacina i vitamina E, posebno u obliku tokoferola, koji ima jaka antioksidativna svojstva (Popović i sar., 2018). Prosečan sadržaj tokoferola u semenu lana kreće se od 39,5 do 50 mg/100 g (Sahoo i Ranveer, 2015). Pravilno snabdevanje vitaminom E pomaže u smanjenju rizika od kardiovaskularnih bolesti, Alchajmerove bolesti i nekih vrsta raka (Bernacchia i sar., 2014).

Laneno seme se sastoji od proteina i peptida koji ispoljavaju aktivnosti potencijalno korisne za ljudsko zdravlje, kao što su fungistatičke, antihipertenzivne, antioksidativne i antiinflamatorne aktivnosti i sprečavaju nastanak neurodegenerativnih bolesti. Hidrolizati lanenog semena imaju antidijabetičku aktivnost. Laneno seme sadrži i peptide (ciklolinopeptide) koji ispoljavaju imunosupresivna, antimalarijska, antioksidativna, antitrombotička i antifungalna svojstva (Lorenc i sar., 2022; Nožinić i sar., 2022).

Laneno seme je odličan izvor lignana u ishrani. Nakon ingestije, lignane u lanenom semenu crevna mikrobiota pretvara u enterolignane, enterodiol (END) i enterolakton (ENL), koji mogu pružiti brojne zdravstvene prednosti. Glavni prekursor lignana koji se nalazi u lanenom semenu je sekoizolaricirezinol diglukozid (SDG). Njegov prosečan sadržaj u 100 g lanenog semena je 610–1300 mg. Redovna konzumacija lanenog semena može sniziti krvni pritisak i smanjiti rizik od dislipidemije i gojaznosti snižavanjem telesne težine i indeksa telesne mase (BMI) (Bernacchia i sar., 2014; Bekhit i sar., 2018).

Pored svojih bioaktivnih jedinjenja, laneno seme sadrži i antinutrijente kao što su cijanogeni glikozidi (CG), kadmijum, inhibitori tripsina i fitinska kiselina koji mogu da smanje bioraspoloživost esencijalnih hranljivih materija i/ili ograniče njegove efekte na zdravlje (Dzuvor i sar., 2015). Laneno seme sadrži 264–354 mg cijanogenih glikozida na 100 g semena, uključujući 10–11,8 mg linamarina/100 g, 136–162 mg linustatina/100 g i 105–183 mg neolinustatina/100 g. Aminokiseline razgranatog lanca kao što su valin, leucin, izoleucin, fenilalanin i tirozin služe kao prekursori za CG. Sadržaj CG zavisi prvenstveno od vrste lanenog semena i zrelosti semena. Cijanogeni glikozidi su veoma toksični, a njihov veliki unos može predstavljati rizik po ljudsko zdravlje i život ugrožavajući ljudski nervni, endokrini i respiratorni sistem. CG-ovi su nestabilni kada su podvrgnuti termičkim procesima kao što su pečenje ili ključanje, čine se sprečava stvaranje cijanovodonične kiseline odgovorne za štetne efekte glikozida. Mehanička obrada kao što je mlevenje može efikasno inaktivirati CG (Sahoo i Ranveer, 2015; Dzuvor i sar., 2015; Bekhit i sar., 2018).

Celo laneno seme je korisnije u regulisanju metabolizma lipida od lanenog ulja. Laneno seme može da moduliše metabolizam ugljenih hidrata snižavanjem nivoa glukoze natašte i HOMA-IR, čime se sprečava nastanak dijabetesa tipa 2 ili insulinske rezistencije. Istraživanja mnogih naučnika sugerišu da se ove zdravstvene prednosti mogu postići konzumiranjem lanenog semena u manjim porcijama i u redovnim intervalima tokom dana. Laneno seme ima antioksidativna svojstva jer povećava ukupni antioksidativni kapacitet. Konzumacija lanenog semena može značajno smanjiti intenzitet simptoma u menopauzi. Zbog visokog sadržaja vlakana, laneno seme se može koristiti za smanjenje simptoma opstipacije. Laneno seme može pomoći kod mentalnog umora i simptoma depresije. Redovna konzumacija lanenog semena blagotvorno utiče na stanje kože povećavajući njenu hidrataciju, smanjujući hrapavost, osetljivost, transepidermalni gubitak vode i ubrzavajući proces zarastanja rana (Nowak i sar., 2023).

ZAKLJUČAK

- Površine pod lanom u svetu beleže trend rasta i iznose u proseku 3.625.805 ha. Prosečan prinos semena u svetu iznosio je 905,3 kg ha⁻¹ a prosečna proizvodnja 3.355.551,3 t i beleži tendenciju pada zbog smanjenja prinosa.
- Sorta NS Primus i NS Marko poseduju odličan tehnološki kvalitet zrna i značajno veći prinos zrna u odnosu na prosečne svetske prinose lana.
- Laneno seme je odlično za uključivanje u ljudsku ishranu.
- Najviše zdravstvenih koristi od lanenog semena, se dobija kada se konzumira sveže samleveno seme jer obezbeđuje značajne količine ALA.
- Termička obrada ne utiče negativno na sadržaj ALA i SDG i može se konzumirati sirovo i termički obrađeno seme.
- Ne preporučuje se zagrevanje lanenog ulja.
- Iz mnogobronje naučne literature moguće je potvrditi efikasnost suplementacije lanenim semenom u poboljšanju zdravlja ljudi.

Zahvalnica

Istraživanja su finansirana sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovori ev. br. 451-03-47/2023-01/ 200032 i 200116).

LITERATURA

1. Albano K.M., Nicoletti V.R. (2018): Ultrasound impact on whey protein concentrate-pectin complexes and in the O/W emulsions with low oil soybean content stabilization. *Ultrason. Sonochem.* 41, 526-571. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.10.018>
Bekhit A.E.-D.A., Shavandi A., Jodjaja T., Birch J., Teh S., Mohamed Ahmed I.A., Al-Juhaimi F.Y., Saeedi P., Bekhit A.A. (2018). Flaxseed: composition, detoxification, utilization, and opportunities. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 13, 129-152. <https://doi.org/10.1016/j.cab.2018.05.005>

org/10.1016/j.bcab.2017.11.017

2. Bernacchia, R.; Preti, R.; Vinci, G. Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. *Austin J. Nutri. Food Sci.* 2014, 2, 1045.
3. Bhattar R.S. (1993): Further compositional analyses of flax-mucilage, trypsininhibitors and hydrocyanic acid. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 70, 899 - 904.
4. Cacciatore Fabiola A., Maders C., Alexandre B., Barreto M., Pinilla C., Brandelli A., da Silva Malheiros P. (2022). Carvacrol encapsulation into nanoparticles produced from chia and flaxseed mucilage: Characterization, stability and antimicrobial activity against Salmonella and Listeria monocytogenes. *Food Microbiology.* 108, 104116. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104116>
5. Cheng Y., Xiong Y.L., Chen J. (2010). Antioxidant and emulsifying properties of potato protein hydrolysate in soybean oil-in-water emulsions. *Food Chem.* 120, 1, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.077>
6. Čolović D. (2014): Ispitivanje uticaja procesa ekstrudiranja na dobijanje i stabilnost funkcionalnog hraniva za životinje na bazi lanenog semena. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet. Doktorska disertacija. Novi Sad.
7. Dzuvor, C.K.O.; Taylor, J.T.; Acquah, C.; Pan, S.; Agyei, D. (2018): Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed. *Molecules* 23, 2444.
8. FAO (2008): Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation, Geneva, November 10-14, 2008.
9. FAO (2023): FAOSTAT, preuzeto 15/5/2023.
10. Feng Y., Zhang B., Fu X., Huang Q. (2022): Starch-lauric acid complex-stabilised Pickering emulsion gels enhance the thermo-oxidative resistance of flaxseed oil. *Carbohydrate Polymers.* 292, 1197715. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119715>
11. Flax Council of Canada (2008). www.flaxcouncil.ca.
12. Glamočlija, Đ., S. Janković, V. Popović, V. Filipović, V. Ugrenović, Kuzevski J. (2015): Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. Monografija, Beograd.
13. Guan, Z.-W.; Yu, E.-Z.; Feng, Q. (2021): Soluble Dietary Fiber, One of the Most Important Nutrients for the Gut Microbiota. *Molecules* 26, 6802.
14. Guillevic, M., Kouba, M., Mourot, J. (2009): Effect of a linseed diet on lipid composition, lipid peroxidation and consumer evaluation of French fresh and cooked pork meats. *Meat Sci.* 81, 612-618.
15. Gunstone, F. (2001): Oilseed crops with modified fatty acid composition. *Journal of Oleo Science* 50 (5), 269-279.
16. Kargar M., Spyropoulos F., Norton I.T. (2012): Investigation into the potential ability of Pickering emulsions (food-grade particles) to enhance the oxidative stability of oil-in-water emulsions. *J. Colloid Interface Sci.* 366, 1, 209-215. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.09.073>
17. Kaushik P., Dowling K., McKnight S., Barrow C.J., Wang B., Adhikari B. (2016): Preparation, characterization and functional properties of flax seed protein isolate. *Food Chem.* 197, Part A, 212-220. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.106>
18. Lardy, G. P. and V. L. Anderson. (1999): Alternative feeds for ruminants. North Dakota State University Extension Service Bulletin AS-1182.

19. Liu, J., Youn Young Shim, Timothy J. Tse, Yong Wang, Martin J.T. Reaney (2018): Flaxseed gum a versatile natural hydrocolloid for food and non-food applications. *Trends Food Sci. Technol.* 75, 146-157. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.011>
20. Lorenc, F., Jarošová, M.; Bedrníček, J.; Smetana, P., Bárta, J. (2022): Structural Characterization and Functional Properties of Flaxseed Hydrocolloids and Their Application. *Foods*, 11, 2304.
21. Matheson, E.M. (1976): Linseed. In: *Vegetable Oil Seed Crops in Australia*. Ed. Matheson, E.M., Holt, Rinehart and Winston, Sydney, Australia, 111 - 121.
22. Nikbakht Nasrabadi M., Hossein Goli S.A., Sedaghat Doost A., Dewettinck K., Van der Meeren P. (2019): Bioparticles of flaxseed protein and mucilage enhance the physical and oxidative stability of flaxseed oil emulsions as a potential natural alternative for synthetic surfactants, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 184, 110489. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110489>.
23. Nožinić, M., Lakić Ž., Popović, V. (2022): Medicinal properties and main indicators of seed and oil quality of flaxseed - *Linum usitatissimum* L. *Agriculture and Forestry*, 68 (3): 57-69. doi:10.17707/AgricultForest.68.3.04
24. Nwachukwu I.D., Aluka R. (2018): Physicochemical and emulsification properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) albumin and globulin fractions. *Food Chem.* 255, 216-225. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.068>
25. Oomah D. (2001): Flaxseed as a functional food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81, 889-894.
26. Parikh, M.; Netticadan, T.; Pierce, G.N. (2018): Flaxseed: Its bioactive components and their cardiovascular benefits. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 314, H146-H159.
27. Popović V, Marjanović Jeromela A, Sikora V, Mihailović V, Stojanović D, Grahovac N, Ikanović J, Aćimović M (2019): Sadržaj ulja i tokoferola u semenu sorte uljanog lana NS Primus. 60. Savetovanje industrije ulja. Proizvodnja i prerada uljarica. 16-21.06.2019. Herceg Novi, ISBN978-86-6253-099-8. 107-120
28. Popović V., Ikanović J., Šarčević Todorosijević Lj., Vukeljić N., Filipović V., Strugar V., Cerovski P., Rogić M. (2022): Variranje sadržaja ulja u sortama uljanog lana NS Marko i NS Primus u uslovima klimatskih promena. 63. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, 26.06.-01.07.2022. Herceg Novi, Crna Gora, 109-122.
29. Popović V., Jovović Z., Ignjatov M., Ikanović J., Mihailović V., Rajčić V., Ljubičić N. (2021): Nova sorta uljanog lana - *Linum usitatissimum* L.: NS Primus/New variety of oil flax - *Linum usitatissimum* L.: NS Primus. 62. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, 27.6.-2.7.2021. Herceg Novi, Crna Gora, 62, 122-134.
30. Popović V., Jovović Z., Marjanović-Jeromela A., Sikora V., Mikić S., Bojović R., Lj. Šarčević Todorosijević (2020): Climatic change and agricultural production. GEA (Geo Eco-Eco Agro) Inter. Conference, Podgorica; 27-31.05.2020, pp. 160-166.
31. Popović V., Marjanović Jeromela A., Jovovic Z., Jankovic S., Filipović V., Kolarić Lj., Ugrenović V., Šarčević-Todorosijević Lj. (2019): Linseed (*Linum usitatissimum* L.) production trends in the World and in Serbia. Ed. Janjev. I. Book Title: Serbia: Current Issues and Challenges in the Areas of Natural Resources, Agriculture and Environment. NOVA Science pub., INC., USA, ISBN: 978-1-53614-897-8, 123-148.

32. Popović V., Marjanović-Jeromela A., Živanović Lj., Sikora V., Stojanović D., Kolarić Lj., Ikanović J. (2017): Produktivnost i blagodeti uljanog lana *Linum usitatissimum* L. 58. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, 95-105.
33. Popović, Tatić M., Vučković S., Glamočlija Đ., Dolijanović Ž., Dozet G., Kiprovski B., (2018): Potencijal semena i komponenti kvaliteta lana *Linum usitatissimum* L. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik. Radovi sa XXXII Savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. 2018. Vol. 24. br. 1-2. 111-122.
34. Sahoo, A.K., Ranveer, R.C. (2015): Bioactive Components of Flaxseed and its Health Benefits. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 31, 42-51.
35. Scollan, N. D., Costa, P., Hallett, K. G., Nute, G. R., Wood, J. D., Richardson, R. I. (2006): The fatty acid composition of muscle fat and relationships to meat quality in Charolais steers: influence of level of red clover in the diet. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 2006, 23.
36. Sedaghat Doost A, Van Camp J., Dewettinck K., Van der Meeren P. (2019): Production of thymol nanoemulsions stabilized using Quillaja saponin as a biosurfactant: antioxidant activity enhancement . *Food Chem.* 239, 134-143.
37. Sedaghat Doost A., Nikbakht Nasrabadi M., Kassozi V., Dewettinck K., Stevens C.V., der Meeren P.V. (2019): Pickering stabilization of thymol through green emulsification using soluble fraction of almond gum - whey protein isolate nano-complexes. *Food Hydrocoll.* 88, 218-227. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.009>
38. Sierra, S., Lara-Villoslada, F., Comalada, M., Olivares, M., Xaus, J. (2008): Dietary eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid equally incorporate as decosahexaenoic acid but differ in inflammatory effects. *Nutrition* 24, 245 - 254.
39. Tirgar M., Silcock P., Carne A., Birch E. J. (2017): Effect of extraction method on functional properties of flaxseed protein concentrates. *Food Chem.* 215, 417-424. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.002>
40. Van den Driessche, J.J., Plat, J., Mensink, R.P. (2018): Effects of superfoods on risk factors of metabolic syndrome: A systematic review of human intervention trials. *Food Funct.* 9, 1944-1966
41. Wang B., Li Dong, Wang L.J., Özkan N. (2010): Effect of concentrated flaxseed protein on the stability and rheological properties of soybean oil-in-water emulsions. *J. Food Eng.* 96, 4, 555-561.
42. Yi J., Ning J., Zhu Z., Cui L., Decker E.A., McClements D.J. (2019): Impact of interfacial composition on co-oxidation of lipids and proteins in oil-in-water emulsions: competitive displacement of casein by surfactants. *Food Hydrocoll.* 87, 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.025>

UTICAJ DODATKA RUZMARINA I BELOG LUKA NA KVALITET I ODRŽIVOST HLADNO PRESOVANOG ULJA SUNCOKRETA LINOLNOG I VISOKOOLEINSKOG TIPa

*Tanja Lužaić,¹ Nada Grahovac², Snežana Kravić¹,
Kristina Kozomora³, Ranko Romanić¹*

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

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog
značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija

³Bački Dukat Plus d.o.o., Odžaci, Srbija

IZVOD

Kvalitet i oksidativna stabilnost su najvažnije osobine jestivih ulja. Oni ukazuju na mogućnost upotrebe ulja u tehnološkim procesima, kao i na njegov rok trajanja. Sastav masnih kiselina je od posebnog značaja sa aspekta oksidativne stabilnosti. Što je veći sadržaj nezasićenih i manji sadržaj zasićenih masnih kiselina, reakcija oksidacije se odvija brže. Najpodložnija oksidativnim promenama je linolenska masna kiselina, zatim linolna i oleinska masna kiselina. Poboljšanje oksidativne stabilnosti ulja može se postići dodatkom različitih komponenti sa antioksidativnim svojstvima: sintetičkim antioksidansima, biljnim ekstraktima ili biljkama. U ovom radu je ispitivan uticaj dodatka ruzmarina i belog luka u ulje suncokreta linolnog i visokooleinskog tipa na kvalitet i oksidativnu stabilnost. Sušeni ruzmarin i beli luk dodati su u količini od 0,5 i 3%, dok je oksidativna stabilnost ispitana primenom Shaal-oven i Rancimat testa. Bolje karakteristike, u pogledu održivosti ulja utvrđene su u uzorcima ulja suncokreta kome je dodat ruzmarin. Kod oksidativno stabilnijih ulja, kao što je visokooleinsko suncokretovo ulje dodatak ruzmarina u količini od 0,5% je doveo do značajnog povećanja, dok je kod manje stabilnih ulja, kao što je linolno suncokretovo ulje sadržaj ruzmarina od 3% doveo je do značajnog poboljšanja održivosti ulja. S druge strane, beli luk u početim fazama oksidativnih promena ulja 7. dana Shaal-oven testa, povoljno utiče na oksidativnu stabilnost ulja, dok u dužem periodu nije utvrđen pozitivan uticaj na oksidativnu stabilnost i održivost ulja.

Ključne reči: ulje suncokreta, kvalitet, oksidativna stabilnost, ruzmarin, beli luk

THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF ROSEMARY AND GARLIC ON THE QUALITY AND OXIDATIVE STABILITY OF LINOLEIC AND HIGH-OLEIC COLD PRESSED SUNFLOWER OIL

ABSTRACT

Oxidative stability is one of the most important parameters of edible oil quality. It indicates the possibility of using the oil in technological processes, as well as the shelf life. The fatty acids composition is of particular importance from the aspect of oxidative stability. The higher the unsaturated fatty acids content and the lower saturated fatty acids content is, the faster the oxidation reaction takes place. The most susceptible to oxidative changes is linolenic fatty acid, followed by linoleic and oleic fatty acids. Improving the oxidative stability of the oil can be achieved by adding different components with antioxidant properties such as synthetic antioxidants, plant extracts or plants. In this paper, the effect of adding rosemary and garlic to linoleic and high-oleic sunflower oil on quality and oxidative stability was investigated. Dried rosemary and garlic were added in the content of 0.5 and 3%, while the oxidative stability was tested using the Shaal-oven and Rancimat test. Better characteristics, in terms of oil stability, were found in the samples with rosemary. With more oxidatively stable oils, such as high-oleic sunflower oil, the addition of rosemary at a content of 0.5% led to a significant increase in the oil stability, while with less stable oils, such as linoleic sunflower oil, a rosemary content of 3% led to a significant improvement. On the other hand, garlic in the early stages of the oxidative changes of the oil, which were shown on the 7th day of the Shaal-oven test, has a favorable effect on the oxidative stability of the oil, while in the later stages no positive effect on the oxidative stability of the oil was determined.

Key words: sunflower oil, oil quality, oxidative stability, rosemary, garlic

UVOD

Uticaj sastava masnih kiselina na stabilnost ulja je dobro istražen (De Leonardis i Macciola, 2012; Neff i sar., 1994; Neff i sar, 1992; Warner i sar, 1989). Generalno, ulja koja sadrže više nezasićenih masnih kiselina su podložnija oksidaciji u poređenju sa manje zasićenim tj. kako se broj dvostrukih veza povećava, povećava se i brzina formiranja i količina produkata oksidacije formiranih do kraja indukcionog perioda. Shodno tome, stalna potraga i izbor stabilnijih ulja doveli su do modifikacije sastava masnih kiselina jestivih ulja, obično smanjenjem sadržaja linolne i linolenske kiseline

i povećanjem sadržaja oleinske kiseline. Skoro sva konvencionalna ulja sada postoje i sa izmenjenim masnokiselinskim sastavom (Aladedunye i Przybylski, 2012). Sa druge strane, oleinska kiselina dobija veliku pažnju širom sveta zbog svojih korisnih zdravstvenih svojstava (Sales-Campos i sar., 2013). FDA je 2018. utvrdila da postoje realni dokazi koju potvrđuju zdravstvene benefite konzumiranja oleinske kiseline, delujući na smanjenje rizika od koronarnih bolesti (FDA, 2018). Iz tog razloga, poslednjih decenija se prilikom selekcije novih sorti i hibrida raznih biljnih vrsta favorizuje veći sadržaj oleinske masne kiseline (do 60% i više), što je pomerilo granice njihove primene uzimajući u obzir potencijalno blagotvorno dejstvo na zdravlje, a istovremeno izaziva interesovanje tržišta za njihovu sve širu upotrebu (Ramadan i sar., 2006; Dominguez Brando i Sarkuis, 2012; Ramadan, 2013).

Da bi se produžio rok trajanja i održavao kvalitet ulja, bitno je očuvati oksidativnu stabilnost ulja. Jedna mogućnost za usporavanje oksidativnih procesa u uljima je dodavanje antioksidansa. Sintetički antioksidansi koji se koriste u biljnim uljima, kao što su butilhidroksianizol (BHA) ili butilhidroksitoluen (BHT), ukoliko se koriste u većim dozama, nisu potpuno biorazgradivi čak mogu biti i toksični (Kreivaitis i sar., 2013). Pored toga, uzimajući u obzir i njihove potencijalne štetne posledice po zdravlje i sve veću pažnju potrošača u pogledu sastava hrane, šira upotreba sintetičkih antioksidanasa je ograničena (Herrero i sar., 2010; Lara i sar., 2011). Ovo postaje posebno naglašeno u pogledu najnovije odluke Evropske komisije o zabrani korišćenja antioksidanasa E 311 i E 312 (oktil i dodecilgalat, redom) kao aditiva u hrani (Uredba Komisije (EU) 2018/1481, 2018). Zbog toga postoji potražnja za prirodnim alternativama, kao što su ekstrakti biljaka i same biljke.

Ruzmarin (*Rosmarinus officinalis* L.) je uobičajeno i široko korišćena začinska biljka. Ima širok spektar korisnih svojstva, odlikuju je antiinflamatorna, antibakterijska i hepatoprotektivna aktivnost. Štaviše, to je jedna od biljaka sa najjačom antioksidativnom aktivnošću (Kuintana i sar., 2019). Stoga, ruzmarin se široko primenjuje i kao zamena za konzervanse u npr. proizvodima od mesa ili emulzijama, kao što je majonez, ali i kao komponenta nutraceutika ili kozmetičkih preparata (Couto i sar., 2012; Rašković i sar., 2014). Sa druge strane, beli luk se uzgaja širom sveta, a njegova primarna upotreba je u vidu začina (Dorant i sar., 1993). Antioksidativni potencijal belog luka *in vivo* i *in vitro* je dokazan (Jackson i sar., 2002). Pored svoje antioksidativne aktivnosti, ima antimikrobno, antibakterijsko, antivirusno, antifungalno, antiprotazoalno dejstvo i blagotvorno deluje na kardiovaskularni i imuni sistem (Harris i sar., 2001). Pored toga, beli luk je bogat selenom i organosumpornim jedinjenjima, koja imaju izraženu antioksidativnu aktivnost (Yin i sar., 2002; Li, 2000).

S tim u vezi, u ovom radu ispitan je uticaj dodatka ruzmarina i belog luka u ulje suncokreta linolnog i visokooleinskog tipa na kvalitet i oksidativnu stabilnost ulja. Oksidativna stabilnost ispitana je primenom Shaal-oven i Rancimat testa.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U hladno presovano ulje suncokreta linolnog (LinSU) i visokooleinskog (VOSU) tipa proizvođača „Bački Dukat Plus” d.o.o, Odžaci dodat je suvi začin ruzmarina i belog luka u različitim koncentracijama (0,5 i 3%). Korišćeni začini su komercijalno dostupni u supermarketu. Ulja su pripremljena tako što je odmerena odgovarajuća masa suvog začina, zatim je do mase od 100 g dodato ulje. Ulje je pakovano u staklene bočice zapremine 0,1 l.

Metode

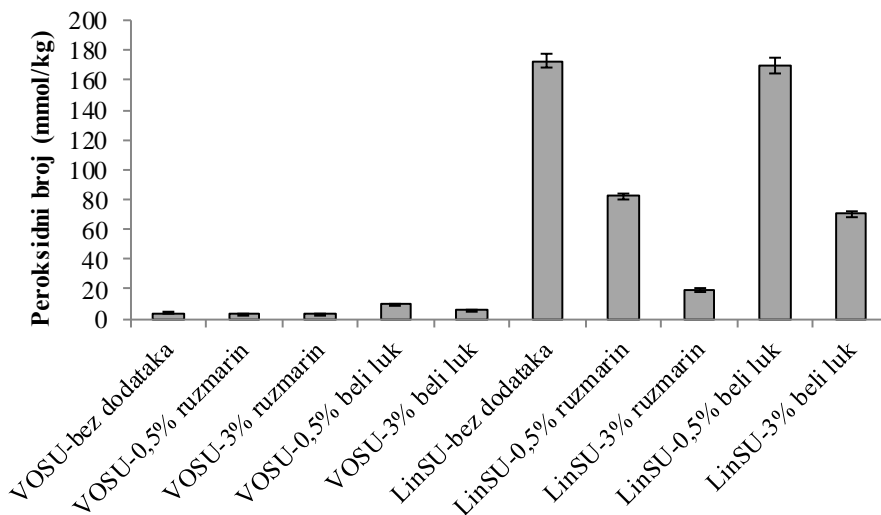
Kvalitet dobijenih ulja ispitan je utvrđivanjem vrednosti peroksidnog broja prema SRPS EN ISO 3960:2017.

Održivost ulja ispitana je ubrzanim testovima stabilnosti: Shaal-oven i Rancimat testom. Za ovaj test izmereno je 50 ml svakog uzorka ulja u staklene posude unutrašnjeg prečnika 88 mm i visine 18 mm i podvrgnute su uslovima ispitivanja: na umerenim temperaturama ($63\pm 2^{\circ}\text{C}$), u prisustvu vazduha, bez prisustva svetlosti prema metodologiji koju su opisali Gomes i sar. (2010) u trajanju od 7 i 14 dana. U početnim uzorcima, 7. i 14. dana testa ispitane su vrednosti peroksidnog broja. Ubrzani Rancimat test stabilnosti je urađen pomoću uređaja Rancimat, model 617 (Metrohm, Herisau, Švajcarska) za merenje indukcionog perioda uzoraka ulja. Merenja su rađena prema SRPS EN ISO 6886:2017. Uzorak ulja od $2,5\pm 0,01$ g podvrgnut je oksidativnim promenama na temperaturi od 120°C i protoku vazduha od 18-20 l/h. Isparljivi produkti nastali reakcijom oksidacije rastvoreni su u 0,05 l destilovane vode. Indukcioni period, IP, beležen je pomoću pisaača na milimetarskoj hartiji, a rezultat je izražen u satima.

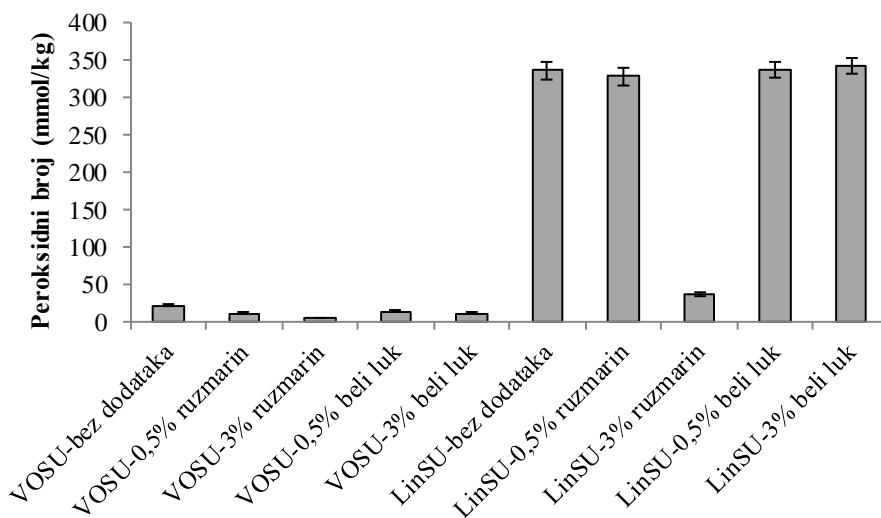
REZULTATI I DISKUSIJA

Oksidativna stabilnost je važan pokazatelj koji se koristi za procenu njegove podložnosti ulja oksidaciji i, shodno tome, održivosti i roka trajanja. Vrednost peroksidnog broja polaznih uzoraka linolnog i visokooleinskog suncokretovog ulja iznosila je $2,07\pm 0,08$ i $0,40\pm 0,03$ mmol/kg, redom. Nakon 7 dana Shaal-oven testa vrednosti peroksidnog broja su dostigle $4,11\pm 0,21$ mmol/kg kod visokooleinskog i čak $172,97\pm 4,58$ mmol/kg kod ulja suncokreta linolnog tipa. Dodak ruzmarina u količini od 0,5% i 3% doveo je do smanjenja vrednosti peroksidnog broja na $2,94\pm 0,18$ i $2,83\pm 0,12$ mmol/kg, redom, kod visokooleinskog i $82,39\pm 2,11$ i $19,74\pm 1,23$ mmol/kg kod ulja suncokreta linolnog tipa. Dodatak belog luka u koncentraciji od 0,5% skoro da i nije uticao na vrednost peroksidnog broja kod linolnog suncokretovog ulja, dok je dodatak od 3% doveo do smanjenja vrednosti od skoro 2,5 puta. Kod visokooleinskog suncokretovog ulja primećeno je povećanje vrednosti peroksidnog

broja na $9,50 \pm 0,85$ mmol/kg u uzorku sa 0,5% belog luka i $5,78 \pm 0,41$ mmol/kg u uzorku sa 3% belog luka (slika 1).



Slika 1. Vrednosti peroksidnog broja nakon 7 dana Shaal-oven testa
Figure 1. Peroxide value after 7 days of Shaal-oven test



Slika 2. Vrednosti peroksidnog broja nakon 14 dana Shaal-oven testa
Figure 2. Peroxide value after 14 days of Shaal-oven test

Nakon 14 dana izlaganja uzoraka ulja uslovima testa, ruzmarin je pokazao izuzetno dobru antioksidativnu aktivnost. Kao što je prikazano na slici 2, vrednost peroksidnog broja utvrđena u visokooleinskom suncokretovom ulju bez dodataka iznosila je $21,44 \pm 1,23$ mmol/kg. Ruzmarin u količini od 0,5% doprineo je dvostrukom smanjenju vrednosti peroksidnog broja na $10,07 \pm 0,94$ mmol/kg, dok u uzorku sa 3% ruzmarina dobijena je 4 puta manja vrednost (svega $4,68 \pm 0,28$ mmol/kg). U uzorku ulja suncokreta linolnog tipa ruzmarin u količini od 0,5% doveo je do neznatnog smanjenja vrednosti peroksidnog broja ($328,26 \pm 11,01$ mmol/kg) u poređenju sa uzorkom bez dodataka ($335,94 \pm 12,41$ mmol/kg), dok je dodatak ruzmarina u količini od 3% značajno smanjio peroksidni broj uzorka ovog ulja na $35,75 \pm 3,11$ mmol/kg. Dodatak belog luka u količini od 0,5 i 3% u suncokretovo ulje linolonog tipa nije značajno uticao na peroksidni broj, dobijene su vrednosti od $336,65 \pm 10,46$ i $341,89 \pm 9,88$ mmol/kg, redom, dok su kod visokooleinskog suncokretovog ulja dobijene skoro dvostruko niže vrednosti u odnosu na ovo ulje bez dodataka ($12,83 \pm 1,10$ i $10,23 \pm 0,98$, redom).

Tabela 1. Održivost uzoraka ulja prikazana kao indukcion period (h) dobijen primenom Rancimat testa

Table 1. Oxidative stability of oil samples shown as induction period (h) obtained by the Rancimat test

Uzorak	Indukcioni period (120°C, 18-20 l/h)
VOSU-bez dodataka	6,10
VOSU-0,5% ruzmarin	8,25
VOSU-3% ruzmarin	/
VOSU-0,5% beli luk	5,90
VOSU-3% beli luk	5,10
LinSU-bez dodataka	2,25
LinSU-0,5% ruzmarin	2,35
LinSU-3% ruzmarin	5,25
LinSU-0,5% beli luk	1,40
LinSU-3% beli luk	2,65

Dobijeni rezultati primenom Shaal-oven testa potvrđeni su i Rancimat testom (tabela 1). Dodatak ruzmarina u količini od 0,5% doveo je do povećanja indukcionog perioda uzorka ulja suncokreta visokooleinskog tipa sa 6,10 h na 8,25 h, dok je kod ulja suncokreta linolonog tipa indukcion period uzorka sa 0,5% ruzmarina iznosio 2,35 h u odnosu na uzorak bez dodataka u kojem je utvrđen indukcion period od 2,25 h. Dodatak ruzmarina od 3% u linolno suncokretovo ulje rezultovao je povećanjem indukcionog perioda na 5,25 h, dok kod visokooleinskog suncokretovog ulja sa 3% ruzmarina indukcion period

nije bilo moguće utvrditi pri uslovima testa, uzorak se ponašao slično izuzetno stabilnim uljima i mastima, bez naglog povećanja sadržaja isparljivih produkata oksidacije koji naglo povećavaju provodljivost koja se očitava na uređaju. Dodatak belog luka nije doveo do većih promena vrednosti indukcionog perioda. U ulju suncokreta visokooleinskog tipa sa 0,5 i 3% belog luka dobijene su vrednosti indukcionog perioda od 5,90 h i 5,10 h, redom, dok su te vrednosti kod ulju suncokreta linolnog tipa iznosile 1,40 h i 2,65 h, redom.

ZAKLJUČAK

Poboljšanje kvaliteta i održivosti ulja moguće je postići dodatkom prirodnih komponenata sa antioksidativnim svojstvom. U tu svrhu su se u ranijim istraživanjima uglavnom dodavali ekstrakti biljaka. U ovom radu je ispitan uticaj dodatka suvih biljaka, koje pored antioksidativnog dejstva pozitivno utiču i na senzorske karakteristike ulja i iz tog razloga su birane uobičajene začinske biljke: ruzmarin i beli luk. Bolje karakteristike, u pogledu održivosti ulja utvrđene su u uzorcima u kojima je dodat ruzmarin. Kod oksidativno stabilnijih ulja, kao što je visokooleinsko suncokretovo ulje dodatak ruzmarina u sadržaju od 0,5% je doveo do značajnog povećanja održivosti ulja, dok je kod manje stabilnih ulja, kao što je linolno suncokretovo ulje sadržaj ruzmarina od 3% doveo do značajnog poboljšanja. S druge strane, beli luk u početim fazama oksidativnih promena ulja koje su prikazane 7. danom Shaal-oven testa, povoljno utiče na oksidativnu stabilnost ulja, dok u kasnijim fazama nije utvrđen pozitivan uticaj na održivost ulja.

Zahvalnica

Istraživanje sporevedeno u okviru ovog rada je finansirano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, u okviru Programa naučnoistraživačkog rada NIO za 2023. godinu (broj programa: 451-03-47/2023-01/200134).

LITERATURA

1. Aladedunye, F., Przybylski, R. (2013). Frying stability of high oleic sunflower oils as affected by composition of tocopherol isomers and linoleic acid content. *Food Chem.*, 141(3): 2373-2378.
2. Couto, R. O., Conceição, E. C., Chaul, L. T., Oliveira, E. M. S., Martins, F. S., Bara, M. T. F., Paula, J. R. (2012). Spray-dried rosemary extracts: Physicochemical and antioxidant properties. *Food Chem.*, 131(1): 99-105.
3. De Leonardis, A., MacCiola, V. (2012). Heat-oxidation stability of palm oil blended with extra virgin olive oil. *Food Chem.*, 135(3): 1769-1776.
4. Dominguez Brando, J., Sarquis, A. (2012). Challenges for the sunflower oil market for 2020. In Proc. 18th Int. Sunflower Conf. Mar del Plata-Balcarce, ARG, pp. 35-42.

5. Dorant, E., Van Den Brandt, P. A., Goldbohm, R. A., Hermus, R. J. J., & Sturmans, F. (1993). Garlic and its significance for the prevention of cancer in humans: A critical view. *Br. J. Cancer*, 67(3): 424-429.
6. FDA, (2018). FDA completes review of qualified health claim petition for oleic acid and the risk of coronary heart disease. CFSAN Constituent Updates.
7. Gomes, T., Caponio, F., Bruno, G., Summo, C., Paradiso, V. M. (2010). Effects of monoacylglycerols on the oxidative stability of olive oil. *J. Sci. Food Agric.*, 90(13): 2228-2232.
8. Harris, J. C., Cottrell, S. L., Plummer, S., Lloyd, D. (2001). Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 57(3): 282-286.
9. Jackson, R., McNeil, B., Taylor, C., Holl, G., Ruff, D., Gwebu, E. T. (2002). Effect of aged garlic extract on casepase-3 activity in vitro. *Nutr. Neurosci.*, 5: 287-290.
10. Li, T. S. C. (2000). Medicinal plants. Pennsylvania: Technomic Publ. Co, pp. 4-11.
11. Neff, W. E., Selke, E., Mounts, T. L., Rinsch, W., Frankel, E. N., Zeitoun, M. A. M. (1992). Effect of triacylglycerol composition and structures on oxidative stability of oils from selected soybean germplasm. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69(2): 111-118.
12. Neff, W. E., Mounts, T. L., Rinsch, W. M., Konishi, H., El-Agaimy, M. A. (1994). Oxidative stability of purified canola oil triacylglycerols with altered fatty acid compositions as affected by triacylglycerol composition and structure. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71(10): 1101-1109.
13. Quintana, S. E., Villanueva-Bermejo, D., Reglero, G., García-Risco, M. R., Fornari, T. (2019). Supercritical antisolvent particle precipitation and fractionation of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts. *J. CO2 Util.*, 34: 479-489.
14. Ramadan, M. F. (2013). Healthy blends of high linoleic sunflower oil with selected cold pressed oils: Functionality, stability and antioxidative characteristics. *Ind. Crops Prod.*, 43(1): 65-72.
15. Ramadan, M. F., Amer, M. M. A., Sulieman, A. E. R. M. (2006). Correlation between physicochemical analysis and radical-scavenging activity of vegetable oil blends as affected by frying of French fries. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108(8): 670-678.
16. Rašković, A., Milanović, I., Pavlović, N., Čebović, T., Vukmirović, S., Mikov, M. (2014). Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC Complement. Altern. Med.*, 14.
17. Sales-Campos, H., Reis de Souza, P., Crema Peghini, B., Santana da Silva, J., Ribeiro Cardoso, C. (2013). An Overview of the Modulatory Effects of Oleic Acid in Health and Disease. *Mini-Rev. Med. Chem.*, 13(2): 201-210.
18. SRPS EN ISO 3960 (2017). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja - Jodometrijsko (vizuelno) određivanje završne tačke, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
19. SRPS EN ISO 6886 (2017). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje oksidativne stabilnosti (test ubrzane oksidacije), Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
20. Warner, K., Frankel, E. N., Mounts, T. L. (1989). Flavor and oxidative stability of soybean, sunflower and low erucic acid rapeseed oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 66(4): 558-564.
21. Yin, M. C., Hwang, S. W., Chan, K. C. (2002). Nonenzymatic antioxidant activity of four organosulfur compounds derived from garlic. *J. Agric. Food Chem.*, 50(21): 6143-6147.

STATISTIČKA ANALIZA SENZORSKIH KARAKTERISTIKA HLADNO PRESOVANIH ULJA DOSTUPNIH NA TRŽIŠTU REPUBLIKE SRBIJE

Ivana Nikolić¹, Aleksandar Takači¹, Milica Popović², Ranko Romanić¹, Tanja Lužaić¹

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

²Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije
u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

IZVOD

Ulja dobijena hladnim presovanjem imaju bogat nutritivni sastav, očuvanu aromu i kvalitet ulja. Na tržištu se mogu naći hladno presovana ulja od različitih sirovina koja su vrlo cenjena i imaju višu tržišnu cenu nego rafinisana ulja. Međutim, kao i kod većine proizvoda, senzorski kvalitet i svojstva su obično presudni faktori pri odabiru od strane potrošača. U ovom radu posmatrane su senzorske osobine hladno presovanih ulja trenutno dostupnih na tržištu Republike Srbije sa ciljem da se primenom statističke analize prikažu njihovi senzorski profili i uporede senzorske karakteristike.

Ključne reči: hladno presovana ulja, senzorske osobine, statistička analiza

STATISTICAL ANALYSIS OF SENSORY CHARACTERISTICS OF COLD PRESSED OILS AVAILABLE ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF SERBIA

ABSTRACT

Cold pressed vegetable oils have rich nutritional composition, preserved aroma and high oil quality. There is cold pressed oils from different raw materials available on the market. These oils are highly valued and have a higher market price than refined oils. However, as with most products, sensory quality and properties are usually decisive factors in consumer's choice. In this paper, the sensory properties of cold-pressed oils currently available on the market of the Republic of Serbia were observed, with the aim to present their sensory profiles and compare their sensory characteristics using adequate statistical analysis method.

Key words: cold pressed oils, sensory properties, statistical analysis

UVOD

Proces „ekstrakcije” ulja iz različitih sirovina mehaničkim delovanjem, odnosno presovanjem na niskim temperaturama koje ne narušavaju prirodne karakteristike i kvalitet dobijenog ulja naziva se „hladno presovanje”. Ulja dobijena hladnim presovanjem imaju bogat nutritivni sastav, očuvanu aromu i kvalitet ulja (Chandra i sar., 2020; Romanić, 2020). Vredne bioaktivne komponente hladno presovanih ulja su tokoferoli i tokotrienoli, slobodni i esterifikovani steroli, skvalen, triterpenski alkoholi, karotenoidi, hlorofili, fosfolipidi i druga jedinjenja sa oksidativnim svojstvima, koji se inače delimično uklonjau ili gube tokom procesa industrijske rafinacije. Većina ovih ulja sadrži ω -3 i ω -6 masne kiseline (Prescha i sar., 2014; Di Stefano i sar., 2021). Zahvaljujući takvom sastavu hladno presovana ulja dokazano povoljno utiču na brojne zdravstvene probleme u organizmu, kao što su ishemične srčane bolesti, gojaznost, hipertenzija i druge i imaju izraženo antioksidativno svojstvo (Chandra i sar., 2020.)

Hladno presovanje je brz, jednostavan i ekološki opravdan proces kojim se dobija proizvod bez tragova organskog rastvarača, što je osnovna prednost ovog procesa ekstrakcije ulja u odnosu na uobičajeni proces rafinacije ulja, dok je nedostatak svakako mali prinos proizvoda (Mushtaq i sar., 2020). Takođe, proces ne zahteva veliku energiju, s obzirom da se ostvaruje na niskim temperaturama i pogodan je za proizvođače malog ili srednjeg kapaciteta. Na tržištu su hladno presovana ulja vrlo cenjena i uvek imaju višu tržišnu cenu nego rafinisana ulja. Mogu se naći hladno presovana ulja iz vrlo različitih sirovina, semena, koštica, voća, jezgrastog voća, kao što su semenke grožđa, masline, uljana repica, soja, paprika, susam, seme crnog kima, amarant, narandža, seme limuna, grejpfruta, nara, čia seme, kukuruzne klice, suncokret, šafranjika, uljana tikva, lešnik, pistači, orah, pekan orah, karanfilić, bobice, origano, šipak, šargarepa, korijander, kikiriki, niger, pirinčane mekinje, avokado, seme paradajza i argan (Durazzo i sar., 2022). Neophodno je da sirovina sadrži više od 15% ulja, osim u slučaju semena amaranta gde je sadržaj ulja od 4,9-8,1% (Chandra i sar., 2020).

Sveobuhvatni kvalitet, kako sa hemijskog tako i sa senzorskog aspekta posmatranja ulja dostupnih na tržištu može biti veoma različit i obično je povezan sa načinom ekstrakcije ulja iz sirovine, što često dovodi potrošača do nedoumica prilikom izbora ulja. Mnoge isparljive komponente koje ostaju u ulju nakon hladnog presovanja zaslužne su za izraženu aromu ovih ulja u odnosu na rafinisana ulja. Senzorski parametri su osnova za pravilnu procenu kvaliteta ulja ili klasifikaciju proizvoda u komercijalne klase. Adekvatna standardizovana senzorska metoda je kvantitativna deskriptivna analiza (QDA analiza), kada su potrebne detaljne informacije o indentifikaciji i kvalifikaciji senzorskih atributa i senzorskog profila proizvoda. Primenom ove metode moguće je poređenje sličnih proizvoda, testiranje korelacije između instrumentalnih i hemijskih merenja sa senzorskim svojstvima, kao i definisanje standarda za kontrolu kvaliteta. QDA analizu sprovode kvalifikovani ocenjivači, koji su prošli specifičnu obuku, radi dobijanja pouzdanih i doslednih rezultata.

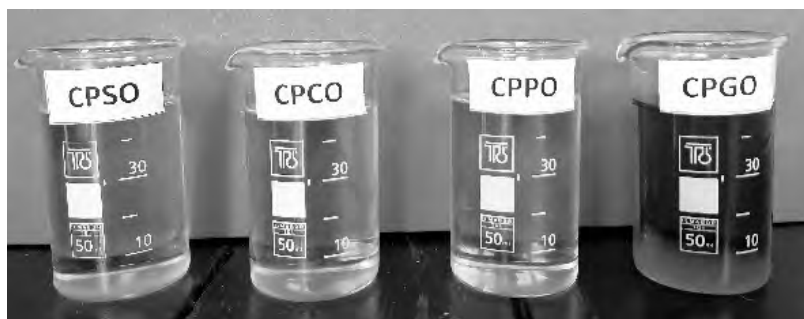
Senzorski parametri koji su od izuzetnog značaja pri definisanju senzorskog kvaliteta ulja su najčešće: izgled, intenzitet dominantne boje (u zavisnosti od sirovine), zatim vrsta i intenzitet mirisa i ukusa, kao i taktilni osećaji kao što su osećaj u ustima, astringentnost (osećaj skupljanja i sušenja na površini jezika zbog tanina), oporost (oštar osećaj u ustima, posebno u grlu poput gorčine), aftertejt (naknadni zaostali osećaj), kao i postojanost ukusa (koliko dugo ostaje ukus u ustima) (Yılmaz i sar., 2015; Tauferova i sar., 2021).

Primena statističkih metoda pri senzorskoj evaluaciji prehrambenih proizvoda ima za cilj da se rezultati senzorskog ocenjivanja objedine kroz odgovarajuće matematičke modele ili jednačine i adekvatno i vidljivo grafički prikažu. Statističke metode analize takođe ukazuju na uticaj određenih faktora na senzorske karakteristike, kao i na njihovu međusobnu povezanost (Nde i Foncha, 2020). S obzirom da mnogi senzorski testovi mogu da zavise od subjektivnog posmatranja ocenjivača, adekvatno odabrana metoda statističke analize rezultata senzorskog ocenjivanja omogućava dobijanje jasne slike senzorskih osobina proizvoda. Pored senzorskog profila jestvih ulja, vrlo značajni pokazatelji kvaliteta su u brojne druge fizičke i hemijske osobine, kao što su: sastav masnih kiselina, sadržaj vlage i isparljivih materija, sadržaj nerastvorljivih nečistoća, alkalitet, kiselinski broj, sadržaj voskova i fosfolipida, liposolubilnih vitamina i mnogi drugi pokazatelji. Međutim, kao i kod većine proizvoda, senzorski kvalitet i svojstva su obično presudni faktori pri odabiru od strane potrošača.

U ovom radu posmatrane su senzorske osobine hladno presovanih ulja trenutno dostupnih na tržištu Republike Srbija sa ciljem da se primenom statističke metode analize prikažu njihovi senzorski profili i uporede senzorske karakteristike.

MATERIJALI I METODE RADA

Tokom eksperimentalnog rada korišćena su hladno presovana ulja trenutno dostupna na tržištu Republike Srbije. To su: hladno presovano ulje suncokreta (CPSO), hladno presovano ulje kukuruznih klica (CPCO), hladno presovano ulje semena grožđa (CPGO) i hladno presovano ulje kikirikija (CPPO) (slika 1).



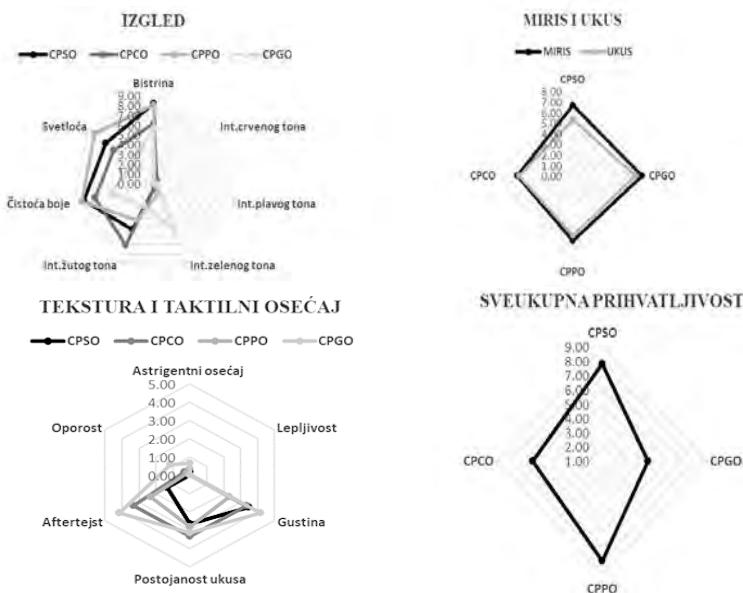
Slika 1. Uzorci hladno presovanih ulja
Figure 1. Samples of cold pressed oils

Za određivanje senzorskih karakteristika hladno presovanih ulja korišćena je deskriptivna senzorska analiza, prema odgovarajućim ISO standardima koji obezbeđuju potrebne uslove za ocenu proizvoda (Cerretani i sar., 2008; Brühl i Matthäus, 2008; Bendini i sar, 2011). Uzorak je ocenjen u adekvatnom prostoru (ISO 8589, 2007) od strane šestočlanog stručnog panela (ISO 8586-2, 2008) primenom numeričkih skala sa devet nivoa ocene za svako senzorsko svojstvo (ISO 4121, 2003). Senzorska analiza ulja podeljena je na analize tri značajne grupe senzorskih svojstava: I grupa - izgled, II grupa - miris i ukus, III grupa - tekstura i taktilni osećaj. Izgled ulja uključuje bistrinu, svetloću, čistoću boje ulja, zastupljenost žutog, zelenog, plavog i crvenog tona. Miris i ukus određeni su organoleptički i predstavljaju opis i intenzitet mirisa i ukusa. Tekstura i taktilni osećaj obuhvatili su analizu svojstava: zastupljenost astringentnog osećaja, zastupljenost oporosti, naknadnog ukusa ili aftertejtsta, postojanost ukusa, gustinu i lepljivost. Takođe je utvrđena i sveobuhvatana prihvatljivost ulja nakon analize svih senzorskih svojstava.

Pri statističkoj obradi dobijenih ocena senzorske analize primenjene su metode korelacije i višestruke regresione analize pri pragu značajnosti $p=0,05$.

REZULTATI I DISKUSIJA

Na slici 2 prikazane su srednje vrednosti ocena senzorskih karakteristika uzoraka hladno presovanih ulja, kao i ocena opšte sveobuhvatne prihvatljivosti uzoraka, određena od strane šestočlanog senzorskog panela.



Slika 2. Srednje vrednosti ocena senzorskih karakteristika uzoraka ulja
Figure 2. Average values of marks for sensory properties of oil samples

Na dobijene srednje vrednosti ocena senzorskih karakteristika primenjene su statističke metode analize korelacije i višestruke regresione analize, sa ciljem da se utvrdi povezanost senzorskih svojstava, kao i uticaj ocene senzorskih svojstava na opštu sveobuhvatnu prihvatljivost uzorka. Cilj korelacione analize je da se utvrdi da li između varijacija ocena posmatranih senzorskih svojstava postoji kvantitativno slaganje (korelaciona veza) i, ako postoji, u kom stepenu. Kao mera jačine korelacione veze koristi se Pirsonov koeficijent korelacije, koji je izračunat za svaku senzorsku karakteristiku uzoraka ulja i predstavljen je u tabeli 1.

Na osnovu prikazanih vrednosti Pirsonovog koeficijenta korelacije uočava se direktna povezanost pojedinih parametara izgleda uzoraka, kao što su bistrina uzorka, svetloća, čistoća boje, intenzitet žutog tona, na sveobuhvatnu ocenu prihvatljivosti uzorka. Pri tome se posebno izdvaja uticaj čistoće boje uzorka sa koeficijentom od 1.00, odnosno sa takozvanom savršenom funkcionalnom vezom sa sveobuhvatnom ocenom prihvatljivosti. To je strogo određena ili funkcionalna veza pri kojoj svakoj vrednosti jedne pojave odgovara samo jedna vrednost druge pojave.

Ostali parametri izgleda uzorka ulja, kao i senzorski parametri teksture, taktilnog osećaja, mirisa i ukusa ispoljili su negativnu korelaciju sa opštom ocenom prihvatljivosti uzorka. Prema tome, sa porastom ocene ovih senzorskih parametara ulja opada ocena sveobuhvatne prihvatljivosti uzoraka ulja.

Tabela 1. Vrednosti Pirsonovog koeficijenta korelacije
Table 1. Values of Pearson coefficient

Senzorska karakteristika hladno presovanog ulja	Pirsonov koeficijent korelacije
Bistrina	0,92
Svetloća	0,94
Čistoća boje	1,00
Intenzitet žutog tona	0,31
Intenzitet zelenog tona	-0,83
Intenzitet plavog tona	-0,89
Intenzitet crvenog tona	-0,30
MIRIS	-0,73
UKUS	-0,93
Astringentni osećaj	-0,65
Oporost	-0,96
Aftertejt	-0,80
Postojanost ukusa	-0,67
Gustina	-0,80
Lpljivost	0,00

Ova korelaciona analiza rezultata senzorske ocene hladno presovanih ulja navela je na primenu višestruke regresione analize i na utvrđivanje modela uticaja pojedinih senzorskih svojstava ulja na sveobuhvatnu ocenu senzorske prihvatljivosti ulja. Cilj

višestruke regresione analize je da se odredi onaj regresioni model koji najbolje opisuje vezu između pojava i da se na osnovu tog modela ocene i predvide vrednosti zavisne promenljive Y za odabrane vrednosti nezavisne promenljive X.

Tako su odabrane senzorske osobine uzoraka, koje imaju visok koeficijent korelacije kao što su: bistrina, svetloća, čistoća boje, ukus i oporost kao ulazni faktori u daljoj statističkoj analizi višestruke linearne regresije, gde je izlazni faktor upravo finalna ocena—opšta sveukupna prihvatljivost uzorka. Rezultati višestruke regresione analize pokazali su veoma značajan kolektivni uticaj između X1, X2, X3, and Y, ($F(1, 3) = 86868,15, p < 0,001, R^2 = 1, R^2_{adj} = 1$), gde su X1 bistrina ulja, X2 svetloća boje i X3 čistoća boje, a Y opšta sveobuhvatna prihvatljivost ulja. Statistička značajnost i veličina tog uticaja ovih ulaznih faktora ispitana je uz postepenu eliminaciju faktora i prikazana je u tabelama vrednostima verovatnoće (p vrednost).

Tabela Koeficijenata Iteracija 1 (prilagođeni R-kvadrat = 1)

	p vrednost
b	0,0245216
X1	0,445089
X2	0,704043
X3	0,0103422

Tabela koeficijenata iteracija 2 (prilagođeni R-kvadrat = 1)

	p vrednost
b	0,000598318
X1	0,153497
X3	0,0000338012

Tabela koeficijenata iteracija 3 (prilagođeni R-kvadrat = 1)

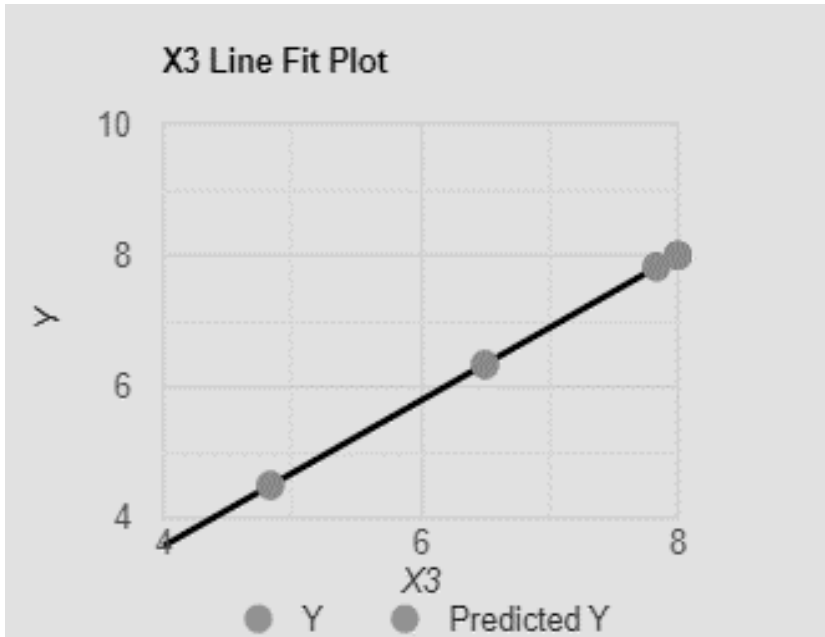
	p vrednost
b	0,0000673557
X3	8,61315e-8

U sva tri analizirana slučaja ispoljila se izrazita dominacija i izuzetno visok stepen uticaja ulaznog faktora X3, odnosno uticaja čistoće boje ulja. To je samo potvrdilo rezultate korelacione analize, gde je koeficijent korelacije ove senzorske osobine ulja i sveobuhvatne prihvatljivosti ulja bio 1.

Primenom višestruke regresione analize dobijen je i model uticaja ovog ulaznog faktora:

$$\hat{Y} = -0,857593 + 1,107715 X3$$

gde je: \hat{Y} predviđena ocena sveukupne prihvatljivosti uzorka, a X3 je čistoća boje kao ulazni faktor. U dobijenom modelu ulazni faktor čistoća boje ulja je bio jedini statistički značajan faktor ($p < 0,000001$), koji ima praktično linearnu zavisnost sa finalnom ocenom, prikazanu na slici 3.



Slika 3. Model linearne zavisnosti sveobuhvatne ocene ulja sa čistoćom boje ulje
Figure 3. Model of linear dependence of the overall rating of oil with the purity of the oil color

Na osnovu dobijenih rezultata i primenjene statističke analize može se zaključiti da presudan uticaj na sveobuhvatanu ocenu prihvatljivosti hladno presovanih ulja ima čistoća boje ulja sa direktnom linearnom zavisnošću. Najvišu ocenu ovog senzorskog parametra imalo je hladno presovano ulje kikirikija (CPPO), a za njim i hladno presovano ulje suncokreta (CPSO). Drugi ulazni faktor po statističkoj značajnosti je svetloća boje, gde su se opet izdvojili prvo ulje kikirikija, pa za njim i ulje suncokreta. Treći statistički značajan ulazni faktor bistrina boje izdvojio je prvo suncokretovo, pa zatim ulje kikirikija sa razlikom u oceni ovog parametra za svega 0,17.

Ostali parametri koji opisuju izgled ulja i odnose se na intenzitete određenog tona imali su manji koeficijent korelacije sa sveobuhvatnom ocenom ulja i pri tome negativno usmeren, osim intenziteta žutog tona. To znači da porast intenziteta zelenog, plavog i crvenog tona umanjuju u manjoj meri finalnu prihvatljivost uzorka.

To se značajno ispoljilo kod hladno presovanog ulja iz semenki grožđa (CPGO) zbog porasta intenziteta zelenog tona i kod hladno presovanog ulja kukuruznih klica (CPCO) zbog porasta intenziteta žutog tona, što je svakako posledica same sirovine iz koje ulje potiče.

Ukus hladno presovanih ulja je ispoljio iznenađujuću negativnu korelaciju visokog stepena na sveobuhvatanu ocenu. To se može objasniti time da porast jačine ukusa, kao i prisustvo karakterističnih ukusa (semenski, orašast, drvenast, gorak,

kiseo, ili negativni kao što su užeglo, na kvasac, mehljiv, plesniv, strani ukus) negativno utiču na ocenu prihvatljivosti. Slična situacija je i sa mirisom, ali pri mnogo manjem intenzitetu uticaja. Dodatni taktilni osećaji doprineli su formiranju ocene, pogotovu negativno usmeren uticaj oporosti, odnosno doživljaja oštrog osećaja kroz usnu šupljinu, posebno u grlu, slično gorčini. Prema intenzivnom ukusu i mirisu, specifičnom po sirovini i sa izraženim naknadnim, zaostalim ukusom, kao i oporosti izdvaja se hladno presovano ulje iz koštica grožđa.

ZAKLJUČAK

Nakon senzorske ocene hladno presovanih ulja dostupnih trenutno na tržištu Republike Srbije i nakon statističke obrade dobijenih rezultata može se zaključiti da su se po visokoj sveobuhvatnoj oceni prihvatljivosti izdvojili ulje kikirikija i ulje suncokreta. Statistička metoda korelacione analize ukazala je da na visoku ocenu prihvatljivosti ulja presudan uticaj imaju faktori izgleda ulja. Senzorski faktori mirisa, ukusa i taktilnih osećaja ispoljili su negativnu korelaciju sa finalnom ocenom i što su izraženiji hladno presovano ulje je manje prihvatljivo. To je izuzetno ispoljeno kod hladno presovanog ulja semenki grožđa.

Međutim, pri odabiru hladno presovanog ulja dominantan uticaj ima čistoća boje ulja, koja je pri potpunoj direktnoj linearnoj zavisnosti doprinela finalnoj oceni hladno presovanog ulja, na osnovu rezultata primenjene višestruke regresione analize.

Zahvalnica

Ovaj rad urađen je u okviru Programa Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, broj ugovora: 451-03-47/2023-01/ 200134.

LITERATURA

1. Bendini, A., Barbieri, S., Valli, E., Buchecker, K., Canavari, M., Toschi, T. G. (2011). Quality evaluation of cold pressed sunflower oils by sensory and chemical analysis. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.*, 113(11), 1375-1384.
2. Brühl, L., Matthäus, B. (2008). Sensory assessment of virgin rapeseed oils. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.*, 110(7), 608-610.
3. Cerretani, L., Salvador, M. D., Bendini, A., Fregapane, G. (2008). Relationship between sensory evaluation performed by Italian and Spanish official panels and volatile and phenolic profiles of virgin olive oils. *Chemosens Percept*, 1(4), 258.
4. Chandra, S., Kumar, M., Dwivedi, P., Shinde, L. P. (2020). Functional and nutritional health benefit of cold-pressed oils: a review. *J. Agriculture Ecology*, 9, 21-29.
5. Di Stefano, V., Bongiorno, D., Buzzanca, C., Indelicato, S., Santini, A., Lucarini, M., Durazzo, A. (2021). Fatty acids and triacylglycerols profiles from Sicilian (cold pressed vs. soxhlet) grape seed oils. *Sustainability*, 13(23), 13038.
6. Durazzo, A., Fawzy Ramadan, M., Lucarini, M. (2022). Cold Pressed Oils: A Green Source of Specialty Oils. *Front Nutr.*, 8, 836651.

7. ISO 4121 (2003), Sensory analysis - Guidelines for the use of quantitative response scales. International Organization for Standardization.
8. ISO 8586-2 (2008), Sensory analysis - General guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 2: Expert sensory assessors. International Organization for Standardization.
9. ISO 8589 (2007), Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms. International Organization for Standardization.
10. Mushtaq, Z., Imran, M., Ahmad, N., Khan, M. K., Asghar, N. (2020). Cold pressed corn (*Zea mays*) oil. In Cold Pressed Oils (pp. 191-195). Academic Press.
11. Nde, D. B., Foncha, A. C. (2020). Optimization methods for the extraction of vegetable oils: a review. Processes, 8(2), 209.
12. Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., Grajeta, H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 91(8), 1291-1301.
13. Romanić, R. (2020). Cold pressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil. In Cold pressed oils (pp. 197-218). Academic Press.
14. Tauferova, A., Dordevic, D., Jancikova, S., Tremlova, B., Kulawik, P. (2021). Fortified cold-pressed oils: The effect on sensory quality and functional properties. Separations, 8(5), 55.
15. Yılmaz, E., Sevgi Arsunar, E., Aydeniz, B., Güneşer, O. (2015). Cold pressed capia pepperseed (*Capsicum annum* L.) oils: Composition, aroma, and sensory properties. Eur. J. Lipid Sci. Tech., 117(7), 1016-1026.

VALORIZACIJA SEMENA MALINE U CILJU DOBIJANJA HLADNO PRESOVANOG ULJA I BIOAKTIVNIH EKSTRAKATA IZ POGAČE

*Biljana Rabrenović¹, Milica Fotirić Akšić¹, Aleksandra Rašović²,
Dragana Dabić Zagorac³, Milica Sredojević³, Ivanka Ćirić³, Nataša Obradović⁴,
Mina Volić⁴, Maja Natić⁵*

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd, Srbija

²PR Amelles, Vrnjačka Banja, Srbija

³Inovacioni centar Hemijskog fakulteta u Beogradu, Srbija

⁴Univerzitet u Beogradu, Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu, Srbija

⁵Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet, Beograd, Srbija

IZVOD

U industriji sokova, prilikom proizvodnje soka od maline, seme se uklanja kao neželjeni sastojak odnosno nusproizvod (biootpad). Inspirisani nelinearnim pristupom „take-make-dispose-recycle”, pokušali smo da razvijemo strategiju za valorizaciju semena maline u cilju dobijanja hladno presovanog ulja i bioaktivnih ekstrakata iz pogače, sa mogućom primenom u prehrambenoj i kozmetičkoj industriji. S obzirom da seme maline sadrži značajnu količinu ulja (10-23%) upotrebljeno je za izdvajanje ulja postupkom hladnog presovanja. Ispitan je sastav masnih kiselina gasnom hromatografijom metilestara kao i oksidativna stabilnost dobijenog ulja, primenom Oxitest uređaja. Posle izdvajanja ulja, pogača, koja se takođe smatra nusproizvodom, korišćena je za ekstrakciju bioaktivnih komponenti. Vodeći se principom „zelene” ekstrakcije, primenjeno je nekoliko kombinacija rastvarača. Rezultati ukupnog sadržaja polifenola i antioksidativne aktivnosti upotrebljeni su za odabir najefikasnijeg ekstrakcionog sredstva.

Ključne reči: seme maline, biootpad, hladno presovano ulje, „zelena” ekstrakcija, bioaktivne komponente

VALORIZATION OF RASPBERRY SEEDS IN ORDER TO OBTAIN COLD-PRESSED OIL AND BIOACTIVE EXTRACTS FROM OIL CAKE

ABSTRACT

In the juice industry, the seeds are removed as an undesirable ingredient or by-product (bio-waste) in the production of raspberry juice. Inspired by the non-linear „take-make-dispose-recycle” approach, we sought to develop a strategy to valorize raspberry seeds to obtain cold-pressed oil and natural active ingredients from the oil cake that could have applications in the food and cosmetic industries. Raspberry seeds contain a considerable amount of oil (10-23%) and are used for oil extraction by cold pressing. The composition of fatty acids was studied by gas chromatography of methyl esters, as well as the oxidative stability of the extracted oil using the Oxitest apparatus. After cold pressing, the oil cake, which is also a by-product, was used to extract the bioactive components. For this purpose, different solvent combinations were used to find the most efficient „green” extraction procedure. The results of total polyphenol content and antioxidant activity were used to select the most efficient extractant.

Key words: raspberry seed, biowaste, cold-pressed oil, bioactive components, „green” extraction

UVOD

Jagodasto voće (malina – *Rubus idaeus*, jagoda – *Fragaria × ananassa*, kupina – *Rubus fruticosus*, ribizla – *Ribes sp.*, borovnica – *Vaccinium sp.*, i mnoge druge) je poznato po svom pozitivnom uticaju na zdravlje ljudi, zahvaljujući bogatom sadržaju šećera, kiselina, vitamina, minerala, polifenola i dr. Na sadržaj prisutnih materija utiču različiti faktori, kao što su vrsta i sorta jagodastog voća, zrelost, geografsko poreklo i uslovi gajenja. Industrijskom preradom jagodastog voća, pri proizvodnji koncentrata, marmelada, sokova i drugih proizvoda, ostaju velike količine otpada, što može biti i do 20% od mase svežeg voća (Lee i Wrolstad, 2006). Posebno je značajno seme koje čine oko 5% mase svežeg ploda (Sójka i Król, 2008). U publikovanim radovima seme jagodastog voća je istaknuto kao bogat izvor funkcionalnih jedinjenja, posebno polifenola, esencijalnih masnih kiselina, minerala, dijetnih vlakana i tokoferola (Fidelis i sar., 2019). Ulja dobijena iz semena jagodastog voća često se koriste i u kozmetičkoj industriji za proizvodnju različitih preparata (Van Hoed i sar., 2009). Nakon izdvajanja ulja, pogače koje ostaju predstavljaju bogat izvor bioaktivnih jedinjenja (Parry i sar., 2005; Parry i sar., 2006). Iako ima primera da se pogače koriste za ishranu životinja i proizvodnju formulacija koje služe kao funkcionalna hrana (Sobczak i sar., 2020), ne postoji organizovano

sakupljanje i korišćenje komine/semena voća, pa se potencijalno korisni proizvodi gube (Stanojević i sar., 2015). Pojedine publikacije su ukazale da brašno dobijeno iz odmašćenih pogača semena jagodastog voća ima visok antioksidativni potencijal i sadrži značajnu količinu polifenolnih jedinjenja (Helbig i sar., 2008; Górecka i sar., 2010). Polifenoli su sekundarni metaboliti prisutni u jagodastom voću, sa brojim blagotvornim efektima na zdravlje ljudi (izraženim antioksidativnim, antimikrobnim, antialergijskim i antihipertenzivnim svojstvima) (Giampieri i sar., 2014; Gašić i sar., 2020). Ove fitohemikalije sintetišu svi delovi biljaka, ali su uglavnom lokalizovani u semenu voća (Ben-Othman i sar., 2020). Na fenolni profil semena jagodastog voća utiču brojni faktori, pre svega sorta jagodastog voća, zatim uslovi gajenja i klima (Fidelis i sar., 2019).

Malinu smatraju „riznicom prirode” zbog visokog nivoa mnogih hranljivih materija, uključujući esencijalne minerale (magnezijum, kalijum, bakar i gvožđe), šećere, organske kiseline, vitamine, karotenoide, fenole, masne kiseline, stilbene (resveratrol), tanine, i dijetna vlakna (Pantelidis i sar., 2007; Krstić i sar., 2019; Fotirić Akšić i sar., 2022). Malina je dobar izvor jedinjenja koja potencijalno unapređuju zdravlje ljudi jer sadrže različiti nivoje karotenoida, nezasićenih masnih kiselina (linolna kiselina, α -linolenska kiselina i oleinska kiselina), tokoferola (pretežno γ -tokoferol) i fenola (antocijanini, elagitanini, elaginska kiselina, flavonoidi, tanini, fenolne kiseline i stilbeni) (Li i sar., 2021; Marić i sar., 2020; Bensalem i sar., 2015).

Prema FAOStat-u (FAOStat, 2021), proizvodnja malina širom sveta u 2021. godini iznosila je ~886.000 tona, a od toga je u Evropi proizvedeno ~602.000 tona. Najveći proizvođači maline u Evropi u 2021. godini bili su Rusija (~198.000 tona), Srbija (~111.000 tona) i Poljska (~104.000 tona) (FAOStat, 2021). Seme maline je izuzetan izvor sastojaka sa antioksidativnim i antimikrobnim potencijalom. Studije pokazuju da ulje semena maline štiti od UV zračenja, održava elastičnost kože i da je veoma blagotvorno za negu bora i problematične kože (Ispiryani i sar., 2021). Ulje karakteriše visok sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (linolne kiseline i alfa-linolenske kiseline) i tokoferola (Parry i sar., 2005). Imajući u vidu da seme čini do 5% sveže mase ploda, i uzimajući u obzir svetsku proizvodnju, prilikom prerade maline moglo bi zaostati ~ 44.300 tona biootpada. Seme maline može da sadrže od 10 do 23% ulja (Ispiryani i sar., 2021). Prilikom proizvodnje ulja iz semena stvara se određeni otpad, te je potrebno razviti strategije za njegovo smanjenje i valorizaciju. Ispitivanja su pokazala da brašno dobijeno iz odmašćenih pogača semena maline u poređenju sa pšeničnim ima veći sadržaj brojnih makronutrijenata (kao što su masti, proteini i dijena vlakna), karotenoida, vitamina E, kao i veći antioksidativni kapacitet (Górecka i sar., 2010; Kowalczewski i sar., 2019).

Zbog hemijskog bogatstva i heterogenosti, pogače dobijene nakon ceđenja ulja iz semena jagodastog voća predstavljaju potencijalno dobar prirodni bioresurs. Oslanjajući se na savremene naučne trendove, korišćenje otpada organskog porekla moglo bi dati doprinos u prevazilaženju nedostataka „linearnih” sistema u privredi. Na primer, primenom inovativnih metoda inkapsulacije, bioaktivne komponente ekstrahovane iz otpada od prerade voća mogle bi biti implementirane u određene

prehrambene proizvode i kozmetičke preparate. Pored toga, koncept iskorišćenja otpadnih sirovina od prerade voća doprinosi smanjenju količine otpada i smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte. Na kraju, inovativnim korišćenjem sekundarnih proizvoda se utiče kako na kvalitet završnog proizvoda, tako i na podsticanje cirkularne ekonomije i kreiranje dodatne vrednosti u novim okvirima.

Inspirisani principima cirkularne ekonomije i nelinearnim pristupom „take-make-dispose-recycle”, cilj ovog rada bio je iskorišćenje semena maline, u smislu dobijanja hladno presovanog ulja i polifenolnog ekstrakta iz pogače. Dobijeno ulje i ekstrakt mogu biti upotrebljeni u različite svrhe, pre svega u prehrambenoj industriji a značajna primena može biti i u kozmetičkoj industriji.

MATERIJAL I METODE RADA

Hemikalije i materijali

Saharoza je nabavljena od Sigma Aldrich (Steinheim, Nemačka), holin hlorid od Acros Organics BV (Geel, Belgija), a glicerol od Zorka Pharma (Šabac, Srbija). Svi rastvarači i hemikalije su bili analitičke čistoće. Standard galne kiseline i troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilhroman-2-karboksilna kiselina) nabavljeni su od firme Sigma&Aldrich (Štajnhajm, Nemačka). *Folin-Ciocalteu* reagens je proizvod kompanije Merck (Darmstadt, Nemačka), a di (fenil)-(2,4,6-trinitrofenil) iminoazanijum, (DPPH') firme Fluka AG (Buh, Švajcarska). Filteri (13 mm, PTFE membrane 0,45 µm) su kupljeni od firme Supelco (Belfont, Pensilvanija), a kolone Strata C18-E (500 mg, 3 mL) za čvrsto-tečnu ekstrakciju (Solid Phase Extraction, SPE) od Phenomenex (Torans, Kalifornija). Thermo Fisher TKA MicroPure sistem za prečišćavanje vode je korišćen za dobijanje ultra čiste vode (0,055 mS/cm). Za identifikaciju metilestara masnih kiselina korišćen je Supelco 37 Component FAME mix standard (Belfont, Pensilvanija).

Seme maline je dobijeno kao otpadna sirovina (biootpad) iz industrije sokova. Seme je prvo korišćeno za dobijanje hladno presovanog ulja, nakon čega je pogača korišćena za ekstrakciju polifenola. Pre izvođenja postupka hladnog presovanja, seme je očišćeno od ostataka pulpe i osušeno na temperaturi od 60°C do sadržaja vlage od 6%.

Metode

Izdvajanje ulja

Postupak hladnog presovanja semena maline izveden je na pužnoj presi „Ulimac” (Turska), kapaciteta 25 kg/h. Temperatura ulja tokom postupka presovanja nije prelazila 45°C, što je praćeno digitalnim termometrom. Dobijeno ulje je čuvano u plastičnim kivetama na temperaturi -20°C do momenta analize. Pogača je korišćena za ekstrakciju polifenola.

Određivanje sastava i sadržaja masnih kiselina

Priprema metilestara masnih kiselina izvršena je prema standardnoj metodi (SRPS EN ISO 12966-2:2017). Metodom gasne hromatografije, prema standardu (SRPS EN ISO 12966-1:2015), na gasnom hromatografu (Agilent Technologies 6890, SAD) sa split-splitless injektorom, plamenjonizacionim detektorom (FID) i kapilarnom kolonom Supelco SP-2560 (100 m dužina × 0,25 mm unutrašnji prečnik × 0,20 μm debljina filma, Supelco, Bellefonte, USA), izvršeno je razdvajanje metilestara i njihova detekcija. Kao mobilna faza korišćen je helijum protoka 5 ml/min. Temperature injektora i detektora bile su 250°C i 260°C, redom. Injektovana zapremina je bila 1 μl, a odnos raspodele injektora je podešen na 20:1. Temperatura kolone je programirana sa početnih 50°C (održavana 5 minuta) do 240°C (održavana 20 minuta), uz linearnu promenu temperature 4°C/min. Hromatografski pikovi u uzorku su identifikovani poređenjem relativnih retencionih vremena metilestara masnih kiselina iz uzoraka sa standardnom mešavinom metilestara Supelco 37 Component FAME Mix standard. Sadržaj masnih kiselina je računat u mg/g lipida i izražen, u relativnoj količini, kao maseni procenat od ukupnih masnih kiselina. Sva merenja su izvršena u tri ponavljanja, a rezultati su prikazani kao srednja vrednost ± standardna devijacija.

Određivanje oksidativne stabilnosti

Oksidativna stabilnost ulja semena maline ispitana je na uređaju Oxitest (Velp, Italija). U dve titanijumske, termostatisane komore uređaja odmeravano je po 10 g uzoraka ulja. Komore su hermetički zatvorene. Temperatura je podešena na 110°C, a inicijalni pritisak O₂ je bio podešen na 6 MPa. Pomoću specijalnog softvera (OXISoft, Velp, Italija) pratila se promena pritiska u komorama i na taj način se posredno merila količina kiseonika koja se trošila usled aktivnosti pojedinih komponenata. Za svaku komoru, na kraju testa, softver je računao indukcioni period (IP) u minutima odnosno satima. Uzorak ima bolju oksidativnu stabilnost ukoliko je IP duži.

Ekstrakcija polifenola

Kako bi se pronašao najefikasniji postupak zelene ekstrakcije, primenjeno je nekoliko kombinacija rastvarača. Holin hlorid je izabran kao baza za eutektičke rastvarače zbog njegovog stabilizujućeg efekta na fenolna jedinjenja usled jakih interakcija koje potiču od vodoničnih veza (Dai i sar., 2014).

Eutektičke smeše (*Deep Eutectic Solvents*, DES) su pripremljene mešanjem holin hlorida (ChCl) sa glicerolom (Glc), odnosno saharozom (Sah)), u molarnom odnosu 1:1 i 1:2. Smeše su zagrevane (55°C) na magnetnoj mešalici ili u dehidrotoru u toku 30 min, dok se homogena providna tečnost nije formirala. Dobijeni rastvori su razblaženi vodom (sadržaj vode 30% (m/m)), a zagrevanje i/ili mešanje je nastavljeno još 45 minuta. Sveže pripremljeni DES korišćeni su za ekstrakciju polifenola (tabela 2). Odmeren je 1 g usitnjene pogače u koji je dodato 10 mL odgovarajućeg rastvarača. Smeša je zagrevana 30 min na 55°C na magnetnoj mešalici. Dobijeni ekstrakti su centrifugirani na 10000 rpm u toku 10 minuta i po završetku centrifugiranja odvojen je supernatant.

Supernatanti dobijeni primenom DES ekstrakcije su prečišćeni primenom čvrsto-tečne ekstrakcije (*Solid - Phase Extraction*, SPE) pod vakuumom, na kolonama silika gela modifikovanim oktadecil-ugljovodoničnim nizom (RP-C18 silika gela - Machery-Nagel, Germany). Kondicioniranje kolone vršeno je sa 5 ml MeOH i 5 ml vode. Na kolone je nanošena zapremina uzorka od 1 mL. Ispiranje neadsorbovanih jedinjenja vršeno je sa 10 mL vode, dok je za eluiranje polifenolnih jedinjenja korišćeno 5 mL MeOH. Dobijeni supernatanti čuvani su na 4°C do dalje analize.

Spektrofotometrijsko određivanje sadržaja ukupnih polifenola i antioksidativne aktivnosti

Ispitivanja koja se zasnivaju na merenju apsorpcionih spektara, određivanje sadržaja ukupnih polifenola (*Total Phenolic Content*, TPC) i određivanje antioksidativne aktivnosti (*Radical-Scavenging Activity*, RSA), urađena su na UV-VIS spektrofotometru (GBC UV-Visible Cintra 6) primenom metoda opisanih u ranijim publikacijama (Natić i sar., 2021). Pre spektrofotometrijskih određivanja, svi dobijeni ekstrakti su profiltrirani kroz 0,45 µm PTFE membranske filtere. Sva merenja su izvršena u tri ponavljanja, a rezultati su prikazani kao srednja vrednost ± standardna devijacija.

Za određivanje sadržaja ukupnih polifenola (*Total Phenolic Content*, TPC) primenjena je *Folin-Ciocalteu* metoda. Apsorbancija pripremljenih reakcionih smeša merena je na talasnoj dužini od 765 nm, a kao standard korišćena je galna kiselina u koncentracijama 20, 40, 60, 80 i 100 ppm. Rezultati su izraženi kao g ekvivalenta galne kiseline (EGK)/kg suvog uzorka. Antioksidativna aktivnost uzoraka određena je upotrebom DPPH' reagensa, merenjem apsorbcija na 517 nm. Napravljena je serija standardnih rastvora troloksa koncentracija 100, 200, 300, 400, 500 i 600 µM. Rezultati su izraženi kao mmol ekvivalenta troloksa (ET)/kg suvog uzorka.

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav i sadržaj masnih kiselina

U tabeli 1 dat je sastav i sadržaj masnih kiselina u ispitivanom ulju semena maline.

Kao što se može videti iz tabele 1 dominantna masna kiselina u ulju semena maline je omega-6 masna kiselina, linolna sa sadržajem od 62,94±1,23%. Zatim sledi mononezasićena masna kiselina oleinska sa sadržajem od 16,89±0,90% i omega-3 masna kiselina, α-linolenska sa sadržajem od 13,95±0,77%. Od zasićenih masnih kiselina po sadržaju su se izdvojile palmitinska (4,15±0,20%) i stearinska (1,79±0,15%). Prema dobijenim rezultatima može se zaključiti da u ulju semena maline dominiraju polinezasićene, esencijalne masne kiseline, što je sa nutritivnog aspekta veoma značajno, međutim visok sadržaj PMK značajno umanjuje oksidativnu stabilnost ovog ulja.

Tabela 1. Sastav i sadržaj masnih kiselina ispitivanog ulja i IP (h)
Table 1. Composition and content of fatty acids of the studied oil and IP (h)

Masna kiselina	Sadržaj (%)
Palmitinska C16:0	4,15 ± 0,20
Stearinska C18:0	1,79 ± 0,15
Oleinska C18:1	16,89 ± 0,90
Linolna C20:2	62,94 ± 1,23
α-Linolenska C20:3	13,95 ± 0,77
Arahidinska C20:0	0,16 ± 0,06
Gondoinska C20:1	0,10 ± 0,01
ΣZMK*	6,10 ± 0,61
ΣMMK	16,99 ± 0,91
ΣPMK	76,89 ± 2,00
IP (h)	8,30 ± 1,16

Prikazane su srednje vrednosti ± standardna devijacija (n=3)

* ΣZMK – ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina;

ΣMMK – ukupan sadržaj mononezasićenih masnih kiselina;

ΣPMK – ukupan sadržaj polinezasićenih masnih kiselina;

IP – indukcioni period

Visok sadržaj omega-3 masne kiseline posebno doprinosi široj primeni ovog ulja, na primer u neprehrambene svrhe, kao komponenta kozmetičkih proizvoda ili u farmaceutskim preparatima (O’lenick Jr. i Lavay, 2006).

Oksidativna stabilnost

U tabeli 1 prikazana je i dobijena vrednost za indukcioni period ispitivanog hladno presovanog ulja maline, IP = 8,3h. Oksidativna stabilnost uzorka je ispitivan na uređaju Oxitest (Velp, Italy), koji je u odnosu na Rancimat (Metrohm, Switzerland) mnogo kraće u upotrebi i nema mnogo podataka u literaturi, pogotovo ne za ovu kategoriju ulja. Iz tog razloga, dobijeni rezultat je bio jedino uporediv sa podatkom do koga su došli Parry i sar. (2005) ispitujući oksidativnu stabilnost hladno presovanog ulja semena maline Rancimat testom, gde je IP bio 20,3h. S obzirom da su Tinello i sar. (2017) utvrdili snažnu lineranu zavisnost između rezultata dobijenih na Oxitestu i Rancimatu, pri čemu su rezultati dobijeni na Oxitestu bili približno dva puta niži u odnosu na rezultate dobijene Rancimatom, može se reći da je vrednost dobijena u ovom istraživanju u skladu sa tim.

Oxitest može predstavljati veoma dobru alternativu Rancimatu, s obzirom da vremenski kraće traje i ne zahteva posebnu pripremu uzorka.

Polifenolni ekstrakti

U cilju potpunog iskorišćenja polazne sirovine („zero waste”), pogača je upotrebljen za dobijanje frakcije bogate polifenolima. Kako bi se optimizovao postupak ekstrakcije polifenolnih jedinjenja, primenjeno je nekoliko različitih, ekološki prihvatljivih rastvarača. Priprema eutektičkih smeša je izvedena pri različitim eksperimentalnim uslovima, menjajući odnose između komponenti ekstrakcionog sredstva, korišćenjem magnetne mešalice ili dehidratora. Uslovi ekstrakcije su prikazani u tabeli 2, zajedno sa sadržajem ukupnih polifenola (TPC) i antioksidativnim potencijalom (RSA) određenim u ispitivanih ekstraktata.

Tabela 2. Uslovi ekstrakcije polifenolnih jedinjenja iz odmašćenih pogača semenki maline, sadržaj ukupnih polifenola (TPC) i antioksidativna aktivnost (RSA)

Table 2. Conditions of extraction of polyphenolic compounds from defatted raspberry seed cakes, total phenolic content (TPC) and antioxidant activity (RSA)

Redni broj	DES	Molarni odnos	Uslovi	TPC (g EGK/kg)	RSA (mmol ET/kg)
1	ChCl/Glc	1:1	magnetna mešalica	3,35 ± 0,10	25,00 ± 0,09
2	ChCl/Glc	1:1	dehidrator	2,78 ± 0,00	19,98 ± 0,36
3	ChCl/Sah	1:1	magnetna mešalica	1,81 ± 0,01	14,01 ± 0,78
4	ChCl/Glc	1:2	dehidrator	2,47 ± 0,09	18,03 ± 0,48
5	ChCl/Glc	1:2	magnetna mešalica	2,85 ± 0,12	22,10 ± 0,36

Prikazane su srednje vrednosti ± standardna devijacija (n=3)

Na osnovu rezultata ispitivanja sadržaja ukupnih polifenola (TPC) i antioksidativne aktivnosti (RSA) postupak ekstrakcije je optimizovan i odabran je najefikasniji sistem za ekstrakciju polifenolnih jedinjenja. Najveće vrednosti za TPC (3,35 g EGK/kg) i RSA (25,00 mmol ET/kg) su dobijene primenom smeše ChCl/Glc u odnosu 1:1, uz mešanje na magnetnoj mešalici (redni br. 1). Nešto niže vrednosti dobijene su primenom smeša pod rednim brojevima 5 (TPC = 2,85 g EGK/kg, RSA = 22,10 mmol ET/kg), 2 (TPC = 2,78 g EGK/kg, RSA = 19,98 mmol ET/kg) i 4 (TPC = 2,47 g EGK/kg, RSA = 18,03 mmol ET/kg), dok se najlošije pokazala smeša ChCl/Sah. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su se kombinacije holin hlorida i glicerola pokazale efikasnije u odnosu na smešu holin hlorida i saharoze u ekstrakciji polifenolnih jedinjenja iz analiziranog uzorka pogače semena maline.

Vrednosti dobijene za sadržaj ukupnih polifenola upoređene su sa vrednostima dobijenim za antioksidativnu aktivnost. Postojanje statistički značajne korelacije između TPC i RSA ($r = 0,99$) ukazuje na to da antioksidativna aktivnost pogača semena maline uglavnom potiče od polifenolnih jedinjenja.

ZAKLJUČAK

U ovom radu su prikazani rezultati započetih ispitivanja koja čine deo obimnijeg istraživanja, a sve u cilju dobijanja hladno presovanog ulja iz semena maline i ekstrakata dobijenih iz pogače, bogatih aktivnim komponentama. Ovi ekstrakti, kao ekološki prihvatljivi, mogu biti inkapsulirani i upotrebljeni kao dodatak prehranbenim proizvodima ali i u proizvodnji kozmetičkih preparata (seruma, krema i sapuna).

U smeru potpunog iskorišćenja semena maline („zero waste”), ostatak nakon dobijanja hladno presovanog ulja i polifenolnog ekstrakta može biti upotrebljen kao sirovina u proizvodnji ekfolijanata. Razvoj inovativnih pristupa u daljem iskorišćenju sekundarnih sirovina i kreiranju novih proizvoda podržao bi nelinearan model „take-make-dispose-recycle”.

Zahvalnica

Istraživanja su realizovana u okviru Cirkularnog vaučera finansiranog uz podršku Globalnog fonda za životnu sredinu (GEF) od strane Programa Ujedinjenih nacija za razvoj (United Nations Development Programme, UNDP). Autori su zahvalni Ministarstvu za nauku, tehnološki razvoj i inovacije Republike Srbije (451-03-47/2023-01/200288, 451-03-47/2023-01/200168, 451-03-47/2023-01/200287, 451-03-47/2023-01/200116).

LITERATURA

1. Ben-Othman, S., Jõudu, I., Bhat, R. (2020). Bioactives from agri-food wastes: present insights and future challenges. *Molecules* 25:510
2. Bensalem, J., Dal-Pan, A., Gillard, E., Calon, F., Pallet, V. (2015). Protective effects of berry polyphenols against age-related cognitive impairment. *Nutr. Aging.* 3, 89–106.
3. Dai, Y., Verpoorte, R., Choi, Y.H. (2014). Natural deep eutectic solvents providing enhanced stability of natural colorants from safflower (*Carthamus tinctorius*). *Food Chem.* 2014, 159, 116–121, doi:10.1016/j.foodchem.2014.02.155.
4. FAOSTAT, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
5. Fidelis, M., de Moura, C., Kabbas Junior, T., Pap, N., Mattila, P., Mäkinen, S., Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Tian, Y., Yang, P., Granato, D. (2019). Fruit seeds as sources of bioactive compounds: sustainable production of high value-added ingredients from by-products within circular economy. *Molecules* 24(21):3854
6. Fotirić Akšić, M., Nešović, M., Ćirić, I., Tešić, Ž., Pezo, L., Tosti, T., Gašić, U., Dojčinović, B., Lončar, B., Meland, M. (2022). Chemical Fruit Profiles of Different Raspberry Cultivars Grown in Specific Norwegian Agroclimatic Conditions. *Horticulturae* 8, 765.
7. Gašić, U., Ćirić, I., Pejčić, T., Radenković, D., Djordjević, V., Radulović, S., Tešić, Ž. (2020). Polyphenols as possible agents for pancreatic diseases (review). *Antioxidants* 9:547

8. Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J.M., Battino, M. (2014). Strawberry and human health: effects beyond anti-oxidant activity. *J Agric Food Chem* 62:3867–3876
9. Górecka, D., Pacholek, B., Dziedzic, K., Górecka, M. (2010). Raspberry pomace as a potential fiber source for cookies enrichment. *Acta Sci Pol Technol Aliment* 9(4):451–462
10. Helbig, D., Bohmb, V., Wagner, A., Schubert, R., Jahreis, G. (2008). Berry seed press residues and their valuable ingredients with special regard to black currant seed press residues. *Food Chem* 111:1043–1049
11. Ispiryan, A., Viškelis, J., Viškelis, P. (2021). Red Raspberry (*Rubus idaeus* L.) Seed Oil: A Review. *Plants* 10, 944. <https://doi.org/10.3390/plants10050944>
12. Kowalczewski, P.L., Walkowiak, K., Masewicz, L., Duda, A., Poliszko, N., Różańska, M.B., Jeżowski, P., Tomkowiak, A., Mildner-Szkudlarz, C., Baranowska, H.M. (2019). Wheat bread enriched with raspberry and strawberry oilcakes: effects on proximate composition, texture and water properties. *Eur Food Res Technol*. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03370-5>
13. Krstić, Đ., Vukojević, V., Mutić, J., Fotirić Akšić, M., Ličina, V., Milojković-Opsenica, D., Trifković, J. (2019). Distribution of elements in seeds of some wild and cultivated fruits. Nutrition and authenticity aspects. *J. Sci. Food Agric.* 99, 546–554.
14. Lee, J., Wrolstad, R.E. (2006). Extraction of anthocyanins and polyphenolics from blueberry processing waste. *J Food Sci* 69(7):564–573
15. Li, X., Sun, J., Chen, Z., Jiang, J., Jackson, A. (2021). Characterization of carotenoids and phenolics during fruit ripening of Chinese raspberry (*Rubus chingii* Hu). *RSC Adv.* 11, 10804–10813.
16. Marić, B., Pavlić Čolović, D., Abramović, B., Zeković, Z., Bodroža-Solarov, M., Ilić, N., Teslić, N. (2020). Recovery of high-content ω -3 fatty acid oil from raspberry (*Rubus idaeus* L.) seeds: Chemical composition and functional quality. *LWT-Food Sci. Technol.* 130, 109627.
17. Natić, M., Dabić Zagorac, D., Gašić, U., Dojčinović, B., Ćirić, I., Relić, D., Todić, S., Sredojević, M. (2021). Autochthonous and international grape varieties grown in Serbia - Phenolic and elemental composition. *Food Biosci.* 40: 100889. doi: 10.1016/j.fbio.2021.100889.
18. O'lenick, A. J., Jr., & Lavay, C. (2006). Raspberry amido amines and betaines as a delivery system for natural antioxidants. US patent no. 7,078,545 B1.
19. Pantelidis, G., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A., Diamantidis, G. (2007). Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chem.* 102, 777–783.
20. Parry, J., Su, L., Luther, M., Zhou, K., Yurawecz, M.P., Whittaker, P., Yu, L. (2005). Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *J Agric Food Chem* 53(3):566–573
21. Parry, J., Su, L., Moore, J., Cheng, Z., Luther, M., Rao, J.N., Wang, Y-I., Yu, L.L. (2006). Chemical compositions, antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. *J Agric Food Chem* 54(11):3773–3778
22. Sobczak, P., Zawiślak, K., Starek, A., Zukiewicz-Sobczak, W., Sagan, A., Zdybel, B., Andrejko, D. (2020). Compaction process as a concept of press-cake production from organic waste. *Sustainability* 12:1567

23. Sójka, M., Król, B. (2008). Composition of industrial seedless black currant pomace. *Eur Food Res Technol* 228(4):597–605
24. Stanojević, M., Trifković, J., Fotirić Akšić, M., Rakonjac, V., Nikolić, D., Šegan, S., Milojković-Opsenica, D. (2015). Sugar profile of kernels as a marker of origin and ripening time of peach (*Prunus persicae* L.). *Plant Foods Hum Nutr* 70:433–440
25. Tinello, F., Lante, A., Bernardi, M., Cappiello, F., Galgano, F., Caruso, M.C., Favati, F. (2018). Comparison of OXITEST and RANCIMAT methods to evaluate the oxidative stability in frying oils. *Eur Food Res Technol* 244, 747-755.
26. Van Hoed, V., De Clercq, N., Echim, C., Andjelkovic, M., Leber, E., Dewettinck, K., Verhé, R. (2009). Berry seeds: a source of specialty oils with high content of bioactives and nutritional value. *J Food Lipids* 16(1):33–49

ANTIOKSIDATIVNI POTENCIJAL BIOPOLIMERNIH FILMOVA NA BAZI POGAČE SEMENA ŠLJIVE

*Jovana Pantić, Senka Popović, Danijela Šuput, Nevena Hromiš,
Ljiljana Popović, Ranko Romanić*

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

IZVOD

Proizvodnja biorazgradivih ambalažnih materijala, dobijenih iz agroindustrijskog otpada predstavlja savremeno polje istraživanja u svetskoj nauci. Sa ekonomskog i ekološkog aspekta, posebno su interesantni materijali dobijeni iz sporednih proizvoda agroindustrije - pogače, sačme, pulpe, brašna, slame itd. Iz semena koštice šljive, moguće je dobiti jestivo visokonutritivno ulje. Zaostala pogača, može biti valorizovana proizvodnjom novih biopolimernih materijala, koji mogu služiti za pakovanje hrane. U ovom radu ispitana je antioksidativna aktivnost biopolimernih filmova na bazi pogače šljive, koji se razlikuju po procesnim parametrima proizvodnje, u cilju sagledavanja njihovog potencijala za pakovanje hrane.

Ključne reči: ambalaža, biopolimeri, uljana pogača iz semena šljive, antioksidativna aktivnost

ANTIOXIDATIVE POTENTIAL OF BIOPOLYMER FILMS BASED ON PLUM SEED CAKE

ABSTRACT

The production of biodegradable packaging materials obtained from agro-industrial waste represents a modern field of research in world science. From an economic and ecological point of view, materials obtained from the by-products of agro-industry – cake, meal, pulp, flour, straw, etc. are particularly interesting. By pressing the seeds of the plum stone, it is possible to obtaine edible highly nutritional oil. The cake, left behind, could be valorised by the production of new biopolymer films, which can be used for food packaging. In this paper, the antioxidant activity of biopolymer films based on plum cake, obtained by different process parameters, was examined in order to examine their potential as food packaging.

Key words: packaging, biopolymers, plum seed oil cake, antioxidant activity

UVOD

Porast broja stanovnika dovodi do porasta upotrebe različitih ambalažnih materijala i ambalaže, među kojima godinama unazad, najveći porast u zastupljenosti na tržištu beleži polimerna, odnosno plastična ambalaža. Zahvaljujući dobrim fizičko-mehaničkim i barijernim karakteristikama prema faktorima spoljašnje sredine (vlaga, kiseonik, zračenje, mikroorganizmi itd.) polimerni ambalažni materijali su vodeći u prehrambenoj industriji gde se koriste samostalno, kao monomaterijali ili kao višeslojni i/ili kombinovani materijali, u različitim ambalažnim formama (Lazić i Novaković, 2010). Problem kod upotrebe plastične ambalaže počinje od sirovine, koja je poreklom neobnovljiva, a imajući u vidu da na životnu sredinu utiče ceo životni ciklus ambalaže, sama upotreba i na kraju odbacivanje iskorišćene ambalaže doprinose negativnom uticaju na životnu sredinu, jer dolazi do gomilanja ambalažnog otpada.

Istraživanja mogućnosti primene ekološki prihvatljivijih ambalažnih materijala i ambalaže, između ostalog, ide i u pravcu razvoja prirodnih biorazgradivih polimernih materijala. Ovi materijali dvostruko rešavaju problem opterećenja životne sredine nastalog primenom konvencionalne plastike – biopolimerni materijali potiču iz prirodnih, obnovljivih sirovina, a po pravilu su biorazgradivi (Lazić i Popović, 2015). Na ovaj način se redukuje potrošnja neobnovljivih izvora i energije, čije su cene u porastu, a nerazgradivi polimeri se zamenjuju biorazgradivim, što pogoduje očuvanju životne sredine (Lazić i Gvozdrenović, 2007).

Biopolimeri imaju brojne prednosti, a zbog njihove biorazgradivosti sve više nalaze praktičnu primenu u pakovanju hrane i produženju njenog roka trajanja (Basumatary i sar., 2022), ali i u farmaceutskoj industriji i dr. (Udayakumar i sar., 2021). Nasuprot konvencionalnim polimerima, biopolimerni filmovi mogu biti i jestivi (Suhag i sar., 2020), pa se mogu konzumirati zajedno sa prehrambenim proizvodom, čime ga mogu zaštititi od rasta mikroorganizama, produžiti rok trajanja (Hasan i sar., 202), ili sprečiti gubitak vlage i narušavanje senzornih karakteristika proizvoda (De Pilli, 2020).

Prilikom skladištenja hrane, u interakciji sa uslovima spoljašnje sredine neretko dolazi do mikrobiološkog kvara, te konvencionalne tehnike čuvanja hrane (sušenje, fermentacija, termička obrada, itd.) često nisu dovoljne da bi se obezbedilo efikasno čuvanje i produženje roka trajanja hrane (Sung i sar., 2013). Razvoj novih materijala za pakovanje hrane sa antimikrobnim i/ili antioksidativnim delovanjem sve više dobija na značaju, pri čemu se efekat „aktivne” ambalaže može obezbediti ugradnjom različitih aktivnih agenasa u formulaciju sistema za pakovanje (Khaneghah i sar., 2018; Domínguez i sar., 2018; Zanetti i sar., 2018). Inkorporiranje aktivnih sastojaka u biopolimerne filmove predstavlja napredak u odnosu na direktno inkorporiranje agenasa u namirnice, jer u slučaju direktne inkorporacije aktivne supstance u ambalažu, može doći do reakcije sa supstancama prisutnim u hrani, što dovodi do smanjenja aktivnosti dodatih agenasa. Omogućavanje sporog, ali konstantnog prelaska aktivnog agensa iz ambalažnog materijala za pakovanje je još jedna prednost aktivnih sistema za pakovanja, jer se suzbija rast mikroorganizama i obezbeđuje antioksidativna zaštita na duži vremenski period (Novak i sar., 2020).

Pored toga što biopolimerni filmovi mogu služiti kao nosači aktivnih komponenti, u cilju njihovog postupnog otpuštanja u hranu tokom skladištenja, oni mogu i sami pokazivati aktivna svojstva u zaštiti hrane. Studija Popović i sar. (2012) je pokazala da se uspešno mogu formirati biopolimerni filmovi na bazi proteinskog izolata tikve golice, sa odličnim barijernim svojstvima prema gasovima i antioksidantnom aktivnošću, bez dodataka aktivnih agenasa, zbog prisustva protiena i peptida sa dokazanom antioksidativnom aktivnošću (Vaštag i sar., 2011).

Poslednjih godina proizvodnja biorazgradivih ambalažnih materijala, dobijenih iz agroindustrijskog otpada, je u ekspanziji. Sa ekonomskog i ekološkog aspekta, posebno su interesantni kompozitni filmovi dobijeni direktno iz sporednih proizvoda agroindustrije - pogače, sačme, brašna, slame itd. Visok sadržaj proteina, vlakana i ugljenih hidrata pogača i sačmi čini ih pogodnim sirovinama za proizvodnju jestivih biopolimernih ambalažnih materijala (Popović i sar., 2020), jer su upravo ovi makromolekuli nazastupljeniji kao izvor za dobijanje biorazgradivih filmova i premaza. Na ovaj način se rešava problem odlaganja i deponovanja otpada, konverzijom obnovljivih u korisne proizvode, bez dodatnog utroška energije, zbog upotrebe sporednih proizvoda u svom nativnom obliku, bez naknadnih modifikacija.

U Republici Srbiji su široko zastupljene uljarice poput suncokreta, soje, lana i uljane tikve golice. Nakon proizvodnje jestivih nerafinisanih ulja, zaostaje visoko nutritivan sporedni proizvod – pogača, koja čini oko 50% početne mase semena. S obzirom na količine koje zaostaju i na bogat nutritivan sastav, jasna je težnja ka valorizaciji ovih sporednih proizvoda. Potencijalna rešenja su uglavnom usmerena na proizvodnju biogoriva i stočne hrane, kao i na ekstrakciju biološki vrednih komponenti (proteini, polisaharidi, fenoli itd.). Međutim, pravac iskorišćenja kroz proizvodnju biopolimernih filmova potvrđuju i sprovedene studije, gde su iz pogače uljane tikve golice (Popović, 2013) i pogače suncokreta (Šuput i sar., 2018) proizvedeni biorazgradivi kompozitni filmovi sa odličnim potencijalom za pakovanje prehrambenih proizvoda.

Pored uljarica, u Republici Srbiji značajan je i uzgoj voća, među kojim je najzastupljenije voće roda *Prunus*. Različiti vidovi valorizacije sporednih proizvoda industrije prerade voća, ukazuju na mogućnost primene pektina iz pokožice kajsije, proteinskog izolata semena koštice kajsije, kao i praha koštice višnje i kajsije u cilju dobijanja novih, aktivnih biopolimernih filmova (Munekata i sar., 2022).

Preradom šljive (*Prunus domestica* L.) nastaju tone sporednih proizvoda u obliku koštica, koje poseduju velik i neiskorišćen potencijal, s obzirom na udeo ulja iz semena koštice, od oko 30% (Savić i sar., 2020), koje je bogato bioaktivnim jedinjenjima kao što su fenolne komponente (Kiralan i sar., 2018), fitosteroli, tokohromanoli, karotenoidi i skvalen (Rudzińska i sar., 2017; González-García i sar., 2014). Izdvajanjem ulja iz semena koštice šljive, takođe se proizvodi jestivo ulje - visokonutritivno i lekovito. Nakon presovanja ulja zaostaje pogača, čija valorizacija može teći u pravcu proizvodnje novih biopolimernih filmova, koji mogu služiti za pakovanje prehrambenih proizvoda (Gutiérrez, 218; Ugarković i sar., 2022). U svom radu, Gutiérrez (2018) je ukazao na mogućnost dobijanja nanokompozitnog biopolimernog filma mešanjem modifikovanog brašna uljane tikve golice i brašna

pokožice ploda šljive. Sa druge strane, Ugarković i sar. (2022) su pokazali da pogača semena šljive, kao i dobijeni proteinski izolat iz pogače pokazuju mogućnost forimiranja biopolimernih filmova.

S obzirom da u današnje vreme prehrambena industrija teži ka produžetku roka trajanja hrane, posebno interesantnu grupu materijala predstavljaju aktivni biopolimerni materijali, koji mogu produžiti rok trajanja iste, oslobađajući aktivne komponente iz svoje strukture.

U ovom radu je ispitana mogućnost sinteze bipolimernih filmova na bazi pogače šljive, variranjem tri procesna parametra (vrednosti pH, temperature i udela glicerola kao plastifikatora), kao i određivanje antioksidativne aktivnosti dobijenih filmova u cilju sagledavanja njihovog potencijala za pakovanje prehrambenih proizvoda.

MATERIJAL I METODE RADA

Sinteza kompozitnih filmova

Za sintezu filmova korišćena je uljana pogača semena šljive (POC - Plum oil cake), proizvođača All Nuts, Beograd, Srbija.

Filmovi su sintetisani variranjem tri parametra:

1. Udeo glicerola (10%, 15% i 20%)
2. vrednost pH (10 i 12)
3. Temperatura (60 °C i 90 °C)

Filmogena suspenzija POC je pripremljena mešanjem 50 g pogače POC u 500 g destilovane vode uz dodatak 10, 15 i 20% glicerola u odnosu na masu pogače. Nakon toga je podešena vrednost pH na 10 i 12 jedinica, pomoću 0,1 M rastvora NaOH.

Nakon podešavanja vrednosti pH, suspenzija je temperirana na 60 i 90°C u trajanju od 20 min.

Filtrirana suspenzija je razlivena u petri ploče i sušena na sobnoj temperaturi tokom 3 dana. Dobijeni uzorci biopolimernih filmova čuvani su na sobnoj temperaturi (25 ± 2°C) do ispitivanja.

Određivanje antioksidativne aktivnosti DPPH metodom

DPPH rastvor se pravi tako što se osnovni DPPH rastvor razblažuje 96% alkoholom u odnosu 1:5 i dodaje se po 2 ml razblaženog rastvora DPPH u kivetu sa uzorkom biopolimernog filma, koji je prethodno isečen (1×1 cm).

Antioksidativna aktivnost uzoraka određivana je uz pomoć spektrofotometrijskih metoda neutralizacije DPPH radikala (Popović, 2013).

Princip metode prema neutralizaciji DPPH radikala je merenje promene koncentracije stabilnih DPPH radikala u prisustvu ispitivanih uzoraka, praćenjem obezbojavanja ljubičastog rastvora DPPH radikala na $\lambda=520$ nm. Apsorbance proba i slepih proba merene su na spektrofotometru T80 + UV-VIS Spectrophotometer, PG instruments Ltd. Na osnovu apsorbanci u probi i slepoj probi nakon reakcije, antiradikalna aktivnost biopolimernog filma izračunata je prema jednačini:

$$AA (\%) = \frac{A_{sp} - A_p}{A_{sp}} * 100$$

gde su: A_{sp} - apsorbanca u slepoj probi, a A_p - apsorbanca u probi sa uzorkom (t = 10 min. za ABTS, t = 30 min. za DPPH).

REZULTATI I DISKUSIJA

Antioksidativna svojstva

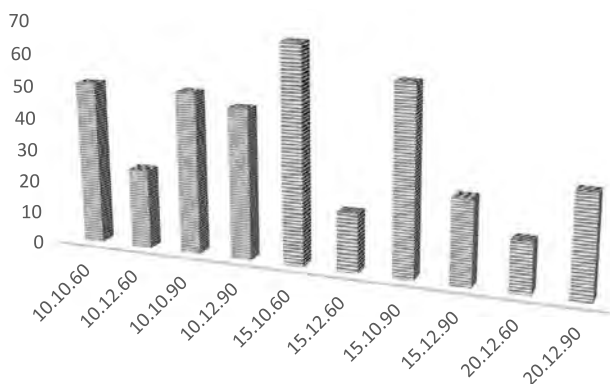
Variranjem uslova pripreme filmogene smeše (različiti udeli glicerola, različite vrednosti pH i različite temperature), dobijeni su homogeni, koherentni, glatki i netransparentni filmovi.

Rezultati prikazani na slici 1 pokazuju da najbolju antioksidativnu aktivnost ima uzorak broj 5, odnosno film se priprema pri vrednosti pH 10 i temperaturi 60°C, dok je udeo glicerola bio 15%.

Malo manju antioksidativnu aktivnost od uzorka broj 5 ima uzorak broj 7. Kod oba uzorka glicerol je prisutan u koncentraciji od 15%, dok je njihova pH vrednost 10. Manju antioksidativnu aktivnost kod uzorka broj 7 moguće je da uzrokuje povećana vrednost temperature, koja je iznosila 90°C, dok je kod uzorka broj 5 ona bila 60°C, što može ukazati da je povećanjem temperature došlo do veće denaturacije proteina i gubitka dela aktivnosti.

Uzorci 6 i 8, koji takođe imaju udeo glicerola 15%, ali su pripremani pri vrednosti pH 12, imaju manju antioksidativnu aktivnost od uzoraka 5 i 7, što može biti posledica negativnog uticaja veće vrednosti pH na antioksidativnu aktivnost.

ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST (%)



Slika 1. Antioksidativna aktivnost biopolimernih filmova od POC (%)
Figure 1. Antioxidative activity of POC biopolymer films (%)

Sa smanjenjem udela glicerola (10%), u većini slučajeva je došlo do povećanja aktivnosti, s tim da veću aktivnost pokazuju uzorci 1 i 3, koji imaju jednaku vrednost pH 10. Uzorci 1 i 3 se razlikuju po temperaturi, temperatura za uzorak 1 je 60°C dok je za uzorak 3, 90°C. Povećanje temperature kod uzorka 3 dovelo je do neznatnog smanjenja antioksidativne aktivnosti u poređenju sa uzorkom 1.

Uzorci 2 i 4 imaju manju antioksidativnu aktivnost od uzoraka 1 i 3, od kojih se razlikuju po vrednosti pH koja iznosi 12.

Uzorci 9 i 10 imaju najmanju antioksidativnu aktivnost u poređenju sa većinom ispitanih uzoraka. Oni su pripremani sa najvećim sadržajem glicerola i pri vrednosti pH koja iznosi 12.

ZAKLJUČAK

Istraživanja mogućnosti primene različitih biorazgradivih polimernih materijala predstavljaju atraktivno polje za napredak u nauci, ali i u praksi. Izvori sirovina za izradu biopolimernih ambalažnih materijala su obnovljivog, biološkog porekla, za razliku od konvencionalnih polimera, koji se proizvode iz neobnovljivih izvora (ugalj i nafta). Na ovaj način se redukuje potrošnja neobnovljivih izvora i energije, čije su cene u porastu, a nerazgradivi polimeri se zamenjuju biorazgradivim, što pogoduje očuvanju životne sredine. Iskorišćenjem sporednih proizvoda jedne industrije, kao sirovina za drugu, u potpunosti se primenjuje koncept cirkularne ekonomije, u skladu sa zahtevima zelenih tehnologija.

Razvoj novih materijala za pakovanje hrane sa antimikrobnim i/ili antioksidativnim delovanjem sve više dobija na značaju, pri čemu se efekat „aktivne” ambalaže može obezbediti ugradnjom različitih aktivnih agenasa u formulaciju sistema za pakovanje.

Pored toga što neki od biopolimernih filmova mogu služiti kao nosači aktivnih komponenti, u cilju njihovog postupnog otpuštanja u hranu tokom skladištenja, oni mogu i sami pokazivati aktivna svojstva u zaštiti hrane.

U ovom radu ispitana je mogućnost dobijanja biopolimernih materijala upotrebom pogače semena šljive variranjem procesnih parametara (pH vrednost, tempertaura, udeo plastifikatora – glicerola), a potom je određen antioksidativni potencijal dobijenih filmova i na osnovu dobijenih rezultata pri ispitivanju uticaja sadržaja glicerola u uzorcima, pH vrednosti i temperature na antioksidativnu aktivnost dobijenih filmova može se zaključiti:

- najveći uticaj na antioksidativnu aktivnost je pokazala primenjena pH vrednost tokom pripreme filmogene suspenzije;
- pri manjim pH vrednostima dobijene su veće vrednosti antioksidativne aktivnosti;
- negativan uticaj pH vrednosti na antioksidativnu aktivnost može biti posledica veće denaturacije proteina pri većim vrednostima pH.
- na osnovu rezultata ispitivanja, kod uzoraka sa istim udelom glicerola, dobijenim pri istim pH vrednostima, uočeno je da sa povećanjem temperature pripreme filmogene smeše uglavnom dolazi do smanjenja antioksidativne ak-

tivnosti, što takođe može biti posledica jače denaturacije molekula proteina pri višim temperaturama.

Ispitivanja u ovom radu su pokazala da sporedni proizvodi industrije prerade voća, posebno pogača semena šljive poseduju veliki potencijal za dobijanje ekološki prihvatljivih, aktivnih ambalažnih materijala, a dalja istraživanja treba usmeriti ka optimizaciji uslova dobijanja, radi formiranja materijala sa što boljim karakteristikama.

Zahvalnica

Istraživanja u okviru ovog rada su finansirana od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, program broj: 451-03-47/2023-01/200134.

LITERATURA

1. Basumatary, I. B., Mukherjee, A., Katiyar, V., Kumar, S. (2022). Biopolymer-based nanocomposite films and coatings: recent advances in shelf-life improvement of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(7), 1912–1935.
2. Čakarević, J.C., Vidović, S.S., Vladić, J.Z., Jokić, S.D., Pavlović, N.S., & Popović, L.M. (2019). Plum oil cake protein isolate: a potential source of bioactive peptides. *Food and Feed Research*, 46(2), 171–178.
3. De Pilli, T. (2020). Development of a vegetable oil and egg proteins edible film to replace preservatives and primary packaging of sweet baked goods. *Food Control*, 114, 107273.
4. Domínguez, R., Barba, F.J., Gómez, B., Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Pateiro, M., et al. (2018). Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: a review. *Food Res Int.*, 113, 93–101.
5. González-García, E., Marina, M.L., García, M.C. (2014). Plum (*Prunus domestica* L.) by-product as a new and cheap source of bioactive peptides: Extraction method and peptides characterization. *Journal of Functional Foods*, 11 (C), 428–37.
6. Hasan, S.K., Ferrentino, G., Scampicchio, M. (2020). Nanoemulsion as advanced edible coatings to preserve the quality of fresh-cut fruits and vegetables: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(1), 1–10.
7. Khaneghah, A.M., Hashemi, S.M., Limbo, S. (2018). Antimicrobial agents and packaging systems in antimicrobial active food packaging: an overview of approaches and interactions. *Food Bioprod Process.*, 111, 1–19.
8. Kiralan, M., Kayahan, M., Kiralan, S.S., Ramadan, M.F. (2018). Effect of thermal and photo oxidation on the stability of cold-pressed plum and apricot kernel oils. *Eur. Food Res. Technol.*, 244, 31–42.
9. Lazić V., Novaković D. (2010). Ambalaža i životna sredina. Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija.
10. Lazić, V., Gvozdenović, J. (2007). Biopolimeri kao ambalažni materijali. *Prehrambena industrija*, No. 1-2, pp., 664, 19–22.

11. Lazić, V., Popović, S. (2015). Biorazgradivi ambalažni materijali. Tehnološki fakultet, Novi Sad
12. Munekata, P., Yilmaz, B., Pateiro, M., Kumar, M., Domínguez, R., Ali Shariati, M., Hano, C., Lorenzo, J. (2022). Valorization of by-products from *Prunus genus* fruit processing: Opportunities and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–16.
13. Novak, U., Bajić, M., Kõrge, K., Oberlintner, A., Murn, J., Lokar, K., Triler, K.V. Likozar, B. (2020). From waste/residual marine biomass to active biopolymer-based packaging film materials for food industry applications—a review. *Physical Sciences Reviews*, 5(3).
14. Popović, S. (2013). Istraživanje dobijanja i karakterizacija biorazgradivih kompozitnih filmova na bazi biljnih proteina, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 1–156.
15. Popović, S., Hromiš, N., Šuput, D., Bulut, S., Romanić, R., Lazić, V. (2020). Valorization of by-products from the production of pressed edible oils to produce biopolymer films. In *Cold pressed oils* (pp. 15–30). Academic Press.
16. Popović, S., Peričin, D., Vaštag, Ž., Lazić, V., Popović, Lj. (2012). Pumpkin oil cake protein isolate films as potential gas barrier coating. *Journal of Food Engineering*, 110, 374–379.
17. Rudzińska, M., Górnaś, P., Raczyk, M., and Soliven, A. (2017). Sterols and squalene in apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel oils: The variety as a key factor. *Natural Product Research*, 31(1), 84–88.
18. Savić, I., Savić Gajić, I., Gajić, D. (2020). Physico-chemical properties and oxidative stability of fixed oil from plum seeds (*Prunus domestica* Linn.). *Biomolecules*, 10(2), 294.
19. Suhag, R., Kumar, N., Petkoska, A. T., & Upadhyay, A. (2020). Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. *Food Research International*, 136, 109582.
20. Sung, S.Y., Sin, L.T., Tee, T.T., Bee, S.T., Rahmat, A.R., Rahman, W.A., et al. (2013). Antimicrobial agents for food packaging applications. *Trends Food Sci Technol.*, 33, 110–123.
21. Šuput, D., Lazić, V., Popović, S., Hromiš, N., Bulut, S., Pezo, L., Banićević, J. (2018). Uticaj procesnih parametara na osobine biopolimernih filmova na bazi pogače suncokreta. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 22, 125–128.
22. Udayakumar, G.P., Muthusamy, S., Selvaganesh, B., Sivarajasekar, N., Rambabu, K., Banat, F., Sivamani, S., Sivakumar, N., Hosseini, A., Pau, B., Show, P. L. (2021). Biopolymers and composites: Properties, characterization and their applications in food, medical and pharmaceutical industries. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105322.
23. Vaštag, Ž., Popović, Lj., Popović, S., Krimer, V., Peričin, D. (2011). Production of enzymatic hydrolysates with antioxidant and angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity from pumpkin oil cake protein isolate. *Food Chemistry*, 124, 1316–1321.
24. Zanetti, M., Carniel, T.K., Dalcanton, F., Dos Anjos, R.S., Riella, G.H., de Araújo, P.H., et al. (2018). Use of encapsulated natural compounds as antimicrobial additives in food packaging: a brief review. *Trends Food Sci Technol.* 81, 51–60.

CHIA SEME: DA LI JE ZAISTA SUPERHRANA SA ASPEKTA SASTAVA MASNIH KISELINA?

*Vesna Vujasinović¹, Bojan Đerčan¹, Milan Vukić², Dragan Vujadinović²,
Dajana Bjelajac¹, Goran Radivojević¹, Danijela Rajić², Kristina Šarenac²*

¹Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, Srbija

²Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik, Zvornik,
Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

IZVOD

Chia biljka je poznata više od 5.500 godina. Chia semenke su bile jedna od najvažnijih komponenti ishrane drevne civilizacije Maje i Asteka. Hemijski sastav i tehnološka svojstva semena daju ovoj biljci visok nutritivni potencijal. Chia seme je dobar izvor polinezasićenih masnih kiselina: omega-3 i omega-6, kao i rastvorljivih prehrambenih vlakana. Sadrži, takođe, i značajnu količinu proteina i raznih fitohemikalija. Nutritivna vrednost ulja je razlog zašto se chia seme koristi u profilaksi nekoliko nezaznih bolesti, kao što su hipertenzija, kardiovaskularne bolesti, kancer i dijabetes. Nutritivne i terapijske aspekte chia semena i danas istražuju u mnogim naučnim centrima.

Ključne reči: chia seme, hemijski sastav, masne kiseline, zdravstveni benefiti

CHIA SEEDS: IS IT REALLY A SUPERFOOD FROM THE ASPECT OF FATTY ACID COMPOSITION?

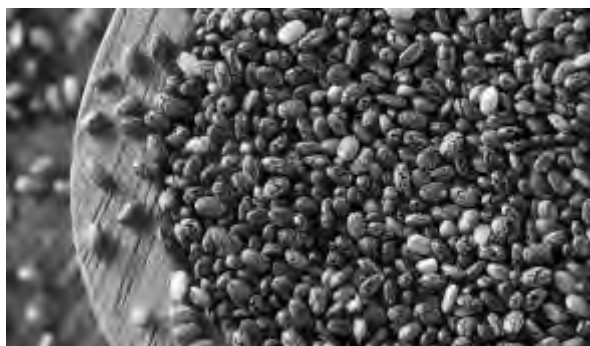
ABSTRACT

Chia has been known for over 5.500 years. Chia seeds were one of the most important components of the diet of Mayas and Aztecs. The chemical composition and technological properties of chia give the plant a high nutritional potential. Chia is a good source of polyunsaturated fatty acids: omega-3 and omega-6, and soluble dietary fiber. It also contains appreciable amount of proteins and phytochemicals. Nutritional value of chia seed oil is the reason why it is used in prophylaxis of several non-infectious diseases such as obesity, hypertension, cardiovascular diseases (CVDs), cancer and diabetes. Nutritional and therapeutic aspects of chia seeds are currently being researched by many scientific centres.

Key words: chia seeds, chemical composition, fatty acids, health benefits

UVOD

Chia, *Salvia hispanica* L. (vrsta žalfije), je jednogodišnja cvetna biljka iz porodice mente, sa velikim listovima i belim ili ljubičastim cvetovima, poreklom iz Južne i Srednje Amerike. Sama biljka najbolje prispeva na tropskim i subtropskim područjima, međutim, danas se komercijalno gaji u Meksiku, Gvatemali, Boliviji, Argentini, Ekvadoru, Nikaragvi i Australiji. Plod biljke je sitno seme (slika 1) ovalnog oblika, prečnika oko 1 do 2 mm (najčešće 1,31-1,36 mm), uglavnom sivkasto-smeđe-crne boje, međutim, postoje i bele varijante (Rabrenović i sar., 2014).



Slika 1. Chia seme
Figure 1. Chia seeds

Chia seme su od davnina uzgajali i koristili kao osnovnu namirnicu Asteci i Maje. Naziv **chia** je, zapravo, drevna reč koju su Maje koristili za snagu (Cahill, 2003; Valdivia-Lopez i Tecante, 2015), a reč „**chian**” kod Asteka je imalo značenje „uljano” (Mohd Ali i sar., 2012). Iako se koristilo hiljadama godina, chia seme je ponovo postalo široko popularno poslednjih 20-25 godina zbog svog sastava, a pre svega zbog sastava masnih kiselina ulja.

Američka administracija za hranu i lekove (FDA) smatra da je chia seme hrana, a ne dodatak (aditiv) hrani, čineći ga izuzetom od propisa. Budući da su drevne civilizacije konzumirale čija seme veoma dugo, ne postoji nikakva sumnja za njegovu bezbednost (<http://tinyurl.com/chia-FDA>). Chia seme je 2009 godine odobren i u Evropskoj Uniji kao „Nova hrana”, pri čemu je dozvoljen njegov dodatak u hleb u količini do 5% (Regulation No. 258/97 of the European Parliament and Council).

Hemijski sastav chia semena

Za seme biljne vrste *Salvia hispanica* L. je karakteristično da ima relativno visok sadržaj ukupnih lipida i drugih hranljivih materija (tabela 1).

Tabela 1. Prosečan hemijski sastav chia semena
Table 1. Proximate chemical composition of chia seeds

Komponente/ Compounds	Ixtania i sar. (2008)	Monroy- Torres i sar. (2008) ^b	Nieman i sar. (2009)	Ayerza i Coates (2011)	Valdivia- Lopez i Tecante (2015) ^d
Ulje (%)	30-33 ^a	33,00	26-34	29,98-33,50 ^c	30,74
Proteini (%)	15-25	18,65	16-24	16,45-26,03 ^c	16,54
Ugljeni hidrati (%)	26-41	37,73	-	41,40	42,12
Prehrambena vlakna (%)	18-30	28,36	22-38	23,70	34,40
Pepeo (%)	4-5	4,35	-	-	4,8
Minerali, vitamini i suva materija (%)	90-93	-	-	-	-

^a32,7 ± 0,8 (belo seme) 33,8 ± 0,7% (crno seme); ^bsadržaj vode u semenu 6,25%, ^cna SM; ^dsadržaj vode 5,8%.

Osim lipida, chia seme ima veći sadržaj proteina u odnosu na većinu žitarica, međutim, ovo seme ne može biti jedini izvor proteina u ishrani ljudi, budući da je siromašan lizinom (Valdivia-Lopez i Tecante, 2015). Međutim, značajna je činjenica da seme ne sadrži gluten proteine (Muñoz i sar., 2013). Za razliku od većine drugih semena ima visok sadržaj ukupnih prehrambenih vlakana, pri čemu je odnos nerastvorljivih i rastvorljivih vlakana oko 1:5. Naučna razmišljanja su bila fokusirana na činjenicu da visok sadržaj vlakana može poboljšati osećaj sitosti i na taj način uticati na gubitak telesne mase konzumenta. Zaista, vlakna chia semena imaju visok kapacitet apsorpcije vode i na taj način utiču na osećaj sitosti. Međutim, rezultati su dokazali da upotreba chia semena u ishrani ne dovodi do gubitka telesne mase bez fizičkih aktivnosti (Nieman i sar., 2009). Mineralni sastav semena karakteriše visok sadržaj (335-860 mg/100g) kalcijuma, fosfora, kalijuma i magnezijuma, a niži sadržaj (4,58-16 mg/100g) natrijuma, gvožđa i cinka (Valdivia-Lopez i Tecante, 2015; Marcinek i Krejpcio, 2017).

Sastav masnih kiselina lipida chia semena

Lipidi su bioaktivne supstance veoma potrebne organizmu radi obezbeđenja energije, formiranja strukturnih elemenata ćelijskih membrana i regulacije brojnih fizioloških funkcija. Budući da ljudski organizam ne raspolaže enzimima koji bi formirali nezasićene veze u masnim kiselinama u poziciji ω-3 i ω-6, organizam nije u stanju da sintetiše masne kiseline, kao što su ω-3 alfa-linolenska i ω-6 linolna kiselina. Zbog toga je potrebno snabdevati organizam ovim masnim kiselinama putem ishrane (Dimić, 2005; Mohd Ali i sar., 2012). Chia seme sadrži oko 25 do 40% ulja od kojih

ω -3 alfa-linolenska i ω -6 linolna kiselina čine do oko 80%. Međutim, stepen zrelosti semena može značajno uticati na nutritivni sastav semena. Prema Mohd Ali i sar. (2012), npr. sadržaj alfa-linolenske kiseline u nezrelom semenu može biti čak 23% manji u odnosu na zrelo seme (tabela 2 i tabela 3).

Tabela 2. Sastav dominantnih masnih kiselina ulja chia semena
Table 2. The composition of dominant fatty acids in chia seed oil

Masne kiseline/ Fatty acids	Sadržaj (% od ukupnih lipida) Content (% of total fat content)	
	Marcinek i Krejpcio (2017)	Oteri i sar. (2023)
Palmitinska kiselina 16:0	5,85 – 9,66	6,70 ± 0,03
Stearinska kiselina 18:0	2,49 – 4,34	3,45 ± 0,01
Oleinska kiselina 18:1	6,16 – 15,20	6,42 ± 0,01
ω -6 linolna kiselina 18:2	17,36 – 20,37	19,23 ± 0,00
ω -3 alfa-linolenska 18:3	54,49 – 64,70	62,16 ± 0,04

Tabela 3. Procenat polinezasićenih (PUFA) masnih kiselina u
ulju semena chia u odnosu na druga biljna ulja
Table 3. The percentage of polyunsaturated fatty acids (PUFAs)
in chia oil vs other vegetable oils

Vrsta ulja/ Type of oil	PUFA masne kiseline (% od ukupnih) PUFAs (% of total fatty acids)			Literatura Reference
	ω -3	ω -6	Ukupno	
Laneno	42,90	30,90	73,80	Marcinek i Krejpcio (2017)
Repičino	9,80	20,30	30,20	isto
Suncokretovo	0,50	55,90	56,40	isto
Sojino	6,80	50,80	57,60	Dimić (2005)
Chia ulje	59,76	20,64	80,40	Ciftci i sar. (2012)

Kao rezultat enzimskih procesa, alfa-linolenska kiselina se u organizmu konvertuje u eikosapentaensku (EPA) i dokosaheksaensku (DHA) kiselinu (Dimić, 2005), koje ispoljavaju terapijski efekat. Međutim, terapijski kvalitet ishrane u velikoj meri zavisi ne samo od alimentarnog unosa omega-3 masne kiseline, već i proporcija u odnosu na omega-6. Poželjan odnos između omega-6 i omega-3 masnih kiselina u ishrani je 4-5:1 (Simopoulos, 2008).

Nažalost, ovaj odnos u ishrani današnje prosečne populacije u Evropi je daleko od preporučenog (15-20:1) zbog preterane konzumacije omega-6 i zasićenih masnih kiselina. U ulju chia semena odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina je 0,32-0,35

(Sargi i sar., 2013; Oteri i sar., 2023). Visok sadržaj omega-3 kiselina omogućava smanjenje udela omega-6 kiselina u dnevnim obrocima hrane u kombinaciji sa chia semenom. Osim toga, adekvatna količina nezasićenih masnih kiselina smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i povećava imunitet organizma (Marcinek i Krejpcio, 2017).

Epidemiološke studije i klinički testovi su indicirali smanjenje rizika od kardiovaskularnih bolesti i upalnih procesa sa povećanjem alimentarnog unosa EPA i DHA kiseline. Sa ovim kiselinama su posebno bogata riblja ulja (Cassidy, 2016). Zamenom ribljih ulja sa uljima koja su bogata omega-3 masnim kiselinama, kao što je chia ili laneno ulje, organizam može obezbediti ove masne kiseline. Međutim, najnovija istraživanja (Baker i sar., 2016) su ukazala na to da je udeo konverzije alfa-linolenske kiseline u organizmu relativno mali. Kod muške populacije svega 0,3% i 8% od alimentarno unete alfa-linolenske kiseline se konvertuje u EPA i DHA, respektivno, dok je kod ženske populacije udeo konverzije nešto veći, 21% (u EPA) i 9% (u DHA). Iako alfa-linolenska kiselina iz chia ulja ne može obezbediti dovoljne količine EPA i DHA, pretpostavlja se da i sama alfa-linolenska kiselina ispoljava zdravstveni efekat, neovisno od njenih metabolita (masnih kiselina dužih lanaca). Za sada, međutim, klinička ispitivanja uticaja ishrane obogaćene alfa-linolekonom kiselinom na kardiovaskularne i upalne procese u organizmu nisu dali pouzdane rezultate.

U novije vreme se biološko-nutritivna vrednost ulja sve češće procenjuje na bazi nutritivnog indeksa, kao što je: aterogeni indeks (AI), trombogeni indeks (TI) i hipo-/hiperholesterolski indeks (H/H) (Jiapeng i Hongbing, 2020). Nutritivni indeksi računati na bazi sastava masnih kiselina ulja chia semena su sledeći: AI = 0,08; TI = 0,05; h/H = 13,04 (Oteri i sar., 2023). AI za suncokretovo ulje npr. iznosi 0,09-0,11 (Filip i sar., 2011). Aterogeni i trombogeni indeksi ulja chia semena su izuzetno povoljni, međutim hipo-/hiperholesterolski indeks je veći nego kod uobičajenih biljnih ulja i morskih plodova (Oteri i sar., 2023).

Antioksidansi chia semena

Antioksidansi su izuzetno važni sastojci posebno onih semena koja su bogata nezasićenim masnim kiselinama. U chia semenu nađeni su sledeći minorni sastojci: tokoferoli, steroli (od kojih je oko 50% β -sitosterol) i razna polifenolna jedinjenja, kao što su protokatehinska, galna, p-kumarinska, kafeinska i hlorogenska kiselina, kao i epikatehin, kvercentin, kampferol, rutin i apigenin (Marcinek i Krejpcio, 2017). Sadržaj ukupnih tokoferola u ulju semena chia, izražen kao vitamin-E iznosi 238-427 mg/kg, što je slično kao u arašidovom ulju, međutim manji je od lanenog (588,5 mg/kg) i suncokretovog (634,4 mg/kg) ulja (Reyes-Caudillo i sar., 2008).

Izdvajanje ulja iz chia semena

Nutritivna vrednost chia semena je cenjena, uglavnom, zbog sastava ulja. Različite metode izdvajanja ulja, presovanje na pužnoj presi, ekstrakcija organskim rastvaračima ili ekstrakcija nadkritičnim CO₂ utiču na prinos i kvalitet ulja, kao i sadržaj antioksidanata. Primena presovanja doprinosi boljem očuvanju antioksidanata

(kvercetin i miricetin) u odnosu na ekstrakciju rastvaračem (Capitani i sar., 2012), ali je prinos ulja manji. Primena CO₂ utiče na čistoću masnih kiselina, a prinos ulja se povećava sa povećanjem pritiska i temperature (Ixtaina i sar., 2011).

ZAKLJUČAK

Neosporno je da je hemijski sastav chia semena veoma cenjen. Međutim, s obzirom na to da sadržaj nutrijenata ovog semena (kao i semena drugih uljarica), veoma varira u zavisnosti od agro-ekoloških uslova gajenja biljke (područje uzgoja, količina padavina, temperatura, kvalitet zemljišta i dr.) ne postoji ništa što bi seme chia učinilo „posebnim”. Kao što Nieman i sar. (2016) smatraju „Svi tipovi chia semena su koncentrovani izvor omega-3 masne kiseline, prehrambenih vlakana i minerala, te ne postoji značajna razlika koja bi chia seme učinila „magičnim” (pri uslovima normalne ishrane) za smanjenje telesne mase ili u promeni faktora rizika bolesti u odnosu na druga semena sličnog sastava”.

Na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja chia seme je dobar izvor „zdravog ulja” za održavanje uravnoteženog profila serumskog lipida. Međutim, klinička ispitivanja bioaktivnosti i procena bezbednosti chia semena su i dalje ograničene. Štaviše, detalje o mehanizmima hipolipidemijskih efekata semena chia potrebno je i dalje proučavati i uporediti sa izolovanim omega-3 i omega-6 masnih kiselina (Mohd Ali i sar., 2012).

Zahvalnica

Rad je deo projekta koji finansira Pokrajinski sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost A.P. Vojvodine pod brojem 142-451-322/2023-01.

LITERATURA

1. Ayerza, R., and W. Coates (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Ind. Crop Prod.*, 34:1366-1371.
2. Baker, E. J., E. A. Miles, G. C. Burdge, P. Yaqoob, P. C. Calder (2016). Metabolism and functional effects of plant-derived omega-3 fatty acids in humans. *Prog. Lipid Res.* 64: 30-56,
3. <http://dx.doi.org/101016/j.plipres.2016.07.002>
4. Cahill, J. P. (2003). Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. (*Lamiaceae*). *Economic Botany*, 57 (4): 604-618.
5. Capitani, M. I., V. Spotorno, S. M. Nolasco, and M. C. Tomas (2012). Physicochemical and functional characterization of byproducts from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT-Food Sci. Technol.*, 45 (1): 94–102.
6. Cassidy, L. (2016). Sink or swim: fish oil supplements and human health. *INFORM*, 27: 6-13. <http://tinyurl.com/fish-oil-inform>

7. Ciftci, O.N., R. Przybylski, M. Rudzińska (2012). Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 114:794-800.
8. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja. Monografija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
9. Filip, S., J. Hribar, R. Vidrih (2011). Influence of natural antioxidants on the formation of trans fatty acid isomers during heat treatment of sunflower oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 113: 224–230.
10. Ixtaina, V. Y, D. A. Mattea, M. A. Cardarelli, M. A. Mattea, S. M. Nolasco, and M. C. Tomas (2011). Supercritical carbon dioxide extraction and characterization of Argentinean chia seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 88 (2): 289–298.
11. Ixtaina, Y, S. M. Nolasco, and M. C. Tomas (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 28(3): 286-293.
12. Jiapeng, C., and L. Hongbing (2020). Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review. *Int. J. Mol. Sci.*, 21(16): 5695 <https://doi.org/10.3390/ijms21165695>
13. Marcinek, K., Z. Krejpcio (2017). Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – a review. *Rocz. Panstw. Zakl. Hig.*, 68(2):123-129.
14. Mohd Ali, N., S. K. Yeap, W.Y. Ho, K. B. Beh, S. W. Tan, S. G. Tan (2012). The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *J. Biomed. Biotechnol.*, <http://dx.doi.org/101155/2012/171956>.
15. Monroy-Torres, R., M. L. Mancilla-Escobar, J. C. Gallaga Solórzano, S. Medina-Godoy, E. J. Santiago-García (2008). Protein digestibility of chia seed *Salvia Hispanica* L. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 9(1):1-9.
16. Muñoz, L.A., A. Cobos, O. Diaz, J. M. Aguilera (2013). Chia seed (*Salvia Hispanica*): an ancient grain and a new functional food. *Food Rev. Int.*, 29(4): 394-408.
17. Nieman, D.C., E.J. Cayea, M.D. Austin, D.A. Henson, S.R. McAnulty, and F. Jin (2009). Chia seed does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults. *Nutr. Res.*, 29: 414-418. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2009.05.011>
19. Oteri, M., G. Bartolomeo, F. Rigano, J. Aspromonte, E. Trovato, G. Purcaro, P. Dugo, L. Mondello, M. Beccaria (2023). Comprehensive Chemical Characterization of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seed Oil with a Focus on Minor Lipid Components. *Foods*, 12(1): 23, <https://doi.org/10.3390/foods12010023>
20. Rabrenović, B., M. Demin, J. Laličić-Petronijević (2014). *Salvia hispanica* L. – Potencijalna sirovina za dobijanje nutritivno vrednog ulja. *Uljarstvo*, 45: 77-84.
21. Reyes-Caudillo, E., A. Tecante, M.A. Valdivia-López (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chem.*, 107(2): 656–663.
22. Sargi, S.C., B.C. Silva, H.M.C. Santos, P.F. Montanher, J.S. Boeing, O.O. Santos Júnior, N.E. Souza, J.V. Visentainer (2013). Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla. *Sci. Technol. Campinas.*, 33(3):541-548.
23. Simopoulos, A. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.*, 233(6): 674-688.
24. Valdivia-Lopez, M.A. and A. Tecante (2015). Chia (*Salvia hispanica*): a review of native Mexican seed and its nutritional and functional properties. *Adv. Food Nutr. Res.*, 75: 53-75. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.afnr.2015.06.002>

STRATEGIJA RAZVOJA NOVOG JESTIVOG ULJA ZA GENERACIJU SENIORA

Dr György Karlovits, profesor emeritus

Corvinus University of Budapest, Hungary

IZVOD

Marketinški profesionalci su u stalnoj potrazi, delom za novim pojavama koje se pojavljuju u društvu, a delom za pravim odgovorom na trendove koje su pronašli. Ako su predstavnici struke toliko osetljivi i mogu da pokažu otkrića i reakcije „istovremeno” sa onim što se dešava, zašto onda ne znaju ili ne žele da obrate pažnju na starije kao ciljnu grupu? (Töröcsik, 2011). Svi znaju da naše starenje društva i broj penzionera ubrzano raste, ali značajan deo marketinške struke ih ne tretira kao ciljnu grupu. Nema sumnje da ljudi doživljavaju gubitak u starosti, kao što je primetio Parnovski (2013), učestalost promena i bolesti među poljskom populacijom preko 65 godina podeljena je na: gubitak sluha (30%); oštećenje vida (20%); visok krvni pritisak (40%); kardiovaskularne bolesti (35%); dijabetes tipa 2 (28%); artritis (50%); benigna hiperplazija prostate (75%); otežano mokrenje (20%). Drugi važan problem je iskustvo gubitka u vezi sa članovima porodice i iskustvo gubitka vezano za radno mesto. Uprkos svemu ovome, istraživanje pokazuje da se ovim segmentom vredi baviti kao ciljnom grupom, i to na način koji obećava uspeh. Zadatak je mnogo složeniji, ali uz pravu empatiju, problemi koji se javljaju mogu se rešiti profesionalnim etičkim inovacijama. U svetu marketinga ima mesta za razvoj, naprednih stvari, u koje starost i starenje teško mogu da se uklupe. Starije osobe, kao osetljiva ali ozbiljna potrošačka grupa koja se ne može zanemariti u slučaju specijalnih jestivih ulja.

U ovom radu pokušao sam da prikažem primer kako bi trebalo da izgleda kvalitetno jestivo ulje za starije osobe prateći smernice koje je usvojio FAO i UN. sto je u skladu sa Mediteranskom stilom života koji je pretestiran kroz vekove. Danas je on zlatni standard.

Nova otkrica u molekularnoj biologiji daju mogućnost da utvrdimo koji prehrambeni proizvod deluje pozitivno na zdravlje i životni vek populacije seniora. Intenzivna istraživanja o telomera koji su zapravo ključni biološki parametri. **Telomeri obezbeđuju tačnu replikaciju hromozoma i kao biološki sat određuju naš životni vek.** Razradom metode za merenje dužine telomera jasno će se pokazati kakvo ulje je potrebno za naš organizam.

Ključne reči: starenje, telomeri, starije osobe, specijalna jestiva ulja

STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF A NEW EDIBLE OIL FOR THE SENIOR GENERATION

ABSTRACT

Marketing professionals are in constant search, partly for new phenomena that appear in society, and partly for the right answer to the trends they have found. If representatives of the profession are so sensitive and can show discoveries and reactions „simultaneously“ with what is happening, then why do they not know or do not want to pay attention to the elderly as a target group? (Töröcsik, 2011). Everyone knows that our society is aging and the number of pensioners is growing rapidly, but a significant part of the marketing profession does not treat them as a target group. There is no doubt that people experience loss in old age, as noted by Parnowski (2013), the frequency of changes and diseases among the Polish population over 65 is divided into: hearing loss (30%); visual impairment (20%); high blood pressure (40%); cardiovascular diseases (35%); type 2 diabetes (28%); arthritis (50%); benign prostatic hyperplasia (75%); difficulty urinating (20%). Another important problem is the experience of loss related to members family and the experience of workplace-related loss. Despite all this, research shows that this segment is worth targeting as a target group, and in a way that promises success. The task is much more complex, but with the right empathy, the problems that arise can be solved by professional ethical innovation. In the world of marketing, there is room for development, advanced things, in which age and aging can hardly fit. The elderly, as a sensitive but serious consumer group that cannot be ignored in the case of special edible oils. In this paper, I tried to show an example of what a quality edible oil should look like for the elderly following the guidelines adopted by the FAO and the UN. which is in harmony with the Mediterranean lifestyle that has been tested over the centuries. Today it is the gold standard. New discoveries in molecular biology give us the opportunity to determine which food product has a positive effect on the health and lifespan of the senior population. Intensive research on telomeres, which are actually key biological parameters. **Telomeres ensure accurate chromosome replication and, like a biological clock, determine our lifespan.** By developing a method for measuring the length of telomeres, it will be clearly shown what kind of oil is needed for our body.

Key words: aging, telomeres, elderly, special edible oils

LITERATURA

1. Parnowski, T. (2013). Jak się starzejemy? Wymiar biologiczny procesu starzenia się, w: Edukacja osób starszych, Uwarunkowania, trendy i metody, Stowarzyszenie Trenerów Organizacji Pozarządowych, Warszawa.
2. Töröcsik, M. (2011). Fogyasztói magatartás - insigh, trendek, vásárlók, Akadémiai Kiadó, Budapest.

MOGUĆNOST UPOTREBE HLADNO CEĐENOG ULJA LANIKA U ISHRANI KUĆNIH LJUBIMACA

*Petar Ilić¹, Vojislav Banjac¹, Olivera Đuragić¹, Slađana Rakita¹,
Bojana Kokić¹, Viktor Stojkov¹, Ana Marjanović Jeromela²*

¹Univerzitet u Novom Sadu,
Naučni institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za
Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija

IZVOD

Cilj ovog istraživanja je ispitivanje nutritivne vrednosti i mogućnost primene hladno ceđenog ulja lanika dobijenog iz semena dva srpska genotipa lanika (NS Zlatka i NS Slatka) u hrani za kućne ljubimce. U tu svrhu određivan je masnokiselinski sastav, odnos ω -6 i ω -3 masnih kiselina, kao i aterogeni i trombogeni indeksi i hipoholesterolski/hiperholesterolski odnos. Takođe, određivan je i sadržaj liposolubilnih vitamina, bioaktivnih komponenti i antioksidativni kapacitet. Prikazani su i rezultati analize boje.

Ključne reči: uljarice, hladno ceđeno ulje, hrana za kućne ljubimce, ω -3 masne kiseline, tokoferoli

THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF COLD PRESSED CAMELINA SEED OIL IN PET FOOD

ABSTRACT

The aim of this research is to investigate the nutritive value and the possibility of application of cold pressed camelina seed oil obtained from two Serbian camelina seed genotypes (NS Zlatka and NS Slatka) as a potential ingredient for pet food. For that purpose fatty acid profil, ω -6 and ω -3 ratio, atherogenic, thrombogenicity indexes and ratio of hypocholesterolemic to hypercholesterolemic were analysed. The study also included the investigation of the content of fat-soluble vitamins and the content of bioactive compounds as well as antioxidant capacity. The color of cold pressed oil was also determined.

Key words: oilseed, cold pressed oil, pet food, ω -3 fatty acids, tocopherol

UVOD

Lanik (*Camelina sativa* L.) je uljana biljna vrsta iz porodice kupusnjača (Brassicaceae), koja se uzgajala još 4000 godina p.n.e. Kultivacija lanika se vršila sporadično u Evropi sve do sredine 20. veka kada biva zamenjen produktivnijim vrstama kao što su suncokret i uljana repica. (Zubr, 2010; Berti i sar., 2016; Juodka i sar., 2022). Lanik je tek poslednjih desetak godina počeo da dobija sve veću pažnju naučne zajednice zbog brojnih mogućnosti iskorišćenja, od proizvodnje biogoriva, materijala i agrohemikalija do prehrambene industrije i industrije hrane za životinje (Minkowski i sar., 2011). Takođe, prednosti uzgoja lanika su te što poseduje kratak period vegetacije i niske zahteve za đubrivom i vodom. Prilagodljiv je na različite uslove okoline, toleriše hladnu klimu i suše, i u poređenju sa ostalim uljaricama može da se uzgaja na marginalnom i zasoljenom tlu. Zbog sadržaja pojedinih fitohemikalija, lanik pokazuje i otpornost na štetočine i pojedine izazivače bolesti, što omogućava smanjenu upotrebu pesticida i herbicida (Mondor i Hernández-Álvarez, 2022).

Omega-6 (ω -6) i omega (ω -3) masne kiseline su esencijalne u ishrani pasa, jer psi nemaju sposobnost njihove sinteze. Poželjan odnos ω -6 i ω -3 masnih kiselina za pse iznosi 5:1 i 10:1, što ulje lanika, koje je veoma bogato ω -3 masnim kiselinama, čini idealnim za podešavanje ovog odnosa u hrani (Vaughn i sar., 2021). Dokazano je da ω -3 masne kiseline kod pasa imaju kardioprotektivni efekat (Billman i sar., 1997), kao i antiinflamatornu i imunomodulatornu ulogu (Wander i sar., 1997). Takođe, unapređuju izgled i zdravlje kože i krzna (Kirby i sar., 2009).

Seme lanika u proseku sadrži 24-35 % proteina i 36 % ulja koje sadrži 40-60% polinezasićenih masnih kiselina, od čega α - linoleinska kiselina čini 35-40 % (Raczyk i sar., 2016; Juodka i sar., 2022). Za određivanje nutritivne vrednosti hladno ceđenih ulja, pored masnokiselinskog sastava bitan je i sadržaj tokoferola, sterola, karotenoidnih pigmenata i hlorofila (Ratusz i sar., 2018). Seme lanika je bogato antioksidantima, posebno tokoferolima, fitosterolima, fenolnim kiselinama i flavonoidima (Zanetti i sar., 2021; Mondor i Hernández-Álvarez, 2022). Tokoferoli, kao prirodni antioksidanti, imaju ključnu ulogu u prevenciji oksidacije polinezasićenih masnih kiselina u ulju (Ratusz i sar., 2018). Visok sadržaj ω -3 masnih kiselina i tokoferola, čini ulje lanika pogodnom sirovinom za proizvodnju hrane za pse (Burron i sar., 2021). Prirodno prisutni pigmenti u ulju su važni zbog toga što mogu da daju nepoželjnu tamnu boju, a mogu i da doprinesu oksidaciji (Ratusz i sar., 2018). Hladno ceđeno ulje lanika je zlatno žute boje čija nijansa zavisi od prisustva i sadržaja materija kao što su karotenoidi i hlorofili (Sizova i sar., 2003).

Genotipi lanika korišćeni u ovom istraživanju su razvijeni u Srbiji kako bi se proširio portfolio dostupnih vrsta u balkanskoj agrikulturi. Ovi genotipi poseduju dobre proizvodne karakteristike i razvijeni su da budu prilagođeni klimatskim uslovima koji vladaju na Balkanu (Marjanović Jeromela i sar., 2021; Čanak et al., 2022).

MATERIJAL I METODE RADA

U eksperimentalnom radu korišćeno je hladno ceđeno ulje dva srpska genotipa lanika (*Camelina sativa* L.), NS Zlatka i NS Slatka, koji su razvijeni na Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu i koji su registrovani kod Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije 2018. godine.

Sadržaj **masnih kiselina** analiziran je na gasnom hromatografu Agilent 7890A (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) gde je korišćena kapilarna kolona sa silicijum-dioksidom SP SP-2560 (100 m × 0.25 mm, d=0.20 µm; Supelco, Bellefonte, USA) Priprema uzorka izvršena je prema metodi SRPS EN ISO 12966-2:2017.

Aterogeni (AI) i trombogeni (TI) indeksi izračunati su primenom formule koju je predložio Ulbricht i Southgate (1991), dok je **hipoholesterolski / hiperholesterolski** odnos izračunat primenom formule predložene od strane autora Santos i sar. (2002).

Tokoferoli su analizirani po metodi SRPS EN 12822:2014 gde je korišćen HPLC-FLD (Agilent 1260 Infinity, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) sa kolonom sa normalnom fazom (Phenomenex Luna Silica, 5 µm, 250 mm x 4.6 mm). Rezultati su izraženi u mg tokoferola po 100 g suvog uzorka (mg/ 100g). **Vitamin A** je određivan po metodi SRPS EN 12823-1:2014, dok je **vitamin D3** određivan po metodi SRPS EN 12821:2008.

Sadržaj **β-karotena** je određen prema metodi koju su primenili Savić Gajić i sar. (2019). Sadržaj **ukupnih polifenola** određen je primenom UV- VIS spektrofotometrije i Folin-Ciocalteau reagensa. **Antioksidativni potencijal** određen je primenom DPPH testa (Savić Gajić i sar., 2019) i procenjena je na osnovu IC₅₀ vrednosti koja je dobijena interpolacijom.

Boja uzoraka instrumentalno je određena upotrebom Minolta Chroma Meter CR 400 (Konica Minolta Sensing Inc., Japan). Rezultati su prezentovani prema CIELab sistemu boja, gde su koordinate definisane na sledeći način: L* je koordinata svetloće boje (0 označava crnu, a 100 belu boju), a* je crveno-zelena koordinata (a*+ označava crvenu, a a*- označava zelenu boju) i b* je žuto-plava koordinata (b*+ označava žutu, a b*- označava plavu boju).

REZULTATI I DISKUSIJA

Masnokiselinski sastav hladno ceđenog ulja lanika prikazan je u Tabeli 1. Analiza masnih kiselina pokazala je da hladno ceđeno ulje lanika poseduje nutritivno vredan sastav sa najvišim procentom polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) (~58 %), sadržaja mononezasićenih masnih kiselina oko 32 % i zasićenih masnih kiselina oko 9 %. Od zasićenih masnih kiselina (SFA) najveći udeo zauzima palmitinska kiselina (C16:0), dok su miristinska, stearinska i arahidinska kiselina pokazale manji sadržaj. Od mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) najdominantnije su gondoinjska (~15%) i oleinska kiselina (~13%), dok je erukinska kiselina bila prisutna u manjoj meri (~3%). Dobijeni rezultati su uporedivi sa rezultatima dobijenim u istraživanjima koje su sprovedli Budin i sar. (1995)., Eidhin (2003) i Zubr i sar. (2002).

Tabela 1. Sadržaj masnih kiselina u hladno ceđenom ulju lanika
Table 1. The fatty acid content of cold pressed camelina seed oil

Masne kiseline (%) Fatty acids (%)	NS Zlatka	NS Slatka
C14:0	0,04	0,05
C16:0	5,39	5,35
C16:1	0,10	0,10
C18:0	2,50	2,48
C18:1n9c	13,40	13,87
C18:2n6c	15,89	15,83
C20:0	1,30	1,18
C20:1n9	15,44	15,17
C18:3n3	38,76	39,25
C20:2n6	2,11	2,03
C22:1n9	3,18	2,91
C20:3n3	1,89	1,77
Zasićene masne kiseline (SFA)	9,23	9,07
Mononezasićene masne kiseline (MUFA)	32,12	32,05
Polinezasićene masne kiseline (PUFA)	58,65	58,88
ω -3	40,65	41,02
ω -6	18,00	17,86
ω -6/ ω -3	0,44	0,44
Aterogeni indeks (AI)	0,06	0,06
Trombogeni indeks (TI)	0,05	0,05
Hipoholesterolski/hiperholesterolski odnos FA (HH)	12,54	12,75

Takođe, analiza je pokazala da je hladno ceđeno ulje lanika izuzetno bogato n-3 i n-6 polinezasićenim masnim kiselinama, od kojih je najprisutnija α -linoleinska kiselina (~39%), dok je udeo linolne kiseline iznosio oko 16%. Ove masne kiseline su esencijalne jer psi nemaju sposobnost za njihovu sintezu. Sadržaj α -linoleinske kiseline u hladno ceđenom ulju lanika je veći nego kod soje, suncokreta, konoplje i uljane repice, ali manji nego kod lana (Čolović i sar., 2015; Zajac i sar., 2020; Joudka i sar., 2022). Odnos n-6 i n-3 masnih kiselina je takođe bitan faktor u evaluaciji nutritivne vrednosti ulja. U ovom istraživanju taj odnos je iznosio 0.44, što ovo ulje čini pogodnim za primenu u proizvodnji hrane za kućne ljubimce (Burron i sar., 2021).

Za procenu nutritivne vrednosti ulja, određivani su i aterogeni (AI) i trombogeni (TI) indeksi, kao i hipoholesterolski/ hiperholesterolski odnos (HH). Ove vrednosti bolje opisuju nutritivnu vrednost ulja nego masnokiselinski profil (Ratusz i sar., 2018). Aterogeni i trombogeni indeksi bili su znatno niži od 1, dok su HH indeksi bili relativno visoki 12,54 - 12,75, što je u skladu sa preporučenim vrednostima sa nutritivnog aspekta kvaliteta ulja.

Tabela 2. Sadržaj liposolubilnih vitamina u hladno ceđenom ulju lanika
Table 2. The content of fat-soluble vitamins of the cold pressed camelina seed oil

Vitamin (mg/100 g) Vitamin (mg/100 g)	NS Zlatka	NS Slatka
α -tokoferol	2,11	2,68
β -tokoferol	<0,1	<0,1
γ -tokoferol	38,51	54,74
A	<0,1	<0,1
D3	<0,02	<0,02

Sadržaj tokoferola u srpskim genotipima lanika prikazan je u tabeli 2. Najprisutniji tokoferol u hladno ceđenom ulju genotipa NS Zlatka i NS Slatka jeste γ -tokoferol (38.51 mg/100g i 54.74 mg/100g, respektivno), dok je α -tokoferol bio prisutan u manjoj meri (2.11 mg/100g i 2.68 mg/100g, respektivno), što je uporedivo sa rezultatima istraživanja Ratusz i sar. (2018). U istraživanju koje su sproveli Grajzer i sar. (2020), dobijene vrednosti sadržaja tokoferola su bile nešto veće i iznosile su 817.7 mg/kg za γ -tokoferol, dok je sadržaj α -tokoferola bio ispod granica detekcije. U ovom istraživanju sadržaji β -tokoferola, vitamina A i D3 bili su ispod granica detekcije kod oba genotipa.

Tabela 3. Sadržaj bioaktivnih jedinjenja i antioksidativni potencijal
 hladno ceđenog ulja lanika
Table 3. The content of bioactive compounds and antioxidative potential
 of cold pressed camelina seed oil

Bioaktivna jedinjenja i antioksidativni potencijal	NS Zlatka	NS Slatka
β -karoten (mg/kg)	89,43	71,12
Total polyphenols (mg GKE/100 g)	7,3	30,9
IC ₅₀ [mg/mL]	9,4	9,5

Sadržaj β -karotena prikazan u tabeli 3 kod genotipa NS Zlatka i NS Slatka iznosio je 89,43 mg/kg i 71,12 mg/kg, respektivno, što je uporedivo sa rezultatima istraživanja Raczyk i sar. (2016), gde je dobijen sadržaj β -karotena iznosio 78 to 112 mg/kg. Sadržaj ukupnih polifenola kod NS Zlatke iznosio je 7,3 mg GKE/100g, dok je kod NS Slatke bio nešto viši i iznosio je 30.9 mg GKE/100 g. U istraživanju koje su sproveli Ergönül i Özbek (2018), sadržaj ukupnih polifenola u hladno ceđenim uljima različitih vrsta lanika varirao je između 25,9 i 112,7 mg GAE/kg, što je niža vrednost u poređenju sa dobijenim rezultatima u ovom istraživanju. Ulje oba genotipa je pokazalo dobar antioksidativni potencijal, gde je IC₅₀ vrednost bila približno ista i iznosila je 9,4 mg/ml za NS Zlatku i 9,5 mg/ml za NS Slatku.

Tabela 4. Boja hladno ceđenog ulja lanika
Table 4. The color of cold pressed camelina seed oil

Parametar	NS Zlatka	NS Slatka
L*	59,98	61,82
a*	-6,06	-6,63
b*	55,97	50,27

Rezultati određivanja CIE L*a*b* koordinata hladno ceđenog ulja semena lanika dati su u tabeli 4. Hladno ceđeno ulje semena lanika genotipa NS Zlatka je prema parametru L* bilo nešto tamnije od genotipa NS Slatka, dok je sudeći po parametru b* bilo žuće. Ulje NS Slatke je imalo nešto nižu vrednost parametra a*, što ga čini „zelenijim“ u odnosu na ulje NS Zlatke.

ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da je hladno ceđeno ulje semena lanika genotipa NS Zlatka i NS Slatka bogat izvor esencijalnih masnih kiselina i tokoferola, što ga čini pogodnom alternativom za upotrebu u proizvodnji hrane za pse. Takođe, utvrđene niske vrednosti aterogenog i trombogenog indeksa, kao i relativno visoka vrednost hipoholesterolsko/hiperholesterolskog odnosa ukazuju na to da hrana obogaćena ovim uljem može da smanji učestalost oboljevanja od koronarnih bolesti kod pasa.

Zahvalnica

Ovaj rad je finansijski podržalo Ministarstvo Nauke, Tehnološkog Razvoja i Inovacija Republike Srbije (451-03-47/2023-01/200222).

LITERATURA

1. Berti, M., Gesch, R., Eynck, C., Anderson, J., Cermak, S. (2016). Camelina uses, genetics, genomics, production, and management. *Industrial Crops and Products*, 94, 690-710.
2. Billman, G. E., Kang, J. X., Leaf, A. (1997). Prevention of ischemia-induced cardiac sudden death by n-3 polyunsaturated fatty acids in dogs. *Lipids*, 32(11), 1161-1168.
3. Budin, J. T., Breene, W. M., & Putnam, D. H. (1995). Some compositional properties of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) seeds and oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72, 309-315.
4. Burrton, S., Richards, T., Patterson, K., Grant, C., Akhtar, N., Trevizan, L., Pearson, W., Shoveller, A. K. (2021). Safety of Dietary Camelina Oil Supplementation in Healthy, Adult Dogs. *Animals*, 11(9), 2603.
5. Čanak, P., Zanetti, F., Jovičić, D., Vujošević, B., Miladinov, Z., Stanisavljević, D., Miroslavljević, M., Alberghini, B., Facciolla, E., Jeromela, A. M. (2022). Camelina

- germination under osmotic stress –Trend lines, time-courses and critical points. *Industrial Crops and Products*, 181, 114761.
6. Čolović, D. S., Berenji, J. J., Levart, A. R., Salobir, J. K., Lević, J. D., Čolović, R. R., Popović, S. J. (2015). Fatty acid composition and natural antioxidant capacity of ten Serbian linseed cultivars. *Food and Feed Research*, 42(2), 139-145.
 7. Eidhin, D. N., Burke, J., & O’beirne, D. (2003). Oxidative stability of ω 3-rich camelina oil and camelina oil-based spread compared with plant and fish oils and sunflower spread. *Journal of Food Science*, 68(1), 345-353.J.
 8. Grajzer, M., Szmalcel, K., Kuźmiński, Ł., Witkowski, M., Kulma, A., & Prescha, A. (2020). Characteristics and antioxidant potential of cold-pressed oils - Possible strategies to improve oil stability. *Foods*, 9(11), 1630.
 9. Günç Ergönül, P., Aksoylu Özbek, Z. (2018). Identification of bioactive compounds and total phenol contents of cold pressed oils from safflower and camelina seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 2313-2323.
 10. Juodka, R., Nainienė, R., Juškienė, V., Juška, R., Leikus, R., Kadžienė, G., Stankevičienė, D. (2022). Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as feedstuffs in meat type poultry diet: A source of protein and n-3 fatty acids. *Animals*, 12(3), 295.
 11. Kirby, N. A., Hester, S. L., Rees, C. A., Kennis, R. A., Zoran, D. L., Bauer, J. E. (2009). Skin surface lipids and skin and hair coat condition in dogs fed increased total fat diets containing polyunsaturated fatty acids. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 93(4), 505-511.
 12. Marjanović Jeromela, A., Cvejić, S., Mladenov, V., Kuzmanović, B., Adamović, B., Stojanović, D., Vollmann, J. (2021). Technological quality traits phenotyping of Camelina across multienvironment trials. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 71(8), 667-673.
 13. Minkowski, K., Grzeskiewicz, S., Jerzewska, M., Rolno-Spozywczego, I. B. P. (2011). Assessment of nutritive value of plant oils with high content of linolenic acids based on the composition of fatty acids, tocopherols, and sterols. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc (Poland)*.
 14. Mondor, M., Hernández-Álvarez, A. J. (2022). Camelina sativa composition, attributes, and applications: A review. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 124(3), 2100035.
 15. Raczyk, M., Popis, E., Kruszewski, B., Ratusz, K., & Rudzińska, M. (2016). Physicochemical quality and oxidative stability of linseed (*Linum usitatissimum*) and camelina (*Camelina sativa*) cold-pressed oils from retail outlets. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(5), 834-839.
 16. Ratusz, K., Symoniuk, E., Wroniak, M., Rudzińska, M. (2018). Bioactive compounds, nutritional quality and oxidative stability of cold-pressed camelina (*Camelina sativa* L.) oils. *Applied Sciences*, 8(12), 2606.
 17. Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., Santos-Silva, F. J. L. P. S. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, 77(2-3), 187-194.
 18. Savić, I., Savić Gajić, I., Gajić, D. (2020). Physico-chemical properties and oxidative stability of fixed oil from plum seeds (*Prunus domestica* Linn.). *Biomolecules*, 10(2), 294.

19. Sizova, N. V., Pikulev, I. V., Chikunova, T. M. (2003). Fatty acid composition of *Camelina sativa* L. Crantz oil and the selection of an optimal antioxidant. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2, 27-31.
20. SRPS EN 12821:2008. Srpski standard. Prehrambeni proizvodi - Određivanje vitamina D tečnom hromatografijom visoke performanse - Merenje holekalciferola D3 i ergokalciferola D2, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
21. SRPS EN 12822:2014. Srpski standard. Prehrambeni proizvodi- Određivanje vitamina E tečnom hromatografijom visoke performanse - Merenje α , β , γ i δ tokoferola, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
22. SRPS EN 12823-1:2014. Srpski standard. Prehrambeni proizvodi - Određivanje vitamina A tečnom hromatografijom visoke performanse - Deo 1: Merenje svih E-retinola i 13-Z-retinola, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
23. SRPS EN ISO 12966-2:2017. Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Gasna hromatografija metilestara masnih kiselina - Deo 2: Priprema metilestara masnih kiselina, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
24. Ulbricht, T. L. V., Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *The lancet*, 338(8773), 985-992.
25. Vaughn, D. M., Reinhart, G. A., Swaim, S. F., Lauten, S. D., Garner, C. A., Bodreux, M. K., Spano, J. S., Hoffman, C.E., Conner, B. (1994). Evaluation of effects of dietary n-6 to n-3 fatty acid ratios on leukotriene B synthesis in dog skin and neutrophils. *Veterinary Dermatology*, 5(4), 163-173.
26. Wander, R. C., Hall, J. A., Gradin, J. L., Du, S. H., Jewell, D. E. (1997). The ratio of dietary (n-6) to (n-3) fatty acids influences immune system function, eicosanoid metabolism, lipid peroxidation and vitamin E status in aged dogs. *The Journal of nutrition*, 127(6), 1198-1205.
27. Zając, M., Kiczorowska, B., Samolińska, W., Klebaniuk, R. (2020). Inclusion of camelina, flax, and sunflower seeds in the diets for broiler chickens: Apparent digestibility of nutrients, growth performance, health status, and carcass and meat quality traits. *Animals*, 10(2), 321
28. Zanetti, F., Alberghini, B., Marjanović Jeromela, A., Grahovac, N., Rajković, D., Kiprovska, B., Monti, A. (2021). Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(1), 1-18.
29. Zubr, J. (2010). Carbohydrates, vitamins and minerals of *Camelina sativa* seed. *Nutrition & Food Science*, 40(5), 523-531.
30. Zubr, J., Matthäus, B. (2002). Effects of growth conditions on fatty acids and tocopherols in *Camelina sativa* oil. *Industrial crops and products*, 15(2), 155-162.

UTICAJ FILTRACIJE I KLARIFIKACIJE NA KVALITET SIROVOG PRESOVANOG SUNCOKRETOVOG ULJA

*Gordan Parenta¹, Ranko Romanić², Tanja Lužaić²,
Petar Klač¹, Marija Gvozdenović¹, Branislav Milković¹,
Milivoj Števanov¹, Stevan Švenderman¹, Nenad Vlahović¹*

¹Dijamant D.O.O., Zrenjanin, Srbija

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

IZVOD

Proizvodnja sirovog suncokretovog ulja se sastoji od više faza prerade. Prva faza prerade suncokretovog zrna je sam prijem i priprema zrna suncokreta, odnosno čišćenje i sušenje merkantilnog suncokreta. Ovom tehnološkom operacijom se dobija suncokretovo zrno preradbenog kvaliteta sa optimalnom vlagom i minimalnom nečistoćom. Sledeća faza prerade suncokretovog zrna je samo ljuštenje zrna suncokreta i izdvajanje ljuske iz oljuštenog materijala. Nakon ljuštenja i izdvajanja ljuske iz materijala, sledi zagrevanje i vlaženje materijala kako bi se omogućilo što efikasnije presovanje i kako bi što manje ulja zaostalo u pogači. Kod proizvodnje sirovog suncokretovog ulja u industrijskim postrojenjima, presovano ulje čini više od četiri petine sirovog suncokretovog ulja, dok se ostatak sirovog ulja dobija ekstrakcijom pogače sa rastvaračem *n*-heksanom. Voskovi i fosfatidi koji su sastavni deo zrna suncokreta nakon prerade završavaju u sirovom suncokretovom ulju i njihov sadržaj utiče na gubitke tokom rafinacije sirovog suncokretovog ulja. U ovom radu je predstavljeno kako se sadržaj voskova i fosfatida menja i u kojoj meri, tokom tehnoloških operacija filtracije i klarifikacije kod proizvodnje sirovog suncokretovog ulja. Prikazan je sadržaj voskova, fosfatida, vlage i uljnog taloga pre i posle filtracije na AMA filterima, kao i pre i posle filtracije/klarifikacije dekanterom.

Ključne reči: sirovo suncokretovo ulje, filtracija, klarifikacija, voskovi, fosfatidi, vlaga, uljni talog, AMA filteri, dekanter

INFLUENCE OF FILTRATION AND CLARIFICATION ON THE QUALITY OF CRUDE PRESSED SUNFLOWER OIL

ABSTRACT

The production of crude sunflower oil consists of several stages of processing. A very important stage in the processing of sunflower seed is the preparation of sunflower seeds, ie the drying and cleaning of mercantile sunflower. This technological operation produces a sunflower grain of processing quality with optimal moisture and minimal impurity. The next important stage of sunflower seed processing is sunflower seeds dehulling and separation of hull from the dehulled material. After dehulling and separation of the hull from the material, it is followed by conditioning the material to allow for more efficient pressing and to minimize the amount of oil content in the cake. In the production of crude sunflower oil in industrial plants, the pressed oil makes up more than four fifths of crude sunflower oil, while the rest of the crude oil is obtained by extracting the cake with a solvent *n*-hexane. Waxes and phosphatides, which are an integral part of sunflower seeds after processing, end up in crude sunflower oil and their content affects the losses during the refining of crude sunflower oil. This paper presents how the content of waxes and phosphatides changes and to what extent, during various technological operations of filtration in the production of crude sunflower oil. The content of waxes, phosphatides, moisture and oil sludge is shown before and after filtration on AMA filters, as well as before and after filtration/clarification on decanter.

Key words: crude sunflower oil, filtration, clarification, waxes, phosphatides, moisture, oil sludge, AMA filters, decanter

UVOD

Suncokretovo ulje sadrži voskove, koji su po strukturi estri viših masnih kiselina i alkohola. Sadržaj voskova u uljima varira i zavisi od vrste semena uljarica, varijeteta semena hibrida i od vremenskih prilika tokom sazrevanja semena (vlažni i sušni vremenski periodi). Sve ovo je vezano za fiziološku ulogu voskova u sklopu semena, a svodi se na očuvanje klijavosti. Pri temperaturi ispod 18°C voskovi stvaraju voluminozan talog i već veoma male količine od 10 mg/kg prouzrokuju izrazito zamućenje u ulju.

Pošto su voskovi estri visokomolekularnih monohidroksilnih alkohola sa višim masnim kiselinama, njihovi molekuli sadrže 50 do 60 ugljenikovih atoma. Prisustvo voskova je posebno karakteristično za suncokretovo ulje, gde oni dospevaju iz ljuske tokom prerade semena suncokreta. Sadržaj voskova u sirovom suncokretovom ulju pored navedenih faktora zavisi i od samog ljuštenja suncokreta kao i od odvajanja

ljuske iz oljuštenog materijala, s obzirom da se u ljusci prirodno nalazi najviše voskova. Voskovi imaju izuzetan uticaj na sam kvalitet jestivih ulja. Voskovi nemaju negativan uticaj sa fiziološkog stanovišta, ali veoma utiču na senzorsku ocenu ulja od strane samih potrošača (izgled i bistrina).

Fosfolipidi su značajan indikator kvaliteta kod sirovog suncokretovog ulja. Fosfolipidni kompleks biljnih ulja ima veoma složen sastav. Osnovu fosfatidnih komponenti čini fosfatidna kiselina koja se sastoji od glicerola na kojem se u položaju jedan i dva nalaze masne kiseline esterifikovane sa -OH grupama, a u položaju tri je esterefikovan molekul fosforne kiseline. Na reaktivnu grupu fosforne kiseline, estarskim vezama se vezuje neka bazna amino grupa. Fosfolipidi i fosfatidi su estri fosfatidne kiseline sa aminoalkoholima ili sa polialkoholima. Neki od fosfolipida prisutni u sirovom suncokretovom ulju su: fosfatidilholin (lecitin, holinlecitin), lizofosfatidilholin, fosfatidiletanolamin (kefalin, holamin lecitin), fosfatidilserin (serinkefalin), lizofosfatidilserin, fosfatidilinozitol (lipozitol) i lizofosfatidilinozitol.

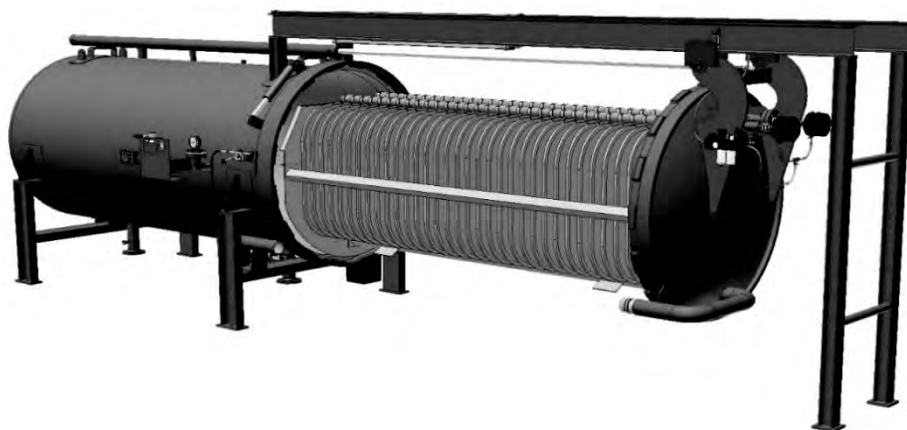
Pri preradi uljarica presovanjem i ekstrakcijom, pod uticajem toplote, vlage ili rastvarača, fosfatidi prelaze u ulje. Njihov sadržaj u ulju zavisi od količine fosfolipida u samom semenu, od stepena zrelosti i uslova čuvanja semena, kao i od načina i tehnološkog režima izdvajanja ulja. U ovom radu su praćene količine voskova, fosfolipida, vlage i taloga pre i posle filtracije na AMA filterima i filtracije/klarifikacije pomoću dekantera. Što je efikasnije izdvajanje ovih komponenti (voskova, fosfolipida itd.) to su manji gubici prilikom rafinacije sirovog suncokretovog ulja. Sirovo suncokretovo ulje boljeg kvaliteta obezbeđuje manje rafinacione gubitke, ali i kontinualan proces rafinacije sirovog ulja sa maksimalnim kapacitetom prerade.

TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE SIROVOG SUNCOKRETOVOG ULJA

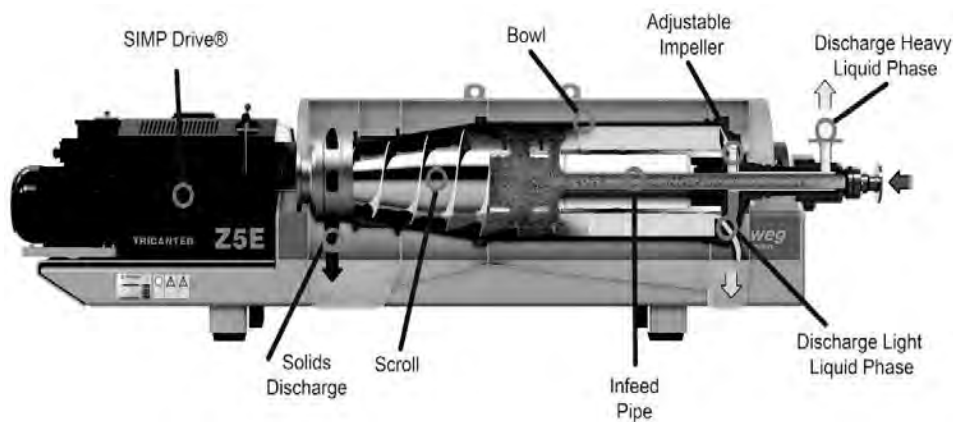
Sirovo suncokretovo ulje se dobija kroz više faza prerade suncokretovog zrna. Merkantilno suncokretovo zrno se tokom prijema i otkupa zrna prvo prima i skladišti, zatim čisti i suši kako bi zrno bilo optimalnog kvaliteta i spremno za dalju preradu. Nakon ljuštenja i izdvajanja ljuske iz pripremljenog zrna suncokreta, materijal se greje indirektno, vlaži direktno sa parom i dalje presuje. Prilikom grejanja i presovanja prirodne komponente suncokretovog zrna, kao što su voskovi i fosfolipidi, završe u sirovom presovanom i sirovom ekstrahovanom ulju dobijenom iz pogače. Filtracijom se prvenstveno uklanjanju mehaničke nečistoće iz ulja, a pored toga uklanjaju se i fosfatidi, odnosno voskovi.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovom radu su prikazani rezultati dobijeni filtracijom na horizontalnim filter ramovima (AMA filteri) ukupne površine filtracije 60 m² (slika 1) i filtracijom/klarifikacijom sa dekanterom maksimalnog kapaciteta od 300 t/dan sirovog suncokretovog ulja (slika 2).



Slika 1. Horizontalni AMA filter
Figure 1. Horizontal AMA filter



Slika 2. Dekanter
Figure 2. Decanter

Temperatura ulja pri filtraciji/klarifikaciji je bila u intervalu 85-95°C. S obzirom da su temperature sirovog suncokretovog ulja kod primarne prerade suncokreta visoke, očekuje se bolje izdvajanje fosfatida tokom filtracije nego izdvajanje samih voskova. Međutim, ni izdvajanje voskova kod ove dve tehnološke operacije nije zanemarljivo, što će se i videti u nastavku rada sa rezultatima analiza voskova pre i posle filtracije odnosno klarifikacije dekanterom.

U eksperimentu prilikom praćenja filtracije na AMA filterima, kao i kasnije u eksperimentu sa dekanterom, uzorci su uzimani više dana za redom tokom kontinualnog procesa proizvodnje bez zastoja. Uzorci su uzimani tri puta dnevno, odnosno jednom u svakoj smeni proizvodnje. Uzorci ulja pre filtracije i klarifikacije su uzeti iz rezervoara presovanog ulja, a nakon filtracije na izlazu iz AMA filtera,

odnosno nakon dekantera na samom izlazu iz dekantera.

Sadržaj fosfatida određivan je spektrofotometrijskom AOCS (1989) metodom u laboratoriji Dijamant-a D.O.O. u Zrenjaninu. Korišćena je mikro metoda za određivanje sadržaja fosfora u ulju UV/VIS spektrofotometrijom. Sva određivanja su rađena iz dva ponavljanja, a rezultati su prikazani kao srednja vrednost.

Sadržaj voskova određivan je gravimetrijskom metodom (Turkulov, 1986; Dimić i Turkulov, 2000) na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu. Sva određivanja su rađena iz dva ponavljanja, a rezultati su prikazani kao srednja vrednost.

Sadržaj taloga je određivan internom metodom centrifugiranja uz pomoć centrifuge na 3000 obrtaja u minuti u trajanju od 30 minuta, a rezultat je iskazan u volumetrijskim procentima iz graduisane kivete od 10 ml.

Sadržaj vlage je određivan u sušnici po standardu SRPS EN ISO 662:2017, a rezultati su izraženi u procentima.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 prikazan je sadržaj fosfora (ppm), fosfatida (u ppm i %), udela hidratabilnih fosfatida (%) i nehidratibilnih fosfatida (%) na ulazu/izlazu iz AMA filtera i na ulazu/izlazu iz dekantera.

Iz rezultata se može videti da nakon filtracije na AMA filterima dolazi do značajnog smanjenja sadržaja fosfatida u uzorcima, kao i prilikom klarifikacije sa dekanterom. U uzorcima ulja na izlazu iz AMA filtera, kao i na izlazu iz dekantera, može se primetiti da je došlo do porasta udela nehidratibilnih fosfatida. Možemo zaključiti da se prilikom filtracije na AMA filterima i klarifikacije dekanterom najvećim delom izdvajaju uglavnom hidratabilni fosfatidi.

Tabela 1. Sadržaj fosfora (ppm), fosfatida (ppm i %), udela hidratabilnih fosfatida (%) i udela nehidratibilnih fosfatida (%) na ulazu i izlazu iz AMA filtera i dekantera
Table 1. Content of phosphorus (ppm), phosphatides (ppm and %), hydratable phosphatides (%) and non-hydratable phosphatides (%) at the inlet and outlet of the AMA filter and decanter

		Fosfor [ppm]	Fosfatidi [ppm]	Fosfatidi [%]	Udeo hidratabilnih fosfatida [%]	Udeo nehi- dratabilnih fosfatidi [%]
AMA filter	Ulaz	169	4.232	0,42	84	16
	Izlaz	53	1.329	0,13	63	37
Dekanter	Ulaz	173	4.316	0,43	85	15
	Izlaz	77	1.915	0,19	76	24

U tabeli 2 prikazani su rezultati analiziranog sadržaja vlage (%) i taloga (%) na ulazu i na izlazu iz AMA filtera odnosno dekantera.

Tabela 2. Sadržaj vlage (%) i taloga (%) na ulazu/izlazu iz AMA filtera i dekantera
Table 2. Moisture content (%) and sediment (%) at the inlet/outlet of the
 AMA filter and decanter

		Vlaga [%]	Talog [%]
AMA filter	Ulaz	0,06	2,5
	Izlaz	0,04	0,5
Dekanter Decanter	Ulaz	0,11	2,5
	Izlaz	0,15	2,0

Iz tabele 2 se može videti da nakon filtracije na AMA filterima dolazi do smanjenja vlage u uzorcima sa 0,06% na 0,04%, dok na uzorku iz dekantera dolazi do porasta sadržaja vlage sa 0,11% na 0,15%. Porast vlage u uzorku na izlazu iz dekantera posledica je dodavanja demineralizovane vode u ulje tokom kontinualnog režima rada dekantera. Može se videti iz rezultata u tabeli 2 da je nakon filtracije na AMA filterima došlo do boljeg izdvajanja taloga. Sadržaj taloga presovanog ulja je na ulazu filtracije i klarifikacije iznosio 2,50%, dok je na izlazu posle filtracije iznosio 0,50%, a posle klarifikacije 2,00%.

U tabeli 3 je prikazan sadržaj voskova na ulazu/izlazu iz AMA filtera i dekantera.

Tabela 3. Sadržaj voskova na ulazu (ppm i %) i sadržaj voskova na izlazu
 (ppm i %) iz AMA filtera i dekantera

Table 3. The content of waxes at the inlet (ppm and %) and the content of waxes at the
 outlet (ppm and %) from the AMA filter and decanter

Sadržaj voskova		[ppm]	[%]
AMA filter	Ulaz	1.513	0,15
	Izlaz	1.079	0,11
Dekanter Decanter	Ulaz	1.516	0,15
	Izlaz	1.283	0,13

Iz tabele 3 se može videti da se voskovi prilikom filtracije na AMA filterima bolje izdvajaju nego prilikom klarifikacije sa dekanterom. Sadržaj voskova u uzorku ulja pre filtracije, tj. na ulazu u AMA filter je iznosio 1.513 ppm, dok je posle filtracije iznosio 1.079 ppm. Sadržaj voskova u uzorku pre klarifikacije, tj. na ulazu u dekanter je iznosio 1.516 ppm, dok je posle klarifikacije dekanterom iznosio 1.283 ppm.

ZAKLJUČAK

Filtracijom na AMA filterima i klarifikacijom sa dekanterom presovanog suncokretovog ulja po propisanim tehnološkim postupcima i uslovima rada, značajno

se smanjuje sadržaj fosfatida u suncokretovom ulju. Filtracijom i klarifikacijom izdvaja se i određena količina voskova u sirovom suncokretovom ulju. Prednosti filtracije u odnosu na klarifikaciju sa dekanterom su bolje izdvajanje voskova i taloga, manji sadržaj vlage i nešto bolje izdvajanje fosfatida. Filtracijom na AMA filterima dobija se kvalitetnije sirovo suncokretovo ulje. Nedostaci filtracije su diskontinualan režim rada, veće angažovanje operatera tokom rada, samo čišćenje filtera i diskontinualno doziranje nastalog taloga u materijal koji posle odlazi na kondicioniranje. Prednosti klarifikacije sa dekanterom u odnosu na filtraciju su kontinualan i automatski režim rada, manje angažovanje operatera i kontinualno doziranje taloga u materijal pre kondicioniranja. Prednost rada sa dekanterom u odnosu na filtraciju na AMA filterima je i to što zauzimaju značajno manje prostora u pogonu. Kod većih kapaciteta prerade sirovog suncokretovog ulja AMA filteri iziskuju veći prostor unutar pogona i to može biti ograničavajući faktor za rad sa AMA filterima. Rad sa dekanterom je potpuno automatizovan i uticaj ljudskog faktora na kvalitet procesa proizvodnje je sveden na minimum u odnosu na filtraciju na AMA filterima. Kod filtracije na AMA filterima je uglavnom ručni režim rada, tj. samo upravljanje je ručno i zahteva dobru obučenosť i iskustvo operatera. Treba napomenuti da je klarifikacija sa dekanterom obično prva faza prerade sirovog presovanog ulja gde se uklanja grubi talog i mehaničke nečistoće. Druga faza prerade sirovog presovanog ulja je vodeno degumiranje sa centrifugalnim separatorom i sušenje ulja uz pomoć vakuum sušnice. Pomoću separatora se uklanjaju zaostali hidratabilni fosfatidi, određena manja količina voskova i preostali talog. Uz pomoć vakuum sušnice se uklanja preostala količina vlage koja je zaostala nakon klarifikacije sa dekanterom i nakon dodatka demineralizovane vodom tokom vodenog degumiranja. Talog nastao u procesu vodenog degumiranja se dalje koristi za proizvodnju lecitina. Na kraju možemo zaključiti da oba ova tehnološka postupka kako filtracija tako i klarifikacija sirovog presovanog suncokretovog ulja omogućavaju bolji kvalitet sirovog suncokretovog ulja. Kvalitetnije sirovo suncokretovo ulje omogućava manje rafinacione gubitke u toku procesa rafinacije sirovog ulja i obezbeđuje kontinuitet procesa proizvodnje jestivog rafinisanog suncokretovog ulja.

LITERATURA

1. AOCS Official Method Ca 12-55 (1989). Phosphorus in Oil. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, ed. D. Firestone, American Oil Chemists' Society, Champaign, USA, pp. 1-2.
2. Dimić, E. (1990). Voskovi u ulju suncokreta i pregled metoda za njihovo određivanje, *Uljarstvo*, 27(1-2), 46-49.
3. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Tehnološki fakultet Novi Sad.
4. Nedić Grujin, K., Romanić, R., Nikolovski B. (2019). Sadržaj voskova i ulja u filtracionoj pogači nakon filtracije ulja suncokreta pomoću filtracionog sredstva na bazi celuloze, 60. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi.

5. Parenta, G. (2019). Uticaj filtracije i degumiranja na sadržaj voskova i fosfatida u sirovom suncokretovom ulju, 60. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi.
6. Rac, M. (1964). Ulja i masti, Sirovine, hemija i tehnologija jestivih ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd.
7. SRPS EN ISO 662 (2017). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje sadržaja vlage i isparljivih materija,
8. Toth, N. (1999). Odvoštavanje i vinterizacija ulja, 40. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Palić, pp. 5-8.

ANALIZA POTROŠNJE HEKSANA U POGONU EKSTRAKCIJE DIJAMANT D.O.O.

Ištvan Tot, Gordana Parenta, Borislav Mrakić

Dijamant D.O.O., Zrenjanin, Srbija

IZVOD

U ovom radu je analizirana kontinualna prerada uljarica i potrošnja heksana na mesečnom nivou kada je prerađeno ukupno 17.379 tona suncokreta. Potrošnja heksana u toku tog meseca je bila 0,7 kg po toni ulaznog materijala ili ukupno 12.165 kg.

Najveća potrošnja heksana je bila zbog lošije zaptivene opreme i iznosila 7.712 kg ili 64% na mesečnom nivou. Potrošnja heksana kroz proizvedenu količinu sačme na mesečnom nivou je iznosila 2.147 kg ili 18% mesečno. Potrošnja heksana kroz proizvedenu količinu sirovog ulja na mesečnom nivou je iznosila 1.706 kg ili 14% mesečno. Emisija heksana u atmosferu preko ventilatora sistema je iznosila 600 kg ili 4% mesečno. U otpadnim vodama emisija heksana je bila zanemarljiva.

Ključne reči: heksan, potrošnja, zaptivanje

ANALYSIS OF HEXANE CONSUMPTION IN THE EXTRACTION PLANT DIJAMANT D.O.O.

ABSTRACT

One month of continuous production and hexane consumption was analyzed, and during that time 17.379 tons of sunflower seeds were processed. Hexane consumption was 0.7 kg per ton of the input material or 12.165 kg in total.

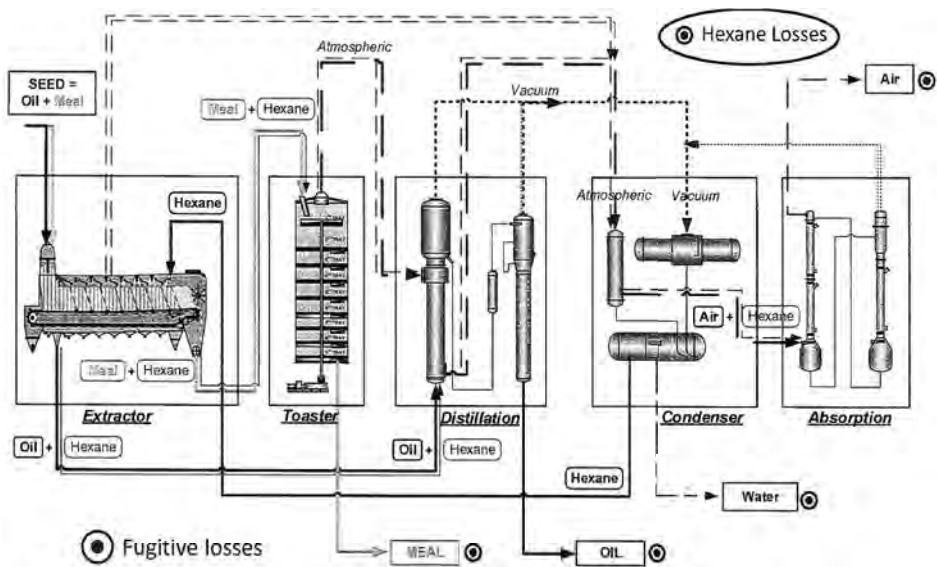
The highest consumption of hexane was 7.712 kg or 64% per month due to poorly sealed equipment. The hexane consumption through the produced amount of meal was 2.147 kg or 18% per month. The hexane consumption through the produced amount of crude oil was 1.706 kg or 14% per month. The emission of hexane into the atmosphere was 600 kg or 4% per month. There is no hexane emission with wastewater.

Key words: hexane, consumption, sealing

UVOD

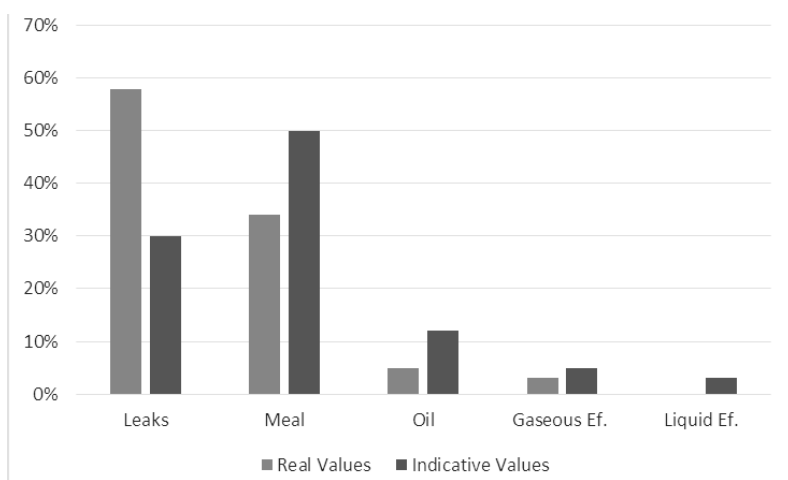
Merljivi gubici heksana u pogonu ekstrakcije su mogući preko otpadnih voda, apsorpcionog sistema, sačme i sirovog ulja.

Mesta gde su mogući gubici heksana u pogonu su prikazani na slici 1.



Slika 1. Pogon ekstrakcije i mesta gde se gubi heksan
 Figure 1. Extraction plant end hexane losses

Pored gore navedenih merljivih gubitaka značajni su gubici zbog loše zaptivenosti opreme i pojave perforacija na uređajima koji se ne mogu neposredno izmeriti. Kod novih i modernih pogona ekstrakcija ima razlika između projektovanih i izmerenih gubitaka heksana. Ove razlike projektovanih i izmerenih vrednosti gubitaka heksana su prikazane na slici 2.



Slika 2. Poređenja između projektovanih i izmerenih gubitaka heksana
 Figure 2. Comparison between estimated losses and the literature results

Cilj ovog rada je bio da se analizira potrošnja heksana u pogonu ekstrakcije fabrike ulja Dijamant D.O.O.

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

U radu su prikazana mesta emisije heksana u pogonu ekstrakcije. Prilikom rada postrojenja dešavaju se i neke promene mimo ustaljenog režima rada, te je potrebno revidirati i modernizovati režim rada, kako bi se novonastali problemi rešili. To podrazumeva iznalaženje rešenja kako bi se eliminisali novonastali problemi. Posebno su interesanta rešenja koja dovode do smanjenja potrošnje energenata i repromaterijala. U slučaju ekstrakcije posebno je zanimljivo smanjenje potrošnje heksana. U prethodnom periodu su zamenjeni postojeći izmenjivači toplote na apsorpcionom sistemu sa novim izmenjivačima veće snage. Kondenzacija je takođe poboljšana jer predgrejač heksana sada radi kao kondenzator heksanskih isparenja.

U ovom radu je analiziran jedan mesec kontinualne prerade kada je izmereno prisustvo heksana u sirovom ulju, sačmi i izmerena emisija heksana u atmosferu na ventilatoru sistema. U tom periodu je proizvodnja bila bez zastoja uz povremeno smanjenje kapaciteta prerade.

Prerađeno je 17.379 tona suncokreta. Potrošnja heksana za taj mesec je bila 0,7 kg po toni ulaznog materijala ili ukupno 12.165 kg.

EMISIJA HEKSANA SA OTPADNOM VODOM

Para heksana i vodena para iz kupole desolventajzer-tostera, kao i para iz stripera otpadnih voda ulaze u skruber-prečistač za paru.

Kondenzati iz svih kondenzatora sadrže kondenzat vode sa heksanom. U rezervoaru separatora vode i rastvarača teža vodena faza se nalazi na dnu i izlazi preko cevnog kraka u striper za otpadnu vodu. Kada voda teče na dole kroz striper za otpadnu vodu, direktna para otparava sve tragove heksana rastvorenog u vodi. Stripovana, izdvojena voda protiče kroz zasun u sabirnik otpadne vode (interceptor).

Temperatura skrubera se održava na 74°C dodavanjem direktne pare od 3,5 bara. Temperatura stripera otpadnih voda se održava na 95°C pomoću pare iz ejektora vakuum kondenzatora koja iznosi 8 bara.

U otpadnoj vodi nije izmereno prisustvo heksana.

EMISIJA HEKSANA U ATMOSFERU PREKO VENTILATORA SISTEMA

Uklanjanje jedne ili više odabranih komponenata iz smeše gasova apsorpcijom pomoću pogodne tečnosti je separaciona operacija koja se zasniva na međufaznom prenosu mase kontrolisanom uglavnom brzinom difuzije. Primena apsorpcije u

pogonu ekstrakcije ima za cilj da pomoću mineralnog ulja ukloni što je više moguće heksana iz gasne smeše heksan-vazduh. Gasna faza (heksan-vazduh) je u ovom slučaju apsorptiv, a tečna faza (mineralno ulje) je apsorbens. S obzirom da nema hemijske reakcije između gasne i tečne faze kod apsorpcije heksana sa mineralnim uljem, ova apsorpcija je fizička apsorpcija. Sa apsorpcijom se simultano odvija i operacija desorpcije, gde se nerastvorna gasna faza (para) i tečna faza (mineralno ulje-heksan) dovode u kontakt s ciljem prelaska isparljive komponente iz tečne faze (mineralno ulje-heksan) u gasnu fazu (heksan). Pri projektovanju uređaja u kojima će se ostvarivati apsorpcija gasa, osnovi zahtev je da se omogući kontakt gasa i tečnosti, s tim da efikasnost uređaja prvenstveno zavisi od načina kontakta dve faze. U apsorpciji, gasna smeša se uvek uvodi na dnu kolonskog uređaja, dok se tečnost obavezno dovodi na vrh uređaja. Rastvarač, zajedno sa apsorbovanim gasom, napušta kolonu na dnu, a osiromašena gasna struja izlazi iz kolone na vrhu uređaja. U pogonu ekstrakcije se nalazi apsorpciona kolona sa punjenjem koja obezbeđuje relativno veliku površinu kontakta između gasne i tečne faze. U kolonskom uređaju se nalaze perforirana pregrada koja nosi sloj punjenja sa Palovim prstenovima. Mineralno ulje se uvodi na vrh kolone kroz dovodnu cev, a isparenja iz tosteri i ekstraktora na dnu kolone. Nakon intenzivnog kontakta faza pri prolasku kroz kanale formirane u nasutom punjenju, mineralno ulje sa heksanom se izvodi iz kolone, a gasna faza napušta kolonski uređaj na vrhu kroz otvor do ventilatora sistema. Radi bolje raspodele i kontakta mineralnog ulja iznad nasutog punjenja, mineralno ulje se uvodi u kolonu pomoću specijalnog distributora tj. raspršivača. Efikasnost apsorpcije se ogleda i u potrošnji heksana tj. u gubicima heksana kroz apsorpcioni sistem.

U vremenskom periodu posle postavljanja novih izmenjivača toplote veće snage na liniji apsorpcije potrošnja heksana je smanjena. „Aerolab” D.O.O. iz Beograda, laboratorija za ekološka ispitavanja i merenje aerozagađenja je uradila merenja pri dnevnom kapacitetu od 600 tona suncokretovog zrna dnevno. Rezultati merenja su prikazana u tabeli 2.

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

	Prolećno- jesenji period	Zimski period	Letnji period
Dnevna potrošnja heksana (kg)	<20	<20	~20

EMISIJA HEKSANA SA SAČMOM

Ekstrahovana sačma, ocedena, ali još vlažna od rastvarača transportuje se u I etažu (kupolu) desolventajzer-toastera. Prve tri etaže tosteri su namenjene da kompletno eliminišu rastvarač iz sačme putem dodira sa direktnom parom do 3,5 bara

i zagrevanjem sačme na podovima indirektnom parom visokog pritiska do 11 bara. Na svakom podu je obezbeđen ventilacioni otvor radi uklanjanja nekondenzovanih gasova koji kroz kupolu odlaze u skruber. Na podovima broj 1, 2, 3, 4 i 5 obezbeđena je indirektna para za zagrevanje podova. U desolventajzer-toasteru indirektno grejanje smanjuje sadržaj heksana i vlage u sačmi i tostira sačmu na željenu boju i odgovarajući kvalitet po pravilniku.

Analizu sačme je uradila SP Laboratorija iz Bečeja. Sadržaj heksana je prikazan u tabeli 2.

Tabela 2. Potrošnja heksana sa sačmom
Table 2. Consumption of hexane for with meal

Vrsta ispitivanja	Izmerena vrednost	Metoda ispitivanja	
Heksan [mg/kg]	277	SRPS ISO 9289:2002	GC/FID/HSS

EMISIJA HEKSANA SA SIROVIM ULJEM

Miscela se pumpa iz rezervoara miscele u cevni sistem prvostepenog uparivača, nakon toga prolazi kroz izmenjivač toplote koji povećava temperaturu miscele pre ulaza u drugostepeni uparivač gde temperatura dostiže 105°C. Iz drugostepenog uparivača ulje sa tragovima heksana se prepumpava u striper i sušač ulja. Ejektori vakuuma od 400 mbara (u II uparivaču i striperu ulja) i 600 mbara na sušaču ulja olakšavaju izdvajanje i iparavanje heksana i vode u kondenzatorima.

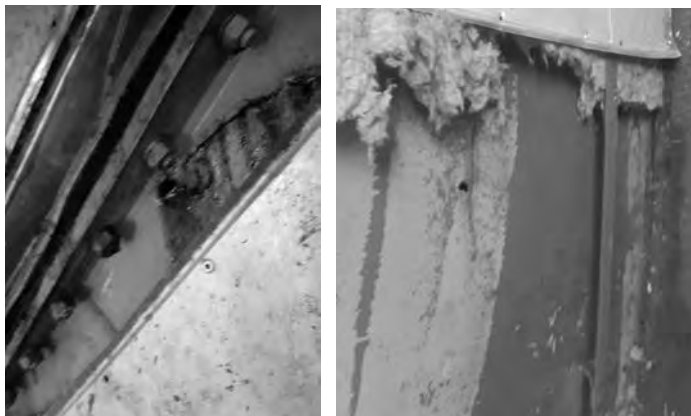
Analizu sirovog ulja je uradila SP Laboratorija iz Bečeja. Sadržaj heksana je prikazan u tabeli 3.

Tabela 3. Potrošnja heksana sa uljem
Table 3. Consumption of hexane for with oil

Vrsta ispitivanja	Izmerena vrednost	Metoda ispitivanja	
Heksan [mg/kg]	244	SRPS EN ISO 9832	GC/FID/HSS

EMISIJA HEKSANA USLED POJAVE PERFORACIJA NA UREĐAJIMA

Zbog zastoja u proizvodnji, starosti opreme i kapaciteta prerade većih od nominalnih dolazi do većih isparenja i habanja opreme. Primer perforacije na opremi se može videti na slici 3. Zaptivenost opreme je značajan faktor koji utiče na ukupne gubitke heksana i u pogonu ekstrakcije je preko 60%.

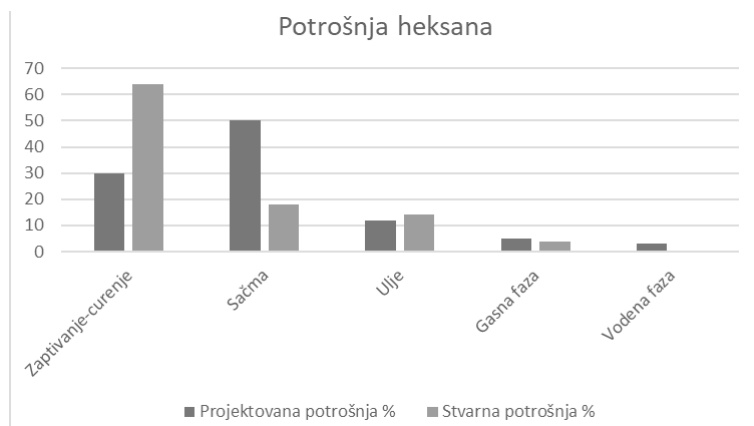


Slika 3. Perforacije na uređajima
Figure 3. Perforations on devices

ZAKLJUČAK

Na osnovu izmerene emisije heksana u sirovom ulju, sačmi i atmosferi zaključak je sledeći:

1. U otpadnim vodama gubitak heksana je zanemarljiv.
2. Potrošnja heksana kroz proizvedenu sačmu je iznosila 2.147 kg ili 18% mesečno.
3. Potrošnja heksana kroz proizvedeno sirovo ulja je iznosila 1.706 kg ili 14% mesečno.
4. Emisija heksana u atmosferu je iznosila 600 kg ili 4% mesečno.
5. Potrošnja heksana zbog loše zaptivenosti opreme je iznosila 7.712 kg ili 64% mesečno.



Slika 2. Poređenja između projektovanih i izmerenih gubitaka heksana
Figure 2. Comparison between estimated losses and the literature results

Na osnovu gore navedene potrošnje heksana, nameće se zaključak, naročito kod pogona starijih od 40 godina da se najviše pažnje mora posvetiti održavanju i posebno zaptivenosti opreme unutar pogona ekstrakcije.

LITERATURA

1. De Schaetzen, D. Hexane Losses & Control, Ir., Desmet Ballestra Group.
2. Roque, T. V., Correia, M. J., Carvalho, R. (2015). Analysis of the Hexane Loss in a Vegetable Oil Extraction Unit.
3. Sovilj, M. (2004). Difuzione operacije, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
4. Tehnička dokumentacija Dijamant D.O.O., Zrenjanin.
5. Uputstvo za rukovanje postrojenjem za proizvodnju sirovog ulja ekstrakcijom, Simon-Rosedowns Ltd.

POVEĆANJE EFIKASNOSTI UKLANJANJA RASTVARAČA ZAMENOM PRESA U POGONU SPC

Vladimir Šarac, Zoran Nikolovski, Milan Ševo, Branislav Sremčev

Sojaprotein D.O.O., Bečej, Srbija

IZVOD

Proces proizvodnje tradicionalnih sojinih proteinskih koncentrata (SPC) obuhvata sledeće operacije: prosejavanje ulaznog materijala, ekstrakciju šećera i ostalih materija rastvorljivih u rastvoru voda/alkohol, presovanje materijala iz ekstraktora u cilju uklanjanja rastvarača, tostovanje i potpuno uklanjanje rastvarača iz čvrstog dela, kao i dodatne procese prosejavanja i mlevenja.

Cilj presovanja je uklanjanje rastvarača iz čvrstog dela materijala koji se dobija nakon ekstrakcije. Uobičajeni sadržaj rastvarača u materijalu iz ekstraktora je 60-62% isparljivih materija, koje predstavljaju voda i etanol. Cilj presovanja je uklanjanje što je moguće više rastvarača kako bi se rasteretio sledeći korak procesa, u kom se termičkim tretmanom uklanja rastvarač.

Ključne reči: sojin proteinski koncentrat, presovanje, rastvarač

REPLACEMENT OF THE PRESS IN THE SPC PLANT IN ORDER TO INCREASE THE EFFICIENCY OF SOLVENT REMOVAL

ABSTRACT

Traditional soybean protein concentrates (SPC) are produced by sieving input material, extracting sugar and other substances soluble in water/alcohol solution, pressing the material from the extractor in order to remove the solvent, toasting and complete removal of the solvent from the solid part, along with further sieving and grinding processes.

The purpose of the pressing process is solvent removal from the solid part of the material obtained after extraction. The usual solvent content in the material from the extractor is 60-62% of volatiles, mainly water and ethanol. The goal of pressing is to remove as much solvent as possible to relieve the next step where heat treatment removes the solvent.

Key words: soybean protein concentrate, pressing, solvent

UVOD

Tehnološki opis pogona za proizvodnju sojinog proteinskog koncentrata (SPC)

Sojin proteinski koncentrat (SPC) sadrži oko 70% proteina i predstavlja važan izvor proteina u ishrani ljudi i životinja. Priprema se uklanjanjem frakcije rastvorljivih šećera i nekih jedinjenja iz obezmašćene sojine sačme. Tokom tretmana, proteini prelaze u formu koja nije rastvorljiva, dok deo šećera ostaje rastvorljiv. Nakon toga se čvrst deo koji sadrži uglavnom proteine i nerastvorljive šećere disperguje u vodi, neutrališe do pH 7 ukoliko je potrebno, a zatim suši i na taj način se dobija sojin proteinski koncentrat (Guo, 2009). Većina komercijalno dostupnih koncentrata se dobija alkoholnom ekstrakcijom.

U pogonu za proizvodnju sojinog proteinskog koncentrata obezmašćene tostovane bele flekice (UTBF) se lančastim transporterom dopremaju u prijemne ćelije alkoholne ekstrakcije. Flekice iz ovih ćelija prelaze preko sita kako bi se odvojile krupne frakcije, koja se dalje kreću preko puževa za natapanje u ekstraktor. Sitna frakcija se pneumatskim transportom šalje u odeljenje brašna i griza. U horizontalnom ekstraktoru se odvija tehnološki proces unakrsne, višestepene, protivstrujne ekstrakcije pomoću rastvarača voda/etanol. U procesu ekstrakcije dolazi do izdvajanja rastvorljivih šećera iz flekica, te se nakon ekstrakcije dobijaju dva toka materijala: čvrsti i tečni.

Čvrsti tok materijala čini tok sojinog proteinskog koncentrata koji je natopljen rastvaračem. Ovaj materijal prolazi kroz prese i potom se lančastim transporterom doprema u uređaje za desolventizaciju/tostovanje), a nakon toga i u uređaj za sušenje i hlađenje. Nakon sušenja i hlađenja, dobija se međufazni proizvod sojin proteinski koncentrat koji se pneumatskim transportom šalje u pogon obrade sojinog proteinskog koncentrata.

Deo materijala sa presa se doprema u lančasti transporter, bunker i zatim pužnim transporterom ulazi u cevni sistem za desolventizaciju.

Tečni tok materijala čini bogata miscela čijom se višestepenom destilacijom izdvaja rastvarač iz sojine melase. Sojina melasa se koncentriše u postupku uparavanja i sušenja i šalje u tank kotlarnice za biomasu. Sojina melasa se koristi kao energent i kao dodatak hrani za životinje.

Celokupan pogon ekstrakcije je pokriven sistemom za apsorpciju para etanola koje se nakon desorpcije i kondenzacije vraćaju u tehnološki proces.

Za potrebe hlađenja i obaranja para etanola koristi se rashladni sistem.

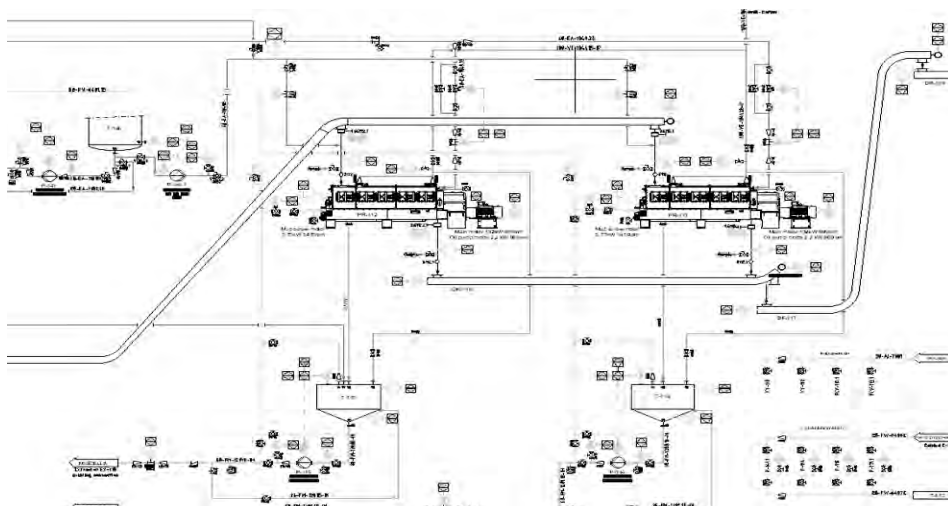
Pogon za obradu sojinog proteinskog koncentrata

Međufazni sojin proteinski koncentrat se skladišti u ćelijama pogona za obradu sojinog proteinskog koncentrata. SPC se melje na mlinu radi postizanja granulacije definisane u specifikaciji pojedinih proizvoda. SPC odgovarajućeg kvaliteta se pakuje u tzv. *big bag* vreće, izdaje preko rinfuz ćelije, ili šalje u pogon za proizvodnju brašna i griza BiG i teksturiranih sojinih proteinskih koncentrata.

Pri proizvodnji teksturiranih sojinih proteina, međufazni proizvod se usitnjava na turbo mlinovima na određenu granulaciju, potom ekstrudira, prosejava, suši i pakuje na pakericama, odakle se šalje u magacin gotovih proizvoda (tehnička dokumentacija Sojaproteina).

PRESOVANJE U POGONU SPC

Čvrsti deo materijala iz ekstraktora sadrži 58-63% rastvarača (rastvor etanol-voda 62-68% m/m se koristi kao rastvarač). Nakon ekstraktora, ovaj čvrsti deo prolazi kroz pužne prese u cilju istiskivanja rastvarača. Istiskivanje rastvarača je potrebno da bi se smanjilo opterećenje sledećih tehnoloških operacija koje imaju za cilj potpuno uklanjanje rastvarača i sušenje samog proizvoda (slika 1).



Slika 1. Šematski prikaz P&I dijagrama sekcije presovanja
Figure 1. P&I diagram pressing section

Pre zamene presa 2022. godine, koristile su se jednopužne prese, a ukupan broj presa je bio tri. Tadašnje prese su instalirane 2011. godine u okviru izgradnje kompletnog pogona za proizvodnju SPC. Ove prese su zamenjene sa dvopužnim presama i sada ih ima dve (slika 2).

Cilj rada je da pokaže značaj zamene presa kao i sve benefite koji su ostvareni njihovom zamenom.



Slika 2. Dvopužne prese
Figure 2. Twin screw press

MATERIJAL I METODE RADA

Pri redovnoj kontroli procesa proizvodnje SPC, kontrolne tačke predstavljaju uzorci materijala pre i posle presa, analizira se sadržaj isparljivih materija. Obradeni su i analizirani podaci iz perioda 2022-2023. godine.

Analizirani su i troškovi električne i toplotne energije u sklopu redovnog praćenja troškova procesa proizvodnje. Obradeni su podaci za period od januara 2019. do aprila 2023. godine.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabelama 1 i 2 su prikazani prosečni rezultati merenja sadržaja rastvarača za SPC pre i posle presa, kao i rezultati praćenja operativnih troškova.

U periodu 2022-2023, prosečan sadržaj rastvarača u uzorcima pre prese je bio u rasponu od 59,76% do 61,86% zavisno od meseca kada je analiza rađena. Prosečan sadržaj rastvarača posle prese u periodu do zamene presa (do septembra 2022. godine) je bio u intervalu 55,88-57,52%. Razlika u sadržaju rastvarača u SPC pre i posle prese je bila u rasponu 3,55% do 4,45%.

Prosečan sadržaj rastvarača posle prese u periodu posle zamene presa se kretao u rasponu od 52,22% do 54,80%. Najviši udeo rastvarača posle prese je za 1% manji u odnosu na najniže dobijene vrednosti u periodu pre zamene prese. Nove prese su, takođe doprinele boljoj efikasnosti u pogledu uklanjanja rastvarača, te je razlika u sadržaju rastvarača pre i posle prese dva puta veća (7,06-8,93%) u odnosu na razliku pre zamene prese.

Tabela 1. Rezultati ispitivanja sadržaja rastvarača pre i posle presa
Table 1. Results of the solvent content test before and after the press

Godina Year	Mesec Month	Sadržaj rastvarača %(m/m) Solvent content % (m/m)		
		Pre presa Before press	Posle presa After press	Razlika Difference
2022	Januar January	61,34	57,52	3,82
	Februar February	60,21	56,61	3,60
	Mart March	60,19	56,59	3,60
	April April	60,18	56,63	3,55
	Maj May	60,63	57,00	3,63
	Jun June	59,76	55,88	3,88
	Jul July	59,96	55,63	4,33
	Avgust August	61,45	57,00	4,45
	Septembar September	Zamena presa Press change		
	Oktobar October	61,86	54,80	7,06
	Novembar November	61,51	52,91	8,60
	Decembar December	61,34	53,86	7,48
2023	Januar January	61,36	53,76	7,60
	Februar February	61,15	52,22	8,93
	Mart March	60,55	52,34	8,21
	April April	60,65	52,65	8,00



Tabela 2. Dijagram i tabela, operativni troškovi električne i toplotne energije po jedinici proizvoda 2019-2023

Table 2. Diagram and table, operating costs of electricity and termical energy per product unit 2019-2023

Operativni troškovi potrošnje toplotne energije po jedinici proizvoda u vidu vodene pare imaju trend pada, a značajnije umanjeno je zabeleženo 2023. godine, 11% niže u odnosu na 2022. godinu. Operativni troškovi potrošnje električne energije po jedinici proizvoda imaju trend pada tokom godina, značajan pad nastupa od 2022 godine i zamene presa, ukupna razlika za 2022. i 2023. godinu u zbiru je 21%.

ZAKLJUČAK

Zamenom presa u septembru 2022. godine primećeno je smanjenje sadržaja rastvarača u materijalu posle presa u rasponu od 3,5% do 4%. To je doprinelo manjem opterećenju sistema za kompletno uklanjanje rastvarača i konačno umanjeno operativnih troškova za toplotnu energiju od 11%.

Ugradnjom novih dvopužnih presa ostvareno je uvećanje i stabilizacija ukupnog kapaciteta proizvodnje SPC-a što je za posledicu imalo umanjeno potrošnje električne energije po jedinici proizvoda za 21%.

uo

LITERATURA

1. Guo, M. (2009). Soy Food Products and their Health Benefits (Chapter 7). Ed. M. Guo, In: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Functional Foods, Principles and Technology. Woodhead Publishing; pp. 237-277. <https://doi.org/10.1533/9781845696078.237>
2. Tehnička dokumentacija Sojaprotein d.o.o., Bečej

ADM SOJAPROTEIN TEKSTURIRANI SOJINI PROTEINI

Jovana Doroslovac, Aleksandar Kiš, Milan Ševo

Sojaprotein D.O.O., Bečej, Srbija

IZVOD

Krajem 2021. godine Sojaprotein DOO postaje veoma važan član ADM porodice. ADM je jedna od vodećih globalnih kompanija u oblasti prehrambene industrije i agrobiznisa. Savremena tehnologija prerade sojinog zrna u fabrici Sojaprotein omogućava ponudu raznovrsnog asortimana kojim se može pohvaliti malo prerađivača soje. Proizvodi imaju široku primenu u prehrambenoj industriji, gde se koriste njihove funkcionalne osobine i povećava hranljiva vrednost gotovih proizvoda. U radu će biti reči o procesu ekstrudiranja sojinog proteinskog koncentrata.

Ključne reči: ADM, sojin proteinski koncentrat, ekstrudiranje

ADM SOJAPROTEIN TEXTURED SOY PROTEIN

ABSTRACT

At the end of 2021, Sojaprotein DOO becomes a very important member of the ADM family. ADM is a global leader in nutrition and agricultural origination and processing. The modern technology of soybean processing at the Sojaprotein factory enables the offer of various soy products, which are widely used in the food industry, where their functional properties are used and increases the nutritional value of finished products. The paper will discuss the process of extruding soy protein concentrate.

Key words: ADM, Soy protein concentrate, extruding

UVOD

Potrošači širom sveta sve više traže opcije ishrane da se mogu osećati dobro i opcije koje podržavaju njihov zdrav način života.

Ovo sugeriše da traže opcije na bazi biljaka, ali i hranu sa sastojcima za koje mogu da veruju da imaju manji uticaj na životnu sredinu. Soja je bogata proteinima i hranljivim sastojcima, obezbeđujući esencijalne aminokiseline i vlakna, a istovremeno

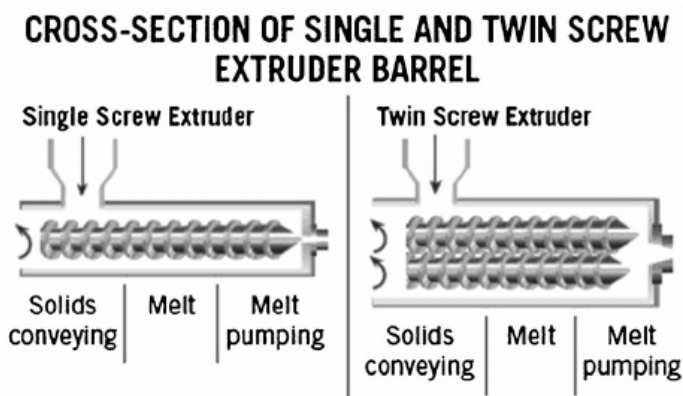
može da poprими različite ukuse i teksture. Sojaprotein izvozi izuzetne proizvode od soje više od 40 godina, i zajedno sa ADM-om je sada najveći uzgajivač i proizvođač visokokvalitetnih sastojaka soje u Evropi i poreklom iz Evrope.

Sojaprotein prerađuje isključivo NON GMO soju (EU Regulatoriva <0,9% GMO; ADM Sojaprotein ima striktniji zahtev <0,1% GMO).

MATERIJAL I METODE RADA

Proces ekstrudiranja

Tehnologija ekstrudiranja prisutna je u različitim granama industrije već dugi niz godina. Sama reč „ekstrudiranje” znači oblikovanje mekih materijala pomoću puža, koji potiskuje masu da „teče” kroz otvore, ili matrice. Pri tome se mogu menjati jedan, ili više parametara procesa u različitim fazama obrade materijala, što rezultuje različitim karakteristikama dobijenog proizvoda.



Slika 1. Tipovi ekstrudera
Figure 1. Types of extruders

Temperature unutar ekstrudera iznose preko 100°C, ali visok pritisak koji vlada u cevi onemogućava isparavanje vode iz vlažne prehrambene sirovine. Potiskivanjem kroz specifični otvor i izlaskom iz polja visokog pritiska, voda iz mase naglo isparava, usled čega dolazi do širenja u manjoj, ili većoj meri.

Matrice su konstruisane tako da daju željeni oblik obrađenoj i osušenoj masi, ili da je samo rasprše. Drugim rečima, čitav postupak podrazumeva nekoliko pojedinačnih operacija mešanja, kuvanja, gnječenja, smicanja, oblikovanja i formiranja produkta, pri uslovima dejstva visoke temperature u kratkom vremenu (HTST-High Temperature-Short Time).

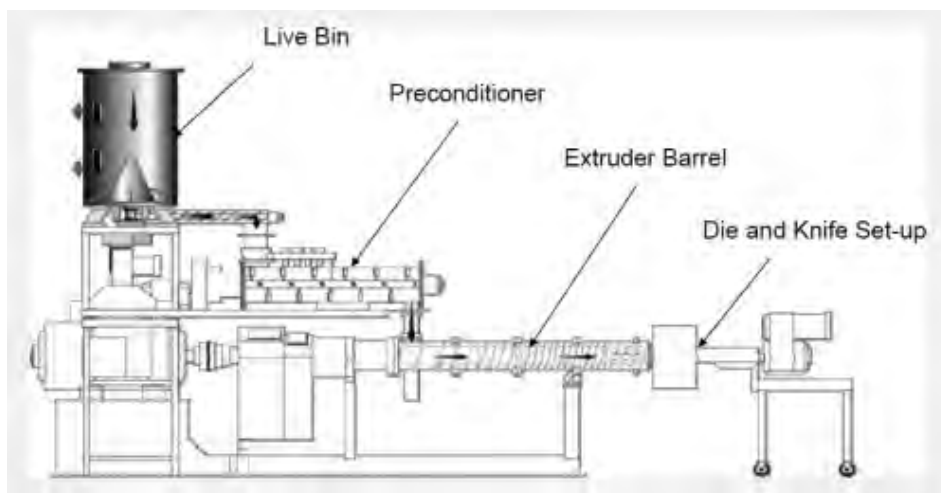
U procesu ekstrudiranja soje najzastupljenija su dva tipa ekstrudera: jednopužni i dvopužni ekstruder.

Proizvodnja teksturiranog sojinog proteinskog koncentrata

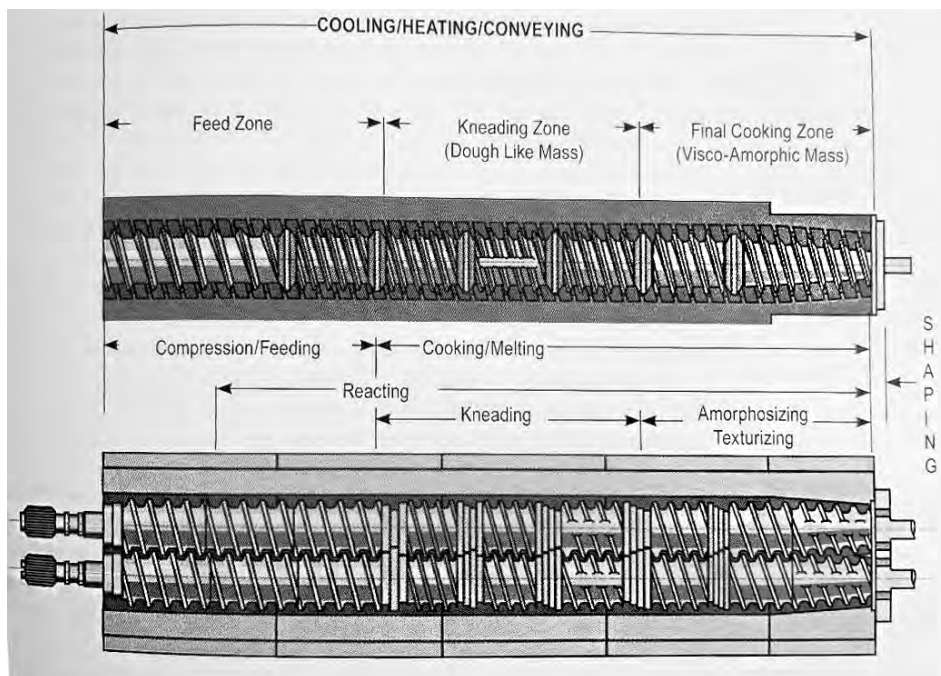
Proizvodnja teksturiranih sojinih proteinskih koncentrata (TSPC) u fabrici ADM Sojaprotein odvijala se na dvopužnom Buhler ekstruderu. Najnovijom investicijom ADM Sojaprotein je proširio kapacitete za proizvodnju TSPC, ugradnjom dvopužnog Wenger ekstrudera.

Oprema za ekstruziju (slika 2 i 3) sastoji se od sledećih delova:

- Tampon ćelija za doziranje materijala konstantnom brzinom;
- Prekondicioner za ravnomerno mešanje, hidrataciju i delimično kuvanje proizvoda (dodavanjem pare i vode);
- Ekstruder koji prenosi, komprimuje i potpuno kuva materijal primenom toplotne i mehaničke energije;
- Matrica pričvršćena na kraju izlaza ekstrudera (definisanjem broja i oblika otvora, definišemo izgled proizvoda);
- Nož montiran ispred matrice (na osnovu njegove brzine kontrolišemo dužinu proizvoda nakon izlaza iz matrice);



Slika 2. Oprema za ekstruziju
Figure 2. Extrusion processing equipment



Slika 3. Zone procesa ekstrudiranja
Figure 3. Extrusion processing zones

Nakon izlaska iz ekstrudera, materijal se pneumatskim transportom šalje na vlažno mlevenje ili direktno na sušenje/hlađenje.

U zavisnosti od tipa proizvoda koji želimo da dobijemo, materijal se melje na Fitz ili Urshell mlinovima.

U tabeli 1 dati su rezultati analiza uzoraka sojinog proteinskog koncentrata (sirovina za proizvodnju teksturiranih sojinih proteinskih koncentrata).

Tabela 1. Rezultati ispitivanja
Table 1. Test results

Analiza / Analysis	Tradcon F 100
Vlaga / Moisture (%)	6,16
Protein as is (%)	64,64
Protein sm / Protein dm (%)	68,91
Propad kroz sito 0,150 mm / Pass through sieve 0,150 mm (%)	90,0

REZULTATI I DISKUSIJA

Na slici 3 prikazan je izgled, a u tabeli 2 dati su standardni proizvodi teksturiranog sojinog proteinskog koncentrata.



Slika 4. Izgled teksturiranih proizvoda
Figure 4. Appearance of textured products

Tabela 2. Tradcon T proizvodi
Table 2. Tradcon T products

Proizvod/ Product	Opis/ Description	Šifra proizvoda/ Product Code	Granulacija/Particle Size
TRADCON T	Minced	BFL470000001	0.5-5 mm min. 85%
TRADCON T	Flakes	BFL470000013	0.5-6 mm min. 85%
TRADCON T	Strips	BFL470000051	5-30 mm min. 85%
TRADCON T	Stroganoff	BFL470000165	(10-15)×(40-55) mm min. 85%
TRADCON T	Crumble	BFL470000058	0.5-6 mm min. 85%
TRADCON T	Mini Stroganoff	BFL470000066	Irregular shape

Primena sojinih teksturiranih koncentrata

Na slici 5 prikazana je primena sojinih teksturiranih koncentrata.



Slika 5. Primena sojinih teksturiranih koncentrata
Figure 5. Textured soy protein concentrate application

Kebab od biljnih proteina

Proizvod: Tradcon T minced, Tradcon T flakes

Dodaci: Malt ekstrakt L2, jagnjeća aroma u prahu VPS 6870, giros začini, AccelFlex™ FS 522-503, AccelFlex™ FS 100

Kebab je uobičajna brza hrana („street food”) na evropskom tržištu, a sočni kebab na biljnoj bazi je raznovrsna alternativa mesu prepuna ukusa i teksture.

Izazov: Napraviti proizvod u stilu jagnječeg kebaba na biljnoj bazi koji izgleda i ima ukus na bazi mesa.

Rešenje: Savršenom kombinacijom tekturiranih sojinih proteina, kulinarски napravljenim ukusom jagnetine i mešavinom marinade iz ADM Savory portfolija, uz tehničku podršku tima za primenu uspešni smo da formulišemo savršeno rešenje u stilu jagnjetine na bazi biljnih proteina.

Ribljí fileti na biljnoj bazi

Proizvod: Tradcon T flakes

Dodaci: FARR 578 Nat Cod Fish type, AccelFlex™ FS 100

Pohovani ribljí štapići su omiljeni na trpezama potrošača, koji se dopadaju svim uzrastima. Ribljí štapići prilagođeni veganima, donosi čist ribljí ukus i hrskavu teksturu.

Izazov: Napraviti veganski riblji štapić koji će odobriti deca i dati čist ukus morskih plodova i savršen zalogaj.

Rešenje: Koristeći teksturirane proteine evropskog porekla, naš tim je uspeo da stvori alternativu ribe na biljnoj bazi koja izgleda i ima ukus sličan proizvodu na bazi ribe. Znajući da je čist ukus najvažniji iskoristili smo stručnost tima da razvije veganski ukus ribe bakalara, kako bi doneo bogate riblje note.

Sočan i ukusan burger na bazi biljnih proteina

Proizvod: Tradcon T Minced, Tradcon T Flakes

Dodatak: Sistem za emulgovanje

Burgeri su uvek omiljeni izbor potrošača. Verzije zasnovane na biljnim proteinima, hranljiva i ukusno začinjena pljeskavica sa ukusom govedine, potrošačima će biti teško da uoče razliku prilikom poređenja sa burgerima zasnovanim na mesnim proteinima. Ovaj burger daje svu teksturu i sočnost pljeskavice napravljene od govedine, ali je zapravo na biljnoj bazi i napravljena od održivih proteina poreklom iz Evrope.

Izazov: Napraviti ukusan biljni hamburger koji je podjednako ukusan kao i konvencionalni hamburger, što više odgovara sve većem broju potrošača koji sebe svrstavaju u grupu fleksiterijanaca.

Rešenje: Poboljšana sojinim proteinima evropskog porekla, ova klasična alternativa pljeskavicama za pljeskavice nema kompromis u pogledu ukusa, teksture i sočnosti. Izgledaće sjajno na bilo kom meniju i doneti zalogaj i žvakanje hrane koju gosti žele.

Zahvalnica

Zahvaljujem se kolegi Aleksandru Kiš na nesebičnoj podršci, svakodnevnom učenju o magiji ekstrudiranja i savršenoj saradnji, konsultacijama svih ovih godina.

ZAKLJUČAK

Sa ADM-om, imate partnera koji kombinuje temeljno razumevanje sastojaka soje sa visokom tehničkom genijalnošću. Donosimo preko 75 godina iskustva u dizajnu alternativnih proteina i ukusa i nudimo vrhunsku kulinarsku i istraživačko-razvojnu ekspertizu.

LITERATURA

1. Joseph, M., Hebert, R. (2020). Extrusion Processing: A Versatile Technology for Producing Foods and Feeds, Wenger Manufacturing, Sabetha, Kansas, U.S.A.
2. Kearns, J.P., Rokey, G., Huber, G. (2003). Extrusion of Texturized Proteins, Wenger International, Inc., Kansas City, Missouri, U.S.A.
3. Mian, N. Riaz (2000). Extruders in Food Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Filadelfia, USA.

UGLJENIHIDRATI U SOJI I PROIZVODIMA OD SOJE

Ljiljana Vujačić¹, Gordana Nović¹, Jovana Doroslovac²

¹SP Laboratorija a.d., Bečej, Srbija

²Sojaprotein d.o.o., Bečej, Srbija

IZVOD

Poslednjih nekoliko godina, soja dobija sve veći značaj u ishrani gojaznih, dijabetičara, profesionalnih sportista i svih drugih kategorija ljudi koji vode računa o svom zdravlju jer sadrži mali procenat usvojivih šećera. Celo zrno soje ima veoma nizak glikemijski indeks (GI), što je mera uticaja hrane na porast šećera u krvi posle obroka.

U ovom radu predstavljeni su podaci za sadržaj monosaharida, disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata utvrđenih u SP Laboratoriji, analizom uzoraka sojinog zrna i sojinih proizvoda sa tržišta u periodu od 2017 do 2022 godine.

Ključne reči: monosaharidi, disaharidi, oligosaharidi, ugljeni hidrati, sojino zrno, proizvodi od soje

CARBOHYDRATES IN SOY AND SOY PRODUCTS

ABSTRACT

In the last few years, soy has gained increasing importance in the diet of obese, diabetics, professional athletes and all other categories of people who take care of their health because it contains a small percentage of sugar. Whole soybeans have a very low glycemic index (GI), which is a measure of a foods effect on the rise sugar in blood after meal.

This paper presents data on the content of monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides and carbohydrates obtained in the SP Laboratory, by analyzing samples of soybeans and soybean products from the market in the period from 2017 to 2022.

Key words: monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides, carbohydrates, soybeans, soybean products

UVOD

Soja (*Glucine hispida*) jednogodišnja biljka iz porodice mahunarki, jedna od najstarijih kultura čijim se imenom vekovima označava nepresušni izvor biljnog mesa, mleka, sira, hleba, ulja za ogromno stanovništvo koje živi na istoku. Zato je i dobila naziv zlatno zrno istoka. Kineski anali spominju je otprilike 2000 godina pr.n.e.. Počevši od tada pa sve do danas ona je ostala gotovo jedini izvor belančevina za mnoge generacije. Zbog toga mnogi istoričari održanje pojedinih nacija pripisuju soji kao odlično odabranoj hrani.

Evropa je prihvatila soju u 18. veku. Za propagiranje soje kao ljudske hrane značajnu zaslugu ima dr X. V. Miler, lekar-misionar u Kini, koji je odmah posle svog dolaska u ovu zemlju 1902. godine, zapazio soju kao hranu koju je stanovništvo rado upotrebljavalo, ali i vrednost i vidni doprinos sojinog mleka u ishrani male dece. Hranljiva vrednost soje je vrlo velika. Soja pripada grupi od pet značajnih namirnica bogatih belančevinama. Njena hranljiva vrednost ogleđa se najpre u velikom postotku kvalitetnih belančevina i ulja. Soja se nalazi u grupi zaštitnih namirnica zbog toga što sadrži dosta i vitamina i minerala. Ona se odlikuje bogatim sadržajem kalcijuma, fosfora, gvožđa, što se ne odnosi samo na soju u zrnu, već i na njeno brašno i griz. Zelena soja sadrži vitamine A i B i nešto vitamina C. Suvo zrno soje ne sadrži vitamin C i ima znatno manje vitamina A, ali zato sadrži gotovo tri puta više vitamina B, na primer, od boranije.

Ulje od soje ima vitamin A i D i dobar je izvor vitamina E, F i K. Vitamin F je u stvari grupa posebnih masnih sastojaka poznatih kao nezasićene masne kiseline. Sojino ulje je jedno od najkoncentrovanijih izvora ovih masnih kiselina.

Sadržaj ugljenih hidrata (skrob i šećeri) u soji je vrlo mali. Većina ovih ugljenih hidrata su takvog kvaliteta i vrste da ih telo ne može dobro iskoristiti. Soja i u tome ima prednost, jer sadrži oko 12, a zelena samo 6 procenata ugljenih hidrata biljnog porekla. Mali procenat skroba i šećera čine soju značajnom u ishrani gojaznih, dijabetičara, profesionalnih sportista i svih drugih kategorija ljudi koji vode računa o svom zdravlju. Pošto ima malo ugljenih hidrata, celo zrno soje ima veoma nizak glikemijski indeks (GI), što je mera uticaja hrane na porast šećera u krvi posle obroka.

Soja može da se upotrebljava u raznim oblicima kao zelena, suva, kao celo zrno, lomljeno zrno, brašno, kao isklicala, kao biljno meso, mleko, sir, hleb, ulje, kao kafa, slatkiš.

Proporcija sastava semena određuje upotrebu soje. Na primer, sorte sa visokim sadržajem ulja preferiraju industrije biljnog ulja i soje-dizela, dok prehrambenim proizvodima od soje obično je potrebno manje ulja, ali veći sadržaj proteina i određeni sadržaj šećera. Sadržaj proteina i ulja u soji je detaljno ispitan, posebno pri oplemenjivanju biljaka i u genetici od kvantitativne genetike do molekularnog mapiranja i identifikacije gena kandidata (Vang et al., 2014; Hvang et al., 2014; Zhang et al., 2018). Relativno, manje su rađene studije o sadržaju šećera i vlakana u soji. Seme soje, pored bogatog sadržaja proteina (40%) i ulja (20%), sadrži i oko 33% ugljenih hidrata, od kojih su do 16,6% rastvorljivi šećeri. Glavni šećeri prisutni u semenu soje su glukoza, fruktoza, saharoza, rafinoza i stahioza. Saharozna

čini 41,3–67,5%, rafinoza 5,2–15,8%, a stahioza 12,1–35,2% ukupnih rastvorljivih šećera u semenu soje [1]. U soji se mogu naći i drugi šećeri u tragovima, kao što su pinitol, mio-inozitol, verbaskoza, galaktoza, arabinoza i manoz. Šećeri u semenu soje utiču na kvalitet sojine hrane, svarljivost i hranljive vrednosti. Jedna od najvažnijih komponenata ukupnog šećera je saharoza (disaharid) koja daje veoma važnu ulogu upotrebi soje u ishrani (Kumar et al., 2010; Song et al., 2013). Slično tome, monosaharidi glukoza i fruktoza takođe lako vare i stoga bi trebalo da budu vredni istraživanja, posebno za upotrebu u ishrani soje kao što je edamam (Song et al., 2013). Međutim, dva oligosaharida, rafinoza i stahioza, ne mogu se variti kod monogastričnih životinja i izazivaju nadutost (Choct et al., 2010). Smanjena koncentracija i rafinoze i stahioze je poželjna u prehrambenoj industriji soje kao što je proizvodnja sojinog mleka i tofua (Kumar et al., 2010; Saldivar et al., 2011).

Prerodom soje danas se dobijaju veoma popularni proizvodi sa visokim sadržajem proteina i niskim sadržajem ugljenih hidrata kao što su koncentрати i izolati.

Sve veća popularnost soje kao hrane objašnjava se i promenom strukture čovekovog obroka. Ugljenohidratna i masna komponenta u obrocima se smanjuje, a povećava se proteinska komponenta. Energetski, visokokalorični deo obroka u ishrani više nije potreban u onoj mjeri kao ranije, kada je čovjek obavljao teške poslove.

Cilj rada: Sagledavanje značaja šećera: monosaharida (glukoze, fruktoze), disaharida (saharoze, laktoze i maltoze), oligosaharida (rafinoza, stahioza, verbaskoza izraženih kao rafinoza), sadržaj ugljenih hidrata, potebe za njihovim utvrđivanjem u namirnicama, osvrt na metode određivanja, pregled rezultata dobijenih u periodu 2017-2022 godine kao i poređenje vrednosti dobijenih u sojinom zrnju i vrednosti u sojinim proizvodima, posle različitih tretmana u toku procesa prerade sojinog zrna.

MATERIJAL I METODE

Kontrolom kvaliteta sojinih proizvoda, SP Laboratorija je počela da se bavi još od svog osnivanja 1983 godine. Za sva ispitivanja koja su rađena u soji i sojinim proizvodima SP Laboratorija je akreditovana prema SRPS ISO/IEC 17025/2017 (obim akreditacije dostupan na sajtu akreditacionog tela Srbije www.ats.rs)

Za analizu u ovom radu korišćeni su podaci dobijeni u SP Laboratoriji, analizom uzoraka soje i proizvoda od soje sa tržišta u periodu od 2017 do 2022 godine.

Kao parametri pratiće se sadržaj monosaharida (glukoze (GL), fruktoze (FR), disaharida (saharoze (SAH), laktoze (LAK) i maltoze (MAL)), oligosaharida (rafinoza (RAF), stahioza (STAH), verbaskoza (VER) izraženih kao rafinoza), sadržaj ugljenih hidrata i njihova promena od sirovine sojinog zrna do gotovih proizvoda i to :

- Punomasnih proizvoda (brašno i griz) čiji je sadržaj proteina min. 38% na sm sadržaj masti min. 18% na sm
- Malomasnih proizvoda (brašno i griz) čiji je sadržaj proteina min. 45% na sm i sadržaj masti max. 9% na sm
- Obezmašćenih proizvoda od soje (brašno i griz) čiji je sadržaj proteina min. 47% na sm i sadržaj masti max. 2% na sm

- Koncentrovanih belančevine soje, čiji je sadržaj proteina min. 65% na sm i sadržaj masti max. 2% sm

- Izolovanih belančevine soje, čiji je sadržaj proteina min. 86% na sm i sadržaj masti max. 1% na sm

Određivanje sadržaja šećera (glukoze, fruktoze, saharoze, laktoze i maltoze) urađeno je na IC sa elektrohemijским detektorom, LOQ 0,01%.

Određivanje sadržaja ugljenih hidrata urađeno je računski (100-vlaga-protein-mast-pepeo- dijetetskih vlakana koja ne uključuju frakcije manje molekulske mase).

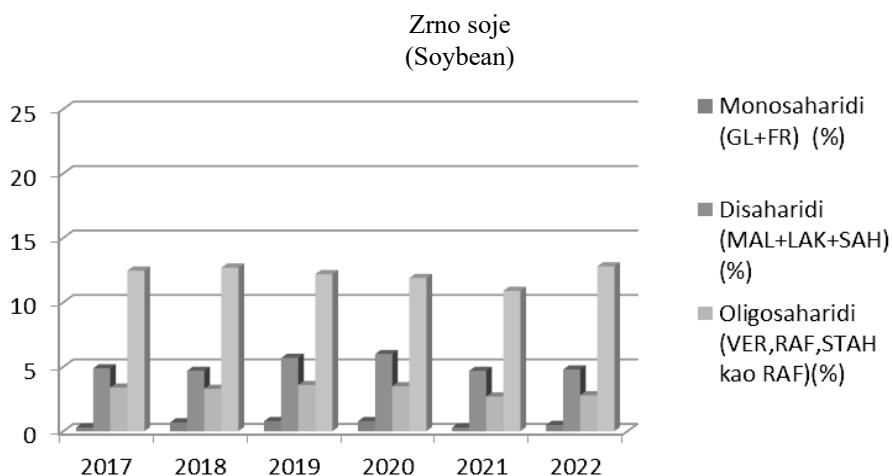
Određivanje sadržaja oligosaharida (rafinoza, stahioza, verbaskoza) izraženih kao rafinoza (%) urađeno je prema **Uputstvo proizvođača: Megazyme MEG K-RAFGL (RAFINOSE / SUCROSE / GLUCOSE) Assay Procedures.*

Tabela 1. Ispitivani parametri i metode
Table 1. Parameters and Methods used for analyses

Parametar /Parameter	Metoda/ Method	Princip/ Principe	Opseg merenja/ Measurement range
Sadržaj vode	Pravilnik (3), metoda 1	Sušenje	min 0,01 %
Sadržaj sirovih belančevina (N*6,25)	SRPS EN ISO 16634- 1:2010	Totalno sagorevanje	min 0,1 %
Sadržaj sirovog pepela	NMKL 173, 2nd Ed.:2005	Žarenje	min 0,01%
Sadržaj sirovih masti	Pravilnik (3), metoda 2	Soxhlet	min 0,05%
Sadržaj ugljenih hidrata	VM/MET 719 (4)	Računski	-
Sadržaj dijetetskih vlakana ne uključujući frakcije manje molekulske mase	AOAC 985.29:2003	Enzimska, gravimetrijska metoda	min 0,5%
Sadržaj šećera (saharoza, fruktoza i glukoza, maltoza,laktoza)	VM/MET 938 (5)	IC sa elektrohemij. detektorom	min 0,01%
Sadržaj oligosaharida (rafinoza, stahioza, verbaskoza) izraženih kao rafinoza	Megazyme MEG K-RAFGL	Enzimsko, spektro- fotometrijska metoda	min 0,01%

REZULTATI I DIKUSIJA

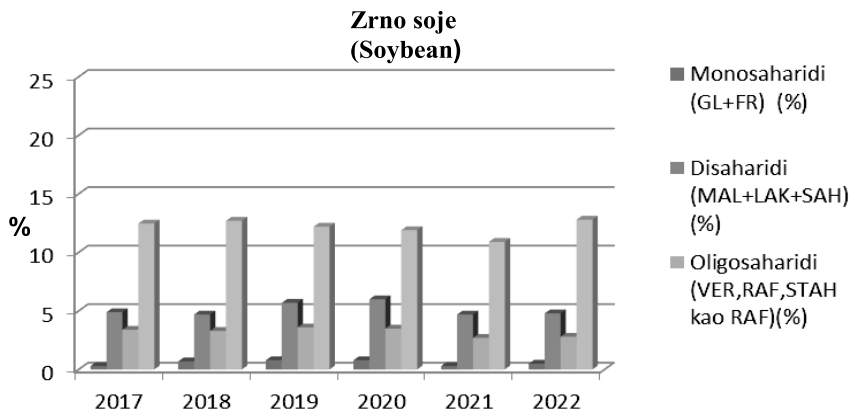
U periodu od 2017 do 2022 godine, u SP Laboratoriji, analizirani su uzorci sojinih proizvoda koji se razlikuju, kako po sadržaju proteina i sadržaju masti tako i po sadržaju šećera (monosaharida, disaharida, oligosaharida) i ugljenih hidrata. Tokom ovog perioda praćen je njihov sadržaj u sojinom zrnu i sojinim proizvodima dobijenim posle različitih tretmana u toku procesa prerade sojinog zrna. To su punomasni, malomasni, obezmašćeni sojini proizvodi, sojini koncentрати i izolati. Prikazani rezultati predstavljaju prosečne vrednosti rezultata analiziranih uzoraka tokom jedne kalendarske godine.



Grafik 1. Sadržaj monosaharida, disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata od 2017 do 2022 u zrnu soje

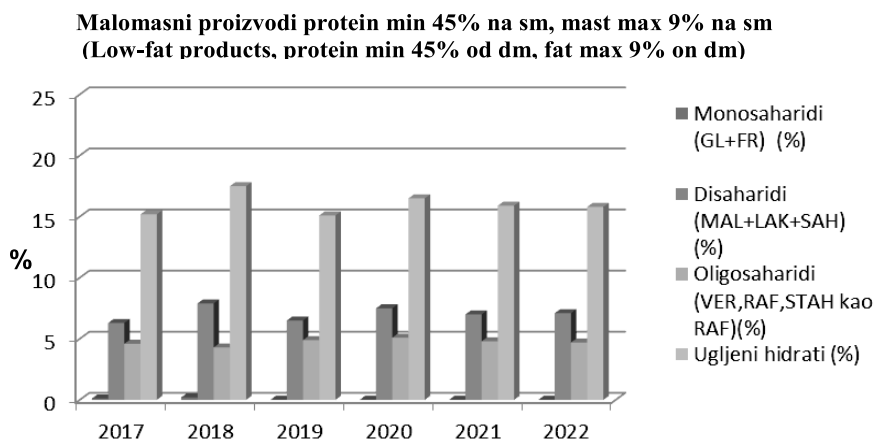
Figure 1. Content of monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides and carbohydrates from 2017 to 2022 year in soybeans

Kod sojiog zrna sadržaj monosaharida (glukoze i fruktoze) je tokom celog perioda bio ispod 1,0 %, sadržaj disaharida (maltoze i laktoze) ispod 0,1% a sadržaj disaharida (saharoze) kretao se od 4% do 6%, dok je sadržaj oligosaharida (rafinoze, stahioze i verbaskoze izraženih kao rafinoza) bio od 2% do 4% a sadržaj ugljenih hidrata oko 12%.



Grafik 2. Sadržaj monosaharida, disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata od 2017 do 2022, punomasni proizvodi protein min 40% na sm, mast min 18% na sm
Figure 2. Content of monosaharides, disaharides, oligosaharides and carbohydrates from 2017 to 2022 year, full-fat products protein min 40%, od dm, fat min 18% on dm

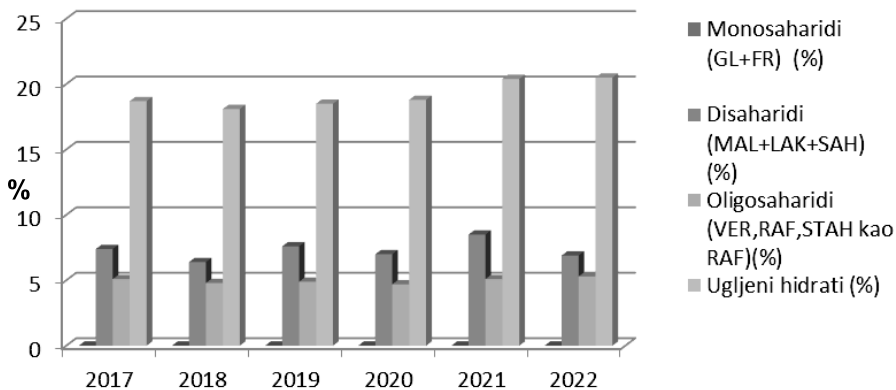
- Kod punomasnih proizvoda sadržaj monosaharida (glukoze i fruktoze) je tokom celog perioda bio ispod 0,5%, sadržaj disaharida (maltoze i laktoze) ispod 1% a sadržaj disaharida (saharoze) kretao se od 4% do 6%, toliki je bio i sadržaj oligosaharida (rafinoze, stahioze i verbaskoze izraženih kao rafinoza) dok je sadržaj ugljenih hidrata kretao od 12% do 16%.



Grafik 3. Sadržaj monosaharida, disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata od 2017 do 2022, malomasni proizvodi protein min 45% na sm, mast max 9% na sm
Figure 3. Content of monosaharides, disaharides, oligosaharides and carbohydrates from 2017 to 2022 year, low-fat products, protein min 45% on dm, fat max 9% on dm

- Kod malomasnih proizvoda sadržaj monosaharida (glukoze i fruktoze) je tokom celog perioda bio ispod 0,5% sadržaj disaharida (maltoze i laktoze) ispod 0,5% a sadržaj disaharida (saharoze) kretao se od 6% do 7,5%, sadržaj oligosaharida (rafinoze, stahioze i verbaskoze izraženih kao rafinoza) od 4% do 5,1%, dok je sadržaj ugljenih hidrata bio od 15% do 17,5%.

**Obezmašćeni proizvodi protein min 47% na sm , mast max 2% na sm
(Defatted products protein min 47% on dm, fat max 2% on dm)**

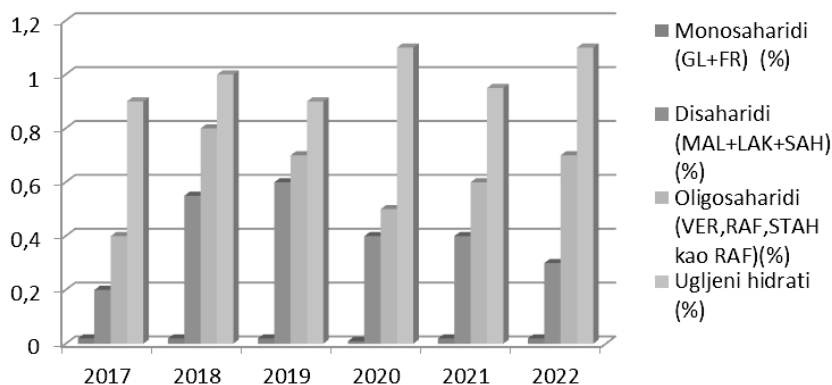


Grafik 4. Sadržaj monosaharida, disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata od 2017 do 2022, obezmašćeni proizvodi protein min 47% na sm, mast max 2% na sm

Figure 4. Content of monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides and carbohydrates from 2017 to 2022 year, defatted products protein min 47% on dm, fat max 2% on dm

- Kod obezmašćenih proizvoda, sadržaj monosaharida (glukoze i fruktoze) je tokom celog perioda bio ispod 0,5% sadržaj disaharida (maltoze i laktoze) ispod 0,5% a sadržaj disaharida (saharoze) kretao se od 6,5% do 8,1%, sadržaj oligosaharida (rafinoze, stahioze i verbaskoze izraženih kao rafinoza) od 4,5% do 5,5%, dok je sadržaj ugljenih hidrata kretao od 18 do 20,5%.

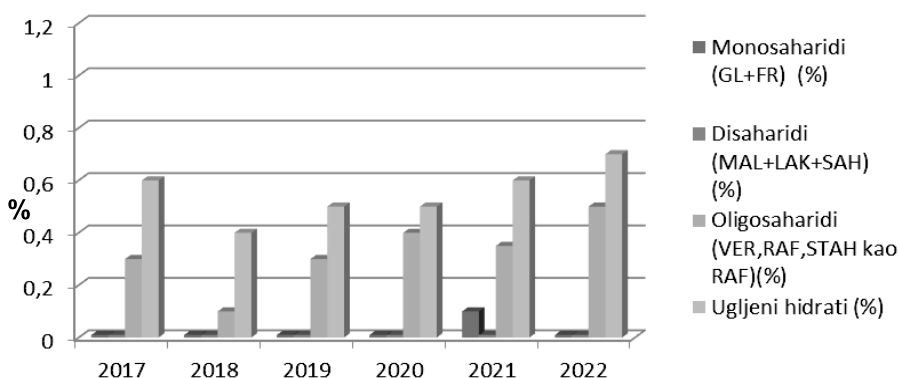
**Koncentrovane belančevine soje, protein min 65% na sm , mast max 2%, na sm
(Concentrated soy protein, protein min 65%, on dm, fat max 2% on dm)**



Grafik 5. Sadržaj monosaharida,disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata od 2017 do 2022, koncentrovane belančevine soje, protein min 65% na sm, mast max 2% na sm
Figure 5.Content of monosaharides, disaharides, oligosaharides and carbohydrates from 2017 to 2022 year, concentrated soy protein, protein min 65% on dm, fat max 2% od dm

- Kod koncentrovanih belančevina soje, sadržaj monosaharida (glukoze i fruktoze) je tokom celog perioda bio ispod 0,2% sadržaj disaharida (maltoze i laktoze) ispod 0,2 % a sadržaj disaharida (saharoze) manje od 0,6%, sadržaj oligosaharida (rafinoze,stahioze i verbaskoze izraženih kao rafinoza) ispod 0,8% , dok je maksimalni sadržaj ugljenih hidrata bio od 0,8 do 1,1%.

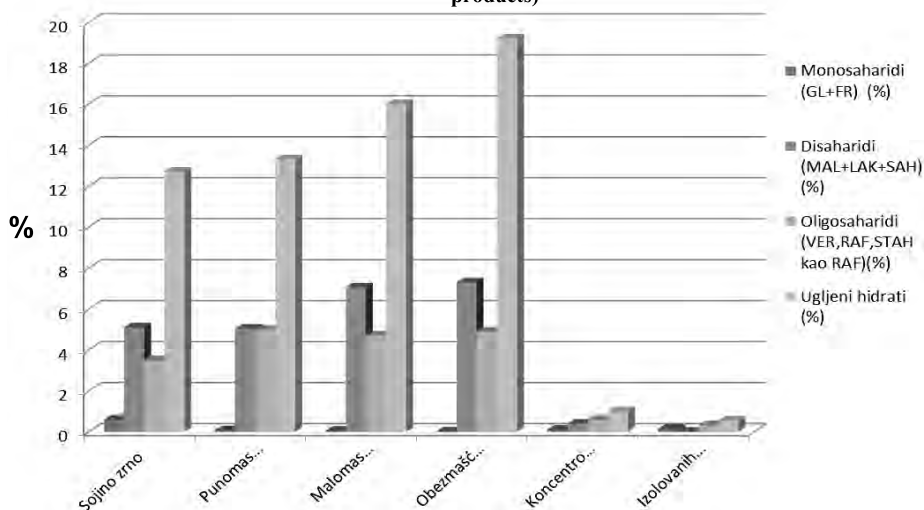
**Izolovanih belančevine soje, protein min. 86% na sm mast max. 1% na sm
Isolated soy protein, protein min. 86% on dm fat max. 1% on dm**



Grafik 6. Sadržaj monosaharida,disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata od 2017 do 2022, Izolovanih belančevine soje, protein min. 86% na sm mast max.1% na sm
Figure 6.Content of monosaharides, disaharides, oligosaharides and carbohydrates from 2017 to 2022 year, Isolated soy protein, protein min. 86% on dm fat max.1% on dm

- Kod izolovanih belančevina soje, sadržaj monosaharida (glukoze i fruktoze) je tokom celog perioda bio ispod 0,1% sadržaj disaharida (saharoze, maltoze i laktoze) ispod 0,1 % a sadržaj oligosaharida (rafinoze, stahioze i verbaskoze izraženih kao rafinoza) ispod 0,5%, dok je maksimalni sadržaj ugljenih hidrata bio od 0,7%.

**Sadržaj monosaharida, disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata zrnju soje i sojinim proizvodima
(Content of monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides, carbohydrates, soybeans, soybean products)**



Grafik 7. Sadržaj monosaharida, disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata u zrnju soje i sojinim proizvodima

Figure 7. Content of monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides and carbohydrates soybeans and soybean products)

Prikazani podaci su prosečne vrednosti rezultata dobijenih analiziranjem uzoraka tokom pet godine (2017godine do 2022 godine). Promene u sadržaju monosaharida, disaharida, oligosaharida i ugljenih hidrata prate promene u sadržaju proteina i masti u zavisnosti od tretmana u procesu dobijanja.

ZALJUČAK

1. Sadržaj ugljenih hidrata, kao i sadržaj pojedinih grupa šećera u proizvodima od soje, zavise od tehnološkog postupka prerade.

2. Poznavajući kvalitet polazne sirovine i pravilno vođenje procesa prerade, veoma uspešno se dobijaju proizvodi željenog sadržaja kako proteina i masti, tako i šećera i ugljenih hidrata.

3. Zahvaljujući visokom sadržaju proteina i niskom sadržaju šećera proizvodi na bazi soje su sve više prisutni u namirnicama namenjenim osobama sa dijabetesom i potrošačima koji se opredeljuju za veganske i vegetarijanske proizvode bogate

biljnim proteinima i vlaknima, a ujedno doprinose popravljaju NUTRI SCORE-a proizvoda u koje su dodati.

4. Tokom perioda od pet godina (2017godine do 2022 godine) nisu uočena značajna odstupanja u sadržaju pojedinih vrsta ugljenih hidrata za analizirane grupe proizvoda.

LITERATURA

1. A. Hou, **P. Chen**, A. Shi, B. Zhang, and Y.-J. Wang: , Sugar Variation in Soybean Seed Assessed with a Rapid Extraction and Quantification Method, **Research Article Open Access** Volume 2009 |ArticleID 484571 <https://doi.org/10.1155/2009/484571>
2. Uputstvo proizvođača: Megazyme MEG K-RAFGL (RAFINOSE / SUCROSE / NT romatografije visoke performanse sa anjonsklom izmenom
3. Pravilnik o kvalitetu belančevinastih proizvoda i mešavinabelančevinastih proizvoda za prehrambenu industriju (Sl.List RSbr.41/85,56/2003-dr.pavilnik, 4/2004-dr pravilnik)
4. VM/MET 719 je računaska metoda bazirana na: Pravilniku o deklarisanju i reklamiranju hrane (Sl. Glasnik br. 19/2017 и 16/2018), Guidelines on nutrition labelling,-CAC/ GL 2-1985, rev. 1993 & 2011, Food energy-methods of analysis and conversion factors, FAO Food and nutrition paper 77, Rome, 2003
5. VM/MET 938 je proširena standardna metoda SRPS ISO 11292:2020 – Instant coffee – Determination of free and total carbohydrate contents – Method using high-performance anion-exchange chromatography, proširena u delu predmeta ispitivanja (područja primene)
6. A. C. Eldridge, L. T. Black, and W. J. Wolf, “Carbohydrate composition of soybean flours, protein concentrates, and isolates,” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 27, no. 4, pp. 799–802, 1979.

SMANJENJE POTROŠNJE ENERGIJE TOKOM PELETIRANJA HRANE ZA KRAVE MUZARE UPOTREBOM SOJINE MELASE

*Viktor Stojkov¹, Slađana Rakita¹, Vojislav Banjac¹, Petar Ilić¹,
Strahinja Vidosavljević¹, Aleksandar Fišteš², Nemanja Bojanić²*

¹Univerzitet u Novom Sadu, Institut za prehrambene tehnologije u
Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

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

IZVOD

Sojina melasa (SM) se dobija prilikom proizvodnje proteinskog koncentrata soje i ona se može iskoristiti u proizvodnji hrane za životinje. (SM) pomaže u međusobnom vezivanju čestica tokom peletiranja. Cilj istraživanja je bio da se ispita uticaj SM na specifičnu potrošnju električne energije (SPE) pelet prese u toku proizvodnje peleta za krave muzare i uticaj na stepen otiranja peleta i tvrdoću peleta. Dodavanjem SM u smešu, statistički se značajno smanjila SPE, a otiranje peleta se nije statistički značajno promenilo, i došlo je do smanjenja tvrdoće peleta.

Ključne reči: sojina melasa, peletiranje, krave muzare, specifična potrošnja energije, fizički kvalitet peleta

ENERGY CONSUMPTION REDUCTION DURING PELLETING PROCESS OF DAIRY COW FEED WITH THE ADDITION OF SOY MOLASSES

ABSTRACT

Soy molasses (SM) is obtained during the production of soy protein concentrate, and it can be used in the production of animal feed. SM helps to bind the particles together. The aim of the research was to investigate the influence of SM on the specific energy consumption (SPE) of the pellet press during the production of dairy cow feed pellets, and the influence on the pellet durability index and pellet hardness. By adding SM to the mixture, the SPE of the pellet press had a statistically significant reduction and the pellet durability index did not statistically significantly changed, but there was a decrease in the pellet hardness.

Key words: soy molasses, pelleting, dairy cow, specific energy consumption, physical quality of pellets

UVOD

Zbog povećanja svetske populacije i boljeg životnog standarda, postoji porast globalnih zahteva za proizvodnjom hrane, pri čemu obezbeđivanje dovoljne količine hrane za potrebe stanovništva postaje ozbiljan izazov (Dineshbabu i sar., 2019). Povećana konzumacija proizvoda od životinja u ljudskoj ishrani pretili da usmeri proizvodnju hrane ka korišćenju sve većih količina konvencionalnih žitarica u ishrani životinja, što bi doprinelo povećanju korišćenja obradivog zemljišta, pritisku na prirodne resurse i povećanju emisije gasova staklene bašte (Martins i sar., 2021). Održivost proizvodnje hrane za životinje zahteva inovacije i razna naučna istraživanja kako bi se iskoristili nusproizvodi koji nastaju tokom proizvodnje prehrambenih proizvoda za ljude (Čolović i sar., 2019).

Jedna od sirovina koje može da se iskoristi u proizvodnji hrane za životinje je sojina melasa (SM). SM se dobija tokom proizvodnje sojinog proteinskog koncentrata koji se dobija tokom proizvodnje sojinog ulja i trenutno ima veoma nisku komercijalnu vrednost (Rodrigues i sar., 2020). Takođe, SM kao nusproizvod se proizvodi u veoma velikim količinama i delom se koristi kao izvor energije a delom se baca kao otpad. Njene organske materije mogu da zagade vazduh, a azot u njenom sastavu može da zagadi podzemne vode (Schop i sar., 2013).

SM je viskozna braon tečnost, slatko-gorkog ukusa. Sadržaj sirovih proteina u SM se kreće između 5-12 %, a sadržaj sirovih masti između 4-20 %. Značajno veći udeo u SM imaju šećeri, između 58-65 %, što je slično kao u melasi šećerne repe i šećerne trske (Rakita i sar., 2020).

Peletiranje je široko primenjivan proces u industriji hrane za životinje, i pokazao se kao veoma koristan proces koji smanjuje segregaciju sastojaka i smanjuje rasipanje mikronutrijenata (Soltani i sar, 2020). U procesu peletiranja, radi dobijanja kvalitetnijih peleta, često se koriste bajnderi. Danas najčešće korišćeni bajnderi su: lignosulfonat, bentonit, modifikovan celulozni bajnder i melasa. Melasa pomaže međusobno vezivanje između čestica tokom peletiranja, pošto rastvorljivi šećeri rekristalizuju nakon sušenja i hlađenja i između čestica se formiraju čvrsti mostovi (Mišljenović i sar., 2016).

Pelete sa melasom imaju povećanu tvrdoću i nasipnu masu (Zhai i sar., 2018), a takođe dodavanje melase u smešu pre peletiranja, može dovesti do smanjenja specifične potrošnje energije (SPE) tokom procesa peletiranja (Mišljenović i sar., 2016). Takođe, u istraživanju koje su sprovedi Miletić i sar., (2017), korišćenjem SM u ishrani, povećana je mlečnost krava kao i udeo proteina u mleku.

Cilj istraživanja u okviru ovog rada je bio da se ispita uticaj SM na SPE pelet prese u toku proizvodnje peleta za krave muzare i uticaj na stepen otiranja peleta (PDI) i tvrdoću peleta (TP).

MATERIJAL I METODE RADA

SM je donirana od strane fabrike Sojaprotein (Bečej, Srbija). Ostali korišćeni sastojci (kukuruz, sojina saćma, suncokretova saćma, stoćno brašno, kreda i so) su kupljeni od lokalnog proizvođaća (Nutricija, Ćurug, Srbija). Formulacija smeše je napravljena tako da bude izoproteinska sa tri različita nivoa ukljućenja SM (30, 60 i 90 g/kg). Formulacija smeša je prikazana u tabeli 1.

Tabela 1. Formulacija smeša hrane za krave muzare koja sadrži sojinu melasu
Table 1. Formulation of feed mixtures for dairy cow feed containing soy molasses

Sastojci (g/kg)	Smeša		
	SM-30	SM-60	SM-90
Kukuruz	570	540	530
Sojina saćma	140	140	140
Suncokretova saćma	140	140	140
Stoćno brašno	100	100	80
Kreda	10	10	10
So	10	10	10
Sojina melasa	30	60	90

SM-30, smeša sa 30 g/kg sojine melase

SM-60, smeša sa 60 g/kg sojine melase

SM-90, smeša sa 90 g/kg sojine melase

Peletiranje je urađeno u pilot postrojenju na Naućnom institutu za prehrambene tehnologije (FINS) u Novom Sadu. Suvi sastojci su samleveni korišćenjem mlina ćekićara (ABC Inženjering, Panćevo, Srbija), korišćenjem sita velićine 6 mm. Radi lakše manipulacije, SM je ugrejana na 50°C, i pomešana je sa potrebnom kolićinom vode. Vodata je dodata u kolićini da sadržaj vlage bude 13, 15 i 17 g/kg. Mešanje ingredijenata je urađeno u dvoosovinskoj lopatastoj mešalici laboratorijskog vakuum koutera (model F-6-RVC, Forberg International AS, Larvik, Norveška). Mešavina vode i SM je dodavana iz posude pod pristikom (2 bara) pomoću dvofazne dizne (Schlick, Untersiemau/Coburg, Nemaćka). Svi sastojci su zajedno mešani 90 sekudni da bi se postigla homogenost smeše.

Pelete su proizvedene hladnim peletiranjem (bez pare) koristeći pellet presu sa ravnim kalupom model 14-175 (Amandus Kahl, Nemaćka). Otvor matrice pelet prese je bio 8 mm, a debljina matrice 40 mm. Brzina protoka materijala je bila podešena da bude 20 ± 1 kg/h. Temperatura matrice pelet prese je merena ugrađenim termometrom PT 100, koji je postavljen da dodiruje spoljni zid matrice. Tokom skupljanja uzoraka, potrošnja energije pelet prese je merena ugrađenim uređajem i oćitavana je kao kW. SPE je izraćunata pomoću formule:

$$E_{sp} = \frac{E - E_0}{Q} * 1000 \quad (1)$$

gde E (kW) predstavlja potrošnju energije tokom peletiranja, E_0 je potrošnja energije pelet prese bez materijala, a Q (kg h^{-1}) je protok materijala.

Nakon proizvodnje, pelete su su ohlađene u hladnjaku sa fluidizovanim slojem vazduha na sobnu temperaturu (Inox Bavarija, Bački Petrovac, Srbija) oko 15 minuta da bi sadržaj vlage bio između 12 i 13 g/kg. Zatim su pelete čuvane 24 časova u skladišnim uslovima da bi se postigla stabilnost pre analize.

TP je određena korišćenjem KAHL pelet testera (Amandus Kahl, Nemačka) sa motorizovanim (poluautomatskim) zavrtanjem, i sila loma 10 nasumično odabranih peleta je izražen kao prosek u kilogramima.

PDI je izmereno korišćenjem Holmen prenosivim pelet testerom NHP 100 (TekPro Ltd, Norfolk, Ujedinjeno Kraljevstvo). Otprilike 100 g prethodno prosejanih (3,35 mm sito) je stavljeno u komoru i izloženo je struji vazduha 30 sekundi. Nakon toga, pelete su ponovo sakupljene i prosejane na situ (3,35 mm). Masa preostala na situ je izmerena, a PDI je izračunato kao procenat preostalih peleta.

Za statističku obradu rezultata korišćeni su softverski paketi MS Office Excel 2010 i Statistica StatSoft 14.0.0.15.

REZULTATI I DISKUSIJA

Izlazni parametri koji su se pratili tokom peletiranja su bili potrošnja energije pelet prese koja se zatim preračunala u SPE pelet prese i temperatura matrice pelet prese. Vrednosti SPE, PDI i TP dobijene variranjem udela SM i variranjem početnom vlažnošću smeše, prikazana je u tabeli 2. Temperatura matrice pelet prese tokom proizvodnje peleta hrane za krave muzare je bila između 61.50-78.15 °C i prikazano je u tabeli 2.

SPE (kWh/t) je bila najveća tokom probe 1 (60,77 kWh/t), kada je sadržaj vlage bio najniži (130 g/kg), a SM se nije dodavala. Takav rezultat je bio očekivan, pošto nizak sadržaj vlage ima manji lubrikantski efekat i tako utiče na veću SPE pelet prese (Thomas i van der Poel, 2020). Tokom probe 12, kada je bilo dodato 90 g/kg SM, a sadržaj vlage je bio 170 g/kg, dobijena je najniža SPE koja je iznosila 61,50 kWh/t. SM zbog svog lubrikantskog efekta utiče na smanjenje SPE pelet prese. Dodavanjem melase šećerne repe, Mišljenović i sar. (2016) su smanjili SPE pelet prese, što je slično našim rezultatima. Iz tabele 2 se može primetiti linearan pad SPE kada se posmatra isti sadržaj vlage a menja sadržaj SM. Kada se posmatraju probe sa sadržajem vlage od 150 g/kg, dobijena je statistički značajna razlika između kontrolne probe (bez dodatka SM) i ostale tri probe sa dodatkom SM (30, 60 i 90 g/kg) ($p < 0,05$). Kada se posmatraju probe sa sadržajem vlage od 170 g/kg, primećeno je da nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$) između kontrolne probe i probe kada je dodato 30 g/kg SM. Međutim, kada se uporede kontrolna proba (bez dodatka SM) i probe sa dodatkom SM (60 i 90 g/kg SM), dobijena je statistički značajna razlika

($p < 0,05$), što pokazuje uticaj SM na smanjenje SPE pelet prese. Takođe, primećen je i pad temperature matrice pelet prese povećanjem sadržaja vlage i udela SM.

Tabela 2. Ulazni i izlazni parametri
Table 2. Input and output parameters

Proba	Ulazni parametri		Izlazni parametri			
	Sadržaj melase (g/kg)	Sadržaj vlage (g/kg)	Temperatura matrice (°C)	SPE (kWh/t)	PDI (%)	TP (KAHL jedinica po kg)
1	0	130	77,75	60,77	96,87	20,55
2	30	130	78,15	55,49	97,38	19,55
3	60	130	75,15	47,17	97,67	18,30
4	90	130	72,00	43,03	97,47	18,90
5	0	150	71,00	53,46	97,76	21,30
6	30	150	70,45	45,42	97,92	19,00
7	60	150	68,65	39,19	97,77	18,30
8	90	150	65,45	36,67	98,01	16,60
9	0	170	64,85	42,97	97,72	17,10
10	30	170	64,50	37,01	97,82	16,40
11	60	170	63,50	35,41	98,36	16,50
12	90	170	61,50	34,39	97,62	15,30

SPE, specifična potrošnja energije; PDI, otiranje; TP, tvrdoća peleta

Najniža vrednost PDI je primećen tokom probe 1 (96,87 %) kada SM nije dodavana, a sadržaj vlage je bio 130 g/kg. Najviša vrednost PDI je primećena u probi 11 (98,36 %) kada je bilo dodato 60 g/kg SM, a sadržaj vlage je bio 170 g/kg. Međusobnim upoređivanjem rezultata PDI svih uzoraka, nije dobijena statistički značajna razlika ($p > 0,05$).

Proba sa brojem 5 (bez dodatka SM, sadržaj vlage 150 g/kg) predstavlja pelete sa najvećom vrednošću tvrdoće, odnosno 21,30 KAHL jedinice po kg. Kod uzorka sa brojem 12 (90 g/kg SM i sadržaj vlage 170 g/kg), dobijena je naniža vrednost TP, 15.30 KAHL jedinice po kg. Povećavanjem udela SM i povećanjem sadržaja vlage, dolazi do smanjenja TP. SM pospešuje tvrdoću do određenog nivoa, nakon toga SM može da utiče na omekšavanje peleta. Slične rezultate su dobili Čolović i sar., (2011) kada su dodavali melasu šećerne repe. Statistički značajna razlika je dobijena kada su se upoređivali probe 12 (90 g/kg SM, sadržaj vlage 170 g/kg) i 2 (30 g/kg SM, sadržaj vlage 130 g/kg). Takođe, dobijena je statistički značajna razlika kada su se upoređivale probe sa sadržajem vlage od 170 g/kg i 30, 60 i 90 g/kg SM (probe 10, 11 i 12) sa probom 5 (bez dodatka SM, sadržaj vlage 150 g/kg) ponaosob.

ZAKLJUČAK

Korišćenjem SM kao dodatak u hrani za životinje se može doprineti smanjenju zagađenosti podzemnih voda, kao i vazduha. Dodavanjem SM u smešu pre peletiranja hrane za krave muzare, može da se statistički značajno smanji SPE pelet prese, što može dovesti do finansijske uštede kod proizvođača, imajući u vidu i veoma nisku cenu SM. Takođe, dodavanje SM nema značajan uticaj na fizički kvalitet peleta krave za muzare, čak šta više, dodavanjem SM PDI peleta ostaje skoro pa isti kao kada se ne koristi SM. TP se smanji dodavanjem SM, ali ostaje na nivou potrebnom da krava muzara može da konzumira dobijene pelete.

Zahvalnica

Ovaj rad je finansijski podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (451-03-47/2023-01/200222).

LITERATURA

1. Dineshabu, G., Goswami, G., Kumar, R., Sinha, A., Das, D., (2019). Microalgae-nutritious, sustainable aqua-and animal feed source. *Journal of Functional Foods*, 62, p.103545.
2. Čolović, D., Rakita, S., Banjac, V., Đuragić, O., Čabarkapa, I., (2019). Plant food by-products as feed: Characteristics, possibilities, environmental benefits, and negative sides. *Food Reviews International*, 35(4), pp.363-389.
3. Čolović, R., Mišljenović, N., Ivanov, D., Koprivica, G., Dragomir, C., Lević, L., Lević, J., Sredanović, S., 2011. Wheat milling fractions as a carrier of sugar beet molasses-physical properties of pellets. *Archiva Zootechnica*, 14(2), p.17.
4. Martins, C.F., Ribeiro, D.M., Costa, M., Coelho, D., Alfaia, C.M., Lordelo, M., Almeida, A.M., Freire, J.P., Prates, J.A., (2021). Using microalgae as a sustainable feed resource to enhance quality and nutritional value of pork and poultry meat. *Foods*, 10(12), p.2933.
5. Miletić, A., Stojanović, B., Grubić, G., Stojić, P., Radivojević, M., Joksimović-Todorović, M., Popovac, M., Obradović, S., 2017. The soybean molasses in diets for dairy cows. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 67(3), pp.217-225.
6. Mišljenović, N., Čolović, R., Vukmirović, Đ., Brlek, T., Bringas, C.S., 2016. The effects of sugar beet molasses on wheat straw pelleting and pellet quality. A comparative study of pelleting by using a single pellet press and a pilot-scale pellet press. *Fuel Processing Technology*, 144, pp.220-229.
7. Rakita, S., Banjac, V., Djuragić, O., Cheli, F., Pinotti, L., 2021. Soybean molasses in animal nutrition. *Animals*, 11(2), p.514.
8. Rodrigues, J.L., Pereira-Junior, S.A.G., Castro Filho, E.S., Costa, R.V., Barducci, R.S., van Cleef, E.H.C.B., Ezequiel, J.M.B., (2020). Effects of elevated concentrations of soybean molasses on feedlot performance and meat quality of lambs. *Live-stock Science*, 240, p.104155.

9. Schopf, N., Erbino, P., Puvogel, A., (2013). Alternative fuels: Energetic use of liquid by-products from sugar i soy processing. *Sugar Tech*, 16, pp.333-338.
10. Soltani, E., Naserian, A.A., Khan, M.A., Ghaffari, M.H., Malekxhahi, M., 2020. Effects of conditioner retention time during pelleting of starter feed on nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites, and performance of Holstein female dairy calves. *Journal of dairy science*, 103(10), pp.8910-8921.
11. Thomas, M., van der Poel, A.F.B., 2020. Fundamental factors in feed manufacturing: Towards a unifying conditioning/pelleting framework. *Animal Feed Science and Technology*, 268, p.114612.
12. Zhai, Y., Wang, T., Zhu, Y., Peng, C., Wang, B., Li, X., Li, C., Zeng, G., 2018. Production of fuel pellets via hydrothermal carbonization of food waste using molasses as a binder. *Waste management*, 77, pp.185-194.

POGAČA ULJANE REPICE: IZVOR VISOKOKVALITETNIH PROTEINA – IZOLOVANJE, KARAKTERIZACIJA I POTENCIJAL ZA PRIMENU

*Ljiljana Popović¹, Jelena Vujetić², Bojana Šarić²,
Branislava Đermanović², Pavle Jovanov²*

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

²Univerzitet u Novom Sadu, Institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu,
Novi Sad, Srbija

IZVOD

Povećana potražnja širom sveta za proteinima za ishranu ljudi i životinja dovodi do sve većeg interesovanja za iznalaženje novih izvora. Uljana repica kao sve popularnija sirovina za proizvodnju jestivih ulja predstavlja obećavajuću alternativu, zbog velikih količina presovanih pogača koje se generišu prilikom procesa hladnog ceđenja ulja. Trenutno, pogača uljane repice prvenstveno je usmeren na tržište stočne hrane, međutim, postoji veliki potencijal za primenu kao izvora za dobijanje visokokvalitetnih proteina namenjenih ljudskoj ishrani. Uprkos decenijama istraživanja, razvijenih nekoliko tehnologija na nivou industrijske proizvodnje, još uvek nema mnogo komercijalno dostupnih proizvoda na bazi proteina uljane repice.

Ključne reči: pogača uljane repice, zelene ekstrakcije, proteini hrane

RAPESEED CAKE: A SOURCE OF HIGH-QUALITY PROTEIN – ISOLATION, CHARACTERIZATION AND POTENTIAL FOR APPLICATION

ABSTRACT

The worldwide increasing demand in proteins for human nutrition and animal feeding leads to a growing interest in novel protein sources. Therefore, rapeseed as an established raw material for the production of edible oils could be a promising alternative, as large amounts of press cakes are available. At present, rapeseed cake is primarily streamlined into the animal feed market. However, there is an opportunity for its use as a high-quality food protein source. Despite decades of

research, several technologies being developed, and products being brought to large scale production, there are still not many commercially available rapeseed protein products.

Key words: rapeseed cake, green extraction, food proteins

UVOD

Uljana repica kao jedna od najznačajnijih uljanih kultura na svetskom tržištu, zauzima treće mesto po proizvodnji, iza uljane palme i soje. Ulje uljane repice se po sastavu i kvalitetu često upoređuje sa maslinovim uljem. Pored visokog udela mononezasićenih masnih kiselina, ovo ulje ima i tri puta veći sadržaj polinezasićenih masnih kiselina kao i povoljniji odnos omega-6/omega-3 masnih kiselina u poređenju sa maslinovim. Zbog svega ovoga ovo ulje ima dodatnu vrednost sa aspekta povoljnog uticaja na zdravlje čoveka. Prema zvaničnim statističkim podacima iz 2020. godine, zemlje Evropske unije najveći su svetski potrošači ulja uljane repice sa potrošnjom od oko 9,5 miliona tona godišnje, što je skoro duplo više u odnosu na potrošnju suncokretovog ulja (<https://www.statista.com/>). Radi potpunog iskorišćenja nutritivnog potencijala uljane repice, proizvodnja ulja se sve više orjentiše na tehnološke postupke koji obezbeđuju maksimalno očuvanje nutrijenata, što se postiže proizvodnjom nerafinisanih hladno presovanih ulja visokog kvaliteta.

Zbog činjenice da bi popularizacija ulja uljane repice paralelno dovela do generisanja veće količine sporednih proizvoda nastalih u procesu njegove proizvodnje, a podrazumevajući zadovoljenje principa cirkularne ekonomije, nameće se potreba za nalaženjem adekvatnog rešenja za iskorišćenje pogače uljane repice, koja nastaje kao sporedni proizvod u procesu proizvodnje ulja. Poznato je da seme uljane repice sadrži proteine izuzetnog aminokiselinskog sastava, čiji sadržaj u pogači nakon izdvajanja ulja presovanjem iznosi i do 40%. Valorizacija sporednog proizvoda – uljane pogače kroz izolovanje/koncentrisanje proteina, njihovu karakterizaciju kroz ispitivanje tehno-funkcionalnih i bioaktivnih osobina predstavlja veliki naučnoistraživački izazov. Takođe, kreiranje novih funkcionalnih prehrambenih proizvoda sa visokim sadržajem proteina, kao i ispitivanje mogućnosti plasmana takve vrste proizvoda na tržište je cilj kome savremena nauka i prehrambena industrija teže.

PROTEINI POGAČE ULJANE REPICE

Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih nacija (poznatija pod engleskim nazivom Food and Agriculture Organization, odnosno skraćenicom FAO) predviđa da će se globalna potražnja za hranom, posebno mesom i mlečnim proizvodima više nego udvostručiti do 2050. godine. Proteini su identifikovani kao ograničavajući makronutrijent za globalnu bezbednost hrane. Navedeno je da dovoljna količina proteina i njihov adekvatan kvalitet (bioraspoloživost) predstavljaju osnovno pravo svakog građanina sveta. Iako postoji sve veća potražnja za proteinima životinjskog

porekla (meso, jaja, mlečni proizvodi (kazein, surutka)) pritisci stanovništva, ekonomsko - ekološka razmatranja i efikasnost ukazuju na potrebu ka preorijentisanju od životinjskih ka biljnim izvorima proteina namenjenih za ishranu ljudi. Nutritivna vrednost biljnih proteina je stoga od kritične važnosti. Naučnici širom sveta sve više ispituju i predlažu alternativne izvore proteina, a poseban trend i izazov predstavlja izolovanje biljnih proteina iz obnovljivih izvora energije i agroindustrijskog otpada. Biljni proteini, iako sve više traženi na tržištu, imaju određene nedostatke u odnosu na proteine animalnog porekla, posebno sa stanovišta biološke vrednosti, te se može reći da se još uvek traga za idealnim izvorima i njihovim komplementarnim kombinacijama koje bi obezbedile kompletan unos svih esencijalnih aminokiselina. Pogača uljane repice dugo vremena bila je jedan od glavnih izvora proteina u ishrani životinja. Međutim, naučne studije potvrdile su da se radi o proteinima izuzetnog kvaliteta, sa dobro izbalansiranim odnosom aminokiselina i visokim udelom lizina (oko 6%), jednom od aminokiselina koja je deficitarna u žitaricama. Sve ovo orijentisalo je veliki broj naučnih projekata i publikacija u smeru izolovanja proteina uljane repice sa ciljem primene u ishrani ljudi. Upotreba sporednih proizvoda, iako predstavlja ekonomski i ekološki opravdan način njihovog iskorišćenja, povezana je i sa nedostacima (koncentrisanje antinutrijenata, nezadovoljavajuća senzorska svojstva proizvoda, mikrobiološka nestabilnost), te se može reći da je dobijanje visokovrednih proteina iz pogače uljane repice izuzetan naučnotehnološki izazov. Prema dostupnoj literaturi, najčešći do sada primenjivani postupak izolovanja proteina iz semena uljane repice je izoelektrična precipitacija. Osim što upotreba rastvarača, kiselina i baza potencijalno predstavlja problem za životnu sredinu, ovaj postupak izolovanja proteina najčešće zahteva i dodatna prečišćavanja kako bi proizvod bio senzorski prihvatljiv. Inovativni pristup je primena ekološki prihvatljivih postupaka ekstrakcije/izolovanja proteina (superkritična ekstrakcija i ekstrakcija vodom pod visokim pritiskom). Ovakvi postupci, adekvatno optimizovani, omogućuju dobijanje proizvoda dobrih senzorskih, nutritivnih i tehno-funkcionalnih karakteristika, uz istovremeno odgovoran pristup zaštiti životne sredine i očuvanju prirodnih resursa.

Funkcionalnost proteina (uključujući nutritivne osobine) određuje njegov kvalitet i primenljivost u prehrambenim proizvodima. Fizička i hemijska svojstva proteina utiču na njihovo ponašanje u okruženju tokom obrade, skladištenja i konzumiranja. Funkcionalne osobine proteina uljane repice zavise od načina dobijanja, a takođe i od molekularne prirode svakog od komponentnih proteina. To znači da funkcionalna svojstva različitih proizvoda od proteina uljane repice mogu varirati u zavisnosti od vrste dobijenih proteina, kao i od vrste proces uključene u proizvodnju. Glavna proteinska frakcija u proteinima uljane repice su rezervni proteini semena su kruciferin i napin, koji čine 85%–90% ukupnih proteina. U malim količinama su prisutni i strukturni proteini i metabolički proteini. Kruciferin, 11S globulinski heteromer od 300–350 kDa, je dominantni rezervni protein semena. Napin, 2S albumin od 14–16 kDa, prisutan je u manjim količinama u poređenju sa kruciferinom. Mnogi proteinski proizvodi dobijeni od semena uljane repice korišćenjem postojećih tehnologija su mešavine ove dve (ili više) vrste proteina u različitim odnosima. Pošto se kruciferin

i napin razlikuju na mnogo načina, uključujući sastav aminokiselina, molekularnu strukturu, veličinu i fizičko-hemijska svojstva, stoga su funkcionalna svojstva, koja ispoljavaju u datim uslovima, različita.

Izolovanje i karakterizacija proteina

Proteinski proizvodi mogu biti kategorisani na osnovu sadržaja proteina kao proteinsko brašno (sadrži do 65% proteina), proteinski koncentrati (sadrže od 65-90% proteina) i izolati (sadrže više od 90% proteina). Tehnike ekstrakcije proteina dele se na suve i vlažne (vodene) tehnike. Predtretmani koji se koriste uglavnom u vodenim postupcima izolovanja proteina, imaju za cilj dezintegraciju ćelijskog zida i, shodno tome, olakšano izdvajanje proteina. Najefikasnijim su se pokazali enzimski predtretmani. Razgradnjom ćelijskog zida, omogućeno je lakše oslobađanje proteinskih tela. S druge strane, primena enzimskih predtretmana zahteva duže trajanje procesa, veće operativne troškove, veću potrošnju energije, te poznavanje i pažljivo prilagođavanje procesnih parametara (pH, temperatura i količina dodatog enzima). Ovi postupci se smatraju blagim metodama ekstrakcije, s malim uticajem na životnu sredinu (tzv. zelene tehnologije) u poređenju sa ekstrakcijom pomoću kiselina i alkalija. Svakako, na ovaj način dobijeni proizvodi očuvanog su vrhunskog kvaliteta i pogodniji za ljudsku ishranu. Neki autori dobili su prinos proteina od 90% za soju, i od 50-80% za pogaču uljane repice korišćenjem endo- i egzo proteaza, dok je bez enzima prinos proteina za soju iznosio 80% i od 15-30% za pogaču od uljane repice. Pored enzima, sve veću primenu imaju mikrotalasi i ultrazvuk, koji se najčešće koriste u prehrambenoj industriji, zatim delovanje pulsog električnog polja, visokog pritiska i superkritičnih fluida. Primena svih ovih predtretmana ima uticaj i na funkcionalnost dobijenih proteina. U većini slučajeva zapažene su unapređene osobine rastvorljivosti, formiranja pene ili emulgovanja.

Zbog ogromnog potencijala pogače uljane repice kao izvora proteina i ostalih visoko vrednih jedinjenja, naučni tim dve institucije: Institut za prehrambene tehnologije Novi Sad i Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, pokrenuo je naučna istraživanja u okviru projekta pod nazivom PROTOPOWER koji je finansiran od strane Fonda za nauku Republike Srbije.

Projekat - PROTOPOWER koristi multidisciplinarni pristup za postizanje dva glavna cilja: 1) korišćenjem naučnih rezultata za pomoć proizvođačima hrane da ispune zahteve potrošača za alternativnim izvorima proteina i dijetetskim vlaknima kroz razvoj visokokvalitetnih proizvoda od presovane pogače uljane repice i 2) smanjenje zagađenja životne sredine od strane prehrambene industrije kroz razvoj i korišćenje prirodnih koagulanata koji bi se mogli primeniti u industrijskim sistemima za tretman otpadnih voda. Projekat se bavi dvema različitim, ali komplementarnim temama. Projektne ideje su inovativne i vredne patentiranja, posebno u oblasti razvoja prirodnog(ih) koagulanta(a), budući da ne postoje dostupni podaci istraživanja o njihovoj proizvodnji iz otpada prerade industrije ulja. U okviru projektnih aktivnosti organizovanih u šest radnih paketa sa posebnim

naglaskom na aktivnosti širenja koje će rezultirati eksploatacijom i promocijom razvijenih proizvoda. Projekat ima za cilj stvaranje novih proizvoda korišćenjem eko-inovativnih postupaka ekstrakcije koji se mogu lako transformisati i validirati na industrijskom nivou, nudeći veću održivost industrijskih sistema i poboljšane poslovne modele, kao i primenu čistijih tehnologija. Prehrambeni proizvodi razvijeni korišćenjem PROTOPOVER proteina i dijetetskih vlakana mogli bi pozitivno da utiču na zdravlje potrošača i njihove navike i da srpsku prehrambenu industriju učine konkurentnom na tržištu EU.

ZAKLJUČAK

Aktuelne analize tržišta ukazuju na sve veće interesovanje potrošača za hranu bogatu proteinima i rastući trend konzumiranja namirnica biljnog porekla (veganska ishrana, religijska ubeđenja, ekološka svest o većem otisku ugljenika hrane animalnog porekla), te je potražnja za biljnim proteinima sve veća, uprkos činjenici da oni ne obezbeđuju sve esencijalne aminokiseline. Nudeći rešenja za iskorišćenje sporednih proizvoda prerade semena uljane repice u pravcu dobijanja biološki vrednih proteina, predstavlja osnov za razvoj potpuno novog sektora u domaćoj prehrambenoj industriji. Istovremeno, proizvodnja proteina iz agroindustrijskog otpada predstavlja primer primene koncepta industrijske simbioze, koji je predstavljen kao imperativ u mnogim evropskim strategijama i nudi uspostavljanje ravnoteže između ekonomskih i ekoloških ciljeva poslovanja, uz povezivanje različitih grana prehrambene industrije.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano sredstvima Fonda za nauku Republike Srbije, šifra projekta: 6673, projekat pod nazivom: „PROTein from Rapeseed Oil Processing Waste: Application in Food and Wastewater Treatment – PROTOPOWER”.

LITERATURA

1. Aachary, A.A., Thiyam, U. (2012). A pursuit of the functional, nutritional and bioactive properties of canola proteins and peptides. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 52, 965–979.
2. Alashi, A.M., Blanchard, C.L., Mailer, R.J., Agboola, S.O. (2013). Technological and bioactive functionalities of canola meal proteins and hydrolysates. *Food Res. Int.*, 55, 281–287.
3. Barbin, D.F., Natsch, A., Muller, K. (2011). Improvement of functional properties of rapeseed protein concentrates produced via alcoholic processes by thermal and mechanical treatments. *J. Food Process. Pres.*, 35: 369–375.
4. Popović, Lj. (2022). Proteini i biohemijske transformacije, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.

5. Protein Quality Evaluation. Report of the Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO) Expert Consultation.
6. Wanasundara, J.P.D. (2011). Proteins of Brassicaceae oilseeds and their potential as a plant protein source. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 51, 635–677.
7. Yoshie-Strak, Y., Wada, Y., Waesche, A. (2008). Chemical composition, functional properties, and bioactivities of rapeseed protein isolate. *Food Chem.*, 107: 32–39.

PRAĆENJE KVALITETA MARGARINA ZA LISNATO TESTO SA UVOĐENJEM DODATNOG RASHLADNOG CILINDRA

Olgica Stojanova, Oliver Cvetkov, Anita Čakarova

Fabrika „Kristal 1923” a.d., Veles, Makedonija

IZVOD

Margarin je emulzija masti i vode (min. 80%) sa karakteristikama sličnim puteru. Gotovi margarin karakterišu reološke karakteristike kao što su: konzistencija, tekstura, plastičnost, tvrdoća, struktura i mazivost. Ove karakteristike su povezane sa brojnim promenljivim faktorima, kao što su temperatura, koncentracija dispergovane faze ili sadržaj čvrstih masti, veličina kristala, oblik kristala i mehanička obrada. Dva dominantna faktora su: količina čvrstih triglicerida i uslovi obrade tokom proizvodnje (brzina i stepen hlađenja, mehanički rad, temperatura finalnog proizvoda, itd.). Za poboljšavanje reoloških karakteristika margarina u prehrambenoj kompaniji „Kristal 1923” a.d., Veles uvedena je nova dodatna rashladna cev za kristalizaciju i urađene su analize radi poređenja.

Ključne reči: margarin, reološke karakteristike, kristalizacija

MONITORING THE QUALITY OF PUFF PASTRY MARGARINE BY INTRODUCING AN ADDITIONAL COOLING CYLINDER

ABSTRACT

Margarine is an emulsion of fat and water (min. 80%) similar to butter. Finished margarine is characterized by rheological characteristics such as: consistency, texture, plasticity, hardness, structure and spreadability. These characteristics are related to a number of variable factors, such as temperature, dispersed phase concentration or solid fat content, crystal size, crystal shape and mechanical processing. Two dominant factors are the amount of solid triglycerides and processing conditions during production (speed and degree of cooling, mechanical work, temperature of the final product, etc.). In order to improve the rheological characteristics of margarine, a new additional cooling cylinder for crystallization was introduced in PI „Kristal 1923”, a.d. Veles and analyzes were made for comparison.

Key words: margarine, rheological characteristics, crystallization

UVOD

Jedna od glavnih reoloških karakteristika margarina za lisnato testo je plastičnost. Promena sadržaja čvrstih triglicerida (sadržaj čvrste masti, SFC) kao funkcija temperature definiše plastičnost masti (Stauffer i Deblinger, 1996). Masti imaju veoma dobru plastičnost gde je sadržaj čvrstih triglicerida relativno stabilan u opsegu od 20 do 30% u temperaturnom intervalu od 20 do 30°C. Primenom različitih metoda modifikacije masti (blendiranje, hidrogenizacija, intersterifikacija, frakcionisanje ili kombinacija svih postupaka) moguće je promeniti sastav triglicerida u odnosu na početnu mast. Prisustvo adekvatnog nivoa čvrstih triglicerida u masnoj fazi često nije dovoljna garancija da će mast imati adekvatna funkcionalna svojstva. Masti sa identičnim sadržajem SFC mogu imati različita fizička i funkcionalna svojstva, što je posledica parametara procesa u procesu proizvodnje.

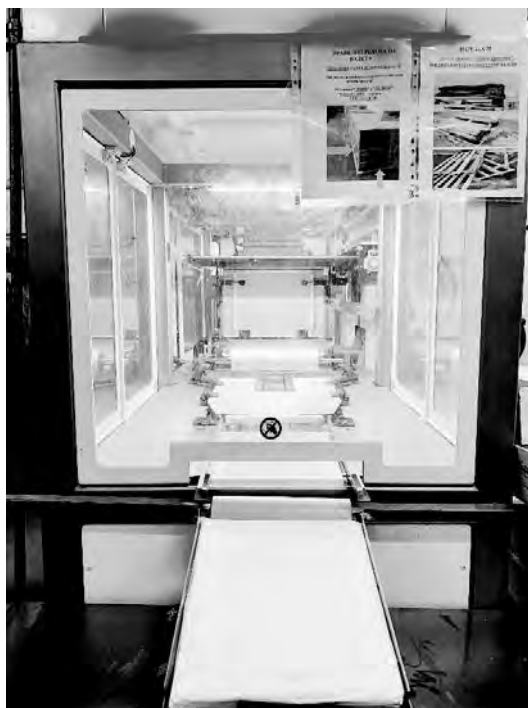
U našoj kompaniji u Radnoj jedinici za margarin proizvodi se nekoliko vrsta margarina, od kojih je margarin za lisnato testo predmet interesovanja u ovom radu. Margarin za lisnato testo pakuje se opremom za pakovanje tipa CHR. Bock & Sohn GmbH & Co. (slika 1 i slika 2).



Slika 1. Mašina za pakovanje margarina za lisnato testo
Figure 1. Packaging machine for puff pastry margarine

Kristalizacija margarina se vrši u univerzalnom kombinatnom sistemu Schroder tipa UK02/120. Ova mašina se sastoji od dva rashladna cilindra i dva pin rotora. Cilindar za hlađenje se sastoji od cevi i rashladnog dela. Unutar cevi je osovinu na kojoj su raspoređena dva reda noževa za struganje. Okno je šuplje i zagrevano toplom

vodom. (Bailey's, 2005). U ovom delu emulzija ulazi u rashladnu cev, gde se brzo hladi. U našoj kompaniji kao rashladni medijum se koristi amonijak, NH_3 . Pin rotori se uglavnom koriste za intenzivan tretman margarina, kako bi se postigla pravilna kristalizacija i tekstura u procesu proizvodnje.



Slika 2. Mašina za pakovanje margarina za lisnato testo
Figure 2. Packaging machine for puff pastry margarine

Za margarine sa mekšom konzistencijom koriste se dva rashladna cilindra i dva pin rotora. Za margarine u foliji ili margarine za industrijsku upotrebu, u zavisnosti od masne faze i željene plastičnosti, između dva rashladna cilindra koristi se pin rotor.

Sa ciljem poboljšavanja kristalizacije margarina, a samim tim i plastičnosti, u našoj kompaniji je dodat još jedan rashladni cilindar (slika 3 i slika 4).

MATERIJAL I METODE RADA

1. Margarin za lisnato testo (masna faza)

Margarin za lisnato testo je proizvod koji ima posebnu namenu u pekarskoj industriji. Ukupan sadržaj masti je 80%. Ima odličnu plastičnost i odgovarajuću tačku topljenja kako bi se stvorila optimalna slojevita i hrskava tekstura gotovog proizvoda za kojoj se koristi.

NUKLEARNA MAGNETNA REZONANCA (SFC CONTENT)

Za potrebe ovog rada korišćen je aparat za merenje % čvrstih triglicerida u masnoj fazi na određenim temperaturama. Aparat je Minispec mq one Series - proizvodi „Bruker” prema metodi NonStabFats ISO 8292. NMR (nuklearna magnetna rezonanca) je omogućena radi osobina koje poseduju neki atomi zbog kojih njihova jezgra (deo svakog atoma) imaju magnetni momenat. Atom koji se najčešće istražuje sa NMR je vodonik (1H), čije je jezgro sastavljeno od jednog protona. Energija povezana sa NMR fenomenom je veoma niska u poređenju sa drugim opštim tipovima spektroskopije. Razlika između NMR i drugih oblika spektroskopije je u tome što se apsorpcija energije odvija samo u prisustvu magnetnog polja. Najčešća jezgra u NMR (1H, 13C, 31p, 19F) imaju spin broj (I) jednak $\frac{1}{2}$ i nazivaju se spin $\frac{1}{2}$ jezgra, ali opšta pravila i zaključci važe za sve slučajeve.

Test savijanja (elastičnost)

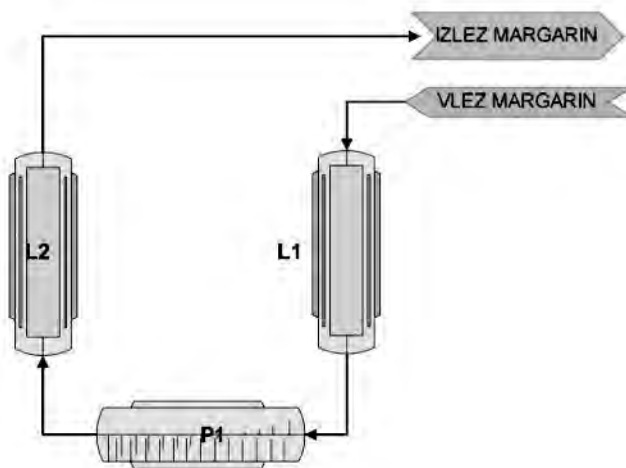
Test se se vrši ručno savijanjem temperirane ploče margarina i njeno praćenje (slika 5 i slika 6).

Tehničko-tehnološki izveštaj proizvodnje - Procesni parametri

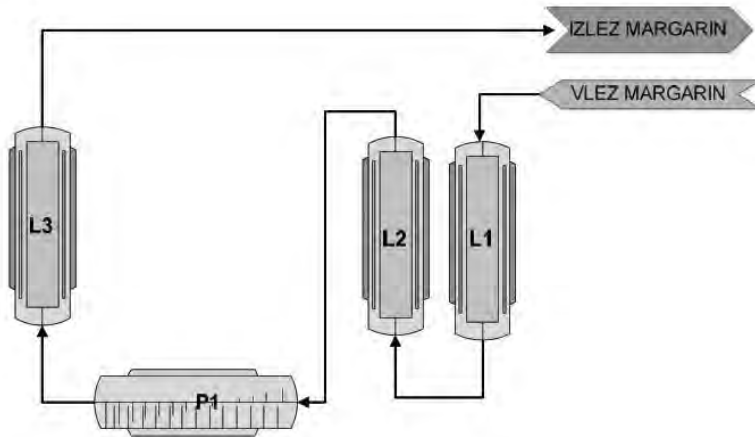
Praćenja parametara.

Dodatni cilindar za hlađenje

Na postojeću opremu za kristalizaciju margarina ugrađen je dodatni cilindar za hlađenje, sa dimenzijama: Φ 120 mm i L: 1200 mm (slika 3 i slika 4).



Slika 3. Skica prethodnog stanja kristalizatora
Figure 3. Sketch of a prior state of crystalizator



Slika 4. Skica sadašnjeg stanja kristalizatora
Figure 4. Sketch of the present state of the crystallizer

REZULTATI I DISKUSIJA

Urađene su dve probe, od kojih prva proba margarina je kristalizovana kroz opremu sa dva rashladna cilindra i jednim pin rotorom. Druga proba margarin se kristalizuje kroz tri rashladne cevi i jednim pin rotor. Oba uzorka su napravljena po istoj recepturi, masna faza 80%, biljna palmovina mast i rafinisano suncokretovo ulje.

SFC profil je jedan od fizičkih osobina koje su važne u formulaciji margarina (tabela 1). On pruža fizičke podatke koji odražavaju ukupne karakteristike proizvoda koje su neophodne za obradu.

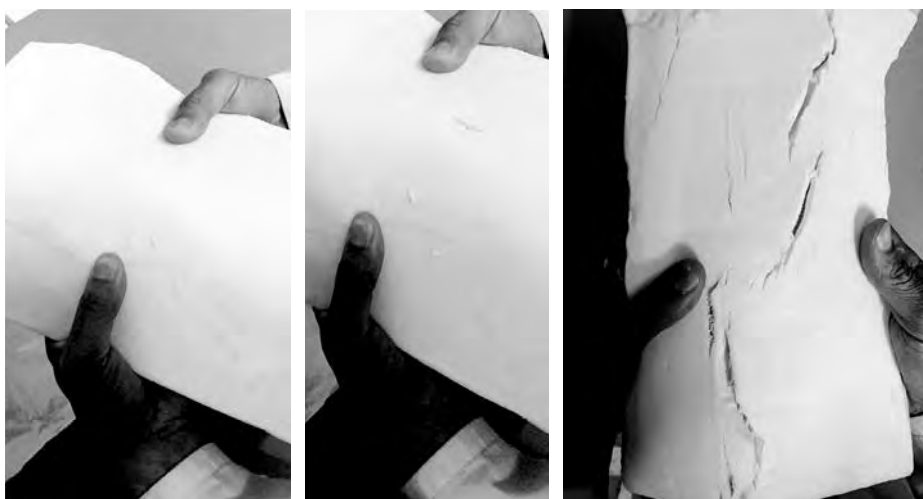
- %SFC između 4°C i 10°C određuje lakoću razmazivanje proizvoda na temperaturi hlađenja gde je vrednost ne veća od 32% na 10 °C neophodna za dobru mazivost;
- %SFC na 20°C i 22°C određuje stabilnost proizvoda i otpornost na razbijanje ulja na sobnoj temperaturi;
- vrednost ne manja od 10% je neophodna da bi se sprečilo izbijanje ulja;
- SFC između 35°C i 37°C određuje debljinu sloja i oslobađanje arome;
- velika razlika između SFC na 15°C i 25°C povezana je sa hlađenjem;
- kod šorteninga za pečenja, optimalne performanse se postižu sa SFC između 15% i 25% na datoj temperaturi, dok višak tečnosti može izazvati osećaj masnoće;
- temperaturni opseg u kojem masti mogu da povrate svoju konzistenciju određen je temperaturom na kojoj su vrednosti SFC u opsegu od 15-35% (Arifin i sar., 2009; Criado i sar., 2008; Lida i Ali, 1998; Osborn i Akoh, 2002; Torbica i sar., 2006).

Tabela 1. Poređenje SFC(%) između prve i druge proba
Table 1. Comparison of SFC(%) content between first and second trial

Proba/ Trial	20°C	25°C	30°C	40°C	Broj rashladnih cilindara/ Number of cooling cylinders
1	36,77	26,05	18,73	9,31	2
2	36,34	25,30	18,03	7,80	3

Primećujemo slične rezultate u % čvrstoće masne faze prema istoj formulaciji. Međutim, pri izvođenju testa savijanja margarina, uprkos sličnom %SFC, primećuje se značajna razlika u plastičnosti samog margarina (slika 5 i slika 6).

Naime, margarin koji prolazi kroz proces kristalizacije kroz dva rashladna cilindra i pin rotor ima manju plastičnost i elastičnost (pukotine se uočavaju pod malim uglom savijanja).



Slika 5. Ispitivanje elastičnosti margarina kristalizovanog kroz dva rashladna cilindra
Figure 5. Elasticity test of margarine crystallized with two cooling cylinders

Kod margarina za lisnato testo, koji prolazi kroz proces kristalizacije kroz tri rashladna cilindra i pin rotor, primećujemo znatno veću plastičnost i elastičnost pri izvođenju testa savijanja (slika 5 i slika 6).



Slika 6. Ispitivanje elastičnosti margarina kristalizovanog kroz tri rashladna cilindra
Figure 6. Elasticity test of margarine crystallized with three cooling cylinde

Prema rezultatima prikazanim u tabeli 2, uočavamo bolje parametre kristalizacije uvođenjem dodatnog rashladnog cilindra, posebno u postizanju većeg pritiska klipne pumpe, kao i niže temperature izlivanja.

Tabela 2. Poređenje parametara procesa između prve i druge probe
Table 2. Comparison of process parameters between first and second trial

Proizvedeni margarin / Produced margarine	Pritisak klipne pumpe / Pressure of piston pump	t°C na ulazu / Inlet temperature	Kapacitet / Capacity	t°C posle pin rotora / Temperature after pin rotor	Opterećenje pumpe visokog pritiska (A) / Amperage of high-pressure piston pump	t°C na NH ₃ / t°C of ammonia
1 29.03.23.	35	51	7 pieces/min.	26	6	-20
2 30.03.23.	55	60	7 pieces/min.	18	8	-21

Proizvedeni margarin / Produced margarine	t°C točenja pred dozrewna cev / Pouring temperature before resting tube	t°C na ploči/ Temperature of plate	Broj obrtaja 1. rashladnog cilindra/ Rpm/min of 1 cooling czlinder	Broj obrtaja 2. rashladnog cilindra/ Rpm/min of 1 cooling czlinder	Broj obrtaja 3. rashladnog cilindra/ Rpm/min of 1 cooling czlinder	Broj obrtaja na pin rotor/ rpm/ min of pin rotor
1 29.03.23.	20	22	/	1479	1500	1498
2 30.03.23.	15.5	17	1500	1479	1500	1498

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata: %SFC, kontrolnih parametara u procesu i testa elastičnosti možemo zaključiti da dodatno hlađenje margarina doprinosi do boljih parametara u margarina, odnosno niža temperatura merena na kontrolnoj tački ispred dozreva cev i na ploči na izlazu iz mašine za pakovanje, kao i bolja elastičnost i plastičnost, koji su kao reološki faktori od velikog značaja za kvalitet margarina za lisnato testo. Dok, ne primećujemo velike razlike u %SFC, što ukazuje da parametri procesa ne utiču na količinu čvrstih triacilglicerola.

LITERATURA

1. Arifin i sar., 2009; Criado i sar., 2008; Lida i Ali, 1998; Osborn i Akoh, 2002; Torbica i sar., 2006.
2. Bailey's Industrial oil and fat products, Sixth Edition. Volume 5. Edible Oil and Fat Products: Processing Technologies 5.12 Margarine Processing Plants and Equipment, 2005.
3. Procesne analize iz „Kristal 1923”, AD Veles.
4. Stauffer, L. B., Deblinger, E. (1996).

UTICAJ MASTI BEZ *TRANS*-MASNIH KISELINA NA FIZIČKE KARAKTERISTIKE I OKSIDATIVNU STABILNOST MAZIVOG KREM PROIZVODA

*Ivana Lončarević¹, Biljana Pajin¹, Suzana Aleksić², Milica Stožinić¹,
Mia Jerinić¹, Danica Zarić³, Ranko Romanić¹*

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

²Dijamant D.O.O., Zrenjanin, Srbija

³Univerzitet u Beogradu, Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog
fakulteta u Beogradu, Srbija

IZVOD

U radu su poređene dve vrste masti namenjenih proizvodnji mazivog krem proizvoda, pri čemu je prva hidrogenovana mast (MKP MAST) koja se već duže vreme koristi u proizvodnji ove vrste proizvoda, a druga je mast bez *trans*-masnih kiselina (NTMKP MAST) koja ima tendenciju da zameni MKP MAST.

Najpre su analizirane toplotne i teksturalne karakteristike navedenih masti, a zatim su proizvedeni mazivi krem proizvodi (MKP KREM i NTMKP KREM) i definisane njihove fizičke karakteristike. Primenom uređaja Rapid Oxy 100 ispitan je uticaj ovih masti na oksidativnu stabilnost dobijenih mazivih krem proizvoda.

Ključne reči: namenske masti, mazivi krem proizvod, reologija, toplotne osobine, čvrstoća, oksidativna stabilnost

THE INFLUENCE OF FAT WITHOUT *TRANS*- FATTY ACIDS ON PHYSICAL CHARACTERISTICS AND OXIDATIVE STABILITY OF COCOA SPREAD

ABSTRACT

The paper analyzes and compares two types of edible fats intended for cocoa spread production, where the first one is hydrogenated fat (MKP FAT), which has been used for a long time in the production of this type of product, and the another one is fat without *trans*-fatty acids (NTMKP FAT), which tends to replace MKP FAT.

At first, the thermal and textural characteristics of fats were analyzed, and then the spreadable cream products were produced and their physical characteristics were

defined. Using the Rapid Oxy 100 device, the influence of these fats on the oxidative stability of spreadable cream products was also examined.

Key words: edible fats, cocoa cream spread, rheology, thermal properties, hardness, oxidative stability

UVOD

Mazivi krem proizvod u svom sastavu najčešće sadrži šećer u prahu, biljnu mast, kakao prah, mleko u prahu, lešnik pastu, arome i emulgator lecitin, a može sadržati i rafinirano biljno ulje, koje mu obezbeđuje bolju mazivost (Lončarević i sar., 2022). Masna faza čini preko 30% mazivog krem proizvoda (Lončarević i sar., 2016a) pri čemu ovaj konditorski proizvod mora imati dobru mazivost u širokom temperaturnom intervalu, bogat kremast ukus, homogenu glatku strukturu bez izdvajanja ulja na površini, kao i odgovarajuću trajnost, odnosno, dobru oksidativnu stabilnost (Lončarević i sar., 2016b). U proizvodnji krem proizvoda najčešće se koriste namenske masti dobijene procesom mešanja i parcijalne hidrogenacije biljnih ulja, ali sve više se razvijaju i postupci proizvodnje namenskih masti bez *trans*-masnih kiselina (Lončarević i sar., 2013). Ovakve masti su često na bazi palminog ulja, koje se dobija ekstrakcijom iz ploda uljane palme, iz sloja mezokarpa. Palmينو ulje se razlikuje od većine biljnih ulja jer sadrži i do 50% zasićenih masnih kiselina, zbog čega je veoma stabilno i ne zahteva fazu parcijalne hidrogenacije već samo frakcionisanje i eventualno mešanje sa drugim biljnim uljima kako bi dobijena namenska mast imala poželjan sastav masnih kiselina (Basiron, Y., 2005). Masti koje se koriste u proizvodnji krem proizvoda imaju naglašene plastične osobine (Pajin, 2014) i sadrže određeni udeo nezasićenih masnih kiselina koje su podložne procesu oksidacije, odnosno adiciji kiseonika na dvostruke veze. Tokom ovog postupka stvaraju se peroksidi kao primarni produkti oksidacije, koji dalje izazivaju razlaganje masti na aldehide, ketone, alkohole i kiseline, čime prouzrokuju neželjenu izmenu sastava, ukusa i mirisa masti, odnosno proizvoda (Pajin, 2009).

U ovom radu je ispitana mogućnost zamene namenske masti, proizvedene parcijalnom hidrogenacijom sojinog ulja, sa namenskom mašću dobijenom frakcionisanjem palminog ulja i mešanjem sa rafiniranim suncokretovim uljem, koja ne sadrži *trans*-masne kiseline. Najpre su ispitane toplotne i teksturalne karakteristike masti, kao i njihova oksidativna stabilnost, a zatim i njihov uticaj na reološke i teksturalne karakteristike dobijenih mazivih krem proizvoda, kao i na njihovu oksidativnu stabilnost.

MATERIJAL I METODE RADA

U radu je korišćeno 2 uzorka namenskih masti domaćeg proizvođača:

1. Rafinirana biljna mast, proizvedena postupkom parcijalnog hidrogenovanja jestivog rafiniranog sojinog ulja (u daljem tekstu MKP MAST);
2. Biljna mast proizvedena postupkom mešanja frakcija palminog ulja i rafiniranog suncokretovog ulja (u daljem tekstu NTMKP MAST);

Proizvodnja mazivog krem proizvoda

Mazivi krem proizvodi proizvedeni u laboratorijskom kugličnom mlinu, kapaciteta 5kg. Temperatura u kugličnom mlinu iznosila je 40°C. U mlinu je napre otopljena mast, a zatim su postepeno dodavani šećer u prahu, kakao prah, mleko u prahu i rafinisano suncokretovo ulje (rinfuz). Prva količina lecitina dodata je nakon 45 minuta mlevenja, zatim nakon 75 minuta mlevenja, a mlevenje mase je trajalo ukupno 90 minuta, nakon čega je mazivi krem proizvod doziran u plastične posudice. Dobijeni su sledeći uzorci, u zavisnosti od vrste masti u mazivom krem proizvodu: MKP KREM i NTMKP KREM.

Određivanje sastava masnih kiselina u namenskim mastima

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

Određivanje toplotnih karakteristika masti

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

Određivanje reoloških karakteristika mazivog krem proizvoda

Reološke karakteristike mazivih krem proizvoda analizirane su na rotacionom viskozimetru RheoStress 600 (Haake, Nemačka). Uzorak je najpre temperiran 300 s na temperaturi 40°C. Brzina smicanja povećavana je od 0-60 1/s u trajanju od 180 sekundi, zatim je održavana 60 sekundi na maksimalnoj brzini od 60 1/s, a smanjivanje brzine smicanja od 60-0 1/s takođe je trajalo 180 sekundi. Prilikom ispitivanja uzoraka korišćen je pribor Z20 DIN (cilindar).

Određivanje teksturalnih karakteristika namenskih masti i krem proizvoda

U cilju određivanja čvrstoće i rada smicanja namenskih masti i mazivih krem proizvoda primenjena metoda penetracije konusa na sobnoj temperaturi od 25°C, na teksturometru TA.XT Plus (Stable Micro System, UK), prema metodi Margarine Spreadability – MAR4_SR. Korišćeni pribor čine oprema HDP/SR koja obuhvata teg od 5 kg, konusni klip i čašice pričvršćene za metalnu platformu HDP/90.

Određivanje oksidativne stabilnosti namenskih masti i krem proizvoda

Oksidativna stabilnost namenskih masti, rafinisanog suncokretovog ulja (rinfuz) i krem proizvoda je analizirana primenom uređaja Rapid Oxy 100 (Anton Paar, Nemačka). 3 g uzorka odmereno je u staklenu posudicu i postavljeno u komoru uređaja. U uređaj se uvodi kiseonik do porasta pritiska do 700 kPa. Zatim se komora sa uzorkom zagreva, pri čemu su primenjene 2 temperature: 140 °C i 160 °C. Indukcioni period predstavlja vreme tokom kojeg pritisak u komori opadne za 10% usled reakcije oksidacije (Anton Paar, 2022).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav masnih kiselina ispitivanih masti

Sastav masnih kiselina namenskih masti prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Sastav masnih kiselina namenskih biljnih masti

Table 1. Fatty acid composition of confectionery fats

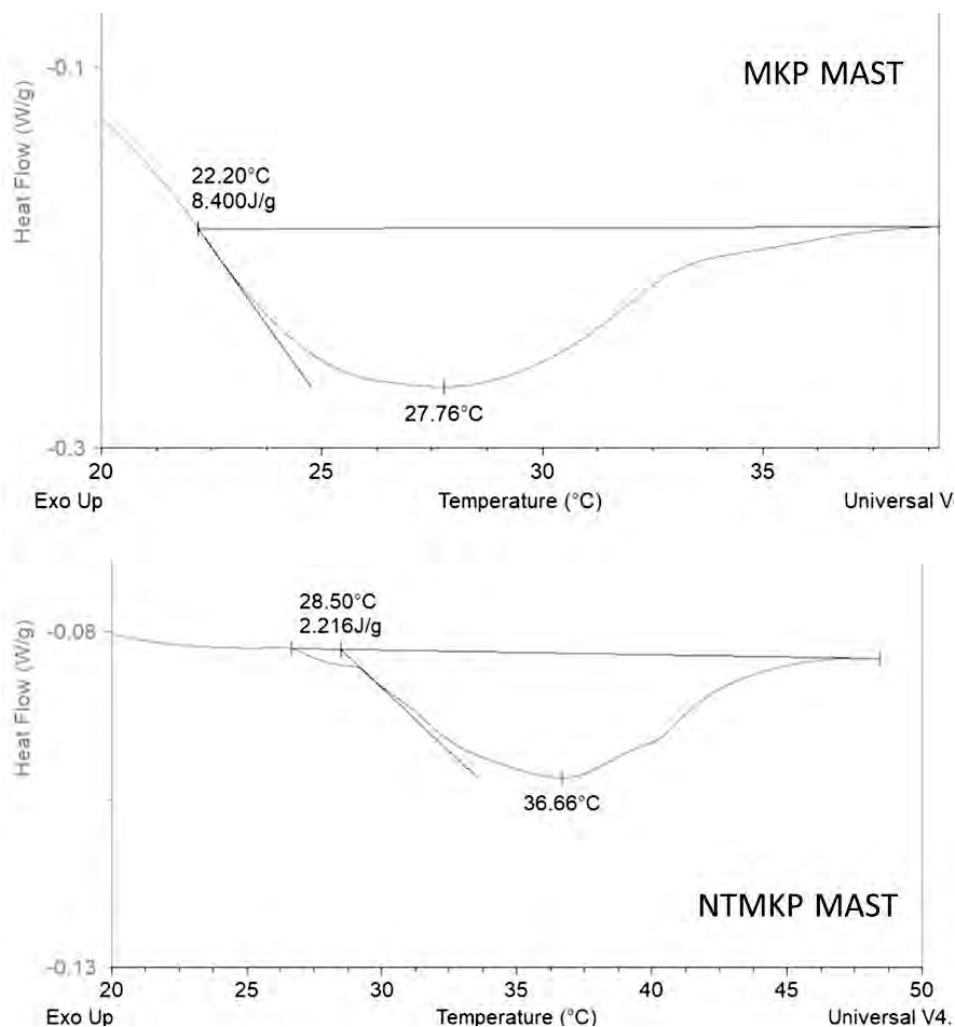
Masna kiselina (%)	MKP MAST	NTMKP MAST
Kaprilna (C8:0)	n.d.	0,15
Kaprinska (C10:0)	n.d.	0,14
Laurinska (C12:0)	0,13	2,00
Miristinska (C14:0)	0,21	1,09
Palmitinska (C16:0)	12,01	22,50
Stearinska (C18:0)	6,43	4,16
Arahinska (C20:0)	0,52	0,15
Behenijska (C22:0)	1,58	n.d.
Lignocerinska (C24:0)	0,23	n.d.
Palmitoleinska (C16:1)	0,09	0,11
Oleinska (C18:1)	48,98	34,80
C18:1 <i>trans</i>	13,00	n.d.
C18:1 <i>cis</i>	35,98	34,80
C20:1	0,15	n.d.
Linolna C18:2	29,53	34,40
C18:2 <i>trans</i>	0,92	n.d.
C18:2 <i>cis</i>	28,61	34,40
Linolenska C18:3	0,07	0,50

n.d. - nije detektovano

MKP MAST sadrži najveći udeo mononezasićenih masnih kiselina (49,22%), pri čemu je najviše prisutna oleinska masna kiselina (48,98%) sa čak 13,00% u nepoželjnom *trans*-obliku, kao posledicom postupka parcijalne hidrogenacije. NTMKP MAST sadrži manji udeo mononezasićenih masnih kiselina (34,91%) sa 34,80% oleinske masne kiseline, bez prisustva *trans*-masnih kiselina. S druge strane, NTMKP mast sadrži više zasićenih masnih kiselina (30,19%) u poređenju sa MKP (21,11%) sa znatno većim udelom palmitinske masne kiseline (22,50%) u odnosu na MPK MAST (12,01%). Takođe, NTMKP MAST sadrži i veći udeo polinezasićenih masnih kiselina (34,9%) od MKP MASTI (29,6%), pri čemu u oba uzorka dominira linolna masna kiselina, sa 0,92% u *trans*-obliku u MKP MASTI, dok NTMKP MAST ne sadrži polinezasićene masne kiseline u *trans* obliku.

Toplotne karakteristike masti

Na slici 1 prikazani su intervali topljenja ispitivanih masti.

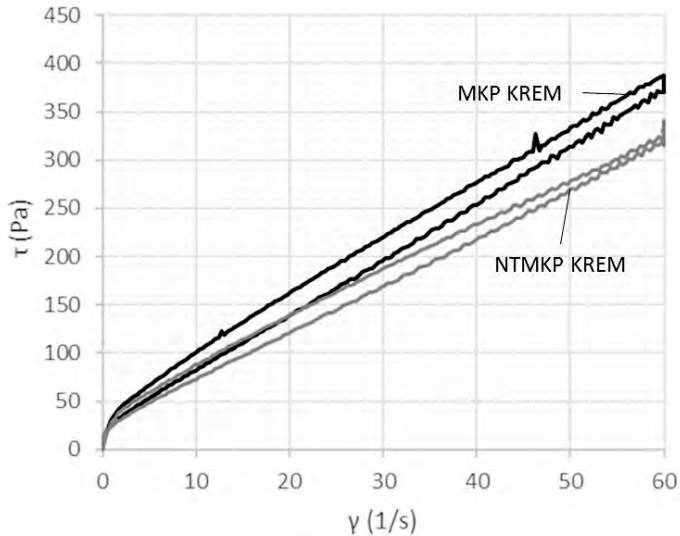


Slika 1. Intervali topljenja masti za mazive krem proizvode
Figure 1. Melting intervals of fats for spreadable cream products

Obe vrste ispitivanih masti pokazuju plastična svojstva, odnosno tope se u širokom temperaturnom intervalu. MKP MAST, usled nižeg sadržaja zasićenih masnih kiselina, počinje da se topi na nižoj temperaturi (22,20 °C) i ima nižu tačku topljenja (27,76 °C) u poređenju sa NTMKP MASTI koja počinje da se topi na 28,50 °C i ima pik topljenja na 36,66 °C. Uzorak MKP masti ima veću entalpiju topljenja što ukazuje na uredniji sistem i zahteva veću količinu termalne energije kako bi prešla iz čvrstog u tečno agregatno stanje.

Reološke karakteristike mazivih krem proizvoda

Krive proticanja uzoraka krem proizvoda na temperaturi proizvodnje (40 °C), prikazane su na slici 2.



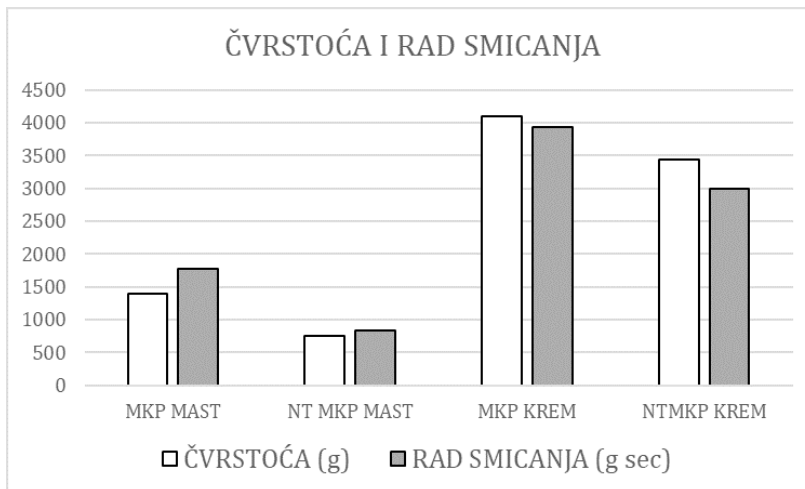
Slika 2. Tiksotropne petlje uzoraka krem proizvoda
Figure 2. Flow curves of spreadable cream samples

Oba uzorka pokazuju tiksotropno proticanje i na njih se mora primeniti veoma slična sila kako bi počeli da protiču na 40 °C, odnosno imaju veoma slične vrednosti prinosnog napona (MKP KREM 6,60 Pa i NTMKP KREM 6,92 Pa). S druge strane, iako uzorak NTMKP KREM ima veću tačku topljenja u odnosu na MKP KREM, ovaj uzorak pokazuje manju vrednost Casson-ovog viskoziteta na 40 °C (3,88 Pas) u odnosu na MKP KREM (4,76 Pas), što pozitivno utiče na sam proces proizvodnje mazivog krem proizvoda sa ovom vrstom masti.

Teksturalne karakteristike masti i mazivih krem proizvoda na 25°C

Čvrstoća i rad smicanja ispitivanih namenskih masti i mazivih krem proizvoda na sobnoj temperaturi prikazani su na slici 3.

Neočekivano, NTMKP mast, koja ima veći udeo zasićenih masnih kiselina i veću tačku topljenja, ima manju čvrstoću (754 g) na sobnoj temperaturi u odnosu na MKP mast (1398 g). Smanjenju čvrstoće ove masti su najverovatnije doprinele polinezasićene masne kiseline u većem udelu u poređenju sa MKP masti, odsustvo *trans*-masnih kiselina i prisustvo većeg udela zasićenih masnih kiselina kraćih lanaca. Očekivano, NTMKP KREM ima manju čvrstoću (3447 g) i bolju mazivost, odnosno manji rad smicanja (2994 g sec) u poređenju sa MKP kremom (4098 g i 3938 g sec).

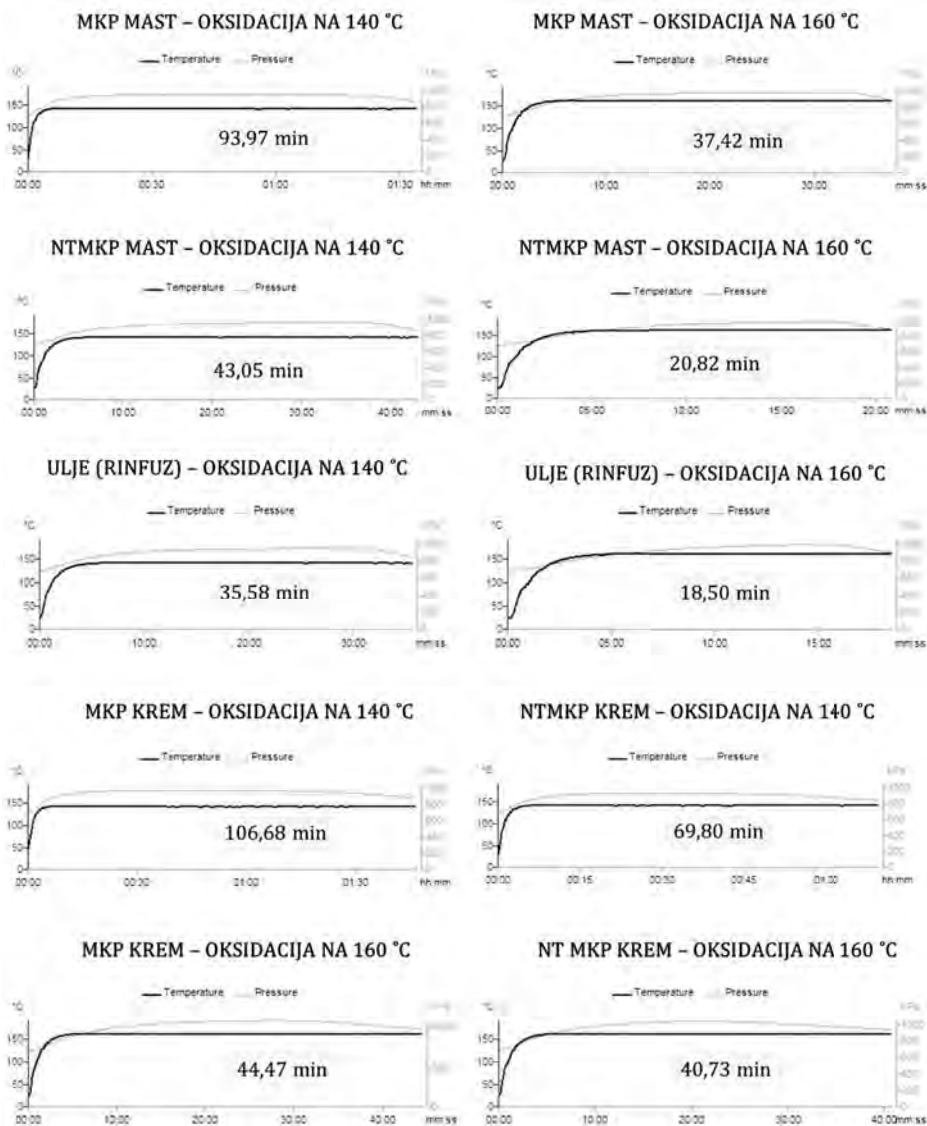


Slika 3. Čvrstoća i rad smicanja ispitivanih uzoraka
Figure 3. Hardness and work of shearing of examined samples

Oksidativna stabilnost namenskih masti i krem proizvoda

Na slici 4 prikazana je oksidativna stabilnost, odnosno indukcioni periodi masti, rinfuz ulja i krem proizvoda na različitim temperaturama ispitivanja (140 i 160 °C). Sa povećanjem temperature u komori sa uzorkom, povećava se pritisak unutar komore (do oko 1000 kPa) sve do početka procesa oksidacije. Usled reakcije kiseonika sa ispitivanim uzorkom dolazi do potrošnje kiseonika, a pritisak unutar komore za se smanjuje. Kada pritisak u komori opadne za 10% odigrala se potpuna reakcija oksidacije uzorka (indukcioni period).

Na obe temperature ispitivanja MKP MAST ima veći indukcioni period, odnosno bolju oksidativnu stabilnost u poređenju sa NTMKP masti i rinfuz uljem, koje ima najmanje vrednosti indukcionog perioda. Indukcioni period MKP masti iznosi 93,97 minuta na 14 °C, odnosno 37,42 minuta na 160°C dok indukcioni period NTMKP masti iznosi 43,05 minuta na 140 °C i 20,82 minuta na 160°C.



Slika 4. Indukcioni periodi namenskih masti, rinfuz ulja i krem proizvoda na različitim temperaturama ispitivanja (140 i 160°C)
Figure 4. Induction periods of edible fats, bulk oil and cream products at different test temperatures (140 and 160°C)

Dobijeni indukcioni periodi za krem proizvode imaju veće vrednosti u odnosu na masti zbog ostalih sirovina u njihovom sastavu koje su oksidativno veoma stabilne. Očekivano, MKP KREM ima bolju oksidativnu stabilnost (106,68 minuta na 140 °C i 69,80 minuta na 160°C) nakon proizvodnje u odnosu na NTMKP krem (44,47 minuta na 140 °C i 40,73 minuta na 160°C).

ZAKLJUČAK

Za razliku od parcijalno hidrogenovane masti (MKP MAST) koja se duži niz godina koristi u proizvodnji krem proizvoda i koja sadrži 13% *trans*-masnih kiselina, namenska mast dobijena mešavinom frakcija palminog ulja i rafinisanog suncokretovog ulja (NTMKP MAST) ne sadrži nepoželjne *trans*-masne kiseline. Mast NTMKP sadrži veći udeo zasićenih masnih kiselina, ali i veći udeo polinezasićenih masnih kiselina u odnosu na mast MKP, što doprinosi većoj tački topljenja, ali u isto vreme manjoj čvrstoći na sobnoj temperaturi (25°C).

Rezultati su pokazali da NTMKP KREM ima manji viskozitet na temperaturi proizvodnje u kugličnom mlinu (40°C) i bolju mazivost na sobnoj temperaturi u odnosu na MKP KREM. S druge strane, MKP MAST ima bolju oksidativnu stabilnost, što je i te kako važno u proizvodnji mazivog krem proizvoda budući da od oksidativne stabilnosti masti zavisi i održivost gotovog proizvoda. Uzorak krema sa MKP masti je pokazao znatno bolju oksidativnu stabilnost u odnosu na krem koji sadrži NTMKP MAST bez *trans*-masnih kiselina. Budući da su na 140°C razlike u oksidativnoj stabilnosti bolje uočljive, u narednim istraživanjima će se oksidativna stabilnost masti i kremova raditi na 140°C.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Program, broj ugovora: 451-03-47/2023-01/200134).

LITERATURA

1. Basiron, Y. (2005). Palm oil, pp. 334-339. u: Editor, F. Shahidi, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Vol. 1., J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.
2. ISO 5508 (1990): Animal and vegetable fats and oils - Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids.
3. 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.
4. Lončarević I., Pajin B., Petrović J., Zarić D., Sakač M., Torbica A., Lloyd D.M., Omorjan R. (2016a). The impact of sunflower and rapeseed lecithin on the rheological properties of spreadable cocoa cream. Journal of Food Engineering, 171: 67-77.

5. Lončarević I., Pajin B., Sakač M., Zarić D., Rakin M., Petrović J., Torbica A. (2016b). 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.
6. 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.
7. Pajin (2009). Praktikum iz tehnologije konditorskih proizvoda, Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija, str. 14-15.
8. Pajin (2014). Tehnologija čokolade i kakao proizvoda, Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija, str. 130.

TRIGLICERIDI U REGULATIVI ZA OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE

Nataša Đurišić-Mladenović¹, Maja Buljovčić¹, Ferenc Kiš¹, Milan Tomić²

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

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija

IZVOD

Sirovine bogate trigliceridima imaju veliki značaj u proizvodnji biogoriva i diverzifikaciji obnovljivih izvora energije u saobraćaju. To su prvenstveno uljarice i otpadna (iskorišćena) jestiva ulja. U radu je dat pregled mogućih puteva konverzije oleo sirovina do tečnih biogoriva i predstavljen je značaj triglicerida u proizvodnji biogoriva u skladu sa trenutnom regulativom u EU, kao i perspektive i izazovi njihovog daljeg korišćenja za potrebe sektora saobraćaja u budućnosti.

Ključne reči: biodizel, obnovljivi dizel, RED direktiva

TRIGLYCERIDES IN DIRECTIVES FOR RENEWABLE SOURCES OF ENERGY

ABSTRACT

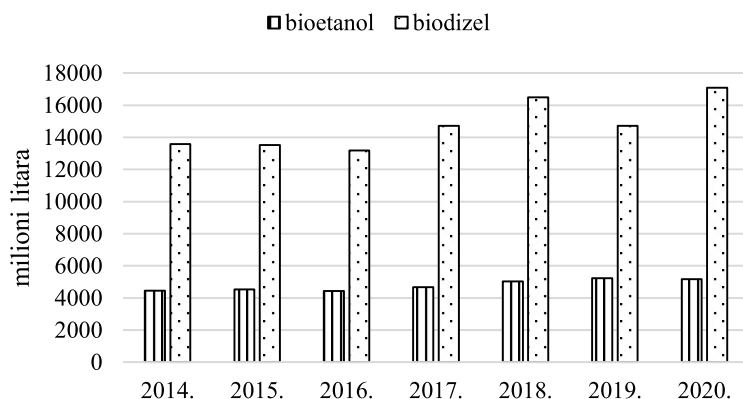
Triglyceride-based feedstocks are very important for biofuel production and diversification of renewable energy sources in transport sector. These are primarily oilseeds and waste (used) edible oils. The paper provides an overview of possible routes for conversion of oleo feedstocks to liquid biofuels, describing the importance of triglycerides in the biofuels production in accordance with a relevant regulation in the EU, as well as the perspectives and challenges of their further use for the needs of the transport sector in the future.

Key words: biodiesel, renewable diesel, RED Directive

UVOD

Biomasa predstavlja jedini izvor ugljenika obnovljivog porekla i kao takva smatra se glavnom alternativom proizvodima na bazi ugljenika fosilnog (neobnovljivog) porekla. Pri tome, kao obnovljivi izvor energije, biomasa ima prednost u odnosu na ostale obnovljive izvore, jer se samo od nje mogu proizvesti tečna goriva, tzv. biogoriva - supstituenti konvencionalnim tečnim gorivima u saobraćaju (Đurišić-Mladenović i

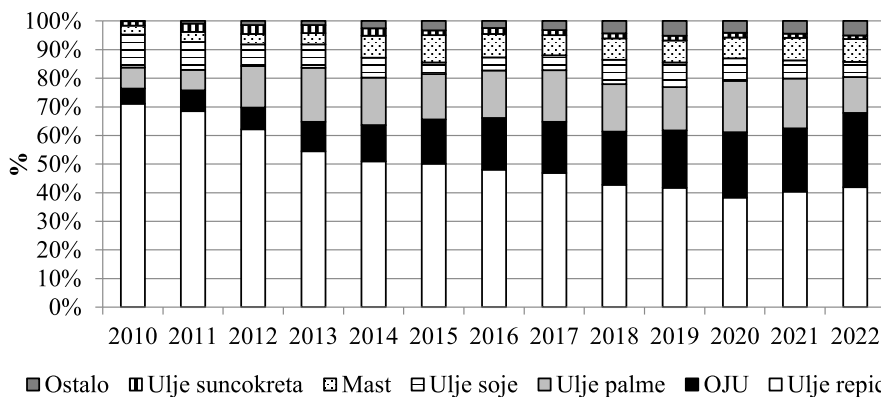
Predojević, 2021). Osnovni konstituenti biomase čijom konverzijom se mogu dobiti alternativna tečna goriva su različiti ugljeni hidrati i trigliceridi. Biogoriva koja se danas koriste u svetu u najvećim količinama u drumskom saobraćaju su bioetanol, koji se proizvodi od ugljenih hidrata, i biodizel, proizveden od triglicerida. Ovo su ujedno i prva alternativna tečna goriva koja su se pojavila na tržištu posle naftne krize tokom '70-tih godina 20. veka, kao način smanjenja zavisnosti najrazvijenijih zemalja sveta od uvoza nafte (Đurišić-Mladenović i Predojević, 2021). U Evropskoj Uniji (EU) prevladava korišćenje biodizela (slika 1).



Slika 1. Potrošnja bioetanol i biodizela u EU u periodu 2014-2020.
(USDA GAIN, 2022)

Figure 1. Consumption of bioethanol and biodiesel in EU in the period 2014-2020
(USDA GAIN, 2022)

Postoje različiti izvori triglicerida koji se mogu koristiti za proizvodnju biodizela. Prema poreklu, oleo sirovine za biogoriva (izvori triglicerida), uključujući i biodizel, mogu se podeliti na sirovine prve generacije (jestiva ulja), sirovine druge generacije (nejestivi izvori triglicerida), sirovine treće generacije (algalna ulja) i sirovine četvrte generacije (ulja genetski modifikovanih organizama, na primer, mikroalgi) (Đurišić-Mladenović i Predojević, 2021). Do nedavno je u EU prevladavao biodizel prve generacije - proizveden od ulja uljane repice. Međutim, zbog kontroverze koja je pratila biodizel dobijen iz sirovina koje se koriste i u proizvodnji hrane, promovise se korišćenje nejestivih sirovina u proizvodnji biogoriva, te je u sve većim količinama zastupljen i biodizel druge generacije proizveden od otpadnog jestivog ulja, OJU (USDA GAIN, 2022, slika 2), dok su istraživanja usmerena i na druge izvore nejestivih oleo sirovina, poput nusproizvoda iz procesa proizvodnje jestivih ulja, ulje ekstrahovano iz biorazgradivog komunalnog otpada, i sl. (Đurišić-Mladenović, 2018).



Slika 2. Učešće različitih izvora triglicerida u proizvodnji biodizela u EU u periodu 2010-2022. (USDA GAIN, 2016; USDA GAIN, 2022)

Figure 2. Contribution of different triglyceride sources in the EU biodiesel production in the period 2010-2022 (USDA GAIN, 2016; USDA GAIN, 2022)

U radu je dat pregled mogućih puteva konverzije oleo sirovina do biogoriva i predstavljen je značaj triglicerida u proizvodnji biogoriva u skladu sa trenutnim regulativima u EU, kao i perspektive i izazovi njihovog daljeg korišćenja za potrebe sektora saobraćaja u budućnosti.

PUTEVI KONVERZIJE TRIGLICERIDA DO BIOGORIVA

Osnovni načini konverzije triglicerida različitih (oleo) sirovina do tečnih biogoriva predstavljeni su na slici 3. Transesterifikacija predstavlja komercijalizovan, široko primenjivani postupak proizvodnje biodizela. Biodizel predstavlja smešu alkil estara viših masnih kiselina, najčešće su to metil estri masnih kiselina (MEMK), koji se u industrijskim pogonima dobijaju transesterifikacijom triglicerida sa metanolom u prisustvu katalizatora. Biodizel je namenjen korišćenju u dizel motorima, pri čemu se zbog određenih nedostataka (slaba oksidaciona stabilnost i loše niske temperature osobine), primenjuje namešan sa konvencionalnim gorivom do maksimalnih 30 zapr.%. Evropski standard o kvalitetu konvencionalnog dizel goriva EN 590 propisuje maksimalnu količinu MEMK od 7 zapr. % i pri tome osobine biodizela (smeše MEMK) moraju biti u skladu sa standardom EN 14214. Dodatno postoje evropski standardi koji propisuju karakteristike smeša sa 10 zapr.%, 20 zapr.% i 30 zapr.% biodizela u dizelu. Kao oksigenovano gorivo, biodizel ima manju toplotnu vrednost od konvencionalnog goriva za dizel motore, ali doprinosi manjoj emisiji ugljen monoksida i čestične materije iz motora. Ispituje se mogućnost dalje konverzije biodizela katalitičkom deoksigenacijom u tzv. „drop in” ugljovodonično goriva (van Dyk i Saddler, 2021, slika 3).



Slika 3. Mogući putevi konverzije sirovina na bazi triglicerida do tečnih biogoriva

Figure 3. Possible conversion processes of triglyceride-based feedstocks to liquid biofuels

Trigliceridi predstavljaju osnovnu sirovinu i u proizvodnji sintetičkih ugljovodonika obnovljivog porekla hidrogenovanjem (hidrobradom), koji se kroz uobičajene procese rafinerijske obrade mogu razdvojiti na ugljovodonične frakcije odgovarajuće konvencionalnom benzinu, kerozinu i dizelu. Evropski standard EN 15940 definiše zahteve kvaliteta ovako dobijenog sintetičkog dizel goriva. Proces se može modifikovati u pravcu povećanja prinosa frakcije avio biogoriva (obnovljivog kerozina) (van Dyk i Saddler, 2021). Američki standard ASTM D7566 prepoznaje ovo gorivo kao sintetički parafinski kerozin pod oznakom HEFA-SPK, koji se koristi tek nakon namešavanja sa konvencionalnim mlaznim gorivom (obično maksimalno do 50 zapr.%), zbog odstupanja nekih karakteristika od vrednosti zahtevanih relevantnim standardom za avio goriva ASTM D1655. Proizvodnja HEFA-SPK je komercijalizovana: u 2020. je u EU postojalo 15 pogona u kojima se proizvodi avionsko gorivo obnovljivog porekla na ovaj način, ukupnog kapacitet ovih pogona oko 5500 miliona litara, a njihova iskorišćenost je bila oko 67% (USDA GAIN, 2022).

Termički kreking ili piroliza predstavlja proces u kojem dolazi do „cepanja” molekula u sirovini podvrgnutoj povišenim temperaturama (300-600°C) u odsustvu vazduha (kiseonika). Prilikom pirolize uvek nastaje tečni proizvod tzv. bio-ulje, čvrsti proizvod (bio-koks ili bio-ugalj) i smeša gasova (obično goriva). Za razliku od bio-ulja koje nastaje pirolizom lignocelulozne sirovine (na primer, drvene biomase), bio-ulje od oleo sirovina sadrži manje kiseoničnih jedinjenja i vode, te predstavlja smešu jedinjenja sličnijih ugljovodonicima prisutnim u nafti, čija je prerada manje složena (Wiggers i sar., 2017). Uprkos tome što se smatra atraktivnim načinom dobijanja ugljovodonika obnovljivog porekla, termički kreking oleo sirovina još uvek nije komercijalizovan.

OLEO SIROVINE U „RED II” DIREKTIVI

Uprkos tome što biogoriva nisu cenovno konkurentna konvencionalnim tečnim gorivima fosilnog porekla, međunarodni sporazumi i regulative uz državne podsticaje doveli su do stalnog porasta potrošnje ovih alternativnih goriva, čak i u periodu niskih cena nafte, što je na primeru biodizela ilustrovano na slici 4.



Slika 4. Proizvodnja biodizela (milijarde litara) i cena sirove nafte (SAD \$ po barelu) u periodu 2000-2016. (Naylor i Higgins, 2017)

Figure 4. Biodiesel production (billions liters) and crude oil price (US \$ per barrel) in period 2000-2016 (Naylor i Higgins, 2017)

Evropska Direktiva o obnovljivim izvorima energije iz 2018. (tzv. RED II direktiva (RED II Directive, 2018); skraćenica na engleskom RED se odnosi na *Renewable Energy Directive*), na koju se oslanja i Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije Republike Srbije usvojen u martu 2021., poseban značaj daje biogorivima dobijenim od nejestivih sirovina, naročito od biootpada, čijim iskorišćenjem se postiže nekoliko ciljeva: smanjenje uticaja procesa sagorevanja dobijenih goriva na efekat staklene bašte i klimatske promene; smanjenje problema zagađenja do kojeg dolazi odlaganjem biootpada; mali tzv. ILUC efekat¹. Pored uvođenja naprednih biogoriva proizvedenih od algi, biorazgradivog dela mešanog komunalnog otpada, odvojenog biootpada iz domaćinstava, slame, stajnjaka, kanalizacionog mulja, itd, Direktiva stimuliše i

¹ Proizvodnja sirovina za biogoriva na poljoprivrednim površinama koje su prethodno bile korišćene za proizvodnju hrane može imati za posledicu prevođenje ekonomski neproduktivnog zemljišta (npr. primarnih šuma, tresetišta) u oranice na nekoj drugoj lokaciji kako bi se nadomestio ispad u globalnoj produkciji hrane zbog izdvajanja dela poljoprivrednih površina za proizvodnju sirovina za biogoriva. Ovaj fenomen u vezi sa proizvodnjom biogoriva se naziva posredna promena upotrebe zemljišta, ili engleski *indirect land use change*, ILUC. Prevođenje prirodnih površina u oranične površine je po pravilu praćeno značajnim emisijama gasova sa efektom staklene bašte iz zemljišta i uništene biomase, i očekivani uticaj ovih emisija na globalno zagrevanje (iskazan kroz tzv. ILUC vrednost sa jedinicom mere g CO₂eq/MJ) se po smernicama RED II pripisuje ukupnom uticaju biogoriva čija proizvodnja je posredno dovela do njihovog nastanka.

korišćenje biogoriva proizvedenih od OJU i pojedinih kategorija životinjske masnoće (kategorije 1 i 2 prema Direktivi 1069/2009), i to tako da odobrava obračunavanje dvostruke energetske vrednosti ovih goriva u odnosu na postavljeni cilj Direktive za oblast drumskog i železničkog saobraćaja od 14% obnovljive energije do 2030. Prema RED II direktivi, biogoriva od nejestivih oleo sirovina bi trebalo da su maksimalno zastupljena sa 1,7% do 2030. Ovo ograničenje je postavljeno s obzirom na ograničenu dostupnost ovih sirovina, a istovremeno ovim ograničenjem se podstiče razvoj tehnologija proizvodnje naprednih biogoriva iz drugih nejestivih sirovina.

RED II Direktiva ograničava korišćenje gajenih jestivih kultura za proizvodnju biogoriva (tečnih goriva u sektoru saobraćaja) na maksimalnih 7%. Ako je taj udeo manji od 1% u državi članici EU, može se povećati na najviše 2% konačne potrošnje energije u sektoru drumskog i železničkog saobraćaja. Ovo ograničenje je postavljeno kako bi se ograničilo i na kraju smanjilo korišćenje jestivih kultura u proizvodnji biogoriva. Tačnije, Direktiva ograničava korišćenje biogoriva sa velikim ILUC vrednostima na nivo korišćenja iz 2019. za period 2021-2023, uz postepeno smanjenje količina ovakvih biogoriva u narednim godinama do potpunog izbacivanja iz upotrebe do kraja decembra 2030. Države članice EU će moći koristiti (i uvoziti) ovakva goriva i u većim količinama od trenutnih ograničenja, ali ne obračunavajući njihov doprinos u postavljenim ciljevima za učešće obnovljivih goriva u saobraćaju; drugim rečima, države neće imati razloga da promovišu/stimulišu korišćenje biogoriva sa velikim ILUC vrednostima.

Ipak, potrebno je naglasiti da je nedavno najavljena revizija RED II Direktive (ERA 2023), te se može uskoro očekivati promena obavezujućih ciljeva EU u odnosu na obnovljive izvore energije, i to u pravcu povećanja njihovog učešća do 2030, uključujući i u sektoru saobraćaja.

Tabela 1 daje pregled očekivanog smanjenja emisije gasova sa efektom staklene bašte ukoliko se umesto fosilnog dizela koristi neko biogorivo na bazi oleo sirovina prema RED II Direktivi (aneks V RED II Direktive, (RED II Directive, 2018). U tabeli 2 su prikazane predefinisane ILUC vrednosti pojedinih biogoriva u zavisnosti od sirovine u skladu sa RED II Direktivom.

Tabela 1. Smanjenje (%) emisije gasova sa efektom staklene bašte u odnosu na fosilno gorivo - tipične vrednosti za neka biogoriva na bazi oleo sirovina bez eventualnih efekata zbog promene u načinu upotrebe zemljišta (aneks V RED II Direktive (RED II Directive, 2018))

Table 1. Reduction (%) in greenhouse gas emissions compared to fossil fuel counterparts - typical values for oleo feedstock-based biofuels with no net carbon emissions from land-use change (Annex V of RED II Directive, 2018)

Biogorivo	%
Biodizel od ulja uljane repice	52
Biodizel od suncokretovog ulja	57
Biodizel od sojinog ulja	55
Biodizel od palminog ulja	32-51
Biodizel od OJU	88
HEFA* od ulja uljane repice	51
HEFA* od suncokretovog ulja	58
HEFA* od sojinog ulja	55
HEFA* od palminog ulja	34-53
HEFA* od OJU	87

HEFA (*hydroprocessed esters and fatty acids*) - sintetičko ugljovo-donično gorivo dobijeno hidrobromom triglicerida iz različitih oleo sirovina

Tabela 2. ILUC efekti proizvodnje biogoriva (g CO₂eq/MJ) u zavisnosti od sirovine (aneks VIII RED II Direktive (RED II Directive, 2018))

Table 2. Estimated indirect land-use change emissions (g CO₂eq/MJ) from biofuel feedstock (Annex VIII of RED II Directive, 2018)

Sirovina	g CO ₂ eq/MJ
Žitarice i druge kulture bogate škrobom	12
Šećerne kulture	13
Uljarice	55

IZAZOVI KORIŠĆENJA OLEO SIROVINA U PROIZVODNJI BIOGORIVA

S obzirom da se sirovine na bazi triglicerida mogu podeliti na gajene (jestive) i nejestive (prvenstveno OJU), izazovi postavljeni pred ove sirovine RED II direktivom su:

- ograničeno korišćenje gajenih uljarica zbog značajnog uticaja u vezi sa ILUC, i
- problem ograničenih količina OJU, koji je dodatno naglašen malom efikasnošću njihovog sakupljanja.

U vezi gajenih kultura, Direktiva ograničava i postepeno smanjuje biogoriva od sirovina sa velikim ILUC efektima, ali isto tako predviđa mogućnost sertifikacije gajenih sirovina kao sirovine sa malim rizikom od pojave ILUC efekata ukoliko se utvrdi postojanje povećanja prinosa pomoću poboljšane poljoprivredne prakse, ulaganja u efikasiju mehanizaciju i prenosa znanja.

Zbog ograničenih količina OJU koje se mogu efikasno sakupiti samo od pravnih lica (na primer, ugostiteljski objekti), evropsko tržište tek uvozom, prvenstveno iz azijskih zemalja, može da obezbedi dovoljne količine ove sirovine za proizvodnju biogoriva u skladu sa postavljenim ciljevima RED II Direktive. Međutim, velika potražnja i obračun dvostruke energetske vrednosti ovakvih biogoriva doveli su u nekim državama EU do povećanja cene OJU čak iznad cene rafinisanog jestivog ulja, ali i ilegalne prakse namešavanja rafiniranih ulja sa OJU radi povećanja količina OJU (Radulović i sar. 2021; van Grinsven i sar., 2020). Ovo zahteva razvoj strožijih mera kontrole porekla sirovina, zbog mogućnosti nelegalnog namešavanja uvoznog sojinog ili palminog ulja sa OJU.

Sakupljanje OJU iz domaćinstava može značajno doprineti ukupnim količinama raspoloživih OJU, ali gotovo u svim zemljama sakupljanje OJU iz domaćinstava nije regulisano zakonodavstvom, te je potrebno pristupiti razvoju efikasnih sistema za sakupljanje (Radulović i sar. 2021).

ZAKLJUČAK

Konverzija sirovina na bazi triglicerida do tečnih biogoriva ima važan, ali ograničen značaj u tranziciji ka klimatskoj neutralnosti. Iako se ne očekuje veliki udeo ovih sirovina za proizvodnju biogoriva u drumskom i železničkom saobraćaju u EU, s obzirom na maksimalne količine definisane RED II Direktivom, one doprinose diverzifikaciji obnovljivih izvora energije. Značaj oleo sirovina je dodatno naglašen u avio saobraćaju, koji nije uzet u obzir trenutnom RED II Direktivom. S obzirom na komercijalizovanu tehnologiju za proizvodnju HEFA-SPK kao avio biogoriva, vazdušni saobraćaj predstavlja sektor u kome su oleo sirovine započele uvođenje obnovljivih alternativa i u kojem će još izvesno vreme imati primat, obezbeđujući visoke zahteve kvaliteta avio goriva.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (projekat: 451-03-47/2023-01/200134 i projekat: 451-03-47/2023-01/200117).

LITERATURA

1. Đurišić-Mladenović, N. (2018): Nejestiva i otpadna ulja u proizvodnji biogoriva, Zbornik radova 34. međunarodnog savetovanja ENERGIJA, EKONOMIJA, EKOLOGIJA 2018, pp. 515-521, Zlatibor, 27-30. mart 2018.
2. Đurišić-Mladenović, N., Predojević, Z. (2021): Alternativna goriva. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, 2021.
3. ERA European Regions Airline Association (2023): Political Agreement Reached on RED III. <https://www.eraa.org/political-agreement-reached-red-iii>
4. Naylor, R.L., Higgins, M.M. (2017): The political economy of biodiesel in an era of low oil prices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 77, 695-705.
5. Radulović, J., Kiš, F., Tomić, M., Đurišić-Mladenović, N. (2021): Otpadna jestiva ulja kao sirovine za proizvodnju biogoriva. *Hemijski preglad* 62, 86-94.
6. RED II Directive (2018): Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources. Official Journal of the European Union L 328/82. 21.12.2018
7. USDA GAIN (2016): EU-28 Biofuels Annual-EU Biofuels Annual 2016. Report NL6021.
8. USDA GAIN (2022): Biofuels Annual-European Union. Report E42022-0048.
9. van Dyk, S., Saddler, J. (2021): Progress in Commercialization of Biojet /Sustainable Aviation Fuels (SAF): Technologies, potential and challenges, IEA Bioenergy-Task 39. <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2021/06/IEA-Bioenergy-Task-39-Progress-in-the-commercialisation-of-biojet-fuels-May-2021-1.pdf>
10. van Grinsven, A., van den Toorn, E., van der Veen, R., Kampman, B. (2020): Used Cooking Oil (UCO) as biofuel feedstock in the EU, CE Delft, Delft. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/04/CE_Delft_200247_UCO_as_biofuel_feedstock_in_EU_FINAL-v5.pdf
11. Wiggers, V.R., Beims, R.F., Ender, L., Simionatto, E.L., Meier, H.F (2017): Renewable Hydrocarbons from Triglycerides's Thermal Cracking, Chapter 20. *Frontiers in Bioenergy and Biofuels*. 408-424. <http://dx.doi.org/10.5772/65498>

ODRŽIVO UPRAVLJANJE SEKUNDARNIM PROIZVODIMA ULJANE REPICE U FUNKCIJI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

*Jela Ikanović^{1,2}, Vera Popović^{2,3}, Ljubiša Živanović¹, Nikola Rakašćan⁴,
Snežana Janković⁵, Ljubiša Kolarić¹, Slobodanka Pavlović⁶*

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd, Srbija

²Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet, Bijeljina, Republika Srpska,
Bosna i Hercegovina

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija

⁴Biogas Energy d.o.o., Ilandža-Alibunar, Srbija

⁵IPN - Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Srbija

⁶Nezavisni Univerzitet Banja Luka, Fakultet za ekologiju, Republika Srpska,
Bosna i Hercegovina

IZVOD

U ovoj studiji ispitivano je održivo upravljanje otpadom uljanih repica u funkciji zaštite životne sredine. Posle berbe ovih uljanih biljaka na njivama ostaju suva cvetna stabla sa ostacima ljusaka. Ovi žetveni ostaci mogu se iskoristiti na nekoliko načina, i to kao stočna hrana, zatim kao prostirka za malčiranje, spravljanje komposta ili kao sirovina za biogorivo. Suvi žetveni ostaci repica u današnje vreme sve više se ocenjuju kao potencijalni izvor sekundarne biomase za proizvodnju goriva druge generacije, budući da su jeftin obnovljivi bioresurs. Drugi, i najvažniji sekundarni proizvod je uljana sačma koja ostaje posle proseca ekstakcije ulja. Uljana sačma ima veliku hranljivu i vitaminsku vrednost i služi kao stočna hrana, a sačma od nerafinisanog ulja u daljoj industrijskoj preradi za dobijanje niza korisnih proizvoda ili kao organsko hranivo za zemljište. Med je treći sporedni proizvod koji, takođe ima veliki privredni značaj. Ove biljke su stranooplodne entomofilne vrste. Cvetaju rano u proleće i u periodu od 30 dana (zavisno od vrste i vremena setve) obezbeđuju pčelama obilnu pašu. Pojedini biljni organi u različitim fenofazama koriste se i u lekovite svrhe u narodnoj medicini, kao i u farmaceutskoj industriji.

Ključne reči: održivo upravljanje i zaštita životne sredine, otpad od uljane repice, ljuske i žetveni ostaci, uljana sačma, med.

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF RAPESEED SECONDARY PRODUCTS IN THE FUNCTION OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

ABSTRACT

In this study, the sustainable management of rapeseed waste in the function of environmental protection was examined. After the harvest of these oil plants, dry flowering stems with remains of husks remain in the fields. These harvest residues can be used in several ways, namely as animal feed, then as a mat for mulching, making compost or as raw material for biofuel. Nowadays, dry rapeseed residues are increasingly evaluated as a potential source of secondary biomass for the production of second-generation fuels, since they are a cheap renewable bioresource. The second and most important secondary product is the oil shot that remains after the average extraction of the oil. Oil meal has a high nutritional and vitamin value and is used as animal feed, and unrefined oil meal in further industrial processing to obtain a number of useful products or as organic soil nutrients. Honey is the third secondary product, which also has great economic importance. These plants are exotic entomophilous species. They bloom early in the spring and in a period of 30 days (depending on the species and sowing time) they provide bees with abundant pasture. Certain plant organs in different phenophases are also used for medicinal purposes in folk medicine, as well as in the pharmaceutical industry.

Key words: sustainable management and protect environment, waste and oilseed rape, husks and harvest residues, oilseed meal, honey.

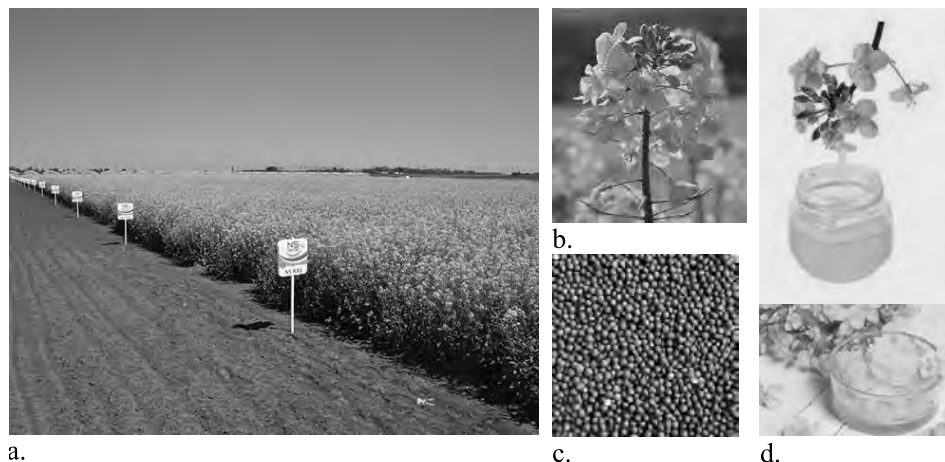
UVOD

Proizvodnja uljanih repica pokazuje tendenciju stalnog porasta, posebno posle uvođenja savremenih genotipova takozvanih slatkih repica (Canola), kao i GMO sorti. Godine 2020. u svetu su, prema podacima FAOSTAT-a, gajene na 33.718.568 ha. Zemlje sa najvećim površinama bile su Kanada, Kina, Indija, Australija i tako dalje. Poljoprivredni proizvođači u proteklih godinama sve više se opredeljuju za gajenje uljanih repica radi zrna, iako su one bile zastupljene u ozimim krmnim smešama. U Srbiji uljana repica je 2020.godine posejana na oko 55.000 ha što je povećanje za skoro četiri puta u odnosu na prethodni period Janković i sar. (2019).

Posle berbe ovih uljanih biljaka na njivama ostaju suva cvetna stabla sa ostacima ljusaka. Ovi žetveni ostaci mogu se iskoristiti na nekoliko načina, i to kao *hrana za životinje*, zatim kao prostirka za malčiranje, spravljanje komposta ili kao sirovina za biogorivo.

Drugi, i najvažniji sekundarni proizvod je *uljana sačma* koja ostaje posle proseca ekstakcije ulja. Visokoselekcionisane slatke sorte, gaje se radi jestivog (običnog i

etarskog) ulja, a takozvane gorke sorte za proizvodnju tehničkog ulja za proizvodnju biodizela i biomaziva. Rafinirano ulje, izdvojeno organskim rastvaračima ili postupkom presovanja, služi u prehrambene i kozmetičke svrhe, a nerafinirano kao tehničko za proizvodnju biodizela. Uljana sačma ima veliku hranljivu i vitaminsku vrednost i služi kao stočna hrana, a sačma od nerafiniranog ulja u daljoj industrijskoj preradi za dobijanje niza korisnih proizvoda ili kao organsko hranivo za zemljište Janković i sar. (2019).



Slika 1. Usev, cvet uljane repice, b., seme, b., i med, d.
Picture 1. Rapeseed crop, a, flower, b., Seed, c., and honey, d.

Med je treći sporedni proizvod koji ima veliki privredni značaj (Glamočlija i sar., 2015; Popović, 2015). Ove biljke su stranoopodne entomofilne vrste. Cvetaju rano u proleće i u periodu od 30 dana (zavisno od vrste i vremena setve) obezbeđuju pčelama obilnu pašu.

Pojedini biljni organi u različitim fenofazama koriste se i u lekovite svrhe u narodnoj medicini, kao i u farmaceutskoj industriji.

Zbog velikog značaja uljane repice, cilj ove studije bio je da se ispita održivo upravljanje otpadom uljanih repica u funkciji zaštite životne sredine.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovoj studiji analizirani su žetveni ostaci uljanih repica i mogućnost njihove dalje upotrebe u funkciji zaštite životne sredine. Suvi žetveni ostaci repica u današnje vreme sve više se ocenjuju kao potencijalni izvor sekundarne biomase za proizvodnju goriva druge generacije, budući da su jeftin obnovljivi bioresurs. Kao sirovina mogu poslužiti za različita biogoriva. Žetveni ostaci, kao i ostaci posle izdvajanja etanola mogu se upotrebiti za spravljanje komposta i supstrata za gajenje gljiva. Analizirani

su ostaci posle ekstrakcije ulja, te sačma i uljane pogače, koje se dobijaju posle izdvajanja tehničkog ulja iz sorti namenjenih za tu svrhu a koje se koristi u daljoj industrijskoj preradi. Kao hrana za ribe sačma je dobar izvor proteina za biljojede. Repice, ozime sorte, cvetaju rano u proleće i najranija su prolećna paša za pčele. U povoljnim uslovima spoljne sredine pčele mogu proizvesti oko 50 kg ha⁻¹ meda koji se prepoznaje po svetložutoj boji. Takođe su analizirani i ostaci posle prerade zrna u prehrambenoj industriji koji se mogu iskoristiti kao dodatak stočnoj hrani ili za proizvodnju komposta.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prinos biomase

Na prinos suvih žetvenih ostataka veliki uticaj imaju vremenski i zemljišni uslovi, primenjena agrotehnika, morfološke osobine sorte i visina kosidbe biljaka. Prosečni prinosi slame variraju od 900 kg ha⁻¹ (u uslovima suše), do 2.000 kg ha⁻¹ u uslovima optimalnog vodnog režima i ishrane biljaka (Glamočlija i sar., 2015). Slama sadrži više od 90% suve supstance, koju čini do 6-8% ukupnih proteina, 48-50% ukupnih celuloza, oko 2% ulja, 10% lignina, više od 9% mineralnih soli i drugih jedinjenja. Iseckana i usitnjena slama može se upotrebiti kao dodatak kabastoj stočnoj hrani za preživare (goveda, ovce i koze), koji će svojim organima za varenje iskoristiti do 40% organske supstance. Kad se naviknu na ukus domaće životinje vrlo rado konzumiraju slamu uljanih repica (Cross, 2017).

U poređenju sa slamom žita i mahunarki ona ima više *proteina i kalcijuma*, ali kao i svi žetveni ostaci sadrži značajne količine neutralnih deterđentnih vlakana (Lardy i Anderson, 2015). Bakterije i enzimi u organima za varenje preživara ove celuloze sporo razgrađuju, tako da u dnevnim obrocima udeo slame ne bi trebalo da bude veći od 10%. U ishrani krava dnevni obrok može da sadrži oko jedan kilogram slame iseckane na komadiće dužine 1-7 cm, a za telad i junad oko 300 grama. Samlevana ili iseckana slama, pre upotrebe u ishrani, može se tretirati vodenom parom ili aditivima da bi se smanjilo učešće nesvarljivih i teže svarljivih supstanci (Adapa i sar., 2011).

Slama se u značajnim količinama utroši kao prostirka za domaće životinje. Iseckana i peletirana slama je veoma pogodna kao prostirka za konje, ali i ostale domaće i gajene životinje (krave, svinje, živinu i kućne ljubimce) jer je lagana, bez prašine, odlično upija tečnosti i gasove i lako se izbacuje iz objekta. Danas se slama uljane repice industrijski priprema i, spakovana u vreće ili bale po 20 kg mase, prodaje na tržištu širom Evrope. U hemijskoj industriji slama repica je važna sirovina za dobijanje celuloza, hemiceluloza i drugih poluproizvoda za dalju industrijsku preradu. Postupkom autohidrolize u bazama izdvajaju se celulozne supstance, ksilani, lignin, kao i soli silicijuma, kalijuma, natrijuma i kalcijuma (Svärd i sar., 2015).

Suvi žetveni ostaci repica u današnje vreme sve više se ocenjuju kao potencijalni izvor sekundarne biomase za proizvodnju goriva druge generacije, budući da su jeftin

obnovljivi bioresurs. Kao sirovina mogu poslužiti za različita biogoriva. U Republici Srbiji 2020. godine uljane repice za zrno (sve vrste) gajene su na oko 14.000 hektara. Posle berbe ostalo je oko 17.000 tona žetvenih ostataka pogodnih za dobijanje čvrstih i tečnih biogoriva kako navode Janković i sar., (2019).

Čvrsta biogoriva

Čvrsta biogoriva se dobijaju postupkom usporene pirolize. Primenom ovog metoda može se u cevastom reaktoru i u atmosferi azota, pri konstantnoj temperaturi od 800 °C, dobiti biljni ugalj visokog kvaliteta, bogat ugljenikom, koji u procesu sagorevanja minimalno zagađuje okolinu (Karaosmanoğlu i sar., 2000).

Najveće količine ove biomase, bogate ugljenim hidratima, koriste se za proizvodnju tečnog biogoriva etanola (López-Linares i sar., 2016). Da bi postupak dobijanja tečnog biogoriva (etanola) bio isplativ, neophodno je u predtretmanu poboljšati kvalitet slame koji sadrži različite ugljene hidrate. Proces razgradnje složenih ugljenih hidrata odvija se u nekoliko faza i u njemu učestvuju i mikoroorganizmi, koji svojim enzimima u procesu saharifikacije prevode u glukozu. Pomoću kvašćevih gljivica glukoza se prevodi u etanol. Tokom procesa fermentacije slama se izlaže fizičkim procesima, kuvanje pod visokim pritiskom, a zatim i biohemijskim u kojima se složeni šećeri razlažu uz pomoć enzima mikroorganizama i sintetičkih. Cilj ovog složenog procesa je da se iz ukupne biomase dobije što više etanola kako bi proces bio isplativ. Žetveni ostaci, kao i ostaci posle izdvajanja etanola mogu se upotrebiti za spravljanje komposta i supstrata za gajenje gljiva. Ukoliko se pomešaju sa žetvenim ostacima drugih ratarskih biljaka i živinskim ekskrementima, predstavljaju odlično organsko hranivo pogodno za korišćenje u sistemu ekološke poljoprivredne proizvodnje (Magdi i sar., 2004). Na kraju, žetveni ostaci mogu se upotrebiti i kao biomasa za zaoravanje. Zaoravanjem 1.000 kg slame u zemljište se unese 48 kg ha⁻¹ ukupnih azotnih jedinjenja, 19 kg ha⁻¹ soli fosfora, 80 kg ha⁻¹ kalijuma i 11 kg ha⁻¹ soli sumpora.

Ostaci posle ekstrakcije ulja

U zavisnosti od načina ceđenja ulja sekundarni proizvodi mogu biti praškasti (repičina sačma) ili u komadićima različitog oblika (repičine pogače). Ekstrakcijom ulja pomoću rastvarača (ekstrakcioni benzin ili heksan) preostala biomasa je praškasta, dok se postupkom presovanja ostaci budu zbijeni usled pritiska kome je usitnjeno zrno izloženo prolaskom kroz pužnu presu. Industrijska proizvodnja ulja u velikim pogonima obavlja se ekstrakcijom pomoću rastvarača iz prethodno usitnjenog zrna. U fabrikama manjeg kapaciteta ulje se izdvaja presovanjem. Posebno je cenjeno ulje koje je dobijeno presovanjem na temperaturi do 60°C, takozvano, hladno ceđeno ulje. Ostaci posle hladnog ceđenja sadrže hranljive supstance neoštećene visokom temperaturom, ako i značajan procenat ulja. Zato ova sačma ima veću hranljivu vrednost za domaće životinje. Krajem 20. veka u nekim zemljama zapadne Evrope ulje je ceđeno iz oljuštenog zrna. Ljušćenje je uvećavalo gubitke sirovine za ceđenje i značajno poskupljivalo celokupan proces proizvodnje ulja.

Sačma i pogače uljanih repica

Svetska proizvodnja sačme uljanih repica (sve uljane vrste i sorte) značajno raste u proteklim godinama. Prema podacima Feed planet magazine u protekloj deceniji u svetu je, posle ekstrakcije ulja, dobijeno više od 39 miliona tona sačme uljane repice. Vodeće zemlje u gajenju uljanih repica i proizvodnji ulja bile su zemlje EU u kojima je dobijeno 13-14 miliona tona sačme. Na drugom mestu je Kina sa 9-11 miliona tona. Kanada je treća zemlja sa oko 5 miliona tona, a na četvrtom mestu je Indija sa 3,4 miliona tona. Prema FAO podacima u Srbiji je 2020. godine proizvedeno oko 39.500 tona zrna. Posle izdvajanja ulja ostalo je oko 19.750 tona uljane sačme.

Sačma i pogače sorti slatkih repica, iz čijeg se zrna dobija jestivo ulje, pogodne su za ishranu domaćih životinja jer ne sadrže antihranljive supstance. Posle izdvajanja tehničkog ulja iz sorti namenjenih za tu svrhu, ostaje sačma koja se koristi u daljoj industrijskoj preradi. Hranljiva vrednost uljane sačme varira i zavisi od načina ceđenja ulja, agroekoloških uslova i primenjene agrotehnike, od sorte uljane repice (Savic i sar., 2013), kao i od bioloških osobina ostalih vrsta ovog roda i celokupne porodice (tabele 1 i 2).

Tabela 1. Sadržaj hranljivih supstanci u sačmi repice (00 sorta),
zavisno od načina ekstrakcije ulja

Table 1. Content of nutrients in rape seed (00 variety),
depending on the method of oil extraction

Parametar/ Hranljive materije	Način ekstrakcije ulja	
	Mehanička	Pomoću rastvarača
Suva materija	90%	88%
Ukupni proteini	35%	38%
Ukupna celuloza	13%	14%
Lignin	9%	10%
Ukupna ulja	9%	3%
Mineralne soli	7%	8%
Kalcijum, g/kg s.m.	8	8,5
Fosfor, g/kg s.m.	12	13
Kalijum, g/kg s.m.	12,5	14
Natrijum, g/kg s.m.	0,1	0,1
Gvožđe, mg/kg s.m.	73	192
Glukozinolati, $\mu\text{mol/g}$ s.m.	15,33	11,66
Svarljivost O. S. preživari	77,6%	76,5%

Izvor: SSS, 2015, Peyronnet i Dauguet, 2014

Tabela 2. Sadržaj hranljivih supstanci u kanadskim sortama kanole, francuskim i domaćim sortama uljane repice
Table 2. Content of nutrients in Canadian canola varieties, French and domestic canola varieties

Količina u 88% suve supstance	Kanola*	Uljana repica ¹	Uljana repica ²
Ukupni proteini, %	37,6	33,4	40,9
Ukupna celuloza, %	11,2	14,0	15,9
Ukupna ulja, %	3,3	2,8	4,3
Glukozinolati, $\mu\text{mol/g}$	4,2	6,9	17,9

Izvor: SSS, 2015, Peyronnet i Dauguet, 2014

Sačma uljanih repica, po hranljivoj vrednosti slična je suncokretovoj i koristi se u ishrani domaćih životinja kao važna komponenta koncentrovane proteinske hrane. Pre upotrebe sačme treba utvrditi količinu otrovnih i antihranljivih supstanci, a to su erukinska masna kiselina i glukozinolati. Ova jedinjenja uslovljavaju fiziološke poremećaje u radu jetre, bubrega, štitne žlezde i na ukupan porast telesne mase životinja. Oplemenjivanjem sorti uljane repice značajno je snižen sadržaj erukinske masne kiseline, koji je u starijih populacija bio na nivou od 50% ukupnih masnih kiseline. Ulje ovih sorti korišćeno je u tehničke svrhe, a sačma nije bila pogodna za ishranu domaćih životinja. Savremene sorte 00 tipa imaju ispod 5% eruka kiseline, iako postoje i genotipovi bez ove masne kiseline (GMO sorte). Druga osobina savremenih sorti je smanjena količina glukozinolata Tako sorte grupe 00 imaju ispod 10 $\mu\text{mol/g}$ ovih toksičnih jedinjenja što je bezbedna količina glukozinolata za domaće životinje.

Ukoliko se koristi u ishrani svinja, udeo sačme uljanih repica za prasad je 5-10%, a za odrasla grla do 25%. Povećanje udela repičine sačme (pogača) u ishrani svinja ne preporučuje se jer ona sadrži znatne količine tanina i fenolnih jedinjenja, posebno sorte tamnog semena (crna slačica). Kako ove supstance vezuju proteine čineći ih nesvarljivim, sačma repica ne može biti adekvatna zamena za kvalitetniju sojinu. Radom na oplemenjivanju dobijene su sorte 000 tipa sa značajno tanjom semenjačom u kojoj ima manje tanina.

U manjim količinama dnevnog obroka sačma se koristi u ishrani živine, obično kao zamena za sojinu. Khajali i Slominski (2012) naglašavaju da štetne i antihranljive supstance, zavisno od njihovog procentualnog učešća, mogu nepovoljno uticati na porast brojlera, kao i na koke nosilje. Posebno su osetljive rase koje nose jaja smeđe ljuske, jer nemaju fermente za razlaganje sinapina. Ove alkaloidne one odlažu u jaja koja imaju neprijatan miris na ribu (Newkirk i sar., 2010). U ishrani ćurki sačma se može upotrebiti u količini od 45% od ukupnih potreba za proteinskom hranom. Međutim, u intenzivnom tovu mladih ćurki u sojinoj sačmi ne bi trebalo dodati više od 10% repičine.

Sačma svih vrsta uljanih repica najviše se koristi u ishrani goveda. Ove domaće životinje mogu najbolje iskoristiti proteine i celulozna jedinjenja iz sačme tako da je ona odličan izvor belančevina i energije. Različite količine sačme u dnevnom obroku preporučuju pojedini autori, a one se kreću od 10% za mlađa grla, do 30% za starija goveda. Procentualno učešće sačme zavisi i od njenog kvaliteta, odnosno od količine štetnih i antihranljivih supstanci (Terré i Bach, 2014).

U ishrani kunića sačma uljanih repica korišćena je još dok su se gajile sorte sa većim sadržajem štetnih supstanci. Stvaranjem novih sorti, prvo 0 grupe povećavale su se količine sačme u obroku, a sa pojavom najnovijih sorti i sačme bez ovih nehranljivih jedinjenja ona je potpuno zamenila suncokretovu i sojinu. Kunići su pokazali najveću tolerantnost na specifičan hemijski sastav sačme uljanih repica.

Kao hrana za ribe sačma je dobar izvor proteina za biljojede. Najviše se koristi u ishrani svih vrsta šarana, ali je ne bi trebalo koristiti u količinama većim od 40%, jer ima štetan uticaj na jetru i porast telesne mase. Da bi se ublažile ove posledice predlaže se dodavanje glutaciona u hranu za ove ribe (Yuan i sar., 2014). Sačma repica je manje pogodna za karnivorne vrste riba zbog znatnog učešća celuloza (vlakana).

Medonosne i lekovite biljke.

Repice, ozime sorte, cvetaju rano u proleće i najranija su prolećna paša za pčele. Cvetanje traje 15-30 dana, zavisno od vrste. U povoljnim uslovima spoljne sredine pčele mogu proizvesti oko 50 kg ha⁻¹ meda koji se prepoznaje po svetložutoj boji. Kremast je i bogat je polenom tako da brzo kristališe. Zahvaljujući velikoj količini vitamina i mineralnih soli, lako se vari povoljno delujući na organe za disanje i na jetru. U poređenju sa najkvalitenijim medom po sadržaju prirodnih antibiotika, zaostaje za samo 10%. Kao narodni lek, koristi se za regulaciju masnih kiselina u krvi, zatim za ublažavanje zdravstvenih tegoba vezanih za čir i prostatu.

Ostaci posle prerade zrna u prehrambenoj industriji

Ukoliko se zrno koristi u prehrambenoj industriji kao hranljivi dodatak polugotovim i gotovim jelima, prethodno se propušta kroz trijer da bi se izdvojila sitna i polomljena zrna, a potom se odvaja semenjača. Ovi otpaci mogu se iskoristiti kao dodatak stočnoj hrani ili za proizvodnju komposta.

ZAKLJUČAK

Održivo upravljanje otpadom uljanih repica u funkciji zaštite životne sredine dobija sve veći značaj i primenu u praksi. Suvi žetveni ostaci repica sve više se ocenjuju kao potencijalni izvor sekundarne biomase za proizvodnju goriva druge generacije, budući da su jeftin obnovljivi bioresurs. Kao sirovina mogu poslužiti za različita biogoriva. Žetveni ostaci, kao i ostaci posle izdvajanja etanola mogu se upotrebiti za spravljanje komposta i supstrata za gajenje gljiva. Ostaci posle ekstrakcije ulja, sačma i uljane pogače, koje se dobijaju posle izdvajanja tehničkog ulja iz sorti namenjenih

za tu svrhu, koriste se u daljoj industrijskoj preradi. Kao hrana za ribe sačma je dobar izvor proteina za biljojede. Repice rano u proleće cvetaju i najranija su prolećna paša za pčele. U povoljnim uslovima spoljne sredine pčele mogu proizvesti oko 50 kg ha^{-1} meda koji se prepoznaje po svetložutoj boji. Ostaci posle prerade zrna u prehrambenoj industriji se mogu iskoristiti kao dodatak stočnoj hrani ili za proizvodnju komposta.

Zahvalnica

Istraživanja su finansirana sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor ev. br. 451-03-47/2023-01/200116, 200032 i 200045).

LITERATURA

1. Adapa, P., L. Tabil and G. Schoenau (2011): Grinding performance and physical properties of non-treated and steam exploded barley, canola, oat and wheat straw. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 35, Issue 1, pp. 549-561.
2. Cross, B. (2017): Canola straw feed option if supplies tight. <https://www.producer.com/2017/10/canola-straw-feed-option>
3. Glamočlija, Đ., S. Janković, V. Popović, V. Filipović, V. Ugrenović i J. Kuzevski, (2015): Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. Monografija, Izdavač, IPN, Beograd.
4. Janković, S., Glamočlija, Đ., Ikanović, J., & Rakić, S. (2019). Secondary crop products. Monograph, Belgrade. ISBN 978-86-81689-41-7, 1-385
5. Karaosmanoğlu, F., A. İşigür-Ergüdenler and A. Sever (2000): Biochar from the straw-stalk of rapeseed plant. *Energy Fuels*, 14 (2), pp 336-339.
6. Khajali, F., B. and A. Slominski (2012): Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. *Poult. Sci.*, 91 (10), pp. 2564-2575.
7. Lardy, G., V. Anderson, C. Dahlen, (2015): Alternative feeds for ruminants. AS-1182 (Revised) NDSU Extension Services, North Dakota State University, Fargo North Dakota 58108
8. López-Linares, J. C., I. Romero, C. Cara and E. Castro (2016): Bioconversion of Rapeseed Straw: Enzymatic Hydrolysis of Whole Slurry and Cofermentation by an Ethanologenic *Escherichia coli*. *Energy Fuels*, 30 (11), pp. 9532-9539.
9. Magdi T. A., T. Horiuchi and S. Oba (2004): Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects on faba bean (*Vicia faba L.*) growth and soil properties. *Bioresource Technology*, Vol. 93, Issue 2, pp. 183-189.
10. Khajali, F., B. and A. Slominski (2012): Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. *Poult. Sci.*, 91 (10), pp. 2564-2575.
11. Peyronnet, C. and S. Dauguet (2014): Qualité des tourteaux: Colza année 2014. Terres Univia, Terres Inovia.
12. Popović V. (2015): Pojam, podela i značaj bioloških resursa u poljoprivredi. U: Dražić G. Očuvanje i unapređenje bioloških resursa u službi ekoremedijacije. Beograd. Monografija. 1-407; 29-51.

13. Svärd, A., E. Brännvall and U. Edlund (2015): Rapeseed straw as a renewable source of hemicelluloses: Extraction, characterization and film formation. *Carbohydr Polym.* 133, pp. 179-186.
14. Terré, M. and A. Bach (2014): The use of favored or unfavored ingredients in starter feeds for preweaned calves. *J. Dairy Sci.*, 97 (e-suppl. 1), pp. 809.
15. Yuan, X. i sar. (2014): Effect of dietary glutathione supplementation on the biological value of rapeseed meal to juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idellus*. *Aquacult. Nutr.*, 21 (1), pp. 73-84.

INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS

- Aćimić Remiković M. 101
Aleksić S. 229
Alsuwayah S. 77
- Babec B. 37
Bajagić M. 77
Banjac V. 159, 207
Bjelajac D. 149
Bogdanović M. 71
Bojanić N. 207
Bošković J. 101
Buljovčić M. 239
Burić M. 101
Butaš D. 29
- Čakarova A. 221
Čurović O. 9
- Ćeran M. 45, 55
Ćirić I. 129
- Cvejić S. 29, 37
Cvetkov O. 221
Cvijanović G. 77
Cvijanović M. 55
Cvijanović V. 77
- Dabić Zagorac D. 129
Doroslovac J. 189, 197
Dozet G. 77, 85, 93
Dušanić N. 29
- Đalović I. 63
Đerčan B. 149
Đermanović B. 215
Đorđević V. 45, 55
Đukić V. 45, 55, 63, 71, 77, 85, 93
Đuragić O. 159
Đurić N. 85
Đurišić-Mladenović N. 239
- Fačara L. 71
Fišteš A. 207
- Fotirić Akšić M. 129
- Grahovac N. 37, 111
Gvozdenović M. 167
- Hladni N. 29, 37
Hromiš N. 141
- Ikanović J. 101, 249
Iličković I. 101
Ilić P. 159, 207
Ivan J. 71
- Jaćimović S. 55
Janković S. 249
Jerinić M. 229
Jocić S. 29, 37
Jokić G. 29
Jovanov P. 215
- Kandelinska O. 93
Karlovits G. 157
Kiš A. 189
Kiš F. 239
Klač P. 167
Kokić B. 159
Kolarić LJ. 249
Kozomora K. 111
Kravić S. 19, 111
Krstić M. 29
- Latković D. 93
Lončarević I. 229
Lužaić T. 19, 111, 119, 167
- Ljumović S. 71
- Maksimović Z. 19
Malidža G. 29
Mamlić Z. 63, 71, 77, 85, 93
Marinković J. 63
Marjanović Jeromela A. 159
Miklić V. 29, 37

Miladinović D. 37
Miladinović J. 45, 55, 63, 85, 93
Miljaković D. 63
Milković B. 167
Mrakić B. 175

Natić M. 129
Nikolić I. 119
Nikolovski Z. 183
Nović G. 197
Nuri Akrim H. 93

Obradović N. 129
Ostojić B. 29
Ovuka J. 29

Pajin B. 229
Pantić J. 141
Parenta G. 167, 175
Pavlović S. 249
Perenčević J. 71
Petrović V. 37
Popović LJ. 141, 215
Popović M. 119
Popović S. 141
Popović V. 101, 249

Rabrenović B. 129
Radić V. 29
Radivojević G. 149
Rajić D. 149
Rakašćan N. 249
Rakita S. 159, 207
Randelović P. 45, 55
Rašović A. 129
Remiković M. 101
Romanić R. 19, 111, 119, 141, 167, 229

Saleh Ali Abdalnabi N. 85
Samardžić S. 19
Sredojević M. 129
Sremčev B. 183
Stevanović A. 101
Stojanova O. 221

Stojanović D. 45, 63
Stojkov V. 159, 207
Stožinić M. 229

Šarac V. 183
Šarenac K. 149
Šarić B. 215
Šeremešić S. 37
Ševo M. 183, 189
Števanov M. 167
Šuput D. 141
Švenderman S. 167

Takači A. 119
Tomić M. 239
Tot I. 175

Uhlarik A. 85

Vasiljević S. 45
Vidosavljević S. 207
Vlahović N. 167
Volić M. 129
Vujačić LJ. 197
Vujadinović D. 149
Vujasinović V. 149
Vujetić J. 215
Vukić M. 149

Zarić D. 229

Živanović LJ. 249

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 Đorđija 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. Sarađivao 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 ćerku 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

IN MEMORIAM



Prof. dr STEVAN MAŠIREVIĆ **1952 – 2022.**

Stevan Maširević rođen je u Somboru 1952. godine gde je završio osnovnu školu i gimnaziju. Na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu je diplomirao, odbranio magistarski rad, i 1983. godine doktorsku disertaciju na temu „Uticaj obrade zemljišta težeg mehaničkog sastava na pojavu oboljenja šećerne repe sličnih rizomaniji”. U zvanje docenta je izabran 1984. godine i odmah postaje direktor Instituta za zaštitu bilja Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, do kraja 1984. godine kada prelazi u Institut za ratarstvo i povrtarstvo u Zavod za uljane kulture. Zvanje vanrednog profesora stekao je 1991., a u zvanje redovnog profesora fitopatologije izabran je 1994. godine.

1987. godine bio je u naučnoj misiji na programu unapređenja proizvodnje suncokreta u Pakistanu po pozivu njihove vlade. Od septembra 1987. godine do januara 1989. godine boravio je u SAD na North Dakota State University u Fargu kao Fulbrajtove stipendista na postdoktorskim studijama. Tokom 1991. godine bio je na specijalizaciji u SAD po Cochran-ovom programu. Od 1992. godine boravio u nekoliko navrata u Indiji od 1 do 3 meseca, gde je radio na uvođenju hibrida i sorata iz Jugoslavije u Indiju. Od 1996. godine je jedan od direktora u Bordu direktora zajedničke jugoslovensko-indijske kompanije JVC Zuari Seeds u Indiji.

2001. godine imenovan je za pomoćnika Saveznog Ministra poljoprivrede. U periodu 2002. do 2006. godine obavljao je funkciju pomoćnika direktora za međunarodnu saradnju u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Potom je postavljen za direktora Uprave za zaštitu bilja u Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. U više mandata bio je član Saveta Instituta i Fakulteta, kao i Nastavno-naučnog Veća Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Bio je zamenik predsednika Saveta instituta i predsednik Naučnog Veća Instituta za ratarstvo i povrtarstvo.

U toku svoje impresivne karijere bio je i rukovodilac Evropskog FAO programa za istraživanja bolesti suncokreta, član stručnog veća za polje tehničko-tehnoloških nauka Senata Novosadskog Univerziteta, član Upravnog odbora PKB korporacije u Beogradu, kao i Nacionalne laboratorije za ispitivanje semena u Novom Sadu, član komisije za poljoprivredu Fonda za razvoj Vojvodine, član Saveta Poljoprivrednog fakulteta, Odbora odeljenja za prirodne nauke Matice Srpske, redakcije časopisa Biljni lekar i Uljarstvo, odbora za selo Srpske Akademije Nauka i umetnosti u Beogradu, Akademije inženjerskih nauka Srbije. U nekoliko mandata bio je sekretar Društva za zaštitu bilja Jugoslavije i Vojvodine.

U periodu od 2012. do 2015. godine bio je direktor Departmana za fitomedicinu i zaštitu životne sredine na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. 2017. godine izabran je za redovnog profesora u Evropskom centru za razvoj mira (ECPT) sa sedištem u Beogradu.

Držao je nastavu na osnovnim, master i doktorskim studijama na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. Bio je mentor mnogih diplomskih, magistarskih i master radova i većeg broja doktorskih disertacija, rukovodilac i učesnik domaćih i stranih naučnih projekata. Autor je preko 300 naučnih radova, dvadesetak knjiga i monografija i više desetina stručnih radova.

Tokom plodne četrdesetogodišnje karijere naučnika i profesora, istraživanja prof. Stevana Maširevića u oblasti patologije biljaka imala su međunarodni uticaj, a njegova liderska uloga u Srbiji, FAO i ISA doprinela je unapređenju tehnologije i proizvodnje suncokreta u Srbiji i svetu. U naučnom radu bavio se bolestima biljaka i to pre svega bolestima šećerne repe i suncokreta. Posebnu pažnju posvetio je suzbijanju parazita gajenog bilja upotrebom pesticida i nepesticidnim merama borbe. Značajan je njegov doprinos iznalaženju metoda veštačke inokulacije radi testiranja selekcionog materijala u stvaranju otpornih hibrida suncokreta. Njegov najznačajniji rad je učešće u otkriću i opisu do tada u svetu nepoznatog fenomena – prouzrokovača bolesti *Fomopsis* (*Phomopsis spp.*). U znak zahvalnosti za pronalaženje nove bolesti, grupa naučnika iz Australije odala je počast Stevanu Mašireviću dajući po njemu ime gljivama iz ovog roda *Phomopsis masirevici* i *Diaporthe masirevici*. Njegov rad obuhvata i druge važne teme: uzročnike bolesti suncokreta (rđa, plamenjača, foma i sklerocijnija), volovod, unapređenje međunarodne proizvodnje suncokreta, istraživanje i rad na sadržaju ulja, sadržaju proteina, selekciji hibrida otpornih na dominantne bolesti, otpornosti na herbicide, uvođenju dobre poljoprivredne prakse i tretmanu semena. Zajedno sa akademikom Draganom Škorićem, profesor Stevan Maširević je koautor tri hibrida suncokreta registrovana u Evropskoj uniji.

2012. godine izabran je predstavnik Srbije u Bordu Svetske Suncokretarske Asocijacije - ISA. Za svoj vrhunski doprinos istraživanjima i unapređenju gajenja suncokreta u svetu, na dvadesetoj međunarodnoj konferenciji o suncokretu 2022. godine u Novom Sadu, nagrađen je od strane ISA nagradom akademika Pustovoja, najvećim svetskim priznanjem ove vrste.

Dr Vladimir Miklič

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

633.85(082)

665.3(082)

САВЕТОВАЊЕ “Производња и прерада уљарица” (64 ; Херцег Нови ; 2023)

Zbornik radova / 64. savetovanje “Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem = Proceedings / 64th Conference “Production and Processing of Oilseeds” with international participation, Herceg Novi, 25 - 30. jun 2023. - Novi Sad : Tehnološki fakultet : Institut za ratarstvo i povrtarstvo : Industrijsko bilje, 2023 (Novi Sad : Feljton). - 263 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 150. - Rezime na engl. jeziku uz svaki rad. - Bibliografija uz svaki rad. - Registar.

ISBN 978-86-6253-170-4

а) Уљарице - Производња - Зборници б) Уљарице - Прерада - Зборници

COBISS.SR-ID 117401865

Full-scale aftermarket support.



EXPECT IT.

Only Crown delivers problem-solving expertise, superior parts and on-site support.

Optimize your operation with Crown's Aftermarket Parts and Field Services. Available to all Crown customers, our comprehensive program includes field engineering support in 13 languages to assist with install, troubleshoot issues, train staff, realize cost savings and more. To minimize downtime, our superior replacement parts are available for immediate shipment anywhere in the world. We also work with you to refurbish or replace equipment nearing the end of its lifecycle. Our aftermarket commitment is another way Crown lowers total cost of ownership to customers around the globe.

Get the aftermarket attention you deserve. Choose Crown for the long run.

Field Engineering | Replacement Parts | Replace or Refurbish

Contact Crown today **1-651-639-8900** or visit our website at **www.crowniron.com**

Feeding, Fueling & Building a Better World





THE EFFICIENT PRESSING SINCE 1986

www.screw-presses.com



Powered by **green** energy
for better tomorrow



Better. Green.
Intelligent.

Sustainable Filter Aids
and Adsorbents

For Edible Oil Refining

Bleaching

Winterization

Degumming

Crude Oil for Lecithin

Native Oils

Replace

Diatomite, Perlite or Silica

Reduce

Bleaching Earth Consumption

Optimize

Processing Costs



More than 800* plants installed in around 50 countries in the past 20 years
 Strategic partnership with world's Top 10 agriculture and food industry giants
 Headquarter and manufacture in China with global presence.



Oilseed Preparation / Pre-pressing

Capacity with 100-10,000 t/d



Oil Extraction

Capacity with 100-10,000 t/d



Oil Refinery

Capacity with 50-3,000 t/d



**Oleo,
HVO Pretreatment,
Biodiesel**



**White Flakes
SPI/SPC**



**Bulk Meal Storage
and Handling**



**OILSEEDS, OILS & FATS
EQUIPMENT & TECHNOLOGY PROVIDER**

ISBN 978-86-6253-170-4



9 788662 531704



MYANDE GROUP CO., LTD.

info@myande.com

myande@gmail.com

Tel: +86-514-8784 9111

www.myandegroup.com

