



Proizvodnja i **P**rerada **U**ljarica

Zbornik radova

60. Savetovanje industrije ulja

Production and Processing of Oilseeds

Proceedings of the 60th Oil Industry Conference

Improve your lecithin quality

Alternative pre-treatment for higher
added value in your crushing plant



engineering for
a better world

GEA EEC Serbia
Konstantina Jovanovića 10
11080 Beograd, Srbija
Tel : +381 11 4053 722 ,fax :+381 11 4053 618
www.gea.com

Extracting the most value

Superior solutions for optimized total cost of ownership, with more than 400 oil processing units built worldwide

STATE OF THE ART

- Unit processes (sliding cell extractor, multi-functional deodorizer, falling film evaporator)
- Product specifications (low GE and 3-MCPD, enriched tocopherols)
- Sustainable technologies (zero effluent waste steam generation, waterless neutralization)

COMPLETE CHOICE

- From oilseeds, fats to value products (edible oils, proteins, biofuels, green-chemicals)
- From initial concept to complete project, upgrades and lifetime support
- Flexible multi-feed operations



*Image: Lurgi Sliding Cell Extractor
for Mega Oilseed Complex*

oleo@airliquide.com
engineering-airliquide.com/oleochemicals

60. JUBILARNO SAVETOVANJE
60th JUBILEE CONFERENCE

PROIZVODNJA I PRERADA
ULJARICA

sa međunarodnim učešćem

PRODUCTION AND
PROCESSING OF OILSEEDS

with international participation

ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS

Herceg Novi, Crna Gora
16-21. jun 2019.

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
INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLE CROPS NOVI SAD
DOO „INDUSTRIJSKO BILJE” NOVI SAD
BUSINESS ASSOCIATION „INDUSTRIAL PLANTS” NOVI SAD

UREĐIVAČKI ODBOR
EDITORIAL BOARD

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

UREDNIK
EDITOR

Savet tehnologa

TEHNIČKI UREDNICI
TECHNICAL EDITORS

Doc. dr Ranko Romanić
Dr Ivana Lončarević

ADRESA IZDAVAČA
PUBLISHER'S ADDRESS

DOO „INDUSTRIJSKO BILJE”, NOVI SAD
21000 Novi Sad, Vojvode Mišića 1, Srbija
Tel/fax. +381 21 66 16 633, +381 21 66 24 311, +381 21 66 12 135
e-mail: office@indbilje.co.rs

ŠTAMPA
PRINT



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

SADRŽAJ

Olga Čurović

REKORDNA PROIZVODNJA ULJANIH USEVA I GODINA JUBILEJA

THE RECORD PRODUCTION OF OIL CROPS AND THE YEAR OF JUBILEE..... 9

Tatjana Miranović Drobnjak

PROIZVODNJA I TRŽIŠTE ULJARICA U REPUBLICI SRBIJI

PRODUCTION AND MARKET OF OILSEEDS IN THE REPUBLIC OF SERBIA..... 15

Tanja Lužaić, Ranko Romanić

KRETANJE PROIZVODNJE I CENA ULJARICA I PROIZVODA OD ULJARICA PREMA PODACIMA FAO I USDA

PRODUCTION AND PRICES TREND OF OILSEED AND OILSEED PRODUCTS
ACCORDING TO THE DATA OF FAO AND USDA 21

Dragana Miladinović, Ana Marjanović Jeromela, Siniša Jocić, Aleksandra Radanović,
Sandra Cvejić, Nada Hladni, Sreten Terzić, Jelena Ovuka, Milan Jocković,
Boško Dedić, Dragana Rajković, Sonja Gvozdenac, Velimir Radić, Igor Balalić,
Nenad Dušanić, Vladimir Miklič

NOVI TRENDovi U OPLEMENJIVANJU ULJARICA

NEW TRENDS IN OIL CROPS BREEDING 27

Vladimir Miklič, Jelena Ovuka, Velimir Radić, Branislav Ostojić, Goran Jokić,
Nenad Dušanić, Siniša Jocić

SEMENARSTVO HIBRIDNOG SUNCOKRETA U SRBIJI

SUNFLOWER HYBRID SEED PRODUCTION IN SERBIA..... 33

Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Milan Jocković, Boško Dedić, Ilija Radeka,
Aleksandra Radanović, Dragana Miladinović, Igor Balalić, Nada Grahovac,
Danijela Stojanović, Vladimir Miklič

NS SANOL – NOVI VISOKOOLEINSKI HIBRID SUNCOKRETA

NS SANOL – new high-oleic sunflower hybrid 41

Ranko Romanić, Tanja Lužaić, Nada Grahovac, Siniša Jocić, Sandra Cvejić,
Snežana Kravić, Zorica Stojanović

DIMENZIJE SEMENA NS HIBRIDA SUNCOKRETA GAJENIH U MIKROOGLEDIMA 2017. GODINE U SRBIJI I ARGENTINI

SEED DIMENSIONS OF NS SUNFLOWER HYBRIDS GROWN IN SMALL
PLOTS TRIAL IN 2017 IN SERBIA AND ARGENTINA 49

Nada Hladni, Brankica Babec, Vladimir Miklič, Siniša Jocić, Dragana Miladinović, Ana Marjanović Jeromela, Milan Jocković NS KONZUMNI HIBRIDNI SUNCOKRETA U ORGANSKOJ I KONVENCIONALNOJ PROIZVODNJI U SELENČI NS CONFECTIONERY SUNFLOWER HYBRIDS UNDER ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION CONDUCTED IN SELENČA.....	55
Zlatica Miladinov, Vojin Đukić, Gordana Dozet, Marina Čeran, Kristina Petrović, Predrag Randelović, Gorica Cvijanović SADRŽAJ ULJA I PROTEINA U NS SORTAMA SOJE CONTENTS OF OIL AND PROTEINS IN NS SOYBEAN VARIETIES	63
Vojin Đukić, Danijela Stojanović, Zlatica Miladinov, Gordana Dozet, Svetlana Balešević-Tubić, Jegor Miladinović, Jelena Marinković KVALITATIVNE OSOBINE NS SORTI SOJE REGISTROVANIH U 2019. GODINI QUALITATIVE PROPERTIES NS VARIETIES OF SOYBEAN REGISTERED IN 2019	71
Gorica Cvijanović, Vojin Đukić, Marija Cvijanović, Vojin Cvijanović, Gordana Dozet, Nenad Đurić, Vesna Stepić ZNAČAJ FOLIJARNIH TRETMANA SOJE U RAZLIČITIM AGROEKOLOŠKIM USLOVIMA NA PRINOS ZRNA I SADRŽAJ ULJA IMPORTANCE OF FOLIAR TREATMENT OF SOYBEAS IN DIFFERENT AGROECOLOGICAL CONDITIONS ON GRAIN YIELD OIL CONTENT.....	79
Gordana Dozet, Vojin Đukić, Zlatica Miladinov, Marina Čeran, Gorica Cvijanović, Nenad Đurić, Marjana Vasiljević UTICAJ BILJNOG EKSTRAKTA KOPRIVE I GAVEZA NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE THE EFFECT OF NETTLE AND COMFREY PLANT EXTRACTS ON THE PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEAN GRAIN	87
Dragana Rajković, Nada Grahovac, Ana Marjanović Jeromela, Zvonimir Sakač, Željko Milovac, Vladimir Miklič VARIJACIJA SADRŽAJA TOKOFEROLA U ULJU OZIME ULJANE REPICE IZ NS OPLEMENJIVAČKOG PROGRAMA TOCOPHEROL CONTENT VARIATION IN WINTER RAPESEED OIL FROM NS BREEDING PROGRAM	95
Nada Grahovac, Ana Marjanović Jeromela, Vladimir Šarac UTICAJ TEMPERATURE I PADAVINA U VREME NALIVANJA SEMENA NA SADRŽAJ ULJA ULJANE REPICE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL VARIATION IN TIME OF FILLING SEEDS ON OIL CONTENT OF RAPESEED.....	101

Vera Popović, Ana Marjanović Jeromela, Vladimir Sikora, Vojislav Mihailović,
 Danijela Stojanović, Nada Grahovac, Jela Ikanović, Milica Aćimović
SADRŽAJ ULJA I TOKOFEROLA
U SEMENU SORTE ULJANOG LANA NS PRIMUS
 OIL AND TOCOPHEROL CONTENTS IN LINSEED VARIETY NS PRIMUS..... 107

Ivica Đalović, Goran Bekavac
EFEKAT ĐUBRENJA NA SADRŽAJ SKROBA,
PROTEINA I ULJA U ZRNU KUKURUZA
 EFFECT OF FERTILIZATION ON STARCH,
 PROTEIN AND OIL CONTENT IN MAIZE GRAIN..... 121

Vladimir Šarac, Zorica Stojanović, Dragan Trzin, Dejan Kancko
RAZLIKE PRIJEMNOG I PRERADNOG KVALITETA
ULJARICA U PERIODU 2009-2019. GODINE
 DIFFERENCE OF RECEIVING AND PROCESING QUALITY
 OF OILSEEDS IN THE PERIOD 2009-2019. YEARS 129

Mirjana Koruga, Aleksandra Petrić, Milan Ševo, Aleksandra Bauer, Natalija Kurjak
SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE I NJIHOV UTICAJ NA
KVALITET SOJINE SAČME
 PROTEIN CONTENT AND OIL CONTENT IN SOYBEAN AND THEIR
 IMPACT ON QUALITY SOYBEAN MEAL 137

Gordan Parenta, Ranko Romanić, Marija Gvozdenović
UTICAJ FILTRACIJE I DEGUMIRANJA NA SADRŽAJ
VOSKOVA I FOSFATIDA U SIROVOM SUNCOKRETOVOM ULJU
 FILTRATION AND DEGUMMING INFLUENCE ON WAXES
 AND PHOSPOLIPIDS CONTENT IN CRUDE SUNFLOWER OIL..... 149

Zoran Sandić, Slobodan Lekić, Marija Gvozdenović
ODVAJANJE MEHANIČKIH NEČISTOĆA SEPARIRANJEM
CENTRIFUGALNIM DEKANTEROM
 SEPARATION OF MECHANICAL IMPURITIES
 BY CENTRIFUGAL DECANTER 155

Katarina Nedić Grujin, Ranko Romanić, Branislava Nikolovski
SADRŽAJ VOSKOVA I ULJA U FILTRACIONOJ POGAČI NAKON
FILTRACIJE ULJA SUNCOKRETA POMOĆU FILTRACIONOG
SREDSTVA NA BAZI CELULOZE
 WAX AND OIL CONTENT OF FILTER CAKE AFTER SUNFLOWER
 OIL FILTRATION USED CELLULOZE FILTER AID..... 161

Aleksandar Takači, Ranko Romanić, Viktor Stojkov, Bojana Radić, Snežana Kravić
UTICAJ DODAVANJA LANENOG ULJA NA OKSIDATIVNI STATUS ULJA
SUNCOKRETA BOGATOG OMEGA 3 MASNIM KISELINAMA
 THE INFLUENCE OF ADDITION OF FLAXSEED OIL ON OXIDATIVE STATUS
 OF SUNFLOWER OIL RICH WITH OMEGA 3 FATTY ACIDS 169

Biljana Rabrenović, Mirjana Demin, Vladislav Rac,
 Filip Sovtić, Miloš Purić, Milica Basić
UPOTREBA NUSPROIZVODA PRERADE VOĆA U
PROIZVODNJI HLADNO PRESOVANIH ULJA
 UTILIZATION OF BY-PRODUCTS FROM FRUIT
 PROCESSING FOR COLD PRESSED OILS PRODUCTION..... 179

Jelena Radivojević, Mirjana Grujić, Sunčica Kocić-Tanackov, Ranko Romanić
PROMENA BROJA BAKTERIJA I PLESNI U
SUNCOKRETOVOJ I SOJINOJ SAČMI TOKOM SKLADIŠTENJA
 CHANGING THE NUMBER OF BACTERIA AND MOLDS IN
 SUNFLOWER AND SOYBEAN MEALS DURING STORAGE 191

Senka Popović, Vera Lazić, Nevena Hromiš,
 Danijela Šuput, Sandra Bulut, Ranko Romanić
UTICAJ RAZLIČITIH BIOPOLIMERNIH AMBALAŽNIH
MATERIJALA NA OSOBINE PROIZVODA INDUSTRIJE ULJA
 THE IMPACT OF DIFFERENT BIOPOLYMER PACKAGING
 MATERIALS ON OIL PRODUCTS PROPERTIES..... 203

Vera Lazić, Danijela Šuput,
 Senka Popović, Nevena Hromiš, Sandra Bulut, Ranko Romanić
AMBALAŽA ZA PAKOVANJE ULJA:
PROŠLOST, SADAŠNJOST, BUDUĆNOST
 EDIBLE OILS PACKAGING: PAST, PRESENT, FUTURE 211

Ivana Lončarević, Biljana Pajin, Jovana Petrović, Danica Zarić,
 Zoran Nikolovski, Vladimir Šarac, Suzana Aleksić
PRIMENA EMULGATORA, NAMENSKIH MASTI I PROTEINA U
PROIZVODNJI ČOKOLADE I KREM PROIZVODA - OSVRT NA
DESETOGODIŠNJU SARADNJU SA ULJARSKOM INDUSTRIJOM SRBIJE
 APPLICATION OF DIFFERENT EMULSIFIERS,
 EDIBLE FATS AND PROTEINS IN THE PRODUCTION OF CHOCOLATE AND
 COCOA CREAM PRODUCT - A REVIEW OF TEN YEARS OF COOPERATION
 WITH THE OIL INDUSTRY OF SERBIA..... 217

Jovana Petrović, Biljana Pajin, Ivana Lončarević, Zoran Nikolovski PRIMENA SOJINOG BRAŠNA I KONCENTRATA U PROIZVODNJI ČAJNOG PECIVA - OSVRT NA DUGOGODIŠNJU SARADNJU SA FABRIKOM „SOJAPROTEIN” IZ BEČEJA APPLICATION OF SOYA FLOURS AND CONCENTRATES IN THE PRODUCTION OF COOKIES - A REVIEW OF THE LONG-STANDING COOPERATION WITH THE FACTORY „SOJAPROTEIN” FROM BEČEJ.....	225
Snežana Đurkić, Milan Ševo, Zorica Jugović-Knežević MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE SOJINIH PROTEINSKIH HIDROLIZATA IZ SOJINIH PROTEINSKIH KONCENTRATA POSSIBILITIES OF PRODUCTION OF SOY PROTEIN HYDROLYSATE FROM SOYBEAN PROTEIN CONCENTRATES.....	233
Jovana Doroslovac, Milan Ševo, Jelena Lukić, Ljiljana Vujačić FUNKCIONALNOST RAZLIČITIH TIPOVA SOJINOG PROTEINSKOG KONCENTRATA FUNCTIONALITY OF DIFFERENT TYPES OF SOY PROTEIN CONCENTRATE ..	243
Ljiljana Popović, Jelena Čakarević, Tea Sedlar POTENCIJAL PROTEINA IZ NUSPROIZVODA ULJARICA U INKAPSULACIJI BIOAKTIVNIH JEDINJENJA POTENTIAL OF PROTEINS FROM OIL INDUSTRY BY-PRODUCTS IN ENCAPSULATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS	251
Jaroslava Švarc-Gajić, Nataša Nastić, Biljana Pajin, Ivana Lončarević TRETMAN POGAČA ULJARICA SUBKRITIČNOM VODOM SUBCRITICAL WATER TREATMENT OF OILSEED CAKES	259
Nikola Maravić, Zita Šereš, Ljubica Dokić, Dragana Šoronja-Simović, Ivana Lončarević, Jovana Petrović, Aleksandar Pajić STABILIZUJUĆI EFEKAT POLISAHARIDNIH JEDINJENJA U PROIZVODNJI EMULZIJA UPOTREBOM RAZLIČITIH TEHNIKA EMULGOVANJA STABILIZING EFFECT OF POLYSACCHARIDE COMPOUNDS IN THE PRODUCTION OF EMULSIONS USING DIFFERENT EMULSIFICATION TECHNIQUES	265
Ivana Nikolić, Milena Subotić, Ljubica Dokić, Aleksandar Takači, Zita Šereš, Dragana Šoronja-Simović, Nikola Maravić UTICAJ TEHNOLOŠKIH FAKTORA NA FIZIČKE I SENZORSKE KARAKTERISTIKE HUMUS NAMAZA OD LEBLEBIJA THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON PHYSICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF HUMMUS SPREAD FROM CHICKPEAS.....	275

Vladimir Tomović, Radoslav Šević, Marija Jokanović, Branislav Šojić, Snežana Škaljac, Mila Tomović, Maja Ivić MASNO KISELINSKI SASTAV MESA SVINJA ČISTE RASE VELIKA BELA I MELEZA BELE MANGULICE SA DUROKOM ACIDS FATTY COMPOSITION OF MEAT FROM PUREBRED LARGE WHITE AND CROSSBRED OF WHITE MANGULICA WITH DUROK PIGS	285
Branislav Šojić, Natalija Džinić, Vladimir Tomović, Sunčica Kocić-Tanackov, Branimir Pavlić, Snežana Škaljac, Marija Jokanović ANTIMIKROBNA AKTIVNOST ETARSKOG ULJA KORIJANDERA U BARENIM KOBASICAMA ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF CORIANDER ESSENTIAL OIL IN COOKED SAUSAGE	297
Ljiljana Vujačić, Gordana Nović MASTI I ULJA KAO NOVA HRANA FATS AND OILS AS A NOVEL FOOD.....	303
Žarko Vrbaški, Borislav Umićević, Milana Golušin PROIZVODNJA TEHNIČKE MASNE KISELINE PRODUCTION OF TECHNICAL FATTY ACID.....	339
Jela Ikanović, Nikola Rakašćan, Ljubiša Živanović, Gordana Dražić, Ljubiša Kolarić, Milić Čurović, Vera Popović SIRAK KAO ENERAGENT - ODLIČNA SIROVINA ZA PROIZVODNJU BIOGORIVA SORGHUM AS ENERAGENT - EXCELLENT RAW MATERIAL FOR BIOGAS PRODUCTION	347
Vlada Veljković, Ivica Đalović, Petar Mitrović, Olivera Stamenković ULJE SEMENA SIRKA (SORGHUM BICOLOR) KAO SIROVINA ZA DOBIJANJE BIODIZELA THE SORGHUM SEED OIL (<i>SORGHUM BICOLOR</i>) AS FEEDSTOCK FOR BIODIESEL PRODUCTION	357
Petar Mitrović, Olivera Stamenković, Milan Kostić, Ivica Đalović, Vlada Veljković DOBIJANJE BIODIZELA IZ SEMENA BELE SLAČICE (SINAPIS ALBA L.) THE BIODIESEL PRODUCTION FROM WHITE MUSTARD (<i>SINAPIS ALBA L.</i>) SEEDS	365

REKORDNA PROIZVODNJA ULJANIH USEVA I GODINA JUBILEJA

Dr Olga Čurović

„Industrijsko bilje” d.o.o., Novi Sad, Srbija

IZVOD

U godini dva jubileja, 60 godina Savetovanja industrije ulja Srbije i 40 godina poslovne zajednice Industrijsko bilje, sumirani su ukupni podaci o proizvodnji iz 2018. godine, koja je rekordna. Ostvarena je rekordna proizvodnja uljanih useva, suncokreta i soje kao vodećih uljanih useva kod nas. Zatim proizvodnja, potrošnja i bilans ulja u Srbiji. Daje se osvrt i na makroekonomske kategorije, bruto društveni proizvod (BDP), stopa rasta poljoprivredne proizvodnje, pa i stanovništvo, uostalom sve što je vezano za do sada ostvarene rekorde koji oslikavaju ukupnu situaciju u Srbiji.

Ključne reči: uljani usevi, rekordana proizvodnja, BDP, stopa rasta, bilans ulja, stanovništvo.

THE RECORD PRODUCTION OF OIL CROPS AND THE YEAR OF JUBILEE

ABSTRACT

In the year of two jubilees, 60 years of the Serbian Oil Industry Counseling and 40 years of Business Association „Industrijsko bilje”, the total data from 2018 is summarized. In this year, the record production of oil crops, sunflower and soybean, as the leading oil crops in our country, was achieved. The production, consumption and balance of oil in Serbia were also summarized. This paper presents an overview of all the indicators related to the achieved records that reflect the overall situation in Serbia, such as macroeconomic categories, gross domestic product (GDP), growth rate of agricultural production, as well as population data.

Key words: oil crops, record production, GDP, growth rate, oil balance, population.

Ostvarena je rekordna proizvodnja uljanih useva u 2018. godini. O rekordnoj proizvodnji smo pisali za 2014. (preko 1,2 mil. tona), i 2016. (1,380 mil. tona).

Proizvodnja i u 2015., i 2017. godini mogla bi se smatrati takođe veoma uspešnom godinom posmatrajući prethodni period, jer je ukupan rod iznosio preko 1 mil. tona. Ukupna proizvodnja uljanih useva u 2018. godini je iznosila 1.609 hiljada tona. Dve najznačajnije uljarice u Srbiji, poslednjih godina kao da su ušle u trku za osvajanjem prvog mesta po ostvarenoj proizvodnji. Suncokret, do sada dominantan na našim poljima vodi bitku sa sojom ne samo po ostvarenoj proizvodnji, već i setvenim površinama (tabela 1).

Tabela 1. Proizvodnja uljanih useva u Srbiji
Table 1. Production of oil crops in Serbia

Godina Year	Uljarica Oil crops			Ukupno Total
	Suncokret Sunflower	Soja Soybean	Uljana repica Rapeseed	
2010	370,625	508,865	24,399	903,889
2011	493,000	416,600	44,535	954,135
2012	415,500	278,000	9,000	702,500
2013	619,500	315,000	0	934,500
2014	578,144	594,000	31,420	1,203,564
2015	566,218	417,000	45,900	1,029,118
2016	720,000	601,000	57,600	1,378,600
2017	632,000	345,000	49,000	1,026,000
2018	724,000	735,000	150,000	1,609,000

U 2018. godini pod suncokretom je bilo zasejano 230.000 hektara. Vremenski uslovi su odgovarali rastu i razvoju ovog useva, tako da je ostvaren veoma dobar prosečan prinos od 3,15 tona po hektaru suncokreta. Na pojedinim zonama i parcelama prinosi su bili i veći, prelazili 5,5 tona/hektaru, a zavisili su i od agrotehnike koja je veoma bitna za ukupnu poljoprivrednu proizvodnju. Ukupno proizvodnja suncokreta od 724.000 tona je rekordna, do sada ostvarena u Srbiji. Fabrike ulja su otkupile za preradu 560.000 tona, što je dovoljno da se proizvede 230.000 tona suncokretovog ulja.

Površine pod sojom u 2018. godini su iznosile 210.000 hektara, sa veoma dobrim prinosom od 3,5 tone po hektaru, ostvarena je proizvodnja od 735.000 tona ovog veoma važnog useva za prerađivačku industriju. Proizvodnja soje je najveća do sada i preko dva puta veća od prošle godine. Soja je osetljiva na vremenske uslove, više od suncokreta, pa i njena proizvodnja često varira, kao što se vidi iz podataka, skoro svake druge- treće godine su njeni prinosi smanjeni. Osim toga potražnja na domaćem tržištu je velika, jer je razvijena prerada u fabrikama manjih kapaciteta koje se bave isključivo proizvodnjom stočne hrane. Najveća prerada je u Sojaproteinu, koja svake

godine minimum polovinu ukupnog roda obezbeđuje sa domaćeg tržišta. U prošloj godini je otkupila preko 350.000 tona zrna soje proizvedenog u Srbiji.

Uljana repica je zasejana na 50.000 hektara i ostvarena proizvodnj cca 150-160.000 tona od čega je 130.000 tona izvezeno. Uljana repica još nije našla svoje pravo mesto u domaćoj prerađivačkoj industriji.

Svake godine domaće fabrike ulja proizvode od 250-300.000 tona sirovog ulja, od čega je preko 80% suncokretovo. Proizvodnja rafinisanog - jestivog ulja u proseku se kreće od 160-180.000 tona, u zavisnosti od tražnje, pre svega stranog tržišta i mogućnosti izvoza. Domaće potrebe u jestivom ulju se kreću oko 84.000 tona, u mastima 18.000 tona i ostalih biljnih namaza 12.000 tona. To znači da su potrebe domaćeg tržišta samo u ulju i namazima 115.000 tona. Ako se doda izvoz ukupnih ulja 203.000 tona i ekvivalent u ulju izvoza uljanih useva 93.500 tona, što iznosi 297.000 tona, ukupne potrebe su 412.000 tona.

Bilans ulja za ukupne potrebe tržišta izgleda ovako (slika 1):

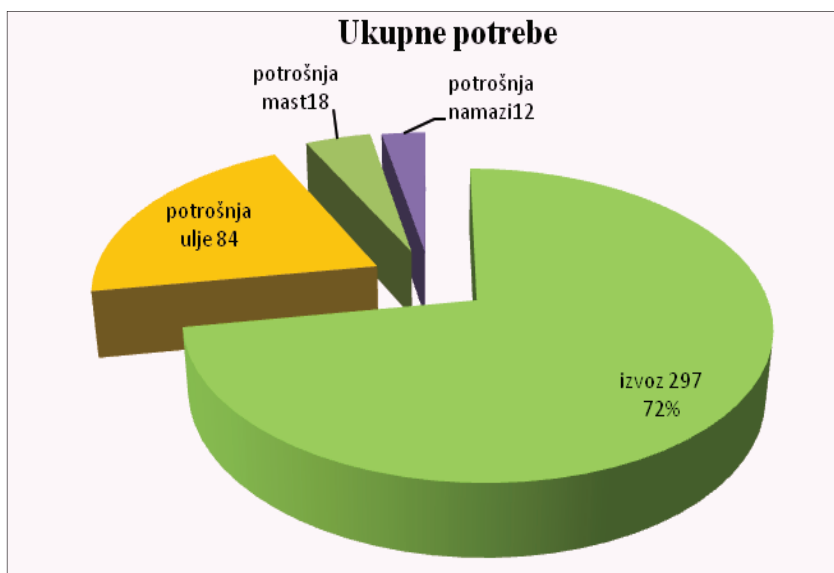
Liquid oils (jestivo ulje - Edible oil): 32,9 t (po domaćinstvu)* = 84.250 tona

Margarine and industrial (Mast - Lard): 6,8 kg (po domaćinstvu) - 18.000 tona

Other (ostale biljne masnoće, Other vegetable fats): 4,8 kg (po domaćinstvu)* = 12.191 t

Exports 2016/17:

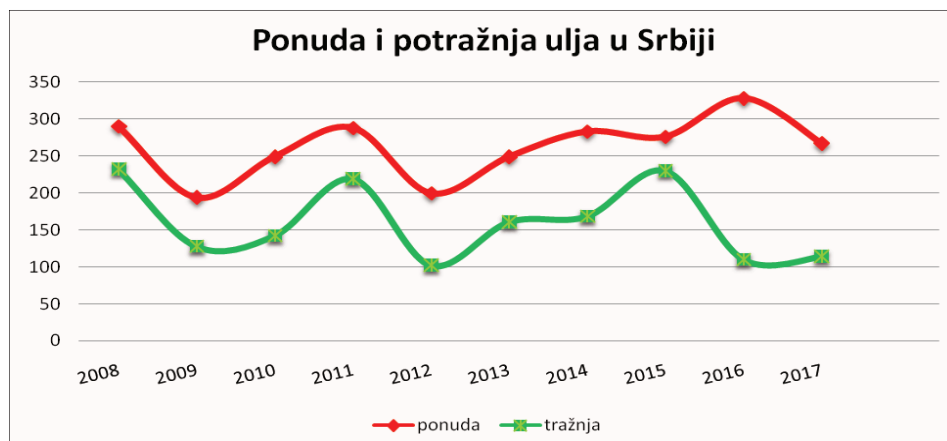
(zbirno izvoz ulja soje, suncokreta i uljane repice)	297.000 tona
TOTAL:	412.000 tona
2017/18	342.000 tona



Slika 1. Bilans ulja za ukupne potrebe tržišta

Figure 1. Oil balance for the overall market

Domaće tržište potroši od oko 28-35% proizvodnje uljanih useva u Srbiji. Da bi se očuvala poljoprivredna proizvodnja na dosadašnjem nivou potrebno je obezbediti takvu proizvodnju koja omogućava veću konkurentnost industrije ulja i proizvoda na evropskom tržištu. Potrebno je izvesti 2/3 proizvodnje na svetsko tržište, gde je monopolski položaj crnomorskih zemalja veliki. Oni proizvode 50% svetske proizvodnje, dok smo mi na nivou 1,5-2%.

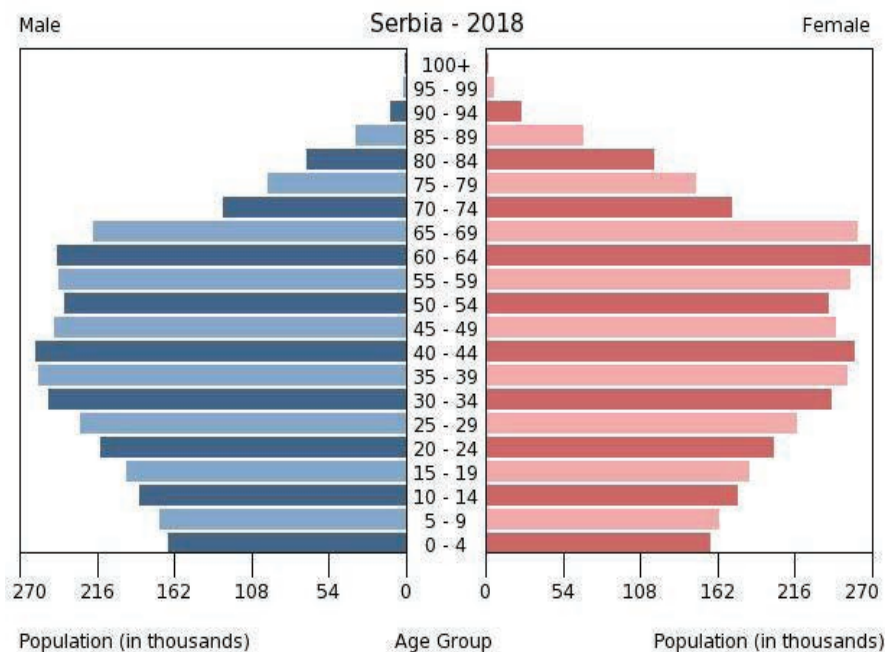


Slika 2. Ponuda i potražnja ulja u Srbiji
Figure 2. Supply and demand of oil in Serbia

Koliko god bila proizvodnja, mi ostvarujemo viškove koji se moraju plasirati na strana tržišta (slika 2). Zato poljoprivreda u spoljnotrgovinskoj razmeni uvek ostvaruje suficit. Prema statističkim podacima za 2018. godinu, izvoz biljnih masti i svih ulja iznosio je 159,4 miliona dolara, za 8,7% manje od prethodne godine. Uvoz ovih proizvoda je iznosio 46,9 miliona dolara i manji je za 12,7% u odnosu na prethodnu godinu. Suficit u 2018. godini u spoljnotrgovinskoj razmeni uljanih proizvoda iznosi 112,5%, odnosno preko dva puta je izvoz veći od uvoza.

Potrebe, odnosno potražnja zavisi od konkurentnosti naših proizvoda na svetskom tržištu. Domaće tržište je sve manje, s obzirom na smanjenje stanovništva. U 2017. godini statistika beleži 7.020.858 stanovnika, a pre petnaest godina bilo je pola miliona više stanovnika u Srbiji. Prirodni priraštaj je negativan i iznosi za -5,5 godišnje se rodi 64894 dece, a umre iste godine 103722 stanovnika u Srbiji. Godišnje je 38828 stanovnika manje. Stopa negativnog priraštaja u Srbiji beleži se za redom od 2000. godine, za prethodne godine nema podataka, osim za 1991. godinu koja iznosi 0,2. Nalazimo se na 220 mestu po stopi prirodnog priraštaja, ne računajući iseljena lica.

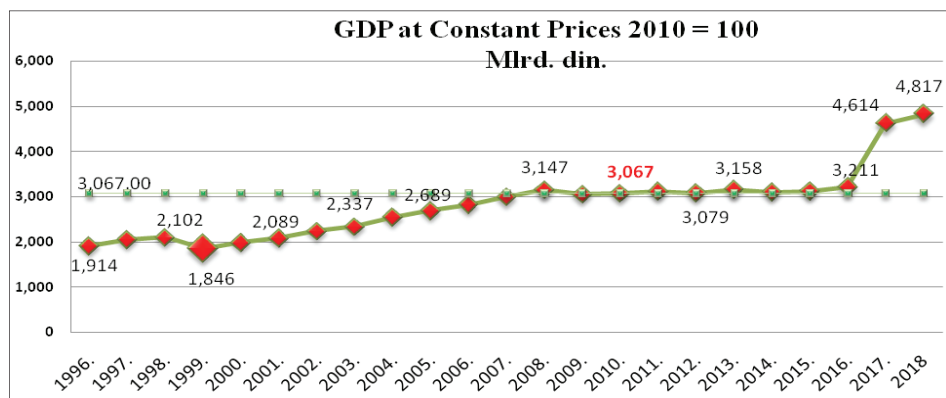
Prosečna starost ljudi za 2017. godinu iznosi 43 godine, što je za tri godine starije stanovništvo u Srbiji od 2002. godine. Po prosečnoj starosti stanovništva smo na 24 mestu u svetu (slika 3).



Slika 3. Podaci o stanovništvu u Srbiji za 2018. godinu (izvor RZS)

Figure 3. Data on population in Serbia for 2018 (source SZS)

Bruto društveni proizvod (slika 4), po proceni RZ za statistiku u 2018. godini beleži rast za 4,4% u odnosu na prethodnu godinu. To je dosadašnji rekord u poslednjih deset godina u pozitivnom rastu BDP Srbije. Veliki doprinos je dala poljoprivreda jer je njena proizvodnja ostvarila rast fizičkog obima od 16,3%. Prosečna stopa rasta za 2017. godinu od 2% nas je svrstala na 158 mesto u svetu.



Slika 4. BDP po stalnim cenama 2010=100 u mlrd din

Figure 4. GDP at constant prices 2010 = 100 in bln din

Dakle u 2018. godini ostvarili smo rekordnu proizvodnju ukupnih uljanih useva suncokreta, soje i uljane repice ponaosob, i u ukupnom iznosu od 1.610.000 tona. Od otkupljenih količina proizvešće se ukupno preko 300 hiljada tona ulja, od čega suncokretovog 235 hiljada tona, najviše dosad. Po proceni RZ za statistiku rast fizičkog obima poljoprivredne proizvodnje je 16,3%.

U 2018. godini po procenama RZ za statistiku, imaćemo rast BDP za 4,4%, najveći zabeleženi u poslednjih deset godina.

Svake godine agroindustrijska proizvodnja ostvaruje suficit u spoljnotrgovinskoj razmeni i time daje veliki doprinos deviznom bilansu zemlje.

S druge strane negativni podaci koji se odnose na stopu prirodnog prirštaja beleže pad od -5,5 i najveći su do sada. Starost stanovništva se povećava, kao i u svetu i iznosi 42,9 godina u proseku za 2017. godinu.

ZAKLJUČAK

U godini dva jubileja:

1) Obeležava se 60 godina Savetovanja industrije ulja Srbije i 40 godina PZ Industrijsko bilje.

2) U 2018. godini, ostvareni su rekordi:

- u proizvodnji uljanih useva, od preko 1,6 miliona tona,

- u proizvodnji suncokreta, od 724 hiljade tona,

- u proizvodnji soje, od 735 hiljada tona.

3) Procenjena stopa rasta BDP od 4,4%, je najveća u poslednjih deset godina. U 2017. godinu smo bili na 158 mestu u svetu po ostvarenoj stopi rasta BDP.

4) Stopa prirodnog priraštaja je negativna -5,5 i najveća je do sada, prati evropske zemlje, na 220 mestu smo u svetu.

5) Starost stanovništva u proseku je 42,9 godina i na 24 smo mestu u svetu.

LITERATURA

1. Čurović, Olga (2018). Proizvodnja i prerada industrijskog bilja.
2. Narodna banka Srbije, 2018.
3. Republički zavod za statistiku, 2018.

PROIZVODNJA I TRŽIŠTE ULJARICA U REPUBLICI SRBIJI

Tatjana Miranović Drobňjak

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Beograd

IZVOD

Republika Srbija je među najvećim proizvođačima uljarica u regionu. Prema površini i obimu proizvodnje, suncokret je vodeća uljarica na ovim prostorima, a soja, kako u svetu tako i kod nas, beleži najbrži rast proizvodnje. Uljana repica, kao ozima kultura, manje trpi uticaj klimatskih promena i njena otkupna cena je stabilna, zbog čega je evidentan porast interesovanja za njeno gajenje poslednjih godina. U ovom periodu takođe i zrna uljarica postaju sve interesantnija izvozna roba. Istovremeno preradevine od uljarica godinama unazad spadaju među prvih deset izvoznih poljoprivredno-prehrambenih proizvoda po vrednosti.

Ključne reči: suncokret, soja, uljana repica, proizvodnja, cena

PRODUCTION AND MARKET OF OILSEEDS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

ABSTRACT

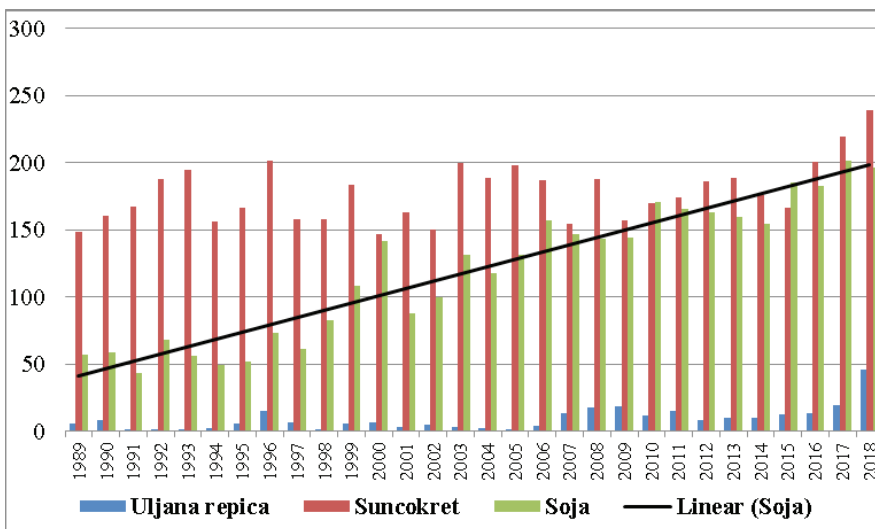
Republic of Serbia is one of the largest oilseeds producers in the region. According to the area and volume of production, sunflower is the leading oilseed in these areas, while the fastest growing production in our country has been recorded in soybean, as elsewhere in the world. Rapeseed, as a winter crop, is less affected by the impact of climate change and its purchasing price is stable, which cause an increase in interest of its cultivation in recent years. In this period, oil seeds have become increasingly interesting export goods. At the same time, values of exported oilseed products have been among the top ten export agro-food products for years.

Key words: sunflower, soybean, rapeseed, production, price

PROIZVODNJA ULJARICA

Površine pod uljaricama u poslednjih 30 godina kretale su se u rasponu od 220.000ha, sredinom devedesetih godina, do 480.000ha u 2018. godini. Proizvodnja se kretala od 370.000t 1994. godine, sa trendom rasta, a u 2018. godini dostiže rekord od preko 1.500.000 t¹.

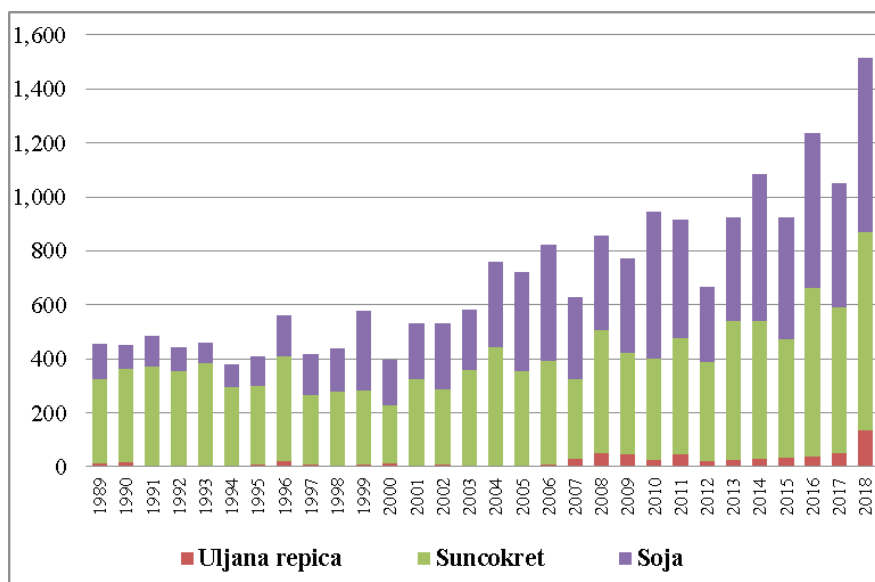
¹ Izvor svih podataka u ovom radu je Republički zavod za statistiku



Slika 1. Površine (000 ha) pod uljaricama u Republici Srbiji (1998-2018)

Figure 1. Oilseeds area (000 ha) in the Republic of Serbia (1998-2018)

Najbrži rast proizvodnje kod nas, kao i u svetu, zabeležen je kod soje. Površine pod sojom su u poslednjih 30 godina četverostruko uvećane, dok je proizvodnja, napretkom tehnologije gajenja koja je dovela do skoka prosečnih prinosa, uvećana do osam puta.

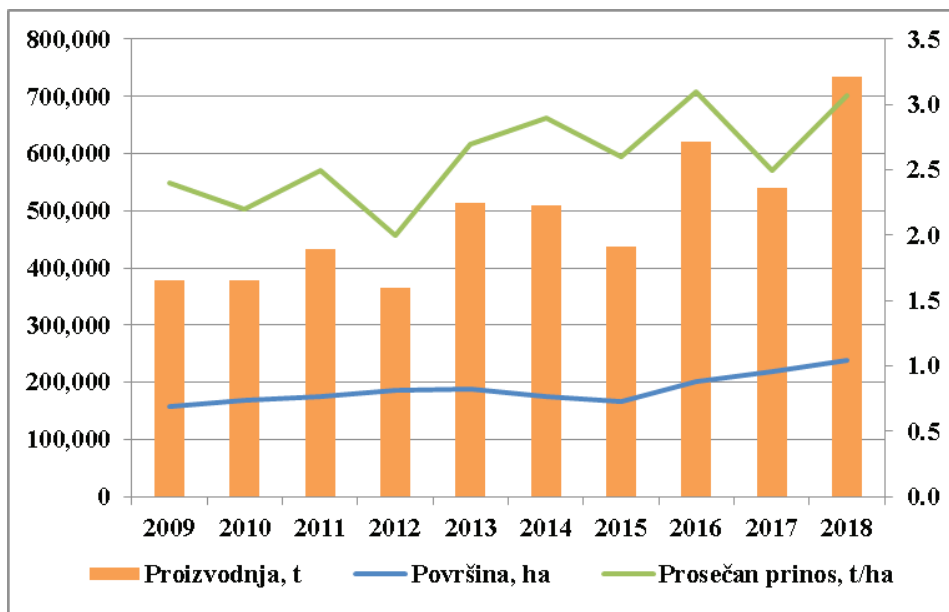


Slika 2. Proizvodnja (000 t) uljarica u Republici Srbiji (1998-2018)

Figure 2. Oilseeds production (000 t) in the Republic of Serbia (1998-2018)

Prosečan prinos uljanih kultura beleži trend rasta počev od dvehiljadite godine. Tome su pogodovale mere poljoprivredne politike sprovedene početkom dvehiljaditih, kao što su premije za soju i suncokret i izvozne subvencije za prerađevine, potom privatizacija uljara, koja je dovela do stvaranja jačih partnerskih odnosa između proizvođača i otkupljivača, kao i efikasniji transfer znanja i unapređenje tehnologije gajenja.

Prema površini i obimu proizvodnje, suncokret je vodeća uljarica na ovim prostorima.



Slika 3. Proizvodnja suncokreta 2009-2018

Figure 3. Sunflower production 2009-2018

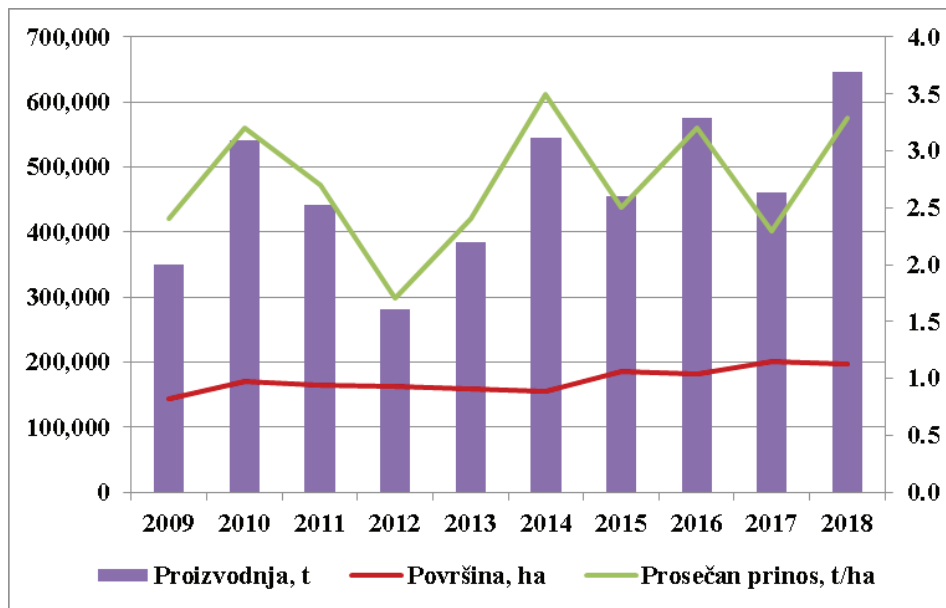
U poslednjem desetogodišnjem periodu (2009-2018) površine su se kretale u rasponu od 157.000 ha do rekordnih 239.000 ha u 2018. godini. Površine zabeležene kod suncokreta imaju rastući trend koji je rezultat, kako povećanja izvoza, tako i uticaja klimatskih promena, na koje je suncokret najotpornija jara kultura.

Prosečna proizvodnja suncokreta u prethodnom desetogodišnjem periodu iznosi oko 491.000 t. Prethodna godina je bila izuzetno povoljna za suncokret i donela je rekordnu proizvodnju od preko 700.000 t.

Rastući trend imaju i prosečni prinosi, koji u povoljnim godinama, kao što je to bila prethodna 2018. premašuju 3 t/ha. Prinosi su poslednjih deset godina varirali u rasponu između 1,97 t/ha i 3,11 t/ha. Tokom sušnih godina (2012, 2015, 2017. godina) dolazi do pada prosečnih prinosa, ali ne u značajnijoj meri, kako je to slučaj kod soje ili kukuruza. Prosečni prinosi suncokreta su među najvišim u Evropi.

Za razliku od suncokreta, soja je biljka koja trpi značajan uticaj vremenskih prilika, tako da bez obzira na rastuće površine koje zauzima, prosečni prinosi variraju od godine do godine.

Površine pod sojom u prethodnom desetogodišnjem periodu beleže uzlazni trend, krećući se između 144.000 i 202.000 ha. U 2018. godini zabeležena je površina od preko 196.000 ha, što je druga najveća u ovom periodu. Rekordnu površinu, kao rezultat sigurnog plasmana već dugi niz godina, soja beleži u 2017. godini.



Slika 4. Proizvodnja soje 2009-2018
Figure 4. Soybean production 2009-2018

Prosečni prinosi soje u poslednjih deset godina su na nivou od 2,7 t/ha, sa minimumom od 1,7 t/ha u 2012. i maksimumom od 3,5 t/ha u 2014. godini, što svrstava Srbiju među zemlje sa najvišim prosečnim prinosom u Evropi.

Za razliku od prethodne, 2018. godine su klimatski uslovi bili naklonjeni soji. Bez obzira na nešto manju površinu, ostvarena je rekordna proizvodnja od preko 600.000 t. Srbija je, pored Italije i Francuske, među najvećim proizvođačima soje u Evropi.

Uljana repica je, po površini koju zauzima, treća uljana kultura. Troškovi proizvodnje, vremenske nepogode u vreme setve i nicanja, kao i ekonomska kriza, sveli su površinu pod ovom kulturom sa 18.000ha 2009. godine, na 8.000ha u 2012. godini.

Uljana repica, kao ozima kultura, manje trpi uticaj klimatskih promena i njena otkupna cena je stabilna, zbog čega je evidentan porast interesovanja za njeno gajenje poslednjih godina. U 2018. godini zasejana je rekordna površina pod uljanom repicom od preko 45.000ha, što je više nego trostruko veća površina od desetogodišnjeg proseka i više nego duplo veća od površine u 2017. godini.

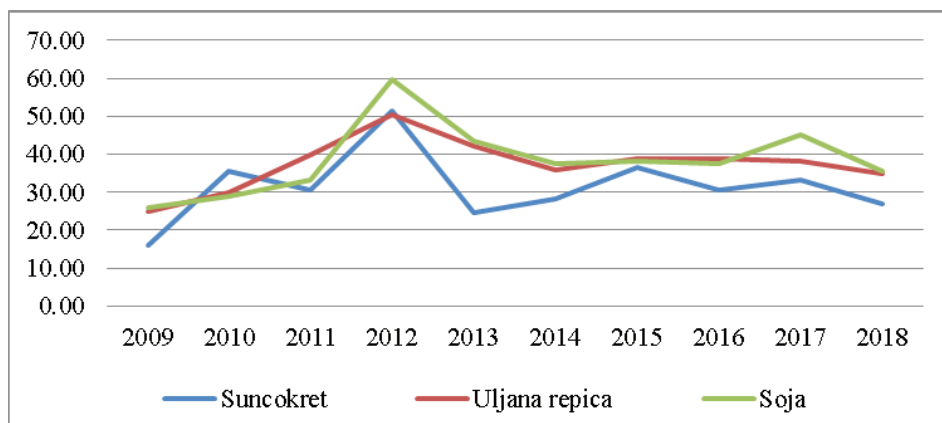
Prosečni prinosi u poslednjih deset godina kretali su se na nivou od 2,0 t/ha 2010. godine do 3,2 t/ha u 2014. godini, dok se proizvodnja sa 20.000t u 2012. godini, povećala na preko 135.000 t u 2018. godini.

CENE ULJARICA

Cene uljarica na domaćem tržištu formiraju se u odnosu na situaciju na svetskim tržištima i na tržištima zemalja u okruženju, ali i prema tražnji domaćih uljara, koje su i dalje najveći otkupljivači uljarica.

Ekstremni klimatski uslovi, koje uzrokuju klimatske promene, poslednjih godina imaju veliki uticaj na proizvodnju u našem regionu, a samim tim i na cene. Najveći uticaj ove promene imale su na soju, a nešto manji na suncokret. Povećana proizvodnja suncokreta u poslednje tri godine dovela je do pada otkupnih cena u odnosu na one u okruženju, što je izazvalo nezadovoljstvo kod proizvođača. Ipak, stabilan prosečan prinos suncokreta je osnov za opredeljenje za ovu proizvodnju. Otkupna cena uljane repice, poslednjih godina je stabilna.

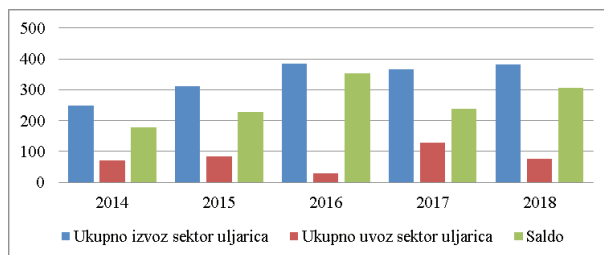
Maksimumi su izraženi u izuzetno sušnim godinama, kada ukupan bilans uljarica kod nas i u regionu dolazi do izražaja.



Slika 6. Otkupne cene uljarica (RSD/kg) 2009-2018
Figure 6. Oilseeds purchase prices (RSD/kg) 2009-2018

SPOLJNOTRGOVINSKA RAZMENA

Srbija ima pozitivan spoljnotrgovinski bilans uljarica i proizvoda od uljarica.



Slika 5. Trgovinski bilans uljarica i proizvoda (mil. USD) 2014-2018

Figure 5. Oilseeds and products trade balance (mil USD) 2014-2018

Na spoljnu trgovinu u sektoru uljarica u značajnoj meri utiče odnos domaćih otkupnih cena i cena na relevantnim tržištima, a u godinama sa slabijim prinosima zavisi od potreba preradnih kapaciteta za nedostajućim sirovinama.

Zrno i proizvodi od suncokreta (ulje i sačme) tokom 2018. godine zabeležili su izvoz u vrednosti od 207 miliona dolara, od čega je najveći udeo u ovoj vrednosti postigao izvoz zrna – 32%, dok je jestivo ulje izvezeno u vrednosti od 29%. Sojin sektor (zrno, ulje, sačma, griz, brašno i teksturati) zabeležio je izvoz od 115 miliona dolara, uz najveće učešće sojinog ulja - 30% i zrna soje od 27%. Uljana repica, ulje i sačma su zabeležili rekordan izvoz od 61 milion dolara, od čega je najveću vrednost ostvario izvoz zrna od čak 84%.

Soja, uljana repica i njihovi proizvodi najviše se izvoze u zemlje EU, dok se suncokret i suncokretovo ulje najviše izvoze u zemlje CEFTA, a sačma u zemlje EU (prvenstveno Italiju). U 2018. godini je zabeležen rekordan prihod od izvoza zrna i sačme suncokreta, izvoz tzv sojinog kompleksa je pao, kao posledica sušne prethodne godine, dok je izvoz uljane repice porastao sa naglim skokom njene proizvodnje.

ZAKLJUČAK

Proizvodnja uljarica u Republici Srbiji beleži rast koji je posebno značajan u periodu od poslednjih deset godina. Sa povećanjem primarne proizvodnje, zabeležen je i napredak kada je u pitanju prerađa uljarica. Naime, spoljna trgovina, kako zrnim uljarica, tako i prerađevinama je u usponu i beleži pozitivan vrednosni saldo. Na otkupne cene uljarica i proizvoda snažan uticaj ima tržište, kako domaće, tako i međunarodno.

Poljoprivredna proizvodnja, pa i proizvodnja uljarica je pod snažnim uticajem klimatskih promena, čiji efekti se očekuju i u budućnosti.

LITERATURA

1. U ovom radu su korišćeni isključivo zvanični podaci Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije, internet adresa <http://www.stat.gov.rs/>.

KRETANJE PROIZVODNJE I CENA ULJARICA I PROIZVODA OD ULJARICA PREMA PODACIMA FAO I USDA

Tanja Lužaić, Ranko Romanić

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

Budući da uljarice predstavljaju izvor lipida i proteina koji su nutritivno i energetski veoma vredni, a broj stanovnika na planeti raste, u poslednjoj deceniji beleži se trend rasta proizvedenih količina uljarica. Došlo je i do povećanja površina na kojima se uljarice seju. 2005/2006. godine proizvedeno je 393,92 miliona metričkih tona (mmt) semena uljarica, dok je ta vrednost 2017/2018. godine iznosila 574.19 mmt. Takođe, raste i količina proizvedenog ulja i proteinskih obroka dobijenih od uljarica. 2014/2015 godine proizvedeno je 177 mmt biljnog ulja i 300,48 mmt proteinskih biljnih obroka, a 2017/2018 196,59 mmt ulja i 329,98 mmt proteinskih obroka. U poslednjih 11 godina cene biljnih ulja i proteinskih biljnih obroka uglavnom su pratile cene uljarica na svetskom tržištu.

Ključne reči: proizvedene količine, seme, ulje, proteinski obroci, cene

PRODUCTION AND PRICES TREND OF OILSEED AND OILSEED PRODUCTS ACCORDING TO THE DATA OF FAO AND USDA

ABSTRACT

Since the oilseeds represent a source of lipids and proteins that are nutritionally and energetically very valuable, and the number of people on the planet is growing, in the last decade the amounts of produced oilseeds are growing, too. The increase in the area on which oilseeds are grown are also recorded. In 2005/2006 393.92 million metric tones (mmt) of oilseeds was produced, while in 2017/2018 produced amount was 574.19 mmt. Also are growing produced amounts of vegetable oils and protein meals. In 2014/2015 were produced 177 mmt of vegetable oil and 329.98 mmt protein meals while in 2017/2018 world production of vegetable oils was 196.59 mmt and protein meals was 329.98 mmt. In the last 11 years, prices of vegetable oils and protein meals have largely been accompanied by oilseed prices on the world market.

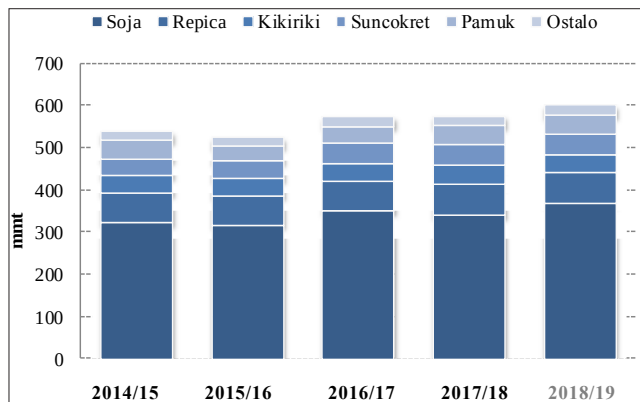
Key words: produced amounts, seed, oil, protein meals, prices

UVOD

Uljarice predstavljaju važnu grupu biljaka čiji plodovi, semena ili drugi delovi biljke imaju značajan sadržaj ulja koje se može koristiti u ishrani ljudi. Postoji oko 40 različitih uljarica čije ulje može da se konzumira, ali samo nekoliko od njih je značajno na svetskom tržištu. Uljarice se uzgajaju u različitim agroklimatskim uslovima i predstavljaju vitalnu robu u svetskoj ekonomiji. Porast proizvodnje uglavnom je posledica povećane potrebe za proizvodima uljarica, a omogućen je porastom površina na kojima se one seju kao i proizvodnjom visokoprinosnih vrsta. Ove promene podržane su i unapređenim naučnim tehnologijama što je dovelo do visoke produktivnosti, pogotovo u zemljama gde je poljoprivreda na visokom nivou. Sa ekonomskog aspekta soja je najbitnija uljarica u svetu, zatim slede uljana repica, pamuk, kikiriki i suncokret. Najbitnije tropske uljarice su kokos, uljana palma i kikiriki. Uljarice se najviše uzgajaju u umerenoj klimatskoj zoni. Na američkom i evropskom kontinentu uzgaja se više od 60% ukupne proizvodnje uljarica u svetu, dok je manje od 5% u tropskim oblastima Afrike, Malezije i Indonezije. Uvoz i izvoz uljarica i biljnih ulja je takođe u porastu. Kina je najveći uvoznik semena uljarica kao i biljnih ulja, dok SAD najviše izvoze semena uljarica, a Indonezija i Malezija biljna ulja (Sharma i sar., 2012).

PROIZVODNJA SEMENA ULJARICA U SVETU

Prema podacima USDA (2018) i FAO (2018) proizvodnja uljarica je u porastu, kao što se vidi na slici 1. 2015/16 godine ukupna proizvodnja kopre, semena pamuka, ploda palme, kikirikija, semena uljane repice, soje i suncokreta iznosila je 523,79 mmt, 2017/18 iznosila je 574,19 mmt dok se za tekuću godinu predviđa proizvodnja od 599,57 mmt. Najveći proizvođač uljarica u svetu su Sjedinjene Američke Države koji su u godini 2017/18 proizvele 22,9% ukupne svetske proizvodnje.



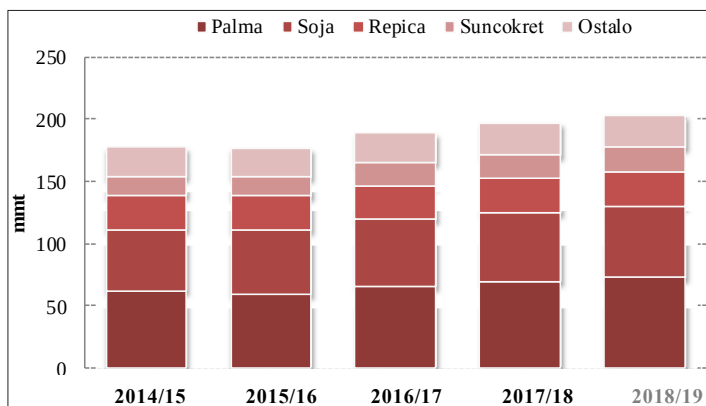
Slika 1. Proizvodnja uljarica u svetu

Figure 1. World oilcrops production

Od uljarica u svetu se najviše proizvodi soja, zatim uljana repica, a suncokret, koji predstavlja glavnu uljaricu u Srbiji, se nalazi tek na trećem odnosno četvrtom mestu. U poslednje četiri godine prosečno 59,97% ukupno proizvedenih uljarica čini soja, 12,81% uljana repica, 7,92% suncokret, 7,78% kikiriki, 74,4% pamuk i svega 4,09% ostale uljarice. Za tekuću 2018/19 godinu predviđa se da će porasti proizvodnja soje na 61,29% od ukupne svetske proizvodnje uljarica, suncokreta na 8,41% dok će proizvodnja ostalih pomenutih uljarica zauzimati manji udeo od trenutnih.

PROIZVODNJA BILJNIH ULJA U SVETU

Ukupna proizvodnja jestivog biljnog ulja u svetu 2014/15 godine iznosila je 177 mmt. 2017/18 porasla je na 196,59 mmt. Ovaj rast očekuje se i u narednom peiodu, pa se u tekućoj 2018/19 godini očekuje da će proizvodnja ulja iznositi 202,69 mmt, što se vidi i na slici 2.

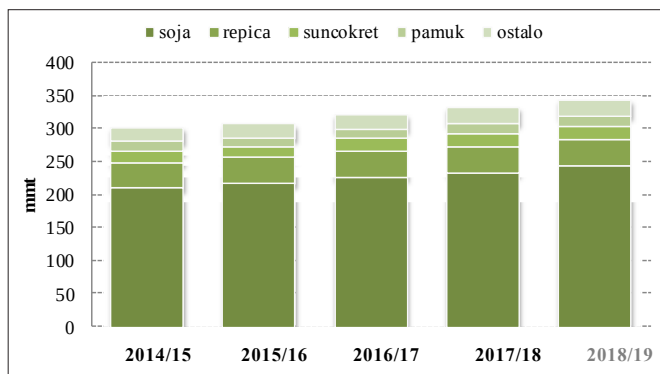


Slika 2. Proizvodnja biljnih ulja u svetu
Figure 2. World vegetable oils production

U poslednje četiri godine palmينو ulje predstavlja prosečno 34,55% ukupno proizvedenog biljnog ulja, ulje semena soje 28,41%, uljane repice 14,95%, suncokreta 9,02 i ostalih uljarica 13,07%.

PROIZVODNJA PROTEINSKIH OBROKA DOBIJENIH IZ ULJARICA U SVETU

Ukupna proizvodnja proteinskih biljnih obroka u svetu 2014/15 godine iznosila je 300,48 mmt. 2017/18 porasla je na 329,98 mmt. Ovaj rast očekuje se i u narednom peiodu, pa se u tekućoj 2018/19 godini očekuje da će proizvodnja proteinskih obroka iznositi 341,06 mmt, što se vidi i na slici 3.



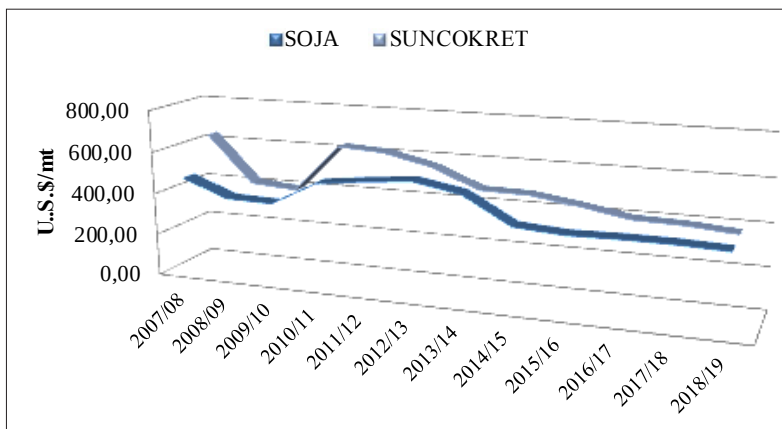
Slika 3. Proizvodnja proteinskih biljnih obroka u svetu

Figure 3. World protein meals production

U posljednje četiri godine najviše je proizvedeno proteinskih obroka od semena soje i to prosečno čak 70,24%, zatim semena uljane repice 12,38%, suncokreta 5,69%, pamuka 4,60% i ostalih biljnih semena 7,09%.

KRETANJE CENA SEMENA, ULJA I PROTEINSKIH OBROKA DOBIJENIH OD ULJARICA U SVETU U POSLEDNJIH 11 GODINA

Na slici 4 prikazano je kretanje cena semena soje i suncokreta na svetskom tržištu u poslednjih 11 godina. Prosečna cena u ovom periodu iznosila je 438,80 američkih dolara po metričkoj toni semena soje (U.S.\$/mt). Najviša cena semena soje u poslednjih 11 godina zabeležena je 2012/13 godine i iznosila je 548 U.S.\$/mt, dok je najniža vrednost zabeležena 2015/16 godine i tada je iznosila 367,60 U.S.\$/mt. U oktobru 2018. godine cena je iznosila 366 U.S.\$/mt. Od 2014/15 nije zabeležena značajna varijacija cene sojinog semena.



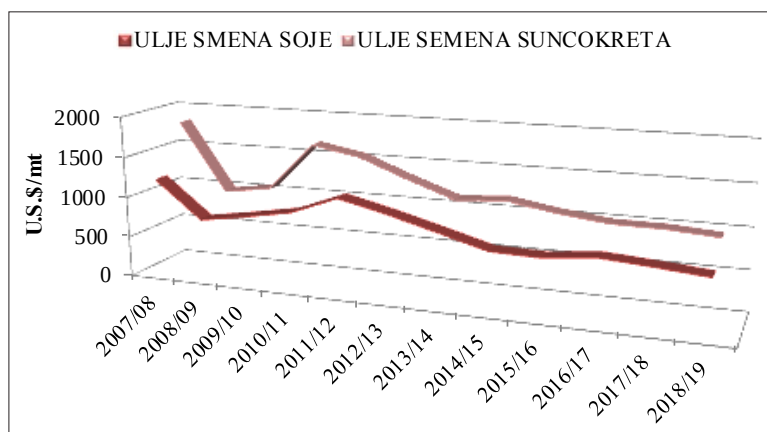
Slika 4. Kretanje cena semena soje i suncokreta na svetskom tržištu

Figure 4. Soybean and sunflower seed prices trend in the world market

Cena semena suncokreta je nešto viša u odnosu na cenu semena soje i u poslednjih 11 godina prosečno je iznosila 492,45 U.S.\$/mt. Najviša cena semena suncokreta zabeležena je 2007/08 godine kada je iznosila čak 638,5 U.S.\$/mt. Najniža cena bila je 2017/18 godine, 392 U.S.\$/mt. U oktobru 2018. godine cena je iznosila 375 U.S.\$/mt. Kao što je prikazano na slici 4 od 2011/12 godine beleži se pad cene semena suncokreta na svetskom tržištu.

Cena ulja semena soje je niža u odnosu na cenu suncokretovog ulja, kao što se vidi na slici 5. U poslednjih 11 godina najviša cena sojinog ulja bila je 2007/08 godine i dostizala je vrednost od čak 1213,75 U.S.\$/mt. Najniža cena zabeležena je 2015/16 godine kada je iznosila 708,5 U.S.\$/mt. U poslednje četiri godine cena ulja semena soje je stabilna, bez znatnih promena.

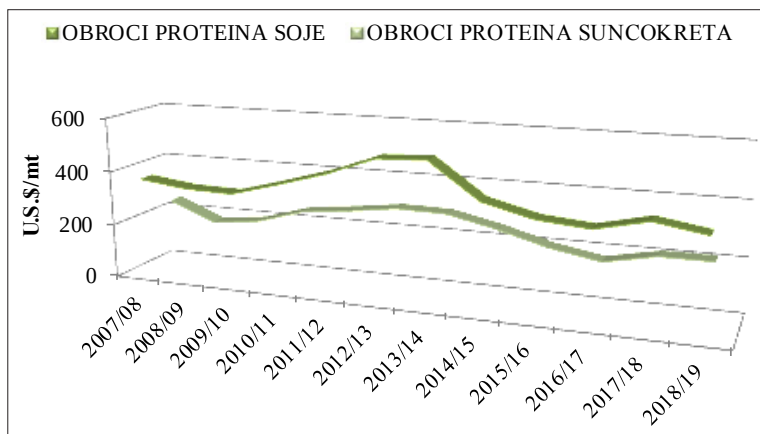
Cena ulja semena suncokreta u svetu je prosečno veća za 353,55 U.S.\$/mt u odnosu na ulje smena soje. I kod suncokretovog ulja maksimalna vrednost cene ovog ulja zabeležana je 2007/08 godine kada je iznosila čak 1824,5 U.S.\$/mt. Najniža vrednost ovog ulja u poslednjih 11 godina zabeležena je odmah sledeće 2008/09 godine kada je cena iznosila 972,5 U.S.\$/mt. Kada je suncokretovo ulje u pitanju cene na američkom i evropskom tržištu se znatno razlikuju, na američkom tržištu ovo ulje je skuplje u proseku 40,49% u poslednjih 11 godina, a podaci prikazani na slici 5 predstavljaju prosečnu vrednost cena na berzama ovih tržišta.



Slika 5. Kretanje cena ulja semena soje i suncokreta na svetskom tržištu
Figure 5. Soybean and sunflower oil prices trend in the world market

Cena proteina soje veća je u odnosu na proteine suncokreta, što se i vidi na slici 6. Najveća vrednost obroka od proteina soje u poslednjih 11 godina zabeležena je 2013/14 godine kada je iznosila 520,5 U.S.\$/mt, dok je najniža vrednost od 333,25 U.S.\$/mt zabeležena 2016/17 godine.

Proteinski obroci semena suncokreta imaju nižu cenu u odnosu na obroke proteina soje u proseku za 167,55 U.S.\$/mt. Najveću vrednost ovi proteinski obroci imali su 2012/13 godine kada je njihova cena iznosila 292 U.S.\$/mt. Najmanja cena ovih obroka zabeležena je takođe 2016/17 godine kada je iznosila 169 U.S.\$/mt.



Slika 6. Kretanje cena proteinskih obroka semena soje i suncokreta na svetskom tržištu
Figure 6. Soybean and sunflower protein meals prices trend in the world market

ZAKLJUČAK

Prema prikazanim podacima i prognozama FAO i USDA proizvodnja uljarica u svetu će i dalje da beleži rast jer rastu i potrebe stanovništva. U cilju povećanja proizvodnje povećavaju se i površine na kojima se uzgajaju ove kulture ali konstantno se radi i na njihovom oplemenjivanju u cilju povećanja prinosa. Pored toga, razvijaju se i nove tehnologije u poljoprivrednoj proizvodnji koje takođe doprinose povećanju proizvedenih količina semena uljarica kao i ulja i proteinskih obroka.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekata TR 31014 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Sharma, M., Gupta, S. K., Mondal, A.K. (2012). Production and Trade of Major World Oil Crops, u: Editor, S. Gupta, Technological Innovations in Major World Oil Crops, Vol. 1., Springer, New York, NY.
2. [www.fao.org \(http://www.fao.org/docrep/016/a1993e/a1993e00.pdf\)](http://www.fao.org/docrep/016/a1993e/a1993e00.pdf), 17.12.2018.
3. [www.fas.usda.gov \(http://www.fas.usda.gov\)](http://www.fas.usda.gov), 17.12.2018.

NOVI TRENDVI U OPLEMENJIVANJU ULJARICA

*Dragana Miladinović, Ana Marjanović Jeromela, Siniša Jocić,
Aleksandra Radanović, Sandra Cvejić, Nada Hladni, Sreten Terzić,
Jelena Ovuka, Milan Jocković, Boško Dedić, Dragana Rajković,
Sonja Gvozdenac, Velimir Radić, Igor Balalić, Nenad Dušanić, Vladimir Miklič*

Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

Oplemenjivanje uljanih biljnih vrsta je kontinuirani proces dizajniran da poveća nivo prinosa i poboljša otpornost na biotičke i abiotičke stresove. Oplemenjivači su bili uspešni u proizvodnji velikog broja sorti koristeći konvencionalne metode oplemenjivanja koje se razlikuju u zavisnosti od vrste. Pojava novih tehnika, kao što je genomska selekcija i izmena genoma, zajedno sa efikasnim platformama za fenotipizaciju, utrle su put efikasnijem unošenju poželjnih osobina. Novi pristupi u genotipizaciji i fenotipizaciji omogućili su efikasnije prikupljanje podataka za identifikaciju kvantitativnih svojstava i objašnjenje genetske osnove agronomski važnih osobina. Međutim, još uvek ima prostora za poboljšanje, posebno u prikupljanju podataka i njihovoj integraciji. U radu je dat pregled novih tehnika oplemenjivanja uljanih biljnih vrsta, metoda fenotipizacije i mogućnosti njihove primene, uz osvrt na aktivnosti u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo vezane za njihovo uvođenje i primenu u NS oplemenjivačkim programima.

Ključne reči: uljane biljne vrste, oplemenjivanje, genomska selekcija, izmena genoma, fenotipizacija

NEW TRENDS IN OIL CROPS BREEDING

ABSTRACT

Oil crops breeding and selection is a continual process designed to increase yield levels and improve resistance to biotic and abiotic stresses. Breeders have been successful in producing a large number of varieties using conventional breeding methods which vary depending on the species. Appearance of new techniques such as genomic selection and genome editing, along with efficient phenotyping platforms, paved the way of more efficient trait introduction. Novel approaches in genotyping and phenotyping enabled more efficient data collection for identification of quantitative characters and elucidation of the genetic basis of agriculturally

important traits. However, there is still room for improvement, especially in data collection and integration. This paper presents an overview of new techniques for oil crops breeding, phenotypic methods and their application, with an overview of the activities of the Institute for Field and Vegetable Crops related to introduction and application of these new techniques in NS breeding programs.

Key words: oil crops, breeding, genomic selection, gene editing, phenotyping

UVOD

Oplemenjivanje uljanih biljnih vrsta u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu ima uspešnu 50-godišnju tradiciju. Tokom godina, oplemenjivački program je doveo do stvaranja kolekcije od 7000 inbred linija suncokreta i značajne kolekcije genotipova uljane repice i ostalih, manje gajenih, uljanih biljnih vrsta.

Rezultati do sada dobijeni Institutu su pokazali da je moguće kombinovanje nekoliko osobina kvaliteta u jednom genotipu i kreiranje genotipova za specifičnu upotrebu u prehrambenoj i neprehrambenoj industriji, čime se garantuje budućnost uljanih biljnih vrsta kako na domaćem, tako i na globalnom tržištu.

U budućnosti se očekuje da će integrativni pristupi koji kombinuju nove metode oplemenjivanja, kao što su genomska selekcija, izmena genoma, kao i nove platforme za fenotipizaciju uz korišćenje bioinformatičkih alata olakšati identifikaciju ciljnih gena i markera za kompleksne osobine i olakšati adaptaciju uljanih biljnih vrsta na stalne promene spoljne sredine i tržišta (Miladinović i sar., 2019).

U radu je dat pregled novih tehnika oplemenjivanja uljanih biljnih vrsta, metoda fenotipizacije i mogućnosti njihove primene, uz osvrt na aktivnosti u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo vezane za njihovo uvođenje i primenu u NS oplemenjivačkim programima.

FENOTIPIZACIJA

Fenotipizacija biljaka je nova nauka koja povezuje genomiku sa biljnom ekofiziologijom i agronomijom. Interakcija genotip – spoljna sredina određuje performanse i produktivnost genotipa merenih kao akumulirana biomasa, komercijalni prinos i/ili efikasnost korišćenja resursa. Poslednjih godina, ostvaren je značajan napredak u razvoju molekularnih i genetskih alata za oplemenjivanje biljaka, ali je kvantitativna analiza stvarnih osobina biljaka (npr. mase semena ili otpornosti na patogene), odnosno fenotipizacija, bila ograničena nedostatkom efikasnih tehnika. Pokrenute su aktivnosti u cilju razvoja platformi za fenotipizaciju, kako bi se povećala efikasnost i preciznost fenotipskih opažanja i premostio jaz između ovih tehnika.

Platforme za fenotipizaciju koje se primenjuju i testiraju na drugim biljnim vrstama su takođe interesantne iz proučavanje osobina, pre svega korena, kod uljanih biljnih vrsta (Sankaran i sar., 2015). Ove platforme su kod uljane repice korišćene za selekciju genotipova tolerantnih na nedostatak bora (Pommerrenig i sar., 2018), kao i ispitivanje arhitekture korena (Arifuzzaman i sar., 2019). Kod suncokreta, objavljeni

su prvi radovi o primeni „remote sensing” tehnike na suncokretu u Kini (Yu i Shang, 2017).

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, u toku je realizacija projekta fenotipizacije korena suncokreta u uslovima stresa sušom u okviru European Plant Phenotyping Network 2020. Ovoj oblasti je posvećen i projekat „Anatomska karakterizacija kolekcije divljih suncokreta, kao potencijalnog genofonda za oplemenjivanje gajenog suncokreta u Vojvodini”, finansiran od strane Sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost APV.

GENOMSKA SELEKCIJA

Kod svih gajenih biljnih vrsta, uključujući i uljane biljne vrste, oplemenjivanje u cilju poboljšanja poligenih osobina, kao što su prinos i otpornost na većinu abiotičkih i biotičkih stresova, je dugotrajno i komplikovano. Genomika i fenomika u kombinaciji sa genomskom selekcijom (GS) omogućavaju brzo i precizno poboljšanje populacija i identifikaciju roditelja u cilju stvaranja visokoprinosnih genotipova otpornih na stres. Koristeći ove pristupe zajedno sa odgovarajućom genetskom raznovrsnošću, bazama podataka, analitičkim alatima i dobro opisanim scenarijima klimatskih promena, vremenskim i podacima o zemljištu, nove sorte sa poboljšanom otpornošću na stres, koje odgovaraju preferencijama farmera, se mogu brzo uvesti u ciljna područja (Khan i sar., 2016).

Eksploatacija raspoloživih postojećih genetičkih resursa u kombinaciji sa genomskom selekcijom može dovesti do značajnih poboljšanja prinosa, osobina kvaliteta i tolerancije na stres i kod uljanih biljnih vrsta. Kod uljane repice, metode genomске selekcije se ušle u primenu tek u poslednjih nekoliko godina. Korišćene su za ispitivanje različitih osobina, uključujući vreme cvetanja, masu semena i kvalitet semena (Cai i sar., 2014; Li i sar., 2014; Raman i sar., 2014; Wang i sar., 2014). Slično je i kod suncokreta gde je GS do sada korišćena za predviđanje hibridnog učinka (Reif i sar., 2013), sadržaja ulja u hibridima (Mangin i sar., 2017) i toleranciju na belu trulež stabla (Livaja i sar., 2016).

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, učinjeni su prvi koraci ka uvođenju genomске selekcije uljanih biljnih vrsta, pre svega u cilju poboljšanja osobina kvaliteta, kao i otpornosti na volovod. Aktivnosti vezane za GS se pre svega realizuju kroz projekat tehnološkog razvoja, „Razvoj novih sorti i poboljšanja tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene”, finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, kao i bilateralnu saradnju sa naučnim institucijama iz Nemačke i Francuske.

IZMENA GENOMA

Razvoj novih tehnika oplemenjivanja, kao što je izmena genoma („gene editing“), mogao bi dovesti do novih pomaka u oplemenjivanju uljanih biljnih vrsta. Generalno,

kompleksne osobine, kao što je tolerancija na različite abiotičke stresove, su osobine kontrolisane poligenima, gde je potrebno voditi računa o više od jednog gena ili jedne klase gena da bi se razumeli molekularni mehanizmi koji uslovljavaju određenu toleranciju. Pošto izmena genoma omogućava pojedinačnu modifikaciju više gena istovremeno, ono omogućava izmenu poligena ili QTL-ova koji se obično teško odvajaju zbog ograničenja usled rekombinacije (Flavell, 2010).

CRISPR/Cas9 (CRISPR-9) sistem je trenutno najjednostavniji i najčešće korišćeni sistem za izmenu genoma kod biljaka. Kod uljane repice, ovaj sistem je korišćen za indukciju otpornosti prema beloju truleži (Sun i sar, 2018), kao i kreiranje genotipova sa ljuskom sa većim brojem okaca (Yang i sar., 2018). U Kanadi, odobrena je za gajenje prva sorta uljane repice u koju je primenom metode izmene genoma uneta otpornost na herbicide iz grupe sulfonilurea (CIBUS, 2014). Iako kod suncokreta još nema literaturnih podataka o upotrebi ove nove tehnike oplemenjivanja, očekuje se da će se ta situacija uskoro promeniti nakon nedavnog objavljivanja sekvence genoma (Badouin i sar., 2017).

Imajući u vidu potencijal ove tehnike i mogućnosti primene u oplemenjivanju, istraživači Instituta su uzeli aktivno učešće u pripremi i realizaciji COST akcije „Genome editing in plants - a technology with transformative potential”. Ova Akcija ima za cilj da da procenu mogućnosti primene ove tehnike u oplemenjivanju biljaka, sagleda postojeće platforme, proceni uticaj uvođenja genotipova sa izmenjenim genomom u proizvodnju, mišljenje javnosti, kao i postojeću zakonsku regulativu i njene eventualne izmene, kako bi se oblikovala budućnost ove nove tehnologije po principu odgovorne inovacije.

ZAKLJUČAK

Novi pristupi u genotipizaciji i fenotipizaciji omogućili su efikasnije prikupljanje podataka za identifikaciju kvantitativnih svojstava i objašnjenje genetske osnove agronomski važnih osobina uljanih biljnih vrsta. Negativna strana ovih novih pristupa je postojanje rizika od prevelike količine podataka, koje je teško obraditi. Zato je neophodno koristiti odgovarajuće pristupe za upravljanje podacima i integrisanu analizu podataka prikupljenih na različite načine, kako bi nove tehnologije fenotipizacije u kombinaciji sa novim metodama oplemenjivanja ostvarile svoj potencijal za poboljšanje otpornosti, prinosa i kvaliteta uljanih biljnih vrsta (Miladinović i sar., 2019; Dimitrijević i Horn, 2018).

Zahvalnica

Ovaj rad je deo projekta TR31025 finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekta 114-451-2126/2016-03 finansiranog od strane Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost, projekta bilateralne saradnje Srbije i Nemačke - No. 451-03-01732/2017-09/3 i COST Akcija CA 16212 i CA 18111.

LITERATURA

1. Arifuzzaman, M., Oladzadabbasabadi, A., McClean, P., Rahman, M (2019). Shovelomics for phenotyping root architectural traits of rapeseed/canola (*Brassica napus* L.) and genome-wide association mapping. *Mol Genet Genomics*, doi: 10.1007/s00438-019-01563-x.
2. Badouin, H., Gouzy, J., Grassa, C.J., Murat, F., Staton, S.E., Cottret, L., Lelandais-Brière, C., Owens, G.L., Carrère, S., Mayjonade, B., Legrand, L. (2017). The sunflower genome provides insights into oil metabolism, flowering and Asterid evolution. *Nature*, 546: 148-152.
3. Cai, D., Xiao, Y., Yang, W., Ye, W., Wang, B., Younas, M., et al. (2014). Association mapping of six yield-related traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Theor Appl Genet*, 127: 85-96.
4. CIBUS (2014). <http://cibus.com/press/press031814.php>
5. Dimitrijević, A., Horn, R. (2018). Sunflower Hybrid Breeding: From Markers to Genomic Selection. *Front. Plant Sci*, 8: 2238.
6. Khan, A., Sovero, V., Gemenet, D. (2016). Genome-assisted breeding for drought resistance. *Curr Genom*, 17(4): 330-342.
7. Li, F., Chen, B., Xu, K., Wu, J., Song, W., Bancroft, I., et al. (2014). Genome-wide association study dissects the genetic architecture of seed weight and seed quality in rapeseed (*Brassica napus* L.). *DNA Res*, 21: 355-367.
8. Livaja, M., Unterseer, S., Erath, W., Lehermeier, C., Wieseke, R., Plieske, J., Polley, A., Luerßen, H., Wieckhorst, S., Mascher, M., Hahn, V., Ouzunova, M., Schon, C.C., Ganai, W. (2016). Diversity analysis and genomic prediction of Sclerotinia resistance in sunflower using a new 25 K SNP genotyping array. *Theor Appl Genet*, 129(2): 317-329.
9. Mangin, B., Bonnafous, F., Blanchet, N., Boniface, M-C., Bret-Mestries, E., Carrère, S. et al. (2017). Genomic prediction of sunflower hybrids oil content. *Front Plant Sci*. 8: 1633.
10. Miladinović, D., Hladni, N., Radanović, A., Jocić, S., Cvejić, S. (2019). Sunflower and Climate Change: Possibilities of Adaptation Through Breeding and Genomic Selection. *Genomic Designing of Climate-Smart Oilseed Crops*, Kole C. (Ed.), Springer International Publishing, p. 173-238.
11. Pommerrenig, B., Junker, A., Abreu, I., Bieber, A., Fuge, J., Willner, E., Bienert, M.D., Altmann, T., Bienert, G.P. (2018). Identification of Rapeseed (*Brassica napus*) Cultivars With a High Tolerance to Boron-Deficient Conditions. *Front. Plant Sci*, 9: 1142.
12. Raman, H., Raman, R., Kilian, A., Detering, F., Carling, J., Coombes, N., et al. (2014). Genome-wide delineation of natural variation for pod shatter resistance in *Brassica napus*. *PLoS ONE*, 9: e101673.
13. Reif, J.C., Zhao, Y., Würschum, T., Gowda, M., Hahn, V. (2013). Genomic prediction of sunflower hybrid performance. *Plant Breed*, 132: 107-114.
14. Sankaran, S., Khot, L.R., Espinoza, C.Z., Jarolmasjed, S., Sathuvalli, V.R., Vandemark, G.J. (2015). Low-altitude, high-resolution aerial imaging systems for row and field crop phenotyping: a review. *Eur J Agron*, 70: 112-123.

15. Sun, Q., Lin, L., Liu, D., Wu, D., Fang, Y., Wu, J., Wang, Y. (2018). CRISPR/Cas9-mediated multiplex genome editing of the *BnWRKY11* and *BnWRKY70* genes in *Brassica napus* L. *Int J Mol Sci*, 19(9): E2716.
16. Wang, N., Li, F., Chen, B., Xu, K., Yan, G., Qiao, J., et al. (2014). Genome-wide investigation of genetic changes during modern breeding of *Brassica napus*. *Theor Appl Genet*, 127: 1817-1829.
17. Yang, Y., Zhu, K., Li, H., Han, S., Meng, Q., Khan, S.U., Zhou, Y. (2018). Precise editing of CLAVATA genes in *Brassica napus* L. regulates multilocular silique development. *Plant Biotech J*, 16(7): 1322-1335.
18. Yu, B., Shang, S. (2017). Multi-year mapping of maize and sunflower in Hetao irrigation district of China with high spatial and temporal resolution vegetation index series. *Remote Sens*, 9: 855.

SEMENARSTVO HIBRIDNOG SUNCOKRETA U SRBIJI

*Vladimir Miklič, Jelena Ovuka, Velimir Radić, Branislav Ostojić, Goran Jokić,
Nenad Dušanić, Siniša Jocić*

Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

Na sortnoj listi Srbije nalaze se 202 registrovana hibrida suncokreta, raznih tipova i grupa zrenja. Najzastupljeniji su hibridi novosadskog Instituta za ratarstvo i povrtarstvo (68). Na tržištu raste udeo hibrida otpornih na pojedine grupe herbicida (od 53% u 2017. do 64% u 2018. godini). U periodu 2009-2018. semenski suncokret se u Srbiji prosečno gajio na 1924 ha a procena je da se godišnje prosečno doradilo 1975 t semena (prosečno 1,03 t/ha). U Srbiji je 2017. godine deklarirano 1666267 kg a 2018. godine 1888959 kg semena suncokreta. Udeo uvezenog semena iznosio je 86,47% u 2017. godini i 85,27% u 2018. godini. Srbija ima sve preduslove za veću proizvodnju semena suncokreta, od povoljnih agroekoloških uslova preko dobrih stručnjaka, proizvođača i dorađivača, do kvalitetne stručne kontrole.

Ključne reči: hibridi suncokreta, tržište Srbije, površina, deklarirano seme

SUNFLOWER HYBRID SEED PRODUCTION IN SERBIA

ABSTRACT

The variety list of Serbia contains 202 registered sunflower hybrids, various types and groups of ripening. Hybrids of the Novi Sad Institute of Field and Vegetable Crops are the most frequent (68). The share of hybrids resistant to certain groups of herbicides grows in the market (from 53% in 2017 to 64% in 2018). In the period 2009-2018. sunflower for seed in Serbia was grown on average in 1924 ha and the estimate is that an average of 1975 tons of seeds annually have been processed (an average of 1.03 t/ha). In Serbia in 2017, 1666267 kg and in 2018 1888959 kg of sunflower seed were declared. The share of imported seeds was 86.47% in 2017 and 85.27% in 2018. Serbia has all the preconditions for greater sunflower seeds production, from favorable agro-ecological conditions through good experts, manufacturers and processors, to quality expert control.

Key words: sunflower hybrids, Serbian market, area, declared seed

UVOD

Prema podacima koje navodi FAOSTAT (2016) suncokret se gaji u preko 60 zemalja sveta na više od 26 miliona hektara sa prosečnim prinosom od 1,80 t/ha. Po zasejanim površinama i produkciji zauzima četvrto mesto među uljaricama, posle soje, uljane palme i uljane repice (Jocić i sar., 2015, Kaya i sar., 2015). U Srbiji površine pod suncokretom variraju u zavisnosti od godine i kreću se između 150000 i 220000 hektara (Balalić i sar., 2017). Površine stalno rastu tako da su u 2018. dostigle rekordnih 240000 ha.

Srbija ima dobre agroekološke uslove za semensku proizvodnju suncokreta, stručni i obrazovan kadar, proizvodne i prerađivačke kapacitete, kao i dobro organizovanu kontrolu proizvodnje od strane državnih organa. Prosečna godišnja površina pod semenskim suncokretom u Srbiji u periodu 2008-2017 bila je 1732 ha, a u 2016/2017. godini u Srbiji je atestirano 1666 t suncokreta (Miklić i sar., 2018). Poređenja radi, u susednoj Mađarskoj koja ima nepovoljnije agroekološke uslove prosečna godišnja površina pod semenskim suncokretom u periodu 2010-2017. bila je 3172 ha. U istom periodu u Mađarskoj je godišnje prosečno deklarirano čak 7864 tone semena suncokreta. Nije bolja situacija ni kod drugih ratarskih biljnih vrsta. Mađarska danas proizvodi semenski kukuruz na oko 35000 ha a Srbija na oko 10000 ha, dok se 1986 u bivšoj Jugoslaviji proizvodilo na blizu 33000 ha (Babić i sar., 2016). Pored ratova i sankcija devedesetih, autori razloge zaostajanja srpskog semenarstva vide i u lošoj tranziciji, neadekvatnoj zakonskoj regulativi i neshvatanju značaja semenarstva za sve segmente društva od strane države.

Cilj ovog rada je prikaz stanja semenske proizvodnje suncokreta u Srbiji kroz trend površina, strukture hibrida i količina proizvedenog i deklariranog semena.

STRUKTURA REGISTROVaniH HIBRIDA SUNCOKRETA U SRBIJI

U važećem Zakonu o semenu Republike Srbije („Sl. glasnik RS”, br. 45/2005), u članu 10 se kaže: Proizvođač može proizvoditi seme sorti koje su upisane u Registar sorti poljoprivrednog bilja. U 2019. godini u Registru sorti nalazilo se ukupno 202 hibrida suncokreta za razne namene i raznih grupa zrenja (tabela 1). Od toga, najviše je registrovao Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada, ukupno 68, što predstavlja 33,7%, dakle više od jedne trećine. Pored Instituta, kao oplemenjivači registrovani u Srbiji, javljaju se i: Centar za poljoprivredna i tehnološka istraživanja Zaječar, Flortek seed d.o.o., Pioneer Hi-Bred SRB d.o.o., Syngenta Agro d.o.o., Banat-Seme a.d., Caussade semences Serbia i Nuseed Serbia d.o.o., sa ukupno 35 hibrida. Osnivači većine ovih kuća su iz inostranstva ali ako bi se i njihovi hibridi računali kao domaći došlo bi se do broja od 103 hibrida (51% od ukupnog broja).

U Srbiji je dozvoljeno proizvoditi i seme hibrida koji nije na sortnoj listi, za potrebe stranog naručioca, pod uslovima koje reguliše član 11 Zakona o semenu.

Takodje, u istom članu se precizira da se proizvodnja sortnog semena za račun domaćeg naručioca može obavljati u drugoj državi, na osnovu ugovora domaćeg naručioca i inostranog proizvođača, uz saglasnost Ministarstva.

Tabela 1. Registrovani hibridi suncokreta na sortnoj listi Srbije 2019.

Table 1. Registered sunflower hybrids in the variety list of Serbia 2019.

Tip hibrida Hybrid type	Ukupan broj hibrida Total No of hybrids	NS hibridi NS hybrids
Uljani vrlo rani Oil type very early	4	4
Uljani rani Oil type early	42	8
Uljani srednje rani Oil type medium early	78	24
Uljani srednje kasni Oil type medium late	37	10
Uljani kasni Oil type late	10	4
Proteinski srednje rani Protein type medium early	12	11
Proteinski srednje kasni Protein type medium late	3	3
Proteinski kasni Protein type late	1	-
Za ptičiju hranu srednje rani For bird food medium early	1	1
Za ptičiju hranu srednje kasni For bird food medium late	1	1
Visokooleinski rani Hiholeic type early	2	-
Visokooleinski srednje rani Hiholeic type medium early	8	1
Visokooleinski srednje kasni Hiholeic type medium late	3	1
Svega Total	202	68

U današnje vreme na tržišti se mogu naći različiti tipovi hibrida. Pored podele po nameni (uljani, konzumni, visokoleniski, dekorativni...) ili po dužinu vegetacije (od vrlo ranih do kasnih), važna je i podela po mogućoj tehnologiji gajenja, pre svega vezano za borbu protiv korova. Kao odgovor na probleme suzbijanja korova u suncokretu pojavile su se nove tehnologije koje podrazumevaju otpornost na pojedine gupe herbicida. To su pre svega Clearfield® i Clearfield®Plus tehnologija

(uneta otpornost na imidazolinone), kao i Sumo i ExpressSun™ (uneta otpornost na tribenuron metil). Po podacima PSS Sombor, dolazi do značajnih promena u udelu ovih hibrida na tržištu (tabela 2).

Tabela 2. Udeo tipova hibrida suncokreta na tržištu Srbije u 2017-2018. (%)
Table 2. Share of sunflower hybrid types on the Serbian market 2017-2018. (%)

Godina Year	Tip hibrida / Hybrid type			
	Klasični Classical	Clearfield®	Clearfield®Plus	SUMO, ExpressSun™
2017	47%	30%	4%	19%
2018	36%	23%	8%	33%

Evidentan je ukupan porast udela hibrida otpornih na herbicide na tržištu Srbije, posebno SUMO/ExpressSun™ hibrida. Ovaj trend je prisutan u većini zemalja koje gaje suncokret. Razloga ima više a vezani su za jednostavniju i jevtiniju borbu protiv pre svega širokolisnih korova, kao i borbu protiv volovoda. Olakšana je i semenska proizvodnja. Međutim, preterana i suviše česta upotreba herbicida koji prate ovu tehnologiju nije dobra jer može dovesti do stvaranja rezistentnih korova i drugih problema, o čemu upozoravju i uputstva proizvođača herbicida. Stoga treba smanjivati tehnologije i zadržati značajan udeo klasičnih hibrida suncokreta na tržištu.

PROIZVODNJA SEMENA SUNCOKRETA U SRBIJI

Po podacima Ministarstva poljoprivrede Republike Srbije u periodu 2009-2018. u Srbiji je prosečna godišnja površina pod semenskim suncokretom iznosila 1924 ha. Ostvarena je prosečna procenjena godišnja proizvodnja dorađenog semena od 1975 t i prosečni procenjeni prinos dorađenog semena po hektaru od 1,03 t/ha (tabela 3). Najveća površina u ovom periodu ostvarena je u 2018. godini (3207 ha) a najmanja u 2009. godini (974 ha), površina ima trend porasta. Najveća procenjena proizvodnja dorađenog semena je ostvarena u 2013. godini (3871 t) a najmanja u 2010. godini (664 t). Najveći procenjeni prosečan prinos dorađenog semena po hektaru ostvaren je u 2016. godini (1,43 t/ha) a najmanji u 2010. godini (0,65 t/ha). Saglasno članu 38. Zakona o semenu Republike Srbije, etiketu za označavanje deklarisanog semena izdaje stručna organizacija koju ovlasti ministar. Za ove poslove u Srbiji je ovlašćena PSS Sombor. Po podacima Poljoprivredne stručne službe Sombor, u Srbiji je u 2017. godini ukupno deklarirano 1666267 kg. semena a u 2018. godini 1888959 kg. semena (tabela 4). Dominira seme C1 kategorije. Podaci za predosnovno i osnovno seme u 2018. godini nisu objavljeni iako ima saznanja da su deklarirane određene količine semena. Uočljiv je porast količina u 2018. godini što korespondira i sa ukupnim povećanjem površina pod suncokretom u Srbiji.

Tabela 3. Proizvodnja semena suncokreta u Srbiji u periodu 2009-2018. (površina (ha), procena doradenog semena (t) prosečan prinos doradenog semena/ha (t/ha))

Table 3. Production of sunflower seeds in Serbia in the period 2009-2018. (area (ha), estimated processed seed (t) average yield of processed seed/ha (t/ha))

	Godina proizvodnje Year of production										$\bar{x}$
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
ha	974	1019	1390	1874	3078	1590	1438	2180	2490	3207	1924
t	1054	664	1369	1972	3871	1304	1289	3117	2384	2727	1975
t/ha	1,08	0,65	0,98	1,05	1,26	0,82	0,90	1,43	0,96	0,85	1,03

Udeo uvezenog semena u ukupnim količinama atestiranog semena iznosi 86,47% u 2017. godini i 85,27% u 2018. godini, dakle, radi se o relativno stabilnoj kategoriji. Ovo je neočekivan podatak obzirom na činjenicu da novosadski Institut za ratarstvo i povrtarstvo ima najdužu tradiciju u oplemenjivanju suncokreta od svih prisutnih semenskih kuća i da dominira na velikim svetskim tržištima poput Ukrajine, kao i da institutski hibridi često dominiraju u ogledima PSS, dok je kvalitet semena u samom vrhu. Ovde se objašnjenje može tražiti u jakom uvoznom lobiju, boljem marketinškom pristupu stranih kompanija ali ponekad i u mentalitetu srpskog proizvođača kome je često strani proizvod privlačniji od domaćeg. Naravno, tu je i izostanak podrške države domaćim proizvođačima što nije slučaj u drugim zemljama.

Još više zabrinjava činjenica da strane semenske kuće seme uglavnom ne proizvode u Srbiji već ga većinom uvoze, što nije dobro iz više razloga. Pre svega, gubi se potencijalni prihod koji bi mogli ostvarivati domaći proizvođači i dorađivači semena. Pored toga, obzirom da su uvozne procedure za seme u Srbiji dosta fleksibilnije od nekih drugih zemalja (recimo, prilikom uvoza semena ne proverava se klijavost semena kao na primer u Bugarskoj i Rusiji), povećava se mogućnost da se sa uvoznim semenom uvezu i neki novi patogeni kojih nema u Srbiji. Kako iznose Miklič i sar. (2018), u Srbiji postoje optimalni agroekološki uslovi za gajenje mnogih uljanih biljnih vrsta pre svega suncokreta. Srbija ima odličan semenarski kadar, kapacitete za proizvodnju i doradu semena a državne institucije u semenarstvu funkcionišu bolje od mnogih zemalja Evropske Unije. Pored toga, proizvodnja semena u Srbiji je često jeftinija od zemalja u okruženju.

Tabela 4. Atestirane količine semena suncokreta u Srbiji u 2017. i 2018. (kg)
Table 4. Certified quantities of sunflower seed in Serbia in 2017 and 2018. (kg)

Godina Year	Kategorije semena Seed categories			Prepakovano, Preatestirano Repackaged, Reassembled	Uvezeno Imported	Ukupno Total
	Predosnovno Prebasic	Osnovno Basic	C 1			
2017	5845	2238	1658184	305924	1440839	1666267
2018	-	-	1888959	241344	1610661	1888959

Kad se sve ovo ima u vidu postavlja se pitanje, šta je osim možda praktičnih razloga (većina inostranih semenskih kuća ima svoje ustaljene proizvođače i dorađivače van Srbije) dovelo do toga da se više semena suncokreta uvozi u Srbiju nego što se u njoj proizvede. Jedan od razloga sigurno je i zakonska regulativa koja je ponekad restriktivna prema domaćoj proizvodnji. Jedno vreme na snazi je bio propis o obaveznoj zdravstvenoj kontroli prirodnog semena koji je doveo do apsurdne situacije da je seme bilo jednostavnije uvesti nego ga proizvoditi u Srbiji. Ono što mnogi navode kao potencijalni razlog je i obavezna prostorna izolacija u proizvodnji semena suncokreta. Naime, u Srbiji ona iznosi 1500 metara (za proizvodnju semena C1 kategorije), dok je u EU ona 500 metara. Stoga je u Srbiji teže naći odgovarajuću parcelu za proizvodnju ali su zato sa druge strane bolji uslovi za proizvodnju kvalitetnog i čistog semena. Moguće je da će novi zakonski propisi u Srbiji ovo promeniti, ali treba biti oprezan jer u potrazi za nektarom pčele uobičajeno lete do dve milje, a ponekad i do šest (Beekman i Ratnieks, 2000), te je povećana opasnost od pojave neželjene stranooplodnje i potom atipičnih biljaka u narednoj godini.

ZAKLJUČAK

Na sortnoj listi Srbije nalaze se 202 registrovana hibrida suncokreta, raznih tipova i grupa zrenja, od čega su najzastupljeniji hibridi novosadskog Instituta za ratarstvo i povrtarstvo (68).

Na tržištu raste udeo hibrida otpornih na pojedine grupe herbicida (od 53% u 2017. do 64% u 2018. godini).

U periodu 2009-2018. semenski suncokret se u Srbiji prosečno gajio na 1924 ha a procena je da se godišnje prosečno doradilo 1975 t semena (prosečno 1,03 t/ha).

U Srbiji je 2017. godine deklarirano 1666267 kg a 2018. godine 1888959 kg semena suncokreta. Udeo uvezenog semena iznosio je 86,47% u 2017. godini i 85,27% u 2018. godini.

Srbija ima sve preduslove za veću proizvodnju semena suncokreta, od povoljnih agroekoloških uslova preko dobrih stučnjaka, proizvođača i dorađivača, do kvalitetne stručne kontrole.

Zahvalnica

Rad je nastao u okviru projekta TR 31025: „Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene”, koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Babić, V., Pavlov, M., Bočanski, J. (2016). Stanje i perspektive u oplemenjivačkom i semenarskom sektoru Srbije, Selekcija i semnarstvo, Vol. XXII (2016) broj 2, 19-27 .
2. Balalić, I., Jocić, S., Miklič, V., Cvejić, S., Jocković, M., Miladinović, D. (2017). Rezultati ispitivanja NS hibrida suncokreta u mikroogledima i preporuka za setvu u 2017. godini. Zbornik referata 51. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije, Zlatibor, p. 48-57.
3. Beekman, M., Ratnieks, F.L. (2000). Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Funct. Ecol.* 14: 490-496.
4. FAOSTAT (2016). Preuzeto: novembar 2018 sa site-a <http://www.fao.org/faostat>
5. Jocić, S., Miladinović, D., Kaya, Y. (2015). Breeding and genetics of sunflower. In: Sunflower: Chemistry, Production, Processing and Utilization (Eds Force EM&Dunford NT&Salas JJ). AOCs Monograph Series of Oilseeds, AOCs Press, Urbana, Illinois, USA, pp. 1-26.
6. Kaya, Y., Balalic, I., Miklic, V. (2015). Eastern Europe Perspectives on Sunflower Production and Processing. In: Force, E.M., Dunford, N.T., Salas, J.J. (Eds): Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization, AOCs Press, Urbana, Illinois, USA, pp. 617-637.
7. Miklič, V., Ovuka, J., Marjanović-Jeromela, A., Terzić, S. Jocić, S., Cvejić, S. Miladinović, D. Hladni, N., Radić, V., Ostojić, B., Jocković, M., Dušanić, N., Đorđević, V., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Balalić, I. (2018). Oplemenjivanje i semenarstvo uljanih biljnih vrsta u Srbiji (Breeding and Seed Production of Oil Crops in Serbia). Selekcija i semenarstvo, vol XXIV (2018), broj 2, 1-9.
8. Odeljenje za priznavanje sorti (2019). Registar priznatih sorti. Uprava za zaštitu bilja, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. Dost. na http://www.sorte.minpolj.gov.rs/sites/default/files/rsprilogom_3.pdf.
9. Poljoprivredna stručna služba „Sombor” (2017). Godišnji izveštaj o atestiranim količinama semena i sadnog materijala u 2016/2017. godini. PSS „Sombor” d.o.o., Sombor, pp. 19-22.
10. Poljoprivredna stručna služba „Sombor” (2018). Godišnji izveštaj o atestiranim količinama semena i sadnog materijala u 2016/2017. godini. PSS „Sombor” DOO, Sombor, pp. 18-20.
11. Zakon o semenu Republike Srbije („Sl. glasnik RS”, br. 45/2005).

NS SANOL – NOVI VISOKOOLEINSKI HIBRID SUNCOKRETA

*Sandra Cvejić¹, Siniša Jocić¹, Milan Jocković¹, Boško Dedić¹, Ilija Radeka¹,
Aleksandra Radanović¹, Dragana Miladinović¹, Igor Balalić¹, Nada Gragovac¹,
Danijela Stojanović², Vladimir Miklič¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

²Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Srbija

IZVOD

Glavni ciljevi u stvaranju hibrida suncokreta u svetu i kod nas su povećanje produktivnosti (prinosa semena i ulja po jedinici površine) i otpornost prema bolestima, insektima i stresnim uslovima. Pored glavnog cilja, u oplemenjivanju se radi i na stvaranju hibrida posebne namene, među kojima su i visokooleinski hibridi. Kod visokooleinskih hibrida suncokreta sadržaj oleinske kiseline u ulju je povećan na preko 80%, u odnosu na standardni tip suncokreta koji ima oko 20%. Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada je među prvima u Evropi stvorio hibride sa visokim sadržajem oleinske kiseline u ulju suncokreta. Nedavno su se razvili i novi visokooleinski hibridi sa poboljšanim produktivnim i agronomskim osobinama. Cilj ovoga rada je da se predstavi najnoviji visokooleinski hibrid suncokreta, NS Sanol. Hibrid je priznat 2019. godine, ima visok potencijal prinosa, visok sadržaj ulja, odlično podnosi klimatski stresne uslove (prvenstveno sušu) i veoma je adaptibilan na različite uslove gajenja.

Ključne reči: suncokret, hibrid, prinos, ulje, oleinska kiselina

NS SANOL – NEW HIGH-OLEIC SUNFLOWER HYBRID

ABSTRACT

In sunflower hybrid breeding, the main goals are increasing productivity (seed and oil yield per unit area) and resistance to diseases, insects and stressful conditions. In addition to the main goals, one of the breeding targets is creation of hybrids for special use, such as high-oleic hybrids. In the high-oleic sunflower hybrids, the content of oleic acid in oil is over 80%, compared to the standard sunflower type, which is approx. 20%. The Institute of Field and Vegetable Crops from Novi Sad is among the first in Europe that have created hybrids with high oleic-acid content. Recently,

new high-oleic hybrids with improved productive and agronomic properties have been developed. The aim of this paper is to present the latest high-oleic sunflower hybrid, NS Sanol. Hybrid is released in 2019, has high yield potential, high oil content, excellent tolerance to climatic stress conditions (primarily drought) and is very adaptable to different cultivation conditions.

Key words: sunflower, hybrid, yield, oil, oleic acid

UVOD

Seme suncokreta (*Helianthus annuus* L.) sadrži 20-25% ljuske, u proseku 40-50% ulja (računato na sadržaj vlage u semenu od 11%) i spada u grupu uljarica sa višim sadržajem ulja (Karlović i Andrić, 1996). Ulje standardnog tipa suncokreta u proseku ima oko 10% zasićenih masnih kiselina, palmitinske (C16:0) i stearinske kiseline (C18:0), oko 20% oleinske kiseline (C18:1) i oko 70% linolne kiseline (18:2) (Škorić i sar., 2008). Ukupan sadržaj tokoferola (vitamina E) u ulju standardnog suncokreta je oko 700 mg/kg, a preovladava alfa-tokoferol. Prateći trendove tržišta i industrije, oplemenjivači suncokreta uspeali su bitnije da izmene kvalitet ulja u semenu suncokreta, a posebno kompoziciju viših masnih kiselina i tokoferola (Demurin i sar., 1996). Najznačajniji doprinos je povećanje sadržaja oleinske kiseline u ulju suncokreta, a smanjenje sadržaja linolne kiseline. Prvu takvu promenu kvaliteta ulja suncokreta izveo je Soldatov, 1976. On je, tretirajući, seme sorte VNIIMK 8931, rastvorom dimetilsulfata (DMS) dobio genotipove sa visokim sadržajem oleinske kiseline. Na osnovu ovog materijala stvorio je prvu visokooleinsku sortu, Pervenec. Danas, svi oplemenjivači suncokreta koriste sortu Pervenec kao donora gena za stvaranje hibrida sa povećanim sadržajem oleinske kiseline. Visok sadržaj oleinske kiseline, kao i krajnji modifikovani sadržaj i sastav određenih manjih komponenti (tokoferoli i drugi), obezbeđuje da visokooleinsko suncokretovo ulje ima visoku oksidativnu stabilnost, odnosno duži rok trajanja (Romanić, 2016).

Sadržaj oleinske kiseline u ulju semena suncokreta može da bude nizak, 20-50% (standardni tip suncokreta), povećan 50-80% oleinske kiseline u ulju (*mid-oleic* tip) i preko 80% oleinske kiseline (visokooleinski tip) (Cvejić i sar., 2014). Hibridi suncokreta sa srednjim i visokim sadržajem oleinske kiselina u ulju postali su dominantni u regionima proizvodnje suncokreta u Francuskoj i SAD-u, dok su u Španiji, Italiji i Argentini značajno porasli (Alonso, 2014). Povećanje površina pod ovakvim tipom suncokreta rezultat je prelaska na „mediteranski“ način ishrane (ulja bogata oleinskom kiselinom) i potrebe industrije za proizvodnjom biodizela, pošto je suncokretovo ulje sa visokim sadržajem oleinske kiseline povoljnije za proizvodnju biodizela od standardnog suncokretovog ulja (Vanozzi, 2006).

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad ima dugogodišnju tradiciju rada na oplemenjivanju i stvaranju visokooleinskih hibrida suncokreta. Među prvim je u Evropi registrovao hibride sa visokim sadržajem oleinske kiseline u ulju suncokreta. To su hibridi Olivko i Oliva u Srbiji, hibridi Goleador, Oliva, Olinka i Olesis registrovani u EU, hibrid Saša registrovan u Rusiji i hibrid Monarh registrovan

u Ukrajini. Takođe, kvalitet visokooleinskih genotipova je potvrđen liderskom pozicijom zajedničkih hibrida na francuskom tržištu. Nedavno je razvijen i novi set visokooleinskih hibrida suncokreta sa poboljšanim produktivnim i agronomskim osobinama. Među tim hibridima je i NS Sanol, hibrid koji se od 2019. godine nalazi na Sortnoj listi Srbije. Cilj ovoga rada je da se predstavi ovaj najnoviji visokooleinski hibrid suncokreta.

MATERIJAL I METODE RADA

Hibrid NS Sanol je stvoren konvencionalnim metodama selekcije u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Hibrid je dvolinijski dobijen ukrštanjem visokooleinske linije majke DOP 32 06, koja je citoplazmatski muški sterilna i visokooleinske inbred linije oca RF POL 2, koji poseduje gene za restauraciju fertiliteta. Nakon ukrštanja ovih linija ispitana je produktivnost hibrida i na osnovu rezultata prinosa semena, ulja i sadržaja oleinske kiseline, hibrid je odabran za registraciju.

Hibrid je prijavljen Odeljenju za priznavanje sorti poljoprivrednog bilja, Ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Republike Srbije, 2017. godine u grupu visokooleinskih hibrida. Ogledi Odeljenja za priznavanje sorti izvedeni su u periodu 2017. godine na 4 lokaliteta (Kikinda, Pančevo, Sombor i Vrbas) i 2018. godine na 5 lokaliteta (Kikinda, Novi Sad, Pančevo, Sombor i Vrbas). Prinos semena obračunat je na 9% vlage, a sadržaj ulja je određen na NMR-u. Sadržaj oleinske kiseline utvrđen je korišćenjem gasnog hromatografa.

REZULTATI I DISKUSIJA

Morfološke i fenološke osobine hibrida suncokreta NS Sanol navedene su u tabeli 1. Osobine su zasnovane na osnovi ocene po UPOV-om deskriptoru za suncokret (UPOV, 2000). NS Sanol spada u grupu hibrida pune vegetacije, srednjeg je rasta, ima čvrstu i jaku stabljiku, otpornu na poleganje. Hibrid je otporan na rđu, suncokretov moljac, plamenjaču (rase kontrolisane genom *Pl₈*), a visoko je tolerantan prema *Phomopsis*-u, *Macrophomina*, bolestima koje izazivaju pegavost lista i stabla, kao i na belu trulež (*Sclerotinia sclerotiorum*). Hibrid dobro podnosi sušu, atraktivan je polinatorima jer ima dobru produkciju polena i nektara. Na osnovu rezultata eksperimentalnih ispitivanja prinosa semena i ulja, hibrid NS Sanol odabran je za prijavu u Sortnu komisiju Srbije.

Da bi se, hibrid NS Sanol, smatrao visokooleinskim hibridom mora da sadrži preko 80% oleinske kiseline. Rezultati postignuti ogledima Odeljenja za priznavanje sorti poljoprivrednog bilja, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije pokazali su da ispitivani hibrid ima sadržaj oleinske kiseline 88,10% (podaci prikazani u tabeli 3) i time je svrstan u grupu visokooleinskih hibrida.

Tabela 1. Osobine hibrida po UPOV deskriptoru**Table 1.** Hybrid traits based UPOV descriptor

Osobina Trait	NS Sanol
Boja lista Leaf color	Zelena
Naboranost lista Blistering	Srednje
Vreme cvetanja Time of flowering	Srednje kasno
Boja jezičastih cvetova Color of ray flowers	Žuta
Visina biljaka Plant height	Srednje visoka
Boja semena Seed color	Crna
Pruge na semenu Stripes on seed	Nema
Otpornost na: Resistance to:	
Plamenjača Downey mildew	Ima
Rđa Rust	Ima
Volovod Broomrape	Nema
Tolerantnost na: Tolerance to:	
<i>Phomopsis</i>	Ima
<i>Macrophomina</i>	Ima
<i>Sclerotinia</i>	Ima

Kako bi novi hibrid mogao da se takmiče sa standardnim hibridima suncokreta koji se koriste u proizvodnji da ima dobre proizvodne karakteristike, tj. mora da ima visok potencijal prinosa, visok sadržaj ulja i otpornost na uobičajene bolesti. (Cvejić i sar., 2016). Rezultati dobijeni u komisijskim ogledima Odeljenja za priznavanje novih sorti i hibrida, Ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Republike Srbije u dvogodišnjem periodu na četiri, odnosno pet lokaliteta ukazuju da je hibrid imao statistički značajno veći prinos semena od standardnog hibrida (tabela 2). Prosečan prinos semena hibrida NS Sanol bio je 3869 kg ha⁻¹, dok je prosečan prinos semena standardnog hibrida bio 3765 kg ha⁻¹. Maksimalan prinos semena hibrid NS Sanol je ostvario na lokalitetu Kikinda, 4305 kg ha⁻¹, a maksimalan prosečni prinos je ostvario na lokalitetu Sombor i to 4072 kg ha⁻¹.

Tabela 2. Prosečni prinosi semena (kg ha^{-1}) hibrida i standarda u Sortnoj komisiji Srbije u ogledima 2017-2018

Table 2. Mean seed yields (kg ha^{-1}) of hybrid and standard in the State Testing Office of Serbia in two-year trials

Godina Year	Hibridi Hybrids	Prinos semena sa 9% vlage / Seed yield with 9% moisture					
		Kikinda	Novi Sad	Pančevo	Sombor	Vrbas	x
2017	NS Sanol	4305	-	3555	4049	3502	3853
	standard	4096	-	3275	4285	3619	3819
	Cv	4,77	-	7,34	8,30	5,65	
2018	NS Sanol	3813	3620	4055	4095	3828	3882
	standard	3717	3393	3801	3875	3776	3712
	Cv	3,95	6,59	6,53	8,46	6,32	
Prosek Mean	NS Sanol	4053	-	3805	4072	3665	3869
	standard	3906	-	3538	4080	3697	3765

Osnovni cilj gajenja suncokreta je dobijanje što veće količine ulja po jedinici površine (Škorić i sar., 2006). Prinosi ulja ispitivanog novosadskog hibrida NS Sanol (1699 kg ha^{-1}) je u proseku dve godine i na svim lokalitetima bio veći u odnosu na standardni hibrid suncokreta (1643 kg ha^{-1}), tabela 3. Po lokalitetima, hibrid NS Sanol postigao je najviše prosečne prinose ulja na lokalitetu Sombor (1856 kg ha^{-1}), a maksimalan prinos ulja je postigao na lokalitetu Kikinda (1975 kg ha^{-1}). Na osnovu rezultata dobijenih iz oglada Sortne komisije Srbije hibrid NS Sanol je registrovan pod brojem 320-04-1732/2/2017-11, dana 27.02.2019. godine.

Tabela 3. Prosečni prinosi ulja (kg ha^{-1}) i sadržaj oleinske kiseline (%) hibrida i standarda u Sortnoj komisiji Srbije u ogledima 2017-2018

Table 3. Mean seed yields (kg ha^{-1}) and oleic acid content (%) of hybrid and standard in the State Testing Office of Serbia in two-year trials

Godina Year	Hibridi Hybrids	Prinos ulja / Oil yield						Oleinska kiselina
		Kiki- nda	Novi Sad	Panče- vo	Sombor	Vrbas	x	x
2017	NS Sanol	1975	-	1621	1857	1555	1752	88,00
	standard	1838	-	1642	1911	1571	1740	
2018	NS Sanol	1586	1502	1760	1856	1522	1645	88,20
	standard	1520	1409	1597	1683	1520	1546	
Prosek Mean	NS Sanol	1781	-	1691	1856	1539	1699	88,10
	standard	1679	-	1619	1797	1545	1643	

Hibrid NS Sanol je 2016. godine prijavljen u Sortnu komisiju Nacionalnog Instituta za testiranje i registraciju biljnih vrsta (Institutul de stat pentru testarea si inregistrarea soiurilor (ISTIS)), u Rumuniji i priznat je nakon tri godine ispitivanja dana 28.03.2019. godine. Na osnovu ovog priznavanja stekao je pravo da bude uvršten na Sortnu listu Evropske unije (Common Catalogue of Varieties of Agricultural Plant Species - Council Directive 2002/53/EC of 13 June 2002).

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dobijenih u ogledima Odeljenja za priznavanje sorti poljoprivrednog bilja, Ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Republike Srbije na pet lokaliteta u 2017-18. godini, hibrid NS Sanol je upisan u Registar poljoprivrednog bilja i time stekao uslov da bude uveden u komercijalnu proizvodnju. NS Sanol predstavlja novu generaciju hibrida suncokreta koja na osnovu produktivnosti i agronomskih karakteristika može da se meri sa standardnim hibridima suncokreta pošto ima visok prinos semena ($>3500 \text{ kg ha}^{-1}$) i visok prinos ulja ($>1500 \text{ kg ha}^{-1}$). Hibrid NS Sanol će uskoro ući u masovnu proizvodnju i dalje naći primenu u različitim proizvodnim uslovima. Ovaj hibrid posebno je pogodan za organsku proizvodnju. Pored toga, otvaruje i niz mogućnosti korišćenja ulja u prehrambenim i prerađivačkim industrijama.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat projekta „Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologije proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene” (TR 31025), finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovane i naučno-istraživačku delatnost, Autonomne pokrajine Vojvodine.

LITERATURA

1. Cvejić, S., Jocić, S., Malidža, G., Radeka, I., Miklič, V., Jocković, M., Stojanović, D. (2016). Novi Clearfield®Plus hibridi suncokreta – NS Samuraj CLP i NS Smaragd CLP. 57. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica sa međunarodnim učešćem, Zbornik Radova, 19-24. jun, 2016., Herceg Novi, Crna Gora, 43-50.
2. Cvejić, S., Miladinović, D., Jocić, S. (2014). Mutation breeding for changed oil quality in sunflower. Mutagenesis: exploring genetic diversity of crops, Tomlekova NB, Kozgar MI, Wani MR (Eds), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, p. 77-96. (ISBN 978-90-8686-244-3 hardback; ISBN 978-90-8686-796-7 e-book)
3. Demurin, J., Karlović, Đ., Škorić, D., Turkolov, J., Verešbaranji, I., Lečić, N., Jocić, S. (1996). Genetska modifikacija sastava-kvaliteta ulja kod uljanih biljaka. Zbornik radova 37. Savetovanje- Proizvodnja o prerada uljarica. Budva, 27-31.5.1996. 11-17.
4. Karlović, Đ., Andrić, N. (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica. Suncokret. Un-

- verzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet i Savezno ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj, Beograd, 35-46.
5. Romanić, R. (2016). Effect of hull on oxidative stability of cold pressed sunflower oil of oleic type. In III International Congress, "Food Technology, Quality and Safety", 25-27 October 2016, Novi Sad, Serbia. Proceedings (pp. 514-519). University of Novi Sad, Institute of Food Technology.
 6. Soldatov, K.I. (1976). Chemical mutagenesis in sunflower breeding. 7th International Sunflower Conference, Krasnodar, USSR, 352-357.
 7. Škorić D, Jocić S, Jovanović D, Hladni N, Marinković R, Atlagić J, Panković D, Vasić D, Miladinović F, Gvozdenović S, Terzić S, Sakač Z (2006). Dostignuća u oplemenjivanju suncokreta. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. 42(1): 131-171.
 8. Škorić, D., Jocić, S., Lečić, Nada, Sakač, Z. (2008). Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 86(4), 215-221.
 9. Škorić, D., Jocić, S., Sakač, Z., Lečić, N. (2008). Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. Can. J. Physiol. Pharmacol. 86: 215–221.
 10. UPOV, (2000). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Sunflower (*Helianthus annuus* L.). International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Geneva, Switzerland.
 11. Vannozzi, G.P. (2006). The perspectives of use of use high oleic sunflower for oleo chemistry and energy raws. Helia, 29 (44), 1-24.

DIMENZIJE SEMENA NS HIBRIDA SUNCOKRETA GAJENIH U MIKROOGLEDIMA 2017. GODINE U SRBIJI I ARGENTINI

*Ranko Romanić¹, Tanja Lužaić¹, Nada Grahovac², Siniša Jocić², Sandra Cvejić²,
Snežana Kravić¹, Zorica Stojanović¹*

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

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

Uljane hibride suncokreta karakteriše crno seme, sa tankom ljuskom koja predstavlja 20-25% ukupne mase semena. Uglavnom su bez većih odstupanja u dimenzijama i obliku. Sadržaj ulja u semenima uljanih hibrida je i preko 40%. Cilj ovog rada je da se ispituju i uporede dimenzije semena istih uljanih hibrida koji su uzgajani na teritoriji Republike Srbije i Argentine. Najveća prosečna vrednost dužine od 11,13 mm određena je kod semena hibrida NS Ronin uzgajanog u Srbiji i semena hibrida Duško uzgajanog u Argentini. 45,17% ispitanih semena imalo je dužinu između 10 i 10,99 mm, 42,83% širinu u intervalu od 5 do 5,99 mm, a debljina 47,00% ispitanih semena bila je u opsegu od 3 do 3,99 mm.

Ključne reči: uljani hibridi, seme, suncokret, dimenzije

SEED DIMENSIONS OF NS SUNFLOWER HYBRIDS GROWN IN SMALL PLOTS TRIAL IN 2017 IN SERBIA AND ARGENTINA

ABSTRACT

Sunflower oil hybrids usually have black seed with a thin hull representing 20-25% of the total seed mass. They generally don't have major deviations in dimensions and shape of seeds. Oil content in the seeds are over 40%. The aim of this study was to investigate and compare seed dimensions of the same oil hybrids grown in Serbia and Argentina. The highest average length of 11.13 mm was determined for sample NS Ronin grown in Serbia and sample Dusko grown in Argentina. 45.17% of investigated seeds had length between 10.00 and 10.99 mm, 42.83% had width in range of 5.00 to 5.99 mm, and the thickness of 47.00% of seeds was between 3 and 3.99 mm.

Key words: oil hybrids, seed, sunflower, dimensions

UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je jedna od glavnih uljarica, gaji se u mnogim delovima sveta (Hu i sar., 2010). U Srbiji je suncokret najznačajnija uljana kultura (Balalić i sar., 2012). Hibridi suncokreta uljanog tipa karakteristični su po uglavnom crnoj tankoj ljusci, koja predstavlja 20-25% ukupne mase semena, a sadržaj ulja je iznad 40%. Sadržaj ulja je kvantitativno svojstvo određeno genotipom, okolinom i njihovom interakcijom (Mijić i sar., 2011; Liović i sar., 2012).

Radom na oplemenjivanju postojećih hibrida suncokreta stvaraju se novi hibridi različitih karakteristika. Uslovi gajenja utiču na karakteristike hibrida. Prilikom izlaganja hibrida različitim uslovima tj. njihovim sejanjem u različitim godinama, na različitim lokalitetima i rokovima hibridi su izloženi varijacijama u temperaturi i solarnoj radijaciji (Izquierdo i sar., 2009). Prinos semena, kvalitet i prinos ulja zavise od hibrida i njegove interakcije sa faktorima spoljašnje sredine. Ove osobine veoma se razlikuju između godina ispitivanja, kao i između različitih lokaliteta (Balalić i sar., 2012).

Cilj ovog rada je da se ispituju dimenzije semena odabranih NS hibrida uljanog tipa koji su uzgajani na dva različita područja (Srbija i Argentina) i da se uporede dobijeni rezultati.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Uzorci za ispitivanje su bili odabrani NS hibridi suncokreta uljanog tipa i to Duško, NS Konstantin i NS Ronin. Seme hibrida je sekundarne filijalne (F2) generacije, gajeno u uslovima mikroogleda 2017. godine na teritoriji Srbije i Argentine. Seme je očišćeno i 6 meseci nakon berbe rađeno je ispitivanje dimenzija semena. Uzorke semena je obezbedio Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad.

Metode

Dužina, širina i debljina semena izmerene su pomoću pomičnog merila na 100 pojedinačnih semena.

Statistička obrada rezultata i grafički prikazi rađeni su pomoću programa Microsoft Excel 2010 (Microsoft, Washington, USA).

REZULTATI I DISKUSIJA

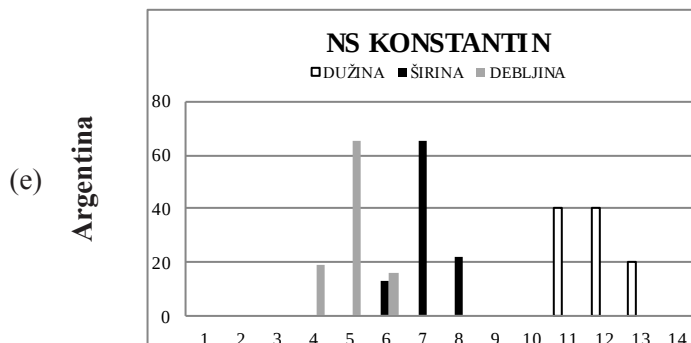
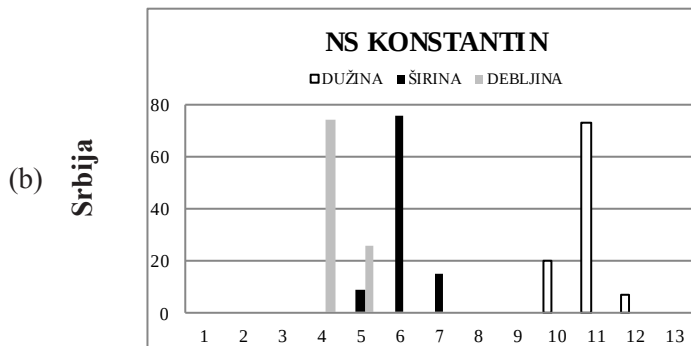
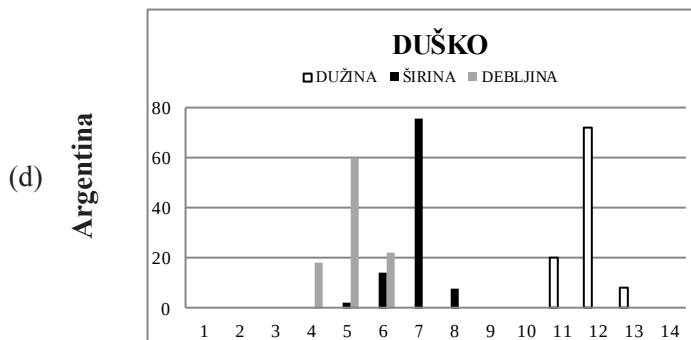
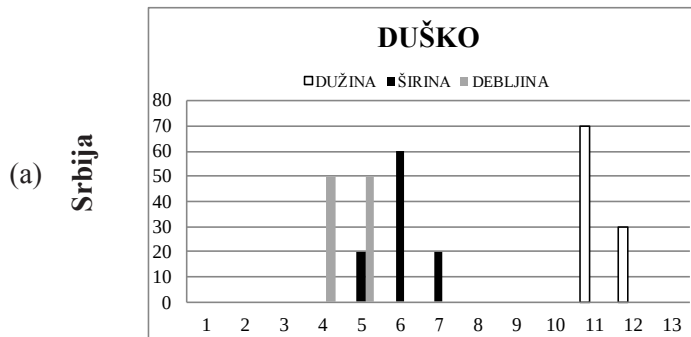
Kao što se vidi iz tabele 1, uzorci gajeni na teritoriji Argentine imaju veće dimenzije u odnosu na uzorke gajene u Srbiji. Od ispitivanih uzoraka najveća dužina određena je kod semena hibrida NS Ronin gajenog u Srbiji i hibrida Duško gajenog u Argentini. Srednje vrednosti najvećih određenih dužina su jednake na obe teritorije

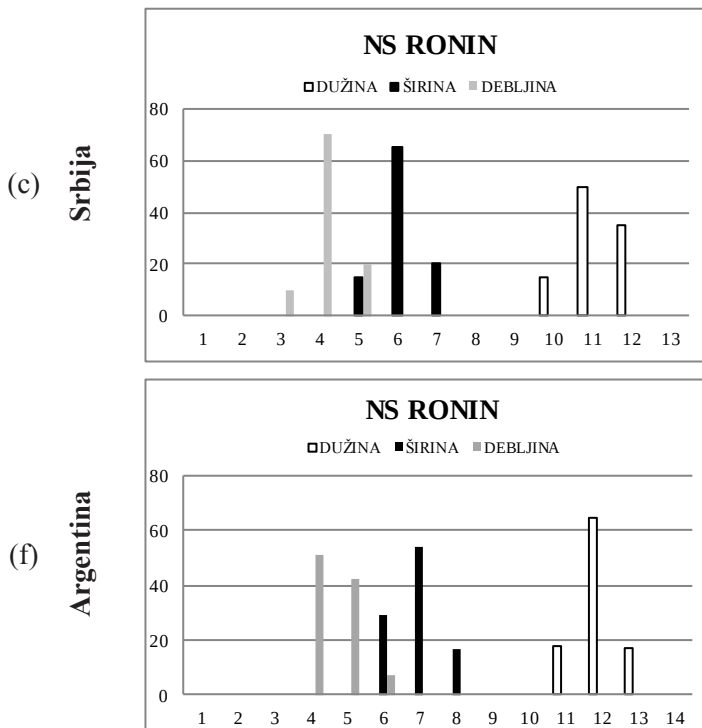
(11,13 mm). Najmanja vrednost dužine utvrđena je kod uzorka NS Konstantin gajenog na teritoriji Srbije (10,53±0,65 mm). Prosečna vrednost najširih semena određena je kod uzorka NS Konstantin uzgajanog na području Argentine (7,39±0,40 mm), dok je najmanja vrednost širine semena iz Argentine određena kod semena hibrida Duško i iznosi 5,67±0,68 mm, što je malo viša vrednost u odnosu na najveću određenu prosečnu vrednost širine semena gajenih u Srbiji koja iznosi 5,62±0,68 mm koliko iznosi kod uzorka NS Ronin. Najmanja širina semena kod hibrida gajenih u Srbiji određena je takođe kod semena hibrida Duško. Najveća prosečna vrednost debljine semena određena je kod semena hibrida NS Konstantin i iznosi 4,57±0,34 mm kod uzoraka iz Srbije i 4,57±0,34 mm kod uzorka gajenog u Argentini. Najmanja prosečna vrednost debljine semena određena je kod hibrida Duško uzgajanog u Srbiji i iznosi 3,18±0,30 mm.

Tabela 1. Dimenzije semena hibrida suncokreta gajenih na teritoriji Srbije i Argentine
Table 1. Dimensions of the sunflower seeds of different hybrids grown in Serbia and Argentina

Oznaka hibrida Sample	Dužina (mm) Length (mm)	Širina (mm) Width (mm)	Debljina (mm) Thickness (mm)
Srbija			
Duško	10,93±0,50	5,17±0,31	3,18±0,30
NS Konstantin	10,53±0,65	5,50±0,60	3,77±0,75
NS Ronin	11,13±0,45	5,62±0,68	3,46±0,44
Argentina			
Duško	11,13±0,42	5,67±0,68	3,80±0,75
NS Konstantin	10,94±0,34	7,39±0,40	4,57±0,34
NS Ronin	10,96±0,49	6,26±0,51	3,71±0,55

Ukoliko se posmatra raspodela dimenzija koja je prikazana na slici 1 vidi se da je najzastupljeniji interval dužine kod hibrida gajenih u Srbiji između 10 i 10,99 mm i to 64,33% ispitanih semena imaju dužinu koja se nalazi u ovom intervalu. Kod semena hibrida gajenih u Argentini 59,00% ispitanih dužina je u intervalu od 11 do 11,99 mm. 67,00% ispitanih semena gajenih u Srbiji ima širinu između 5 i 5,99 mm, dok se kod semena gajenih u Argentini najzastupljeniji interval širine iznosio između 6 i 6,99 mm, čak 65% ispitanih semena imalo je pomenutu širinu. Najzastupljniji interval debljine semena hibrida iz Argentine bio je između 4 i 4,99 mm i 55,67% semena je bilo u ovom opsegu, dok je kod 64,67% semena iz Srbije izmerena vrednost debljine iznosila između 3 i 3,99 mm.





Slika 1. Raspodela (y osa u %) dimenzija (x osa u mm) semena hibrida gajenih u Srbiji (a, b, c) i Argentini (d, e, f)

Figure 1. Distribution (y axis in %) of the dimensions (x axis in mm) of the seeds of hybrids grown in Serbia (a, b, c) and Argentina (d, e, f)

ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitanih parametara zaključuje se da hibridi gajeni na teritoriji Srbije imaju znatno manje dimenzije u odnosu na iste hibride gajene na teritoriji Argentine. Uzorci iz Argentine su u proseku duži za 1,34%, širi za 14,87% i deblji za 13,27%. Najzastupljeniji intervali dužine, širine i debljine semena hibrida uzgajanih u Argentini su za 1 mm veći u odnosu na iste uzgajane na teritoriji Srbije.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekata TR 31014 i TR 31025 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Balalić, I., Miklič, V., Jocić, S., Marinković, R., Cvejić, S., Hladni, N., Miladinović, D. (2012). Ocena NS hibrida suncokreta u mikro-ogledima preko interakcije hibrid x lokalitet, Ratar. Povrt. 49(3): 270-281.
2. Hu, J., Seiler, G., Kole, C. (2010). Genetics, genomics and breeding of sunflower. Routledge, USA.
3. Izquierdo, N., Aguirrezabal, I., Andrade, F., Pereyra Iraola, M. (2009). Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crops species, Field Crop Research 114(1):66-74.
4. Liović, I., Krizmanić, M., Mijić, A., Bilandžić, M., Markulj, A., Marinković, R., Gadžo, D. (2012). Linija x tester analiza u procjeni kombinaturnih sposobnosti sadržaja ulja kod suncokreta. Poljoprivreda, 18(2): 3-6.
5. Microsoft Excel 2010, Microsoft. Microsoft Excel. Computer Software. Redmond, Washington, USA, 2010. (www.microsoft.com).
6. Mijić, A., Sudarević, A., Krizmić, M., Duvnjak, T., Bilandžić, M., Zdunić, Z., Ismić, E. (2011). Grain and oil yield of single-cross and three-way cross OS sunflower hybrids. Poljoprivreda, 17(1): 3-8.

NS KONZUMNI HIBRIDNI SUNCOKRETA U ORGANSKOJ I KONVENCIONALNOJ PROIZVODNJI U SELENČI

*Nada Hladni, Brankica Babec, Vladimir Miklič, Siniša Jocić, Dragana Miladinović,
Ana Marjanović Jeromela, Milan Jocković*

Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

U Srbiji NS konzumni hibridi se sve više šire u proizvodnji. Prerađivačka industrija, male fabrike, kupuju krupne frakcije semena, peku i pakuju u posebnu ambalažu, a sitnije frakcije semena se koriste za hladno presovano ulje. NS konzumni hibridi suncokreta ispitivani su u Selenči u uslovima organske poljoprivrede, bez upotrebe pesticida i primene mineralnih đubriva i u konvencionalnim uslovima proizvodnje. Prosečan prinos semena po biljci svih ispitivnih NS konzumnih hibrida suncokreta viši je u konvencionalnim uslovima u odnosu na organske uslove proizvodnje, dok je prosečan sadržaj ulja bio približno isti. Ova istraživanja su pokazala da su NS konzumni hibridi suncokreta adaptabilni za gajenje u konvencionalnim i organskim uslovima proizvodnje.

Ključne reči: suncokret, NS konzumni hibridi, organska proizvodnja, prinos po biljci, sadržaj ulja u semenu

NS CONFECTIONERY SUNFLOWER HYBRIDS UNDER ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION CONDUCTED IN SELENČA

ABSTRACT

The use of NS confectionery sunflower hybrids in the production, processing industry and smaller factories has increased. Large seed fractions are purchased, roasted and packed individually, while smaller seed fractions are used in the production of cold-pressed sunflower seed oil. Production of NS confectionery sunflower hybrids was carried out in Selenča, using the organic production system without the use of pesticides or application of mineral fertilization and conventional production system. The tested NS confectionery sunflower hybrids had higher average seed yield per plant under the conventional system compared to organic production, whereas the obtained average oil content was similar in both production systems. The results

revealed that NS confectionery sunflower hybrids are adaptable, and can therefore be grown under either production system.

Key words: sunflower, NS confectionery sunflower, organic production seed yield per plant, seed oil content

UVOD

Proizvodnja konzumnog suncokreta u svetu pokazuje stabilan rast zbog njegove nutritivne vrednosti i upotrebe u ishrani ljudi (Hladni i sar., 2017). U protekloj deceniji konzumni suncokret postao je važan deo ljudske ishrane i dijetskih programa. NS konzumni hibridi suncokreta se gaje na manjim poljoprivrednim gazdinstvima u Srbiji, imaju značajno veći prinos semena od stranooplodnih sorti i veću otpornost na biotičke i abiotičke stresove (Hladni i sar., 2018). Očekuje se da će visoko produktivni konzumni hibridi zameniti sorte, što će dovesti do povećanja površina pod konzumnim suncokretom (Hladni, 2016). Prerađivačka industrija, male fabrike, kupuju krupne frakcije semena, peku i pakuju u posebnu ambalažu, a sitnije frakcije semena se koriste za hladno ceđeno ulje. Potražnja za sve zdravijom i ukusnijom hranom na tržištu Amerike, Australije i Evrope utiče na stalni porast proizvodnje organske hrane (Hladni i sar., 2015).

Degradacija životne sredine privukla je pažnju naučnika da svoj rad usmere u pravcu ekološkog pronalaženja zdrave, održive poljoprivredne tehnologije uz istovremeno vođenje računa o potrebama budućih generacija (Rao i sar., 2013). Suncokret je kultura pogodna za gajenje u organskim sistemima poljoprivrede, ima dubok korenov sistem koji mu omogućava da bolje koristi prirodne resurse kao što su vlažnost zemljišta i azot u zemlji u odnosu na kukuruz i soju (Mazzoncini i sar., 2006). Spada u ekološki prihvatljive useve, jer suncokret ima sposobnost da se gaji u uslovima ograničene količine azota, bez upotrebe pesticida i navodnjavanja (Debaeke i sar., 2017). Prinosi suncokreta u organskoj poljoprivredi su niži u odnosu na konvencionalnu proizvodnju (Rao i sar., 2013), prosečan prinos suncokreta organskog porekla može dostići do 90% prinosa konvencionalno proizvedenog (Lieven i Vagner, 2012). Konzumni hibrid NS Gricko našao je svoje mesto u organskoj proizvodnji i na tržištu organskih proizvoda. Bio farma Mamužić gaji hibrid NS Gricko i seme plasira na tržište kao oljušteno jezgro i hladno ceđeno ulje koje pravi od sitnijih frakcija semena (Hladni i sar., 2015). 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). Pronalaženje genotipova koji se odlikuju stabilnošću ispitivanog svojstva u različitim agroekološkim uslovima predstavlja važan deo oplemenjivačkog programa (Hladni i sar., 2018).

Cilj ovih istraživanja je bio da se ispita uticaj gajenja NS konzumnih hibrida suncokreta u organskim i konvencionalnim uslovima proizvodnje u Selenči na prinos semena po biljci i sadržaj ulja u semenu.

MATERIJAL I METODE RADA

Postavljen je ogled po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja u Centru za razvoj organske proizvodnje u Selenči (RS) u organiskim i konvencionalnim uslovima proizvodnje sa pet komercijalnih NS hibrida: NS Leviathan, NS Slatki, NS Gricko, NS Argonaut i NS Vitez stvorenih i proizvedenih u oplemenjivačkom programu IFVCNS, priznatih u Sortnoj komisiji Srbije i Evropske Unije. Seme hibrida posejano je u šest redova na razmak 70 cm × 28 cm u aprilu mesecu. U fazi 1-2 para listova vršeno je proređivanje na po jednu biljku po kućici. Biljke su obrane iz unutrašnja dva reda osim prvih biljaka u svakom redu. Ispitivani su prinos semena po biljci i sadržaj ulja u semenu. Prinos semena po biljci (g) određen je merenjem ukupne količine semena po biljci na laboratorijskoj vagi i preračunat na 9% sadržaja vlage u semenu. Sadržaj ulja u semenu (%) određen je metodom nuklearno-magnetne rezonanse (NMR) prema Granlund i Zimmerman (1975). Obrada podataka je urađena u statističkom programu SPSS (IBM, 2016).

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečan prinos semena po biljci svih gajenih NS konzumnih hibrida suncokreta je bio viši u konvencionalnim u odnosu na organske uslove proizvodnje što je potvrdila značajna razlika u prosečnom prinosu semena po biljci t testom. Razlika u prosečnom sadržaju ulja u semenu svih gajenih NS konzumnih hibrida nije bila značajna između organske i konvencionalne proizvodnje. Prosečan sadržaj ulja u semenu za sve NS hibride suncokreta je bio viši u organskoj proizvodnji 38,2% u odnosu na konvencionalnu 37,4% (tabela 1).

Tabela 1. t-test prosečnog prinosa semena po biljci i sadržaja ulja u semenu svih ispitivanih NS konzumnih hibrida u odnosu na način proizvodnje
Table 1. t-test of average seed yield per plant and seed oil content of all investigated NS hybrids relative to the production system

Način proizvodnje/production system	Svojstvo/trait	t	ss	p
	PPS/ASY (g)			
Organska / organic	73,67±14,14	-2,53	48	0,02*
Konvencionalna / conventional	88,76±29,34			
	PSUS/ASOC (%)			
Organska / organic	38,15±3,09	1,34	48	0,07 ^{NZ}
Konvencionalna / conventional	37,39±6,1			

prosečan prinos semena po biljci (PPS) ± standardna devijacija / average seed yield per plant (ASY) ± standard deviation

prosečan sadržaj ulja u semenu (PSUS) ± standardna devijacija / average seed oil content (ASOC) ± standard deviation

t - razlike između grupa, *p<0,05 / t - difference between groups, *p<0,05

ss - stepeni slobode / ss - degrees of freedom

p - statistička značajnost, **p<0,01 / p - statistical significance, **p <0,01

^{NZ} - nije značajno / ^{NZ} - is not significant

Analizom srednjih vrednosti ispitivanih svojstava NS konzumnih hibrida ustanovljeno je da je u organskim uslovima proizvodnje najniži prosečan prinos semena po biljci imao hibrid NS Leviathan 57,3 g, dok u konvecionalnim NS Argonaut 58,0 g, a najviši prosečan prinos NS Gricko u organskim i konvencionalnim uslovima. Sadržaj ulja u semenu u konvencionalnim uslovima proizvodnje se kretao od 26,9% do 42,2%, a u organskim uslovima proizvodnje od 33,9% do 41,2% (tabela 2). Najnižu prosečnu srednju vrednost sadržaja ulja u semenu imao je hibrid NS Vitez, a najvišu hibrid NS Slatki u organskim i konvencionalnim uslovima proizvodnje (tabela 2).

Tabela 2. Prinos semena po biljci (g) i sadržaj ulja u semenu (%)
NS konzumnih hibrida suncokreta

Table 2. NS confectionary sunflower hybrids seed yield per plant (g)
and seed oil content (%)

Hibridi Hybrids	PS/SY (g)				SUS/SOC (%)			
	O	R	K	R	O	R	K	R
NS Gricko	84,00	1	110,00	1	40,72	2	40,65	2
NS Slatki	75,33	3	89,00	4	41,22	1	42,22	1
NS Leviathan	57,33	5	97,50	2	35,82	4	37,04	4
NS Argonaut	70,33	4	58,00	5	39,06	3	40,18	3
NS Vitez	81,33	2	89,33	3	33,91	5	26,86	5
Prosek/average	73,67		88,76		38,15		37,39	

PS/SY prinos semena po biljci / seed yield per plant

SUS/SOC sadržaj ulja u semenu / seed oil content

O organska proizvodnja / organic production

K konvencionalna proizvodnja / conventional production

R rang / rank

Potvrda razlike prinosa semena po biljci i sadržaja ulja u semenu po hibridima u organskoj i konvencionalnoj proizvodnji urađena je t testom (tabele 3 i 4). Značajne razlike u proizvodnji u organskim i konvencionalnim uslovima prinosa semena po biljci dobijene su kod hibrida NS Gricko (84,0; 110,0 g) i NS Leviathan (57,3; 97,5 g). Hibrid NS Argonaut imao je veći prosečan prinos semena po biljci u organskim uslovima proizvodnje, ali nije statistički značajan, a NS Vitez je imao najmanje smanjenje prosečnog prinosa po biljci u organskim uslovima u odnosu na druge hibride (tabela 3).

Tabela 3. t-test prinosa semena po biljci NS konzumnih hibrida u odnosu na način proizvodnje

Table 3. t- test of NS confectionery hybrid seed yield per plant in relation to the mode of production

Hibridi Hybrids	O	K	t
	PS/SY (g)	PS/SY (g)	
NS Gricko	84,00±10,11	110,00±5,65	-2,65*
NS Slatki	75,33±6,11	89,00±12,73	-1,69 ^{NZ}
NS Leviathan	57,33±11,22	97,50±0,71	-3,79*
NS Argonaut	70,33±6,81	58,00±7,07	1,94 ^{NZ}
NS Vitez	81,33±12,63	89,33±0,58	-1,64 ^{NZ}

O organska / organic

K konvencionalna / conventional

prosečne vrednosti ± standardna devijacija / average value± standard deviation

t - razlike između hibrida, t - difference between hybrids

p - statistička značajnost, *p<0,05 / p - statistical significance, *p<0,05

^{NZ} - nije značajno / ^{NZ} - is not significant

Hibridi NS Gricko i NS Vitez imali su viši prosečni sadržaj ulja u organskim uslovima, t test nije bio značajan. Viši prosečan sadržaj ulja u semenu u konvencionalnim uslovima imali su hibridi NS Slatki, NS Leviathan i NS Argonaut. Uočena je značajna razlika u sadržaju ulja u semenu između načina proizvodnje u organskim i konvencionalnim uslovima kod hibrida NS Vitez (33,9; 26,9%), dok sadržaj ulja u semenu kod hibrida NS Gricko nije bio značajan u odnosu na način proizvodnje (tabela 4).

Tabela 4. t-test sadržaja ulja u semenu NS konzumnih hibrida u odnosu na način proizvodnje

Table 4. t- test of NS confectionery hybrid seed oil content relative to the system of production

Hibridi Hybrids	O	K	t
	SOC/SU (%)	SOC/SU (%)	
NS Gricko	40,72±1,14	40,65±3,74	0,82 ^{NZ}
NS Slatki	41,22±0,83	42,22±2,9	-1,44 ^{NZ}
NS Leviathan	35,82±2,15	37,04±1,9	-1,89 ^{NZ}
NS Argonaut	39,06±1,23	40,18±1,91	-2,02 ^{NZ}
NS Vitez	33,91±2,27	26,86±1,74	11,03*

O organska / organic

K konvencionalna / conventional

prosečne vrednosti sadržaja ulja u semenu (SUS) ± standardna devijacija / average value seed oil content (SOC) ± standard deviation

t - razlike između hibrida / t - difference between hybrids

p - statistička značajnost, *p<0,05 / p - statistical significance, *p<0,05

^{NZ} - nije značajno / ^{NZ} - is not significant

Hibrid NS Vitez imao je značajno najniži sadržaj ulja u organskim i u konvencionalnim uslovima što je u skladu sa ciljem stvaranja visokoproteinskih hibrida. U ovim istraživanjama način proizvodnje nije značajno uticao na sadržaj ulja u semenu što je u saglasnosti sa istraživanjima (Hladni i sar., 2015).

ZAKLJUČAK

Istraživanja u ovom radu potvrđuju da su NS konzumni hibridi prilagođeni gajenju u konvencionalnim i organskim uslovima proizvodnje. Najviši prosečan prinos semena po biljci ostvario je hibrid NS Gricko u organskim i konvencionalnim uslovima. Najnižu prosečnu srednju vrednost sadržaja ulja u semenu imao je hibrid NS Vitez, a najvišu hibrid NS Slatki u organskim i konvencionalnim uslovima. Konzumni hibrid NS Gricko našao je svoje mesto u organskoj proizvodnji i na tržištu organskih proizvoda, očekuje se da će u Srbiji NS konzumni hibridi naći svoje mesto u organskim uslovima proizvodnje.

Zahvalnica

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

LITERATURA

1. Barberi, P., Mazzoncini, M. (2006). The MASCOT (Mediterranean Arable Systems Comparison Trial) long-term experiment (Pisa, Italy). In: Long-term Field Experiments in Organic Farming, pp. 1-14. Eds. J. Raupp, C. Pekrun, M. Oltmanns, U. Köpke. Verlag, Berlin (DE): ISO FAR Scientific Series.
2. Debaeke, P., Casadebaig, P., Flenet, F., Langlade, N. (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. OCL 24(1):D102.
3. Granlund, M., Zimmerman, D.C. (1975). Effect of drying conditions on oil contents of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed determined by wide-line Nuclear magnetic Resonance (NMR). North Dakota Acad. Sci. Proc. 27: 128-132.
4. Hladni, N., Jocić, S., Miklič, V., Miladinović, D. (2015). The Possibility Of Growing Confectionery Sunflower Under The Conditions Of Organic Production System. 2th International Conference on Plant Biology 21st Symposium of the Serbian Plant Physiology society, Petnica, Serbia, p. 22.
5. Hladni, N., Miklič, V., Jocić, S., Miladinović, D., Dimitrijević, A., Jocković, M., Cvejić, S., Dedić, B., Marjanović Jeromela, A. (2018). Proceedings of Symposium on Confection Sunflower Technology and Production, Inner Mongolia, China, pp. 79-80.
6. Hladni, N., Miklič, V., Jocić, S., Miladinović, D., Dimitrijević, A., Jocković, M., Cvejić, S., Dedić, B., Marjanović Jeromela, A. (2018). Achievements and future

- prospects of ns confectionery breeding program. Symposium on Confection Sunflower Technology and Production, China. Inn Mongolia. 79-80.
7. Hladni, N., Terzić, S., Mutavdžić, B., Zorić, M. (2017). Classification of confectionary sunflower genotypes based on morphological characters. *The Journal of Agricultural Science*, 155: 10, pp. 1594-1609. <https://doi.org/10.1017/S0021859617000739>
 8. Hladni N. (2016). In: Plenary lectures Present status and future prospects of global confectionery sunflower production. Proceedings, 19th International Sunflower Conference, May 29-June 3rd, Edirne, Turkey, pp. 45-59.
 9. 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. pp. 79-86.
 10. IBM (2016). Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.
 11. Lieven, J., Wagner, D. (2012). Résultats de l'enquête 2011 sur les pratiques du tournesol en agriculture biologique. Document Cetiom (Terres Inovia), p. 5.
 12. Rao, K.T., Rao, A.U., Naidu, G.J., Reddy, D.S. (2013). Organic farming studies in sunflower. *Internat. J. Plant Sci.*, 8 (1): 173-178.

SADRŽAJ ULJA I PROTEINA U NS SORTAMA SOJE

*Zlatica Miladinov¹, Vojin Đukić¹, Gordana Dozet², Marina Čeran¹,
Kristina Petrović¹, Predrag Ranđelović¹, Gorica Cvijanović²*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming Bačka Topola, Srbija

IZVOD

Nove sorte soje testiraju se u mreži makroogleda, a ovi rezultati, uz rezultate demonstracionih i proizvodnih ogleda doprinose odabiru najprinosnijih sorti soje za određene lokalitete gajenja. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine NS sorti soje u 2018. godini. Sorta soje NS Kraljica ostvarila je najviši prinos zrna (4369 kg ha⁻¹), sorta NS Kolos imala je najviši sadržaj proteina (41,4%), sorta NS Atlas najviši sadržaj ulja (21,7%), dok je najviši prinos proteina (1745 kg ha⁻¹) i ulja (915 kg ha⁻¹) po jedinici površine ostvaren sa sortom soje NS Kraljica.

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

CONTENTS OF OIL AND PROTEINS IN NS SOYBEAN VARIETIES

ABSTRACT

New soybean varieties are tested in the macro trials and these results, together with the results of demonstration and production experiments contribute to the selection of the most yield producing of soybean for certain cultivation sites. The aim of this research is to examine the yield, the content of proteins and oils, and the yield of proteins and oils per unit of NS surface of soybean varieties in 2018.

The NS Kraljica variety had the highest grain yield (4369 kg ha⁻¹), the NS Kolos variety had the highest protein content (41.4%), the NS Atlas variety was the highest oil content (21.7%), while the highest protein yield (1745 kg ha⁻¹) and oil (915 kg ha⁻¹) per unit area realized with the variety NS Kraljica soybean.

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

UVOD

Pravilna rejonizacija novih NS sorti soje uslov je ostvarivanju visokih i stabilnih prinosa, što doprinosi ukupnom obimu proizvodnje soje u Srbiji. U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo do sada je registrovana 141 sorta soje različite dužine vegetacionog perioda, od 100 do 160 dana, različitog hemijskog sastava i otpornosti prema stresnim uslovima spoljne sredine, zbog čega se NS sorte soje gaje u velikom broju zemalja (Đukić i sar., 2015). Pojedini genotipovi soje razlikuju se po dužini vegetacionog perioda, morfološkim i hemijskim osobinama i toleranciji na stresne uslove u proizvodnji. Ove razlike su veoma bitne za prilagođavanje pojedinih sorti soje različitim agroekološkim uslovima. Vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Đukić, 2009; Dozet i sar., 2013), dok agroklimatski uslovi u kojima protiče vegetacija soje imaju veći uticaj na prinos zrna i njene kvalitativne osobine od samog genotipa (Đukić i sar., 2008). Svedoci smo klimatskim promenama u vidu povećanja temperatura, dok padavine pokazuju sve veće oscilacije u pojedinim godinama i smenu kišnih i ekstremno sušnih godina (Đukić i sar., 2018). Cilj testiranja genotipova soje u mreži makroogleda, demonstracionih i proizvodnih ogleda upravo je pravilna rejonizacija, kako bi se odabrale sorte soje koje ostvaruju najviši prinos i najbolji kvalitet za pojedine regione gajenja. Nedostatak padavina može se ublažiti navodnjavanjem i odabirom adaptabilnih sorti soje koje su sposobne da lakše podnesu ekstremne uslove proizvodnje (Đukić i sar., 2018).

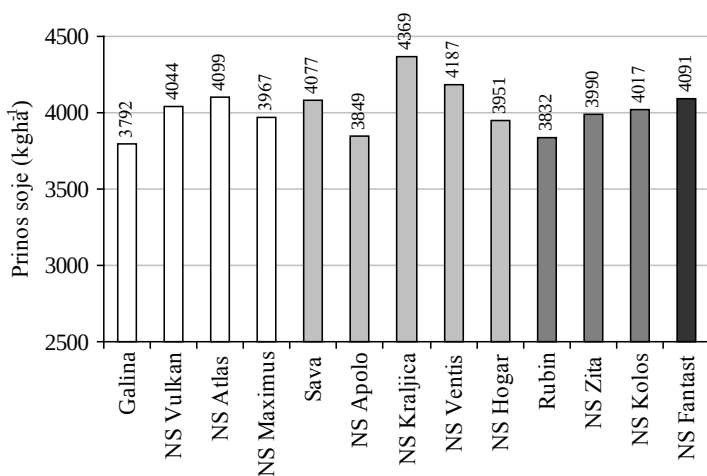
MATERIJAL I METODE RADA

Odeljenje za soju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo svake godine postavlja mrežu makroogleda sa sortama soje na više lokaliteta, uglavnom u rejonima gde se gaji soja. U makroogledu su zastupljene sorte soje iz 0, I i II grupe zrenja, dok se ogledi sa ranim sortama soje u redovnoj i u postrojnoj setvi u uslovima navodnjavanja postavljaju posebno. U makroogledu su zastupljene sorte standardi za pojedine grupe zrenja (Galina za 0 grupu, Sava za I grupu i Rubin za II grupu zrenja), sorte soje koje su već raširene u proizvodnji i čine okosnicu sortimenta (NS Maximus, NS Apollo, NS Zita, NS Fantast), kao i novopriznate sorte soje koje se tek uvode u proizvodnju (NS Vulkan, NS Atlas, NS Kraljica, NS Ventis, NS Hogar, NS Kolos). Makrooglede izvode poljoprivredne stručne službe uz kontrolu stručnjaka iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, po standardnoj metodici za izvođenje makroogleda. Sve sorte soje se seju na površini od 600 m², odnosno 12 redova soje sa međurednim rastojanjem od 50 cm i 100 metara dužine. Preporučeni sklop za sorte soje iz 0 grupe zrenja je 500000 biljaka po hektaru, za sorte soje I grupe zrenja 450000 biljaka po hektaru i za kasne sorte iz II grupe zrenja 400000 biljaka po hektaru. U 2018. godini makroogledi su postavljeni na 17 lokaliteta: Rimski Šančevi, Subotica, Bačka Topola, Sombor, Karavukovo, Vrbas, Vajska, Kać, Kikinda, Zrenjanin, Pančevo, Vršac, Ruma, Sremska Mitrovica, Šabac, Loznica i Padinska Skela. U fazi tehnološke zrelosti obavlja se žetva, meri se masa uzoraka, vlaga zrna i obavlja 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 znu soje. Rezultati za prinos, sadržaj proteina i ulja, kao i za prinos proteina i ulja po jedinici površine prikazani su grafički.

REZULTATI I DISKUSIJA

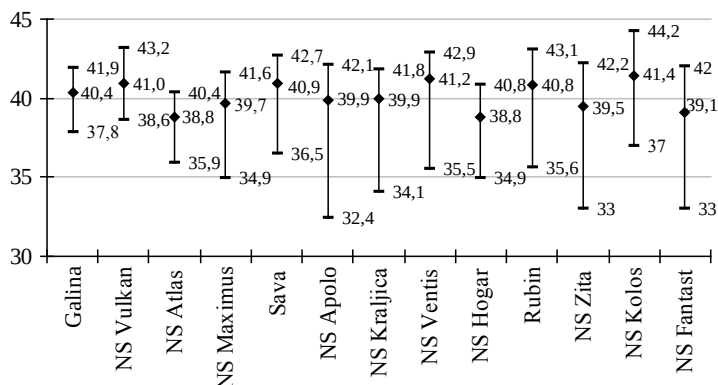
Prosečan prinos NS sorti soje prikazan je grafički na slici 1. Belim stubićima obeležene su rane sorte soje, 0 grupe zrenja, svetlo sivom bojom sorte soje I grupe zrenja, tamnijom sivom bojom sorte soje II grupe zrenja i Sorta NS Fantast je obeležena crnom bojom, pošto ova sorta ima najduži vegetacioni period od svih sorti soje zastupljenih u makroogledu. Najviši prosečan prinos u mreži makroogleda na 17 lokaliteta imala je nova sorta soje NS Kraljica (4369 kg ha^{-1}), dok je najniži prosečan prinos ostvaren sa ranom sortom soje Galina (3792 kg ha^{-1}).



Slika 1. Prosečan prinos NS sorti soje u mreži makroogleda
Figure 1. Average yield of NS soybean varieties in the macro trial

Posmatrano po grupama zrenja uočava se da se kod sorti iz 0 grupe zrenja po prinosu izdvajaju novije sorte soje NS Atlas (4099 kg ha^{-1}) i NS Vulkan (4044 kg ha^{-1}), u odnosu na sortu Galina koja je standard u komisijskim ogledima za priznavanje sorti iz 0 grupe zrenja. Kod srednjestasnih sorti soje, I grupe zrenja, izdvajaju se nove sorte NS Kraljica (4369 kg ha^{-1}) i NS Ventis (4187 kg ha^{-1}) u odnosu na sortu Sava (4077 kg ha^{-1}) koja je standard za ovu grupu zrenja. Od kasnih sorti soje izdvajaju se po prinosu sorte NS Fantast (4091 kg ha^{-1}), novopriznata sorta NS Kolos (4017 kg ha^{-1}) i NS Zita (3990 kg ha^{-1}) u odnosu na sortu Rubin (3832 kg ha^{-1}) koja je standard za II grupu zrenja.

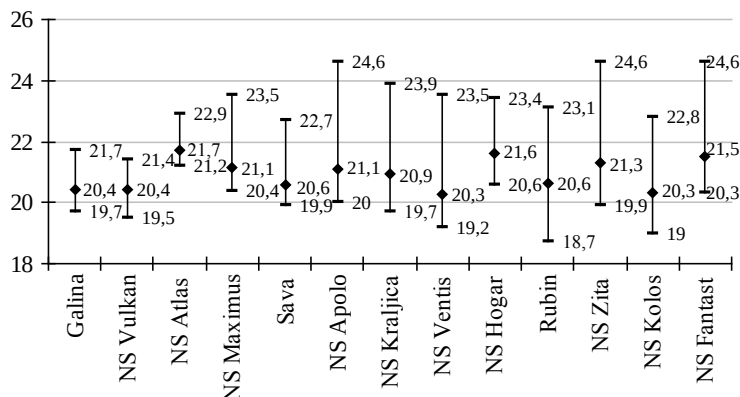
Prosečan sadržaj proteina prikazan je na grafikonu, slika 2.



Slika 2. Prosečne vrednosti, minimalni i maksimalni sadržaj proteina NS sorti soje
Figure 2. Average amounts, minimum and maximum protein content NS variety soybean

Prosečan sadržaj proteina u zrnu veoma je varirao između pojedinih sorti soje i kretao se u rasponu od 38,8% (NS Atlas i NS Hogar) do 41,4% (NS Kolos). Sorta soje NS Kolos je srednje kasna sorta, pripada II grupi zrenja, ali je selekcijom kod ove sorte postignut povišen sadržaj proteina. Po povišenom sadržaju proteina u zrnu izdvajaju se sorte NS Ventis (41,2%), NS Vulkan (41,0%), Sava (40,9%) i Rubin (40,8%). Još veća variranja u sadržaju proteina bila su kod iste sorte, a na različitim lokalitetima. Najveća variranja sadržaja proteina zabeležena su kod sorte NS Apolo, kod koje je najniži sadržaj proteina bio na lokalitetu Bačka Topola (32,4%), a najviši sadržaj proteina na lokalitetu Rimski Šančevi (42,1%). Razlika iznad 9% bila je i kod sorte NS Zita kod koje je najniži sadržaj proteina zabeležen na lokalitetu Bačka Topola (33,0%), dok je najviši sadržaj proteina bio na lokalitetu Padinska skela (42,2%). Na lokalitetu Bačka Topola zabeležen je najniži sadržaj proteina u zrnu soje i u proseku za sve sorte u ogledu je iznosio 35,4% , dok je na lokalitetu Padinska Skela zabeležen najviši prosečan sadržaj proteina za sve sorte u makroogledu (41,6%).

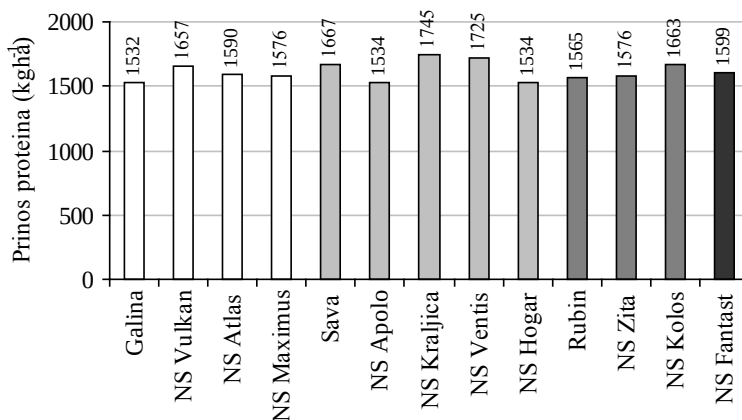
Prosečan sadržaj ulja u zrnu soje prikazan je na grafikonu, slika 3.



Slika 3. Prosečne vrednosti, minimalni i maksimalni sadržaj ulja NS sorti soje
Figure 3. Average amounts, minimum and maximum oil content NS variety soybean

Najniži prosečan sadržaj ulja bio je kod kasne sorte NS Kolos i srednjestasne sorte NS Ventis (20,3%). Ove dve sorte su imale najviši sadržaj proteina u znu. Najviši sadržaj ulja zabeležen je kod sorti soje NS Atlas (21,7%) i NS Hogar (21,6%). Po povišenom sadržaju ulja izdvajaju se i sorte NS Fantast (21,5%) i NS Zita (21,3%). Prosečne vrednosti za sadržaj ulja za sve sorte soje u ogledu kretale su se od 20,4% na lokalitetima Loznica i Vajska do 23,25% na lokalitetu Bačka Topola. Najveća variranja u sadržaju ulja između različitih lokaliteta bila su kod sorti soje NS Zita (19,9% na lokalitetu Padinska Skela i 24,6% na lokalitetu Bačka Topola) i NS Apollo (20,0% na lokalitetu Šabac i 24,6% na lokalitetu Bačka Topola).

Prosečan prinos proteina po jedinici površine prikazan je na grafikonu, slika 4. Najviši prinos proteina po jedinici površine ostvaren je sa dve sorte koje su imale i najviši prinos zrna soje (NS Kraljica 1745 kg ha⁻¹ i NS Ventis 1725 kg ha⁻¹). Po prinosu proteina u proseku za sve posmatrane lokalitete izdvajaju se i srednjestasna sorta Sava (1667 kg ha⁻¹), kasna sorta NS Kolos (1663 kg ha⁻¹) i rana sorta soje NS Vulkan (1657 kg ha⁻¹). Najniži prinos proteina ostvaren je sa sortom soje Galina (1532 kg ha⁻¹). Najmanji prosečan prinos proteina po jedinici površine, za sve sorte soje u ogledu, ostvaren je na lokalitetima Bačka Topola (1075 kg ha⁻¹) i Vajska (1223 kg ha⁻¹) dok je najviši prosečan prinos proteina bio na lokalitetima Loznica (1860 kg ha⁻¹) i Rimski Šančevi (1848 kg ha⁻¹).

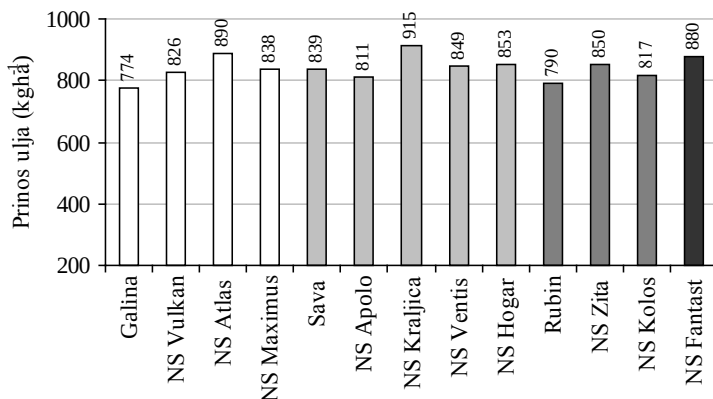


Slika 4. Prosečan prinos proteina NS sorti soje u mreži makroogleda
Figure 4. Average yield of NS protein of soybean varieties in the macro trial

Prosečan prinos ulja po jedinici površine prikazan je na grafikonu, slika 5.

Prosečan prinos ulja kretao se od 774 kg ha⁻¹ kod sorte soje Galina do 915 kg ha⁻¹ kod sorte NS Kraljica. Pored sorte soje NS Kraljica, po visini prinosa ulja po jedinici površine izdvajaju se i sorte NS NS Atlas (890 kg ha⁻¹), kao i NS Fantast (880 kg ha⁻¹). Najmanji prosečan prinos ulja po jedinici površine, za sve sorte soje u

makroogledu, ostvaren je na lokalitetima Bačka Topola (707 kg ha^{-1}) i Vajska (608 kg ha^{-1}) dok je najviši prosečan prinos proteina bio na lokalitetima Rimski Šančevi (942 kg ha^{-1}) i Loznica (934 kg ha^{-1}).



Slika 5. Prosečan prinos ulja NS sorti soje u mreži makroogleda
Figure 5. Average yield of NS oil of soybean varieties in the macro trial

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznešenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Novije sorte soje imaju veći prinos u odnosu na standardne sorte za pojedine grupe zrenja.

Po povišenom sadržaju proteina u zrnju izdvajaju se sorte NS Kolos, NS Ventis, NS Vulkan, Sava i Rubin, dok se po povišenom sadržaju ulja izdvajaju sorte NS Atlas, NS Hogar, NS Fantast i NS Zita.

Po visokom prinosu proteina po jedinici površine izdvajaju se sorte soje NS Kraljica, NS Ventis, Sava, NS Kolos i NS Vulkan, dok sorte soje NS Kraljica, NS Atlas i NS Fantast imaju visok prinos ulja po jedinici površine.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo istraživanja projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja TR 31022 „Interdisciplinarni pristup stvaranju novih sorti soje i unapređenje tehnologije gajenja i dorade semena“.

LITERATURA

1. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, Chapter 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.

2. Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Valan, D., Pajić, V., Đorđević, V. (2008). Uticaj đubrenja na sadržaj ulja u znu soje. Zbornik radova, Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, 95-100.
3. 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.
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, Crna Gora, 87-91.
5. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018). Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 34-44.

KVALITATIVNE OSOBINE NS SORTI SOJE REGISTROVANIH U 2019. GODINI

*Vojin Đukić¹, Danijela Stojanović², Zlatica Miladinov¹, Gordana Dozet³,
Svetlana Balešević-Tubić¹, Jegor Miladinović¹, Jelena Marinković¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

²Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Srbija

³Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija

IZVOD

U Odeljenju za soju, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada do sada je registrovano 148 NS sorti 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 2019 godini. U dvogodišnjim ogledima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, na pet lokaliteta, najviši prinos imala je kasna sorta soje NS Vaso (4581 kg ha⁻¹). Najviši sadržaj proteina imala je rana sorta NS Olympus (41,58%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod srednjestasne sorte soje Sava (21,80%).

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

QUALITATIVE PROPERTIES NS VARIETIES OF SOYBEAN REGISTERED IN 2019

ABSTRACT

The Department of soybean, Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad has so far registered 148 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 2019. In the two-year trials of the Ministry of Agriculture and Environmental Protection, at five locations, the highest yield had late soybean NS Vaso (4581 kg ha⁻¹). The highest protein content was early variety NS Olympus (41.58%), while the highest oil content was recorded in medium maturity varieties Sava (21.80%).

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

UVOD

Soja je proteinsko-uljana biljka, leguminoza koja živi u simbiozi sa kvržičnim bakterijama koje usvajaju azot iz vazduha i prevode ga u oblik dostupan biljkama. Površine pod sojom na svetskom nivou su još uvek u porastu, a tendencije u Evropi su povećanje površina pod genetski nemodifikovanom sojom radi zadovoljavanja sopstvenih potreba i smanjenja ovisnosti o uvozu soje iz Severne i Južne Amerike. 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). Do sada je u Srbiji registrovano 148 NS sorti soje i 191 sorta registrovana je u inostranstvu. Prednost Instituta za ratarstvo i povrtarstvo je u tome što imamo široku paletu sorti soje, od veoma ranih, sa vegetacionim periodom oko 100 dana do veoma kasnih sorti, koje sazrevaju za 160 dana nakon nicanja. 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 Sibera do Irana. 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., 2018a).

Nove NS sorte soje su prinasnije i često boljeg kvaliteta u odnosu na standardne sorte (Miladinov i sar., 2017). Odabirom više sorti, različitih po dužini vegetacije možemo ublažiti negativno delovanje agroklimatskih uslova u proizvodnji. 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). Lokalitet gajenja ima veoma izražen uticaj na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i na prinos proteina i ulja po jedinici površine (Đukić i sar., 2018b).

MATERIJAL I METODE RADA

U ovim istraživanjima korišteni su dvogodišnji rezultati testiranja za priznavanje sorti soje, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede republike Srbije. Prikazani su podaci za sedam novopriznatih sorti soje (NS Olympus, 000 grupa zrenja, NS Borealis, NS Teona, 00 grupa zrenja, NS Auris, 0 grupe zrenja, NS Milan i NS Regnum, I grupa zrenja, i NS Vaso, III grupa zrenja), kao i sorti koje predstavljaju standarde za upoređivanje u procesu testiranja novih genotipova (Gracija, 000 grupa zrenja, Merkur, 00 grupa zrenja, Galina, 0 grupa zrenja, Sava, I grupa zrenja i Senka, III grupa zrenja). Ovi ogledi se izvode na pet lokaliteta: Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor, ali su analizirani podaci sa lokaliteta Karavukovo, Sremska Mitrovica i Sombor u 2017. godini i podaci sa lokaliteta Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor u 2018. godini. Ogled na lokalitetu Rimski Šančevi u 2017. godini bio je sa smanjenim

brojem biljaka, a na lokalitetu Pančevo ogled je propao zbog izražene suše. U radu je analiziran prinos soje, sadržaj proteina i ulja u 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

Prosečni dvogodišnji prinosi novopriznatih NS sorti soje i standardnih sorti za pojedine grupe zrenja, prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2017-2018)
Table 1. Average yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2017-2018)

G r u p a zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi 2018.	Pančevo 2018.	Sremska Mitrovica	Sombor	
000	Gracija	3097	3015	3599	2506	2691	2981
000	NS Olympus	2937	4839	3864	3100	2875	3523
00	Merkur	3376	4729	4565	2822	3417	3782
00	NS Borealis	2938	4778	4538	3495	3639	3878
00	NS Teona	3176	5021	4852	3191	3598	3962
0	Galina	2951	5122	4276	3633	3892	3975
0	NS Auris	3819	5252	5709	3605	3907	4459
I	Sava	3104	4653	4984	3961	3371	4015
I	NS Milan	3575	4861	4948	3815	3730	4186
I	NS Regnum	3667	5062	5344	3838	3605	4303
III	Senka	3111	4408	5454	3411	3388	3955
III	NS Vaso	3596	5801	6078	3942	3488	4581

Najviši prinos, u proseku za sve lokalitete, ostvaren je sa novopriznatom, kasnom sortom soje NS Vaso (4581 kg ha⁻¹), dok je najviši prinos standardnih sorti soje zabeležen kod standarda za I grupu zrenja, sorte Sava (4015 kg ha⁻¹). Najviši prinos u odnosu na standardnu sortu bio je kod nove veoma rane sorte soje NS Olympus (000 grupe zrenja) i iznosio je 3523 kg ha⁻¹, dok je sorta Gracija ostvarila prosečan prinos od 2981 kg ha⁻¹. Manje variranje prinosa na različitim lokalitetima i pri različitim agroekološkim uslovima proizvodnje ukazuju na stabilnost sorte (Đukić i sar., 2015). Prosečan sadržaj proteina u zrnju soje prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina NS sorti soje (%), (2017-2018)
Table 2. Average protein content of NS soybean variety (%), (2017-2018)

G r u p a zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi 2018.	Pančevo 2018.	Sremska Mitrovica	Sombor	
000	Gracija	41,0	41,6	41,9	40,9	40,8	41,23
000	NS Olympus	41,9	41,3	42,2	41,9	40,6	41,58
00	Merkur	42,6	40,9	41,1	41,8	39,5	41,18
00	NS Borealis	40,7	41,0	41,8	43,4	39,7	41,33
00	NS Teona	42,5	39,2	40,4	41,3	39,6	40,59
0	Galina	41,7	38,5	41,2	40,3	39,4	40,22
0	NS Auris	40,4	39,3	39,1	39,1	38,9	39,35
I	Sava	40,6	41,8	41,1	39,8	40,4	40,74
I	NS Milan	40,2	39,8	42,5	39,9	39,8	40,44
I	NS Regnum	40,0	39,8	39,1	40,3	40,5	39,93
III	Senka	41,3	38,4	42,1	42,4	40,0	40,84
III	NS Vaso	41,3	41,7	40,2	39,6	40,9	40,73

Rane sorte soje imaju veći sadržaj proteina u zrnu, što potvrđuju i rezultati u tabeli 2. Najviši sadržaj proteina bio je kod veoma rane sorte NS Olympus (41,58%), dok je rana sorta soje NS Auris imala najniži sadržaj proteina u zrnu (39,35%). Veoma visok sadržaj proteina zabeležen je i kod kasne sorte soje NS Vaso (40,73%). 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). Razlike u prinosu i kvalitetu zrna soje između pojedinih lokaliteta su veće u odnosu na razlike između pojedinih sorti soje (Đukić i sar., 2018b).

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

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja NS sorti soje (%), (2017-2018)
Table 3. Average oil content of NS soybean variety (%), (2017-2018)

G r u p a zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi 2018.	Pančevo 2018.	Sremska Mitrovica	Sombor	
000	Gracija	20,6	21,2	21,7	20,1	21,8	21,08
000	NS Olympus	21,1	20,5	20,9	20,3	21,4	20,84
00	Merkur	20,4	21,2	21,4	20,5	21,8	21,07
00	NS Borealis	21,7	20,4	22,3	19,8	21,1	21,05
00	NS Teona	21,8	21,2	21,7	21,5	22,0	21,64
0	Galina	21,4	22,1	21,7	20,4	22,0	21,51
0	NS Auris	22,2	22,3	21,0	20,1	21,4	21,40
I	Sava	22,6	21,8	21,1	21,2	22,3	21,80
I	NS Milan	21,7	20,8	21,9	21,1	21,5	21,40
I	NS Regnum	22,7	20,3	22,8	21,0	20,5	21,47
III	Senka	21,6	21,8	22,5	21,2	21,2	21,66
III	NS Vaso	21,6	20,9	21,1	21,4	20,5	21,10

Najviši sadržaj ulja u zrnu soje zabeležen je kod sorte Sava (21,80%), a najniži sadržaj ulja kod veoma rane sorte soje NS Olympus (20,84%), kod koje je zabeležen najveći sadržaj proteina u zrnu. Sorte soje sa kraćim vegetacionim periodom sadrže veći procenat proteina, dok sorte sa dužim vegetacionim periodom nakupljaju u zrnu više ulja (Đukić i sar., 2013). Od Novopriznatih sorti soje, najviši sadržaj ulja u zrnu imala je veoma rana sorta soje NS Teona (21,64%).

Prosečan prinos proteina po jedinici površine prikazan je u tabeli 4.

Najviši prosečan prinos proteina po jedinici površine u dvogodišnjem testiranju imala je kasna sorta soje NS Vaso (1866 kg ha⁻¹), kod koje je zabeležen najviši prinos zrna i visok sadržaj proteina. Najniži prinos proteina bio je kod veoma rane sorte soje Gracija (1229 kg ha⁻¹). Sorta soje Gracija u zrnu ima veoma visok sadržaj proteina, ali je sa ovom sortom ostvaren najniži prinos zrna po jedinici površine, zbog čega je i prinos proteina veoma nizak. Od novopriznatih sorti najniži prinos proteina zabeležen je kod veoma rane sorte soje NS Olympus (1465 kg ha⁻¹). Ova sorta soje imala je najviši sadržaj proteina u zrnu, ali zbog niskog prinosa zrna po jedinici površine prinos proteina je niži u odnosu na ostale sorte soje.

Tabela 4. Prosečan prinos proteina NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2017-2018)
Table 4. Average protein yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2017-2018)

G r u p a zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi 2018.	Pančevo 2018.	Sremska Mitrovica	Sombor	
000	Gracija	1270	1254	1508	1025	1096	1229
000	NS Olympus	1232	1998	1631	1297	1167	1465
00	Merkur	1438	1934	1876	1180	1350	1557
00	NS Borealis	1196	1959	1897	1519	1445	1603
00	NS Teona	1350	1968	1960	1316	1425	1610
0	Galina	1232	1972	1762	1464	1532	1599
0	NS Auris	1543	2064	2232	1408	1520	1754
I	Sava	1262	1945	2048	1574	1362	1636
I	NS Milan	1439	1935	2103	1520	1485	1693
I	NS Regnum	1465	2014	2089	1545	1462	1718
III	Senka	1285	1693	2296	1448	1354	1615
III	NS Vaso	1485	2419	2443	1559	1427	1866

Prosečan prinos ulja po jedinici površine prikazan je u tabeli 5.

Najviši prosečan prinos ulja po jedinici površine zabeležen je kod kasne sorte soje NS Vaso (967 kg ha⁻¹), koja je imala i najviši prinos zrna, dok je najniži prinos ulja imala veoma rana sorta soje Gracija (628 kg ha⁻¹). Od novopriznatih sorti soje visok prinos ulja po jedinici površine imala je i sorta NS Auris (954 kg ha⁻¹) i sorta soje NS Regnum (924 kg ha⁻¹).

Tabela 5. Prosečan prinos ulja NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2017-2018)
Table 5. Average oil yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2017-2018)

G r u p a zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi 2018.	Pančevo 2018.	Stemska Mitrovica	Sombor	
000	Gracija	636	639	781	504	588	628
000	NS Olympus	620	992	808	629	615	734
00	Merkur	689	1003	977	580	745	797
00	NS Borealis	636	975	1012	692	768	816
00	NS Teona	692	1064	1053	686	792	859
0	Galina	631	1132	928	739	856	855
0	NS Auris	848	1171	1199	723	838	954
I	Sava	702	1014	1052	838	753	875
I	NS Milan	778	1011	1084	805	800	896
I	NS Regnum	833	1027	1218	806	741	924
III	Senka	672	961	1227	725	717	857
III	NS Vaso	777	1212	1282	844	715	967

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznešenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Novopriznate sorte soje imaju viši prinos u odnosu na standardne sorte soje iz pojedinih grupa zrenja, a sorte soje sa dužim vegetacionim periodom imaju viši prinos zrna po jedinici površine u odnosu na sorte soje sa kraćim vegetacionim periodom.

Veoma rane sorte soje imaju povišen sadržaj proteina u zrnu soje, dok sorte soje sa dužim vegetacionim periodom imaju povišen sadržaj ulja u zrnu.

Prinos proteina i ulja po jedinici površine zavise od prinosa zrna i sadržaja proteina i ulja u zrnu. Zbog toga je najviši prinos proteina i ulja po jedinici površine zabeležen kod kasne sorte soje NS Vaso koja je ostvarila najviši prinos zrna.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo istraživanja projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja TR 31022 „Interdisciplinarni pristup stvaranju novih sorti soje i unapređenje tehnologije gajenja i dorade semena“.

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., 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. Herceg Novi, 2013. 69-73.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018b). Sadržaj proteina i ulja u novim NS sortama soje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. Jun 2018, Herceg Novi, 65-71.
7. Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017). Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. Zbornik radova 58. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 18-23. Jun 2017, Herceg Novi, 75-82.

ZNAČAJ FOLIJARNIH TRETMANA SOJE U RAZLIČITIM AGROEKOLOŠKIM USLOVIMA NA PRINOS ZRNA I SADRŽAJ ULJA

*Gorica Cvijanović¹, Vojin Đukić², Marija Cvijanović³, Vojin Cvijanović⁴,
Gordana Dozet¹, Nenad Đurić¹, Vesna Stepić¹*

¹Megatrend univerzitet, Fakultet za Biofarming, Bačka Topola, Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

³Kompanija Dunav Osiguranje, Beograd, Srbija

⁴Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Srbija

IZVOD

Folijarni tretmani dva puta u vegetaciji sa efektivnim mikroorganizmima značajno su uticali na povećanje prinosa ispitivanih parametara. U godini sa nepovoljnim agrometeorološkim uslovima zabeleženo je povećanje prinosa zrna u zavisnosti od količine osnovnog đubrenja od 9,59-3,94%, dok je u godini sa povoljnim uslovima to povećanje iznosilo od 4,81-1,83%. Takođe, je utvrđen i povećan sadržaj ulja u zrnu i prinos ulja po jedinici površine. Uvođenjem efektivnih mikroorganizama kao obaveznu meru uticalo bi se na smanjenje efekta suše, sigurniju proizvodnju i dobar kvalitet zrna.

Ključne reči: efektivni mikroorganizmi, prinos zrna soje, prinos ulja

IMPORTANCE OF FOLIAR TREATMENT OF SOYBEAS IN DIFFERENT AGROECOLOGICAL CONDITIONS ON GRAIN YIELD OIL CONTENT

ABSTRACT

Foliar treatments twice in vegetation with effective microorganisms significantly influenced the increase in the yield of the tested parameters. In the year with unfavorable agro-meteorological conditions, the increase in grain yield was observed, depending on the amount of basic fertilizer from 9.59-3.94%, while in the year with favorable conditions the increase was 4.81-1.83%. It is established and increased oil content in grain and oil yield per unit area. By introducing effective micro-organisms as a compulsory measure, it would have an effect on reducing the effects of drought, more secure production and good grain quality.

Key words: effective microorganisms, soybean yield, oil yield

UVOD

U savremenom konceptu poljoprivredne proizvodnje soja ima značajnu ulogu. Prosečna površina pod usevom soje u Svetu iznosi oko 121 milion ha, sa prosečnim prinosom od 2,76 t/ha što je oko 335 miliona tona zrna. Najveći proizvođači su Amerika (87,1%), zatim Azija i Evropa sa oko 5 miliona ha i prosečnim prinosom od 2,08 t/ha. U Evropi najveće prinose ostvaruju sledeće zemlje: Srbija (3,16 t/ha), Hrvatska (3,11 t/ha), Austrija (3,06 t/ha), Slovenija (2,99 t/ha), Nemačka (2,73 t/ha), Francuska (2,48 t/ha), i dr. Srbija ima odličan sortiment i uslove za proizvodnju soje, ze se površine pod sojoom povećavaju. Zbog sastava hranljivih materija u zrnu, soja je veoma zastupljena u ishrani ljudi, domaćih životinja i u industrijskoj preradi. U hemijskom sastavu zrna nalazi se u proseku 25-50% sirovih proteina, sipovog ulja od 14-27%, bezazotni estrahovanih materija od 19-30%, mineralnih materija 6-7%. Proizvodnja ulja iz soje zadovoljava 1/3 svetskih potreba. Ulja soje su višestruko korisna za ishranu kojoj nedostaje omega-6 masne kiseline tj. linolna kiselina. Sojino ulje se odlikuje dobrim odnosom masnih kiselina, od kojih otprilike 50% otpada na linolnu, 20% na oleinsku i oko 8% na linolensku kiselinu kao predstavnike nezasićenih, te 9% na palmitinsku i 3% na stearinsku kao predstavnike zasićenih masnih kiselina, kojima se pripisuju zdravstvene blagodati. Sojino ulje obiluje vitaminom E (17 mg na 100g ulja) koji organizam štiti od štetnih slobodnih radikala. Sadrži čak 62% polinezasićenih masnih kiselina pa spada u nutricionistički vredna ulja. Nezasićene masne kiseline iz hladno ceđenog sojinog ulja pomažu organizmu da apsorbuje hranjive materije iz hrane, i samim tim pozitivno utiče na rad organa za varenje, pa se preporučuje u ishrani rekonvalescenata i dece. Štiti kardiovaskularni sistem, snižava holesterol i trigliceride u krvi (<http://www.topsrbija.com/index.php?option=com>). Ulje soje dobijeno termičkim postupkom ima primenu u kozmetičkoj industriji za izradu sapuna i drugih sredstava za ličnu higijenu. Sojino ulje sve više se koristi kao nosač aktivne materije u pesticidima, čime se smanjuje količina vode pri aplikaciji. Značajan sastojak sojinog ulja je i lecitin koji se koristi u pekarskim i konditorskim proizvodima i medicini, kao i u tekstilnoj i hemijskoj industriji. Gajenjem soje značajno se povećava energetska efiksanost, jer soja nema velike zahteve prema agrotehnici i đubrenju. Osim toga, veoma povoljno utiče na oplemenjivanje zemljišta u organskom azotu, poboljšanju mehaničkih i stukturnih osobina zemljišta. Najveći uticaj na ostvarivanje visokih prinosa zrna imaju meteorološki uslovi. Soja je veoma osetljiva na visoke temperature, nedostatak vodenog taloga kao i na visoku relativnu vlažnost vazduha (Đukić i sar., 2018; Dozet i sar., 2013). 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. Nedovoljne količine padavina se dopunjavaju sistemima za navodnjavanje, pravilanim izborom adaptibilnih sorti soje. Prema Iglesias i sar. (2015) u južno-kontinentalnom poljoprivrednom regionu Evrope, u kome se nalazi i Srbija, glavnu pretnju predstavljati porast temperature i suše u letnjim periodima, koji će negativno uticati na mnoge useve. Novonastali uslovi zahtevju da se u tehnologiji

biljne proizvodnje sve više uvode nove tehnike i metode kojima se može uticati na ublažavanje ovih stresnih uslova za biljke.

Cilj ovih istraživanja je da se utvrdi visina prinosa i sadržaj ulja u zrnu soje primenom mikrobiološkog preparata sa efektivnim mikroorganizmima u funkciji dopunske ishrane soje.

MATERIJAL I METODE RADA

Ogled je izveden na zemljištu tipa černozema na oglednoj parceli Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Rimskim Šančevima u 2014 i 2015. godini. Veličina ogleda iznosila je 1166 m², a elementarna parcelica 10 m². U optimalnim agrotehničkim rokovima primenjene su sve uobičajene mere u tehnologiji gajenja soje. Setva sorte Valjevka 0 grupe zrenja je obavljena mašinski. U obezbeđenju potrebnih hraniva korišćen je granulirani živinski stajnjak formulacije N 4,5%, P₂O₅ 7%, K₂O 2,2%, MgO 0,9%, CaO 10,4%, u količini od: kontrola (bez đubrenja), Đ1 750 kg/ha i Đ2 1300 kg/ha. Podparcele sadrže tretman semena mikrobiološkim đubrivom Nitragin u kome su kvržične bakterije roda *Bradyrhizobium japonicum*. Za dopunsku ishranu i preventivnu zaštitu soje korišćen je preparat sa efektivnim mikroorganizmi EM Aktiv u kome se nalazi veliki broj različitih grupa mikroorganizama izolovanih iz prirodnih staništa (aerobne, anaerobne, sulfatredukujuće bakterije, gljive, kvasci i aktinomicete) (Higo T. 1991). Preparat je unet u zemljište i primenjen dva puta u toku vegetacije folijarno. U zemljište je unet 10 dana pred setvu razblaženo sa vodom u odnosu 1:10. U toku vegetacije primenjen je folijarni tretman biljaka sa 3 lit/ha u fenofazi drugog trolista i drugi put sa 6 lit/ha u reproduktivnoj fazi punog cvetanja koje su opisali Fehr i Caviness (1977). Za folijarne tremene đubrivo je razblaženo sa vodom u odnosu 1 : 100. Na kraju vegetacije izmeren je prinos zrna soje kao i prinos ulja (kg/ha).

REZULTATI I DISKUSIJA

Klima u Srbiji je karakteristična po neravnomerno raspoređenim padavinam po godinama, posebno u toku vegetativnom porasta biljaka, što dovodi do nestabilnosti proizvodnje soje i prinosa ukupnih proteina i ulja. Klimatske promene i pojava suše mogu izmeniti uslove za proizvodnju soje. Najvažnija mera adaptacije gajenja biljaka na novonastale klimatske promene su ranija setva i stimulacija semena na brže klijanje.

Prema podacima srednja godišnja temperatura vazduha za višegodišnji period (1964-2015) na proučavanom području iznosila je 11,4°C, dok je za vegetacioni period (april-septembar) prosečna dnevna temperatura iznosila 18,1°C. Najtopliji mesec je bio juli sa 21,7°C. Prosečne temperature za vegetacioni period u godinama istraživanja odstupale su od višegodišnjeg proseka koji je iznosio 18,1°C. Prosečne temperature za vegetacioni period u 2014. godini bile su 18,3°C

I 19,8°C u 2015. godini. Odstupanja su bila u 2014. godini nešto manja +0,2°S, dok su veća odstupanja bila u 2015. godini i iznosila +1,7°C. Najtopliji meseci u periodu istraživanja bili su juli (22,9°C) i avgust (22,7°C), pa se može reći da su to bile optimalne biološke temperature za razviće soje.

Tabela 1. Prosečne mesečne temperature (°C) i suma padavina (mm) za vegetacioni period soje

Table 1. Average monthly (°C) and precipitation (mm) for the growing period of soybean

Mesec Month	Suma padavina (mm) Precipitation (mm)			Prosečne temperature (°C) Average temperature (°C)		
	2014	2015	1964-2015	2014	2015	1964-2015
April	51,2	15,0	46,9	13,2	11,8	11,7
Maj	202,1	192,0	67,1	16,3	17,8	17,0
Jun	38,2	28,0	86,6	20,5	20,5	20,0
Jul	141,1	2,0	67,4	21,9	24,5	21,7
Avgust	78,7	99,0	59,3	20,9	24,4	21,2
Septembar	84,3	53,0	47,8	17,2	19,9	16,9
(IV-IX)	595,6	389,0	375,0	18,3	19,8	18,1

Što se tiče sume padavina uočavaju se značajna odstupanja od višegodišnjeg proseka. U vegetacionom periodu suma padavina u 2014. godini (595,6 mm) bila je veća i u odnosu na višegodišnji prosek (veća za 220,6 mm). U 2015. godini suma padavina u periodu vegetacije (389,0 mm) bila je manja od višegodišnjeg proseka, pa se može reći da je 2015. godina bila u deficitu sa padavinama. Za postizanje visokih i stabilnih prinosa, pored količine, veoma je bitan i povoljan raspored padavina u toku vegetacionog perioda. Često se dobije pogrešna slika posmatrajući samo količinu padavina. U 2015. godini, suša je bila izražena u aprilu, prve dve dekade maja, drugoj i trećoj dekadi juna, tokom jula i u prvoj dekadi avgusta.

Prinos zrna soje

Prosečan prinos soje u dvogodišnjim istraživanjima bio je 3618,65 kg/ha. Obzirom na nepovoljne agrometeorološke uslove u 2015. godini prinos soje u proseku bio 2065,35 kg/ha što je za 40% manji prinos nego u 2014. godini (5162,45 kg/ha) (tabela 2). Visoke temperature od juna do avgusta (20,5-24,5°C) uz deficit vode značajno su uticali na smanjenje prinosa zrna soje. Prema Miladinov i sar. (2019) pojava suše polovinom juna, tokom jula i avgusta meseca uz veoma visoke temperature dovodie do prinudnog sazrevanja biljaka soje, prekida se proces nalivanja zrna, što se negativno odražava na visinu prinosa.

Tabela 2. Prosečan prinos zrna soje (kg/ha)
Table 2. Average soybean grain yield (kg/ha)

Đubrenje (kg/ha) Fertilizers (kg/ha)	Folijarni tretman (l/ha) Foliar treatment (l/ha)	2014	2015	Prosek Average
750	Bez tretmana	5065,34	1961,15	3513,24
	3	5141,85	2026,20	3584,02
	6	5309,17	2149,34	3729,25
Prosek / Average		5172,12	2045,56	3608,84
1300	Bez tretmana	5162,97	2097,63	3630,30
	3	5087,80	2038,72	3563,26
	6	5216,54	2119,08	3667,81
Prosek / Average		5152,17	2085,14	3618,65
Prosek / Average		5162,45	2065,35	4113,90

Najniži prinosi su bili u varijantam gde nije primenjen folijarni tretman kod oba nivoa osnovnog đubrenja u obe godine istraživanja (3513,24-3630,20 kg/ha). Pri folijarnom tretmanu sa 3 l/ha preparata, pri oba đubrenja utvrđen je veći prinos. Pri đubrenju sa 750 kg/ha i folijarnom tretmanu sa 3 l/ha mikrobiološkog preparata, utvrđeno je povećanje prinosa od 1,51% u 2014. i 3,13% u 2015. godini u odnosu na kontrolu. Pri đubrenju sa većom količinom đubriva (1300 kg/ha) nije utvrđeno povećanje prinosa. Do sličnih rezultata su došli Cvijanović i sar. (2010). Drugi folijarni tretman sa 6 l/ha je značajno uticao na povećanje prinosa. U 2014. godini povećanje prinosa bilo je od 4,81% pri manjoj količinom osnovnog đubrenja, do 1,83% pri većoj količini osnovnog đubrenja. U 2015. godini ta povećanja su bila većeg procenta. Tako je pri đubrenju sa 750 kg/ha to povećanje bilo 9,59%, a pri količini od 1300 kg/ha povećanje prinosa bilo je 3,94%. Može se reći da su folijarni tretmani unačajno uticali na visinu prinosa zrna u godini sa izraženo nepovoljnim klimatskim karakteristikama. Do sličnih rezultat su došli Đukić i sar. (2019). pri folijarnom tretmanu soje rastvorom uree i ekstraktom koprive i gaveza u različitim klimatskim karakteristikama.

Sadržaj i prinos ulja u zrnu soje

U novije vreme gajenje soje se sve više usmerava na načine koji dovode do povećanja sadržaja proteina i poboljšanje kvaliteta ulja. Prema Peric i sar. (2009) sadržaj ulja predstavlja genetsku osobinu i zavisi od agrometeoroloških uslova i interakcija između genotipa i agrometeoroloških uslova. Sinteza proteina i ulja odvija se tokom faza razvoja biljaka (Blanuša i sar., 2000). Agrometeorološki uslovi u pojedinim fazama rasta biljaka su blisko povezani sa sadržajem proteina i ulja u zrnu soje (Đorđević i sar., 2010).

Prosečna vrednost ulja u zrnu soje za obe godine istraživanja bila je 20,91%, odnosno prinos ulja bio je 860 kg/ha. Pri različitim količinama đubriva u različitim agrekološkim uslovima sadržaj ulja je bio različit (tabela 3).

Tabela 3. Prosečan sadržaj (%) i prinos ulja (kg/ha)
Table 3. Average oilcontent (%) and oil yield (kg/ha)

Đubrenje (kg/ha) Fertilizers (kg/ha)	Folijarni tretman (l/ha) Foliar treatment (l/ha)	2014		2015		Prosek Average	
		%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
750	Bez tretmana	19,82	1003	21,34	418	20,58	723
	3	19,85	1021	22,15	450	21,00	753
	6	20,99	1114	21,41	460	21,20	791
Prosek / Average		20,20	1043	21,63	454	20,93	760
1300	Bez tretmana	20,44	1040	20,83	425	20,63	735
	3	19,98	1042	21,58	457	20,78	762
	6	19,83	1021	22,83	476	21,33	772
Prosek / Average		20,08	1036	21,74	454	20,91	757
Prosek / Average		20,14	1040	21,68	448	20,91	860

Pri manjoj količini đubriva u 2014. godini sadržaj ulja u zrnu bio je veći (20,20%) nego pri većoj količini đubriva (20,08%). U 2015. godini utvrđena je obrnuta situacija. U proseku sadržaj ulja u 2014. godini bio je 20,14%, dok je u 2015. godini sadržaj ulja (21,68%) bio veći za 1,54%. Međutim, u ukupnom prinosu ulja značajno veći prinosi su bili u 2014. godini (1040 kg/ha), nego u 2015. godini (448 kg/ha), što je u korelaciji sa visinom prinosa zrna soje. Folijarni tretmani su u obe godine istraživanja uticali na povećanje sadržaja ulja kao i ukupnog prinosa ulja. Pri tretmanu sa 6 l/ha, u proseku za obe godine istraživanja, sadržaj ulja bio je 21,20% pri manjoj količini osnovnog đubrenja i 21,33% pri većoj količini đubriva. Najveći sadržaj ulja (22,83%) utvrđen je u 2015. godini kod varijante sa dva folijarna tretmana po 6 l/h mikrobiološkog preparata.

Da primena mikrobioloških preparata sa slodobnim diazotrofima pri količini azota od 30 kg/ha statistički značajno utiče na kvalitet i kvantitet zrna soje utvrdili su Cvijanović i sar. (2013).

Primenom tretmana biljaka sa mikrobiološkim preparatima značajno se utiče na revitalizaciju biljaka, kao i na pojačanu mikrobiološku aktivnost u zemljištu. Unošenjem diazotrofa u zemljište povećava se brojnost značajnih grupa autohtone mikrobne populacije kao i brojnost azotofiksatora, te je i usvajanje slobodnog azota intezivnije, što se svakako odražava i na visinu prinosa i sintezu značajnih komponenti zrna (Cvijanović i sar. 2008).

ZAKLJUČAK

Primenom mikrobiološkog preparat u proizvodnji soje ostvaruju se veći prinosi zrna, kako u godinama sa povoljnim agrometeorološkim uslovima tako i u godinama sa izraženo nepovoljnim sulovima. Sadržaj ulja takođe se povećava u uslovima folijarnog tretmana biljaka mikrobiološkim preparatom, te sa povećanjem prinosa značajno je i povećanje prinosa ulja. Dobijeni rezultati su veoma značajni u uslovima klimatskih promena, ali istraživanja treba nastaviti na različitim genotipovima soje.

Zahvalnica

Rezultati istraživanja su deo projekta III 46006 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Blanuša, T., Stikic, R., Vucelic-Radovic, B., Barac, M., Velickovic, D. (2000). Dynamics of seed protein biosynthesis in two soybean genotypes differing in drought susceptibility. *Biologia Plantarum* 43: 55-59.
2. Cvijanović, G., Dozet, G., Popović, V., Marinković, J., Dragičević, V., Kaluđerović, D., Cvijanović, M. (2013b). Kvalitativne i kvantitativne osobine soje u zavisnosti od ishrane azotom. Zbornik radova, 54. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, pp. 75-82.
3. Cvijanović, G., Dozet, G., Đukić, V., Đorđević, S., Puzić, G. (2012). Microbial activity of soil during the inoculation of soyabean with symbiotic and free-living nitrogen-fixing bacteria. *African Journal of Biotechnology*. IP 0.565 doi. 10.5897/AJB11.744. Availanbie online at <http://www.academicjournals.org/AJB>. 11(3): 590-597.
4. Cvijanović, G., Milošević, N., Djalovic, I., Cvijović, M., Paunović, A. (2008). Nitrogenization and N fertilization effects on protein contents in wheat grain. *Cereal Research Communications*, doi. 10.1556/CRC. 36: 251-254.
5. Đorđević, V., Miladinovic, J., Djukic, V., Tatic, M., Balešević-Tubic, S., Dozet, G., Petrovic, K. (2010). Oil and protein content in soybean varieties. *Proceedings of the 51th Oil industry Conference*, Herceg Novi, 27 June-02 July, pp. 77-82.
6. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, Ch. 1 - Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, *Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series*, IGI Global Book USA, pp. 1-22.
7. Đukić Vojin, Miladinović Jegor, Balešević-Tubić Svetlana, Miladinov Zlatica, Dozet Gordana, Petrović Kristina, Čeran Marina (2019): Efekat folijarnih tretmana na prinos soje Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol.25 br.1-2, UDK 167.7:63 ISSN: 0354-1320 163-172
8. 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, pp. 34-44.

9. Fehr, W.R., Cavinnes, C.E. (1977). Stages of soybean development. Special report 80, Iowa State University, Iowa.
10. Higa, T. (1991). Effective microorganisms: A biotechnology for mankind. Proceeding of the First International Conference on Kyusei Nature farming Research Center, Atami, Japan, 1-20.
11. Internet starnica: <http://www.topsrbija.com/index.php?option=com>
12. Peric, V., Srebric, L.J., Jankuloski, M., Jankulovska, S., Žilic, V., Kandic S., Mladenovic, D. (2009). Inhibitor content of soybean, *Genetika*, 41(2): 137-144.

UTICAJ BILJNOG EKSTRAKTA KOPRIVE I GAVEZA NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE

*Gordana Dozet¹, Vojin Đukić², Zlatica Miladinov², Marina Čeran²,
Gorica Cvijanović¹, Nenad Đurić¹, Marjana Vasiljević²*

¹Megatrend univerzitet, Fakultet za Biofarming Bačka Topola, Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

Vodeni ekstrakti biljaka primenjuju se u biljnoj proizvodnji kao pesticidi, protiv uzročnika različitih bolesti, ali i protiv štetočina na biljkama i kao izvor makro i mikroelemenata u ishrani, zalivanjem biljaka ili folijarnim tretiranjem. Folijarna primena ekstrakta koprive i gaveza u jednom ili dva navrata povećava prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine.

Ključne reči: ekstrakt biljaka, kopriva i gavez, prinos, sadržaj proteina, sadržaj ulja

THE EFFECT OF NETTLE AND COMFREY PLANT EXTRACTS ON THE PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEAN GRAIN

ABSTRACT

By plant spraying or by foliar treatment, plant extracts are used in plant production as pesticides, against the various disease causative agents, but also against the pests on plants and as a source of macro and microelements in plant nutrition. Foliar application of nettle and comfrey extract in one or in two rounds increases the yield, protein and oil content of the soybean, as well as the proteins and oil yield per unit area.

Key words: plant extracts, nettle and comfrey, yield, protein content, oil content

UVOD

U proizvodnji soje, pored ostvarivanja visokih i stabilnih prinosa, veoma je bitan i kvalitet zrna, odnosno sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. U cilju povećanja prinosa i kvaliteta proizvoda sve se više primenjuju i folijarni tretmani različitim hranivima i aktivnim materijama. Efikasnost primenjenog folijarnog đubriva zavisi od količine

hraniva u zemljištu, od potreba biljaka za određenim elementima, od stanja useva i vremena primene (Miladinov i sar., 2018). Jedan od mogućih načina organske proizvodnje soje je uz upotrebu vodenik biljnih ekstrakata, naročito koprive koja ima fungicidno i insekticidno dejstvo, a fermentacijom predstavlja značajan izvor hranjivih materija za ishranu biljaka putem prihrane (Dozet i sar., 2017). Kopriva se koristi u biodinamičkoj poljoprivredi za kontrolu štetočina i bolesti, kao sredstvo za stimulaciju biljaka i izvor je makro i mikro elemenata za gajene biljke (Di Virgilio, 2013; Dozet i sar., 2017). Upotreba vodenog ekstrakta koprive doprinosi povećanju prinosa, usevi su u kondiciono odličnom stanju, bez pojave patogena i napada štetočina (Dozet i sar., 2017). Folijarna primena đubriva i vodenih biljnih ekstrakata tokom vegetacije soje (početkom cvetanja), doprinela je povećanju prinosa u odnosu na kontrolu (Dozet i sar., 2017). Kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama, a folijarna đubriva sadrže hranjive elemente koje biljke lako usvajaju (Miladinov i sar. 2018).

Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrdi uticaj folijarne prihrane ekstraktom koprive i gaveza 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 folijarnih tretmana ekstraktom koprive i gaveza na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine, postavljen je dvogodišnji ogled na Rimskim Šančevima. Za ogled je izabrana srednjestasna sorta soje Sava, a u ogledu je bilo tri različitih tretmana. Kontrolna varijanta, varijanta sa primenom ekstrakta koprive i gaveza u fazi intenzivnog porasta biljaka soje, pre faze cvetanja i varijanta sa dve primene vodenog ekstrakta koprive i gaveza, u fazi 4-5 troliski i pre cvetanja biljaka soje. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, a veličina osnovne parcele bila je 10 m², odnosno četiri reda soje sa međurednim razmakom od 50 cm i pet metara dužine. Vodeni ekstrakt koprive i gaveza pripremljen je na način da su jedan kilogram nadzemnog dela koprive i pola kilograma nadzemnog dela gaveza usitnjeni, u buretu preliveni sa deset litara kišnice i ostavljeni 15 dana da fermentišu uz svakodnevno mešanje. Nakon završene fermentacije odstranjeni su delovi stabla koprive koji se nisu razložili, a ekstrakt koprive i gaveza proceđen je kroz gusto sito, a potom i kroz gazu. Pre primene vodeni ekstrakt je razređen kišnicom u omeru 1:15. Tokom vegetacionog perioda primenjene su standardne agrotehničke mere za proizvodnju soje, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva kombajnom malog radnog zahvata, 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 zrnu 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.

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 (l m ⁻²) Precipitation (l m ⁻²)		
	2017	2018	Prosek 1964- 2016 Average 1964-2016	2017	2018	Prosek 1964- 2016 Average 1964- 2016
IV	11,4	17,4	11,7	57,0	50,0	46,9
V	17,6	20,5	17,0	82,9	64,0	67,1
VI	23,2	21,7	20,1	65,7	164,0	86,5
VII	24,3	22,1	21,7	12,0	83,0	67,4
VIII	24,8	24,3	21,2	17,4	51,0	59,3
IX	16,9	19,5	17,0	81,5	27,2	47,8
Prosek/Suma Average/total	19,7	20,9	18,1	316,5	439,2	375,0

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 period 2017. i 2018. godine (19,7°C i 20,9°C) bile su iznad višegodišnjeg proseka (18,1°C). U 2017. godini temperature znatno iznad višegodišnjeg proseka zabeležene su u junu (23,2°C), julu (24,3°C) i avgustu (24,8°C), dok su u 2018. godini značajno više temperature bile u aprilu (17,4°C), maju (20,5°C), junu (21,7°C) i avgustu (24,3°C). Padavina je tokom vegetacionog perioda soje u 2017. godini (316,5 l m⁻²) bilo manje u odnosu na višegodišnji prosek (375,0 l m⁻²), dok je u 2018. godini bilo više padavina (439,2 l m⁻²). U 2018. godini pored značajno većih količina, bio je i znatno povoljniji raspored padavina, dok je u 2017. godini zabeleženo više padavina u prvim fazama razvika soje i izraženim nedostatkom u vreme cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna (jun, jul i avgust).

Veće količine padavina u prvom delu vegetacionog perioda dovode do bujnog porasta nadzemne mase biljaka, a koren se razvija u površinskom delu zemljišta, zbog čega takve biljke izrazito nepovoljno reaguju na nedostatak vode u drugom delu vegetacionog perioda (Miladinov i sar., 2018). Za soju je bolje da u prvom delu vegetacionog perioda bude sušniji period, a da imamo povoljan raspored padavina od cvetanja do sazrevanja, a u 2017. godini smo imali upravo obrnutu situaciju,

u prvom delu vegetacionog perioda količina padavina je bila iznad višegodišnjeg proseka, dok je od cvetanja do sazrevanja bio izrazito sušni period zbog toga je i prinos soje u 2017. godini bio veoma nizak (Đukić i sar., 2018). 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 folijarne primene vodenog ekstrakta koprive i gaveza prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Prosečan prinos zrna soje (kg ha⁻¹)

Table 2. Average soybean grain yield (kg ha⁻¹)

Godina Year	2017	2018	Prosek: Average:
Đubriva Fertilizers			
Kontrola	1187	4171	2679
Kopriva i gavez (1 primena)	1524	4447	2986
Kopriva i gavez (2 primene)	1548	4501	3024
Prosek: Average:	1420	4373	2896

Prosečan prinos soje u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 2896 kg ha⁻¹. U 2017. godini prinos soje je bio 1420 kg ha⁻¹, dok je u povoljnijoj 2018. godini ostvaren prinos od 4373 kg ha⁻¹.

Najniži prinos ostvaren je na kontrolnoj varijanti, kako u proseku za obe godine istraživanja (2679 kg ha⁻¹), tako i po pojedinim godinama (1187 kg ha⁻¹ u 2017. godini i 4171 kg ha⁻¹ u 2018. godini). Na varijanti ogleda sa dve primene ekstrakta koprive i gaveza zabeležen je najviši prinos soje u dvogodišnjim istraživanjima (3024 kg ha⁻¹), kao i po godinama (1548 kg ha⁻¹ u 2017. godini i 4501 kg ha⁻¹ u 2018. godini). 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).

Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje

Sadržaj proteina u zrnu soje prikazan je u tabeli 3. Prosečan sadržaj proteina u ogledu iznosio je 39,5%. U 2017. godini prosečan sadržaj proteina iznosio je 39,2%, dok je u 2018. godini bio 39,8%. Na kontrolnoj varijanti ostvaren je najniži sadržaj proteina (39,3% u proseku za obe godine, odnosno 39,0% u 2017. godini i 39,6% u 2018. godini). Na varijanti ogleda sa dve primene ekstrakta koprive i gaveza zabeležen je najviši sadržaj proteina, kako u dvogodišnjim istraživanjima (39,8%), tako i po godinama (39,4% u 2017. godini i 40,1% u 2018. godini).

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

Godina Year Dubriva Fertilizers	Sadržaj proteina (%) Protein content (%)			Sadržaj ulja (%) Oil content (%)		
	2017	2018	Prosek Average	2017	2018	Prosek Average
Kontrola	39,0	39,6	39,3	20,3	20,8	20,5
Kopriva i gavez (1 x)	39,3	39,8	39,6	20,6	20,8	20,7
Kopriva i gavez (2 x)	39,4	40,1	39,8	20,6	20,8	20,7
Prosek: Average:	39,2	39,8	39,5	20,5	20,8	20,6

Prosečan sadržaj ulja u zrnu soje u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 20,6%. U 2017. godini prosečan sadržaj ulja u zrnu soje iznosio je 20,5%, dok je u 2018. godini bio nešto viši, 20,8%. U proseku za obe godine, Najniži sadržaj ulja zabeležen je na kontrolnoj varijanti ogleđa, kako u proseku za obe godine istraživanja (20,5%), tako i u 2017. godini (20,3%), dok u 2018. godini nije bilo razlike u sadržaju ulja u zrnu soje između različitih varijanti folijarnih tretmana (20,8%). Najviši sadržaj ulja u proseku za obe godine bio je na varijantama sa jednom i sa dve primene ekstrakta koprive i gaveza (20,7%). Razlika u sadržaju ulja u zrnu soje između varijanti sa jednom i dve primene ekstrakta koprive i gaveza nije bilo ni u 2017. godini (20,6%), niti u 2018. godini (20,8%).

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 1145 kg ha⁻¹. U 2017. godini prosečan prinos proteina iznosio je 557 kg ha⁻¹, dok je u 2018. godini bio znatno viši (1742 kg ha⁻¹). U proseku za obe godine, najniži prinos proteina zabeležen je na kontrolnoj varijanti (1052 kg ha⁻¹), kao i po godinama (463 kg ha⁻¹ u 2017. godini i 1651 kg ha⁻¹ u 2018. godini). Najviši prinos proteina u proseku za obe godine zabeležen je na varijanti sa dve primene ekstrakta koprive i gaveza (1202 kg ha⁻¹). Posmatrano po godinama, na ovoj varijanti ogleđa najviši prinos proteina po hektaru zabeležen je i u 2017. godini (609 kg ha⁻¹) i u 2018. godini (1806 kg ha⁻¹).

Prosečan prinos ulja u ogledu iznosio je 597 kg ha⁻¹. Prosečan prinos ulja u 2017. godini (291 kg ha⁻¹) bio je znatno niži u odnosu na 2018. godinu (909 kg ha⁻¹). Najniži prinos ulja u dvogodišnjim istraživanjima zabeležen je na kontrolnoj varijanti (557 kg ha⁻¹), a na ovoj varijanti ogleđa najniži prinos ulja bio je i u 2017. godini (240 kg ha⁻¹), kao i u 2018. godini (868 kg ha⁻¹). Najviši prinos ulja u obe godine istraživanja (625 kg ha⁻¹), kao i po pojedinim godinama (318 kg ha⁻¹ u 2017. godini i 934 kg ha⁻¹ u 2018. godini) zabeležen je na varijanti ogleđa sa dve primene ekstrakta koprive i gaveza. Vremenski uslovi u pojedinim godinama imaju veoma veliki uticaj na

variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnju soje (Đukić i sar., 2017). Primenom vodenog ekstrakta koprive povećan je i sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnju, odnosno došlo je do povećanja kapaciteta za nakupljanje hranjivih materija u zrnju (Dozet i sar., 2018).

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})

Godina Year Đubriva Fertilizers	Prinos proteina Protein yield			Prinos ulja Oil yield		
	2017	2018	Prosek Average	2017	2018	Prosek Average
Kontrola	463	1651	1052	240	868	550
Kopriva i gavez (1 primena)	599	1771	1181	313	925	617
Kopriva i gavez (2 primene)	609	1806	1202	318	934	625
Prosek: Average:	557	1742	1145	291	909	597

ZAKLJUČAK

Folijarna primena ekstrakta koprive i gaveza ima pozitivan uticaj na povećanje prinosa soje, sadržaja proteina i ulja u zrnju soje, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine.

U dvogodišnjim ispitivanjima jedna i dve folijarne primene ekstrakta koprive i gaveza u vegetativnim fazama razvoja soje povećavaju prinos, sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnju soje.

LITERATURA

1. Di Virgilio N. (2013). Stinging nettle: a neglected species with a high potential as multi-purpose crop. National Research Council of Italy. Institut of Biometeorology. Catania, Italy, 23.
2. Dozet G. (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.
3. Dozet G., Đukić V., Balešević-Tubić S., Đurić N., Miladinov Z., Vasin J., Jakšić S. (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.
4. Dozet, G. (2006). Prinos i kvalitet soje u zavisnosti od međurednog razmaka i grupe zrenja u uslovima navodnjavanja, Magistarska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 73 str
5. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, Chapter 1 - Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the

Green Economy, Advances in in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI GLOBAL BOOK USA, pp. 1-22.

6. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, D., Đurić, N., Jakšić, S. (2018). Primena vodenog ekstrakta koprive u organskoj proizvodnji soje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. Jun 2018, Herceg Novi, 79-84.
7. Dozet, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Đurić, N., Kostadinović, Lj., Jakšić, S., Cvijanović, G. (2015). Influence of organic and conventional methods of growing on qualitative properties of soybean. Book of Proceedings from Sixth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2015”, October 15-18, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 407-412.
8. 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.
9. 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. M-63=0,5
10. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018): Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 34-44.
11. Miladinov, Zlatica, Đukić, V., Čeran, Marina, Valan, Dragana, Dozet, Gordana, Tatić, M., Randelović, P. (2018): Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnju soje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. Jun 2018, Herceg Novi, 73-78.

VARIJACIJA SADRŽAJA TOKOFEROLA U ULJU OZIME ULJANE REPICE IZ NS OPLEMENJIVAČKOG PROGRAMA

*Dragana Rajković, Nada Grahovac, Ana Marjanović Jeromela, Zvonimir Sakač,
Željko Milovac, Vladimir Miklič*

Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

Tokoferoli su značajna nutritivna i antioksidantna jedinjenja. Sadržaj tokoferola u uljanoj repici je nizak do srednji, pa je važno da se oplemenjivanjem poveća njihov sadržaj u svrhu poboljšanja kvaliteta ulja ove vrste. Cilj rada je bilo određivanje sadržaja tokoferola u 10 genotipova ozime uljane repice. Iscedeno ulje je analizirano HPLC hromatografijom. Ukupni sadržaj tokoferola u ispitivanim genotipovima je iznosio 413-465 mg/kg ulja. Najviši sadržaj alfa-tokoferola je zabeležen u liniji NS L51, a najviši sadržaj gama-tokoferola u hibridu NS HR3.

Ključne reči: tokoferoli, alfa-tokoferol, gama-tokoferol, uljana repica

TOCOPHEROL CONTENT VARIATION IN WINTER RAPESEED OIL FROM NS BREEDING PROGRAM

ABSTRACT

Tocopherols are significant nutritive and antioxidative compounds. Rapeseed tocopherol content is low to medium, therefore it is desirable to increase its level in order to improve oil quality of this species. The aim of this research was to determine tocopherol content of 10 genotypes of winter oilseed rape. After extraction of seed oil, prepared samples were analyzed by HPLC chromatography. Total tocopherol content varied from 413-465 mg/kg of oil. Highest alpha-tocopherol level was detected in NS L51 and highest gamma-tocopherol amount in NS HR3.

Key words: tocopherols, alpha-tocopherol, gamma-tocopherol, rapeseed

UVOD

Biljna ulja su važni izvori masti i vitamina, koji su značajni za ljudsku ishranu. Uljana repica je industrijska biljka čije seme je bogato uljem. Iz njenog semena se ekstrahuje ulje koje se koristi u ljudskoj ishrani, ali i u industriji lakova, boja,

maziva i za proizvodnju biodizela. Seme uljane repice sadrži 40-48% ulja i 18-25% proteina. Ulje uljane repice ima nizak nivo zasićenih (5-7%) i visok nivo nezasićenih masnih kiselina što mu daje visok nutritivni kvalitet. Stabilnost ulja zavisi od količine polinezasićenih masnih kiselina i sadržaja i sastava tokoferola. Najznačajniju ulogu u sprečavanju oksidacije ulja imaju tokoferoli.

Tokoferoli predstavljaju glavnu formu vitamina E u listovima i semenu većine dikotiledonih biljaka. Javljaju se u četiri izoforme: alfa, beta, gama i delta tokoferoli, koje se razlikuju prema položaju i broju metil grupa na hromanskom prstenu. Ishrana bogata antioksidantima pruža organizmu zaštitu od raznih bolesti. Kao rezultat autooksidacije masti i ulja razvija se karakterističan ukus i miris tzv. užeglog ulja.

Ukupan sadržaj tokoferola uljane repice je nizak do srednji. Alfa-tokoferol ima najveću biološku snagu (Ortiz i sar., 2006) i ispoljava antiinflamatornu aktivnost (Wallert i sar., 2014). Gama tokoferol je najpotentnija izoforma tokoferola u pogledu hvatanja slobodnih radikala. Zbog važne uloge tokoferola je jedan od ciljeva oplemenjivanja uljane repice usmeren upravo na poboljšanje kvaliteta ulja preko promena u sadržaju tokoferola.

Cilj ovog rada bio je određivanje sadržaja tokoferola u ulju ozime uljane repice, kako bi se utvrdilo koji genotipovi imaju veći sadržaj ovog prirodnog antioksidanta.

MATERIJAL I METODE RADA

Analizirano je seme deset genotipova (tabela 1) ozime uljane repice iz NS oplemenjivačkog programa dobijeno iz žetve 2018. godine. Hidrauličnom presom (P400, Sirio, Mikodental) je iscedeno oko 1 ml ulja iz 10 g semena uljane repice. Sadržaj tokoferola je određen tečnom hromatografijom visoke performanse (HPLC) prema metodi ISO 9936 (2006). Razdvajanje tokoferola je rađeno na Sykam HPLC sistemu. Tokoferoli iz ulja su se razdvajali na amino koloni Nucleosil NH₂ (Machery Nagel, 250*4 mm I.D., 5 µm veličina čestica). Kao mobilna faza je korišćena smeša n-heksan/etil acetat u zapreminskom odnosu 7:3 sa protokom 1 ml/min. Tokoferoli su identifikovani i kvantifikovani upotrebom standarda (dl alfa tokoferol, rac beta tokoferol, gama i delta tokoferol, proizvođača Sigma-Aldrich). Za obradu podataka je korišćen softver Clarity Chromatography System 7.4.

Koncentracija alfa- i gama-tokoferola u ulju uljane repice je izražena kao srednja vrednost ± standardna greška u mg/kg. Za statističku obradu je korišćen program IBM SPSS Statistics 21.0 (2012). Za poređenje srednjih vrednosti koncentracija alfa- i gama-tokoferola je rađena jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA), a za utvrđivanje razlika Duncan-ov test na nivou značajnosti 0,05. Za računanje veličine uticaja je primenjen eta kvadrat (% objašnjene varijanse).

$$\eta^2 = \frac{\text{zbir kvadrata odstupanja različitih grupa}}{\text{ukupan zbir kvadrata}} \quad (1)$$

REZULTATI I DISKUSIJA

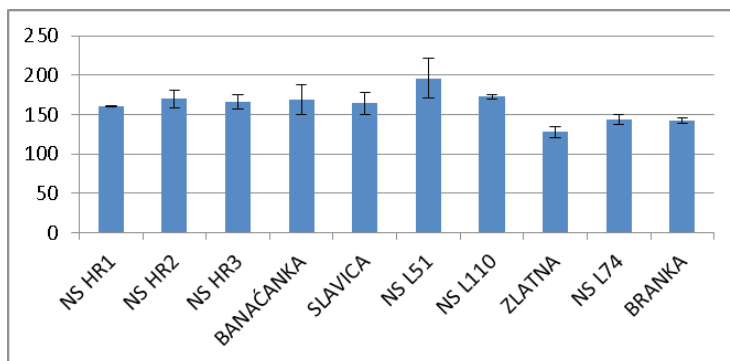
Sadržaj tokoferola uljane repice iznosi 300-800 mg/kg (Goffman i Becker, 1998). Ukupni sadržaj tokoferola u našem istraživanju se kretao od 413±23 mg/kg (linija NS L74) do 465±35 (hibrid NS HR3) mg/kg ulja (tabela 1).

Tabela 1. Sadržaj ukupnih tokoferola u ispitivanim genotipovima uljane repice
Table 1. Total tocopherol content in analysed rapeseed genotypes

Redni broj Genotype number	Naziv genotipa Genotype name	Priroda materijala Used material	Ukupni tokoferoli (mg/kg ulja) Total tocopherol content (mg/kg oil)
1	NS HR1	Hibrid / Hybrid	446±14
2	NS HR2	Hibrid / Hybrid	454±18
3	NS HR3	Hibrid / Hybrid	465±35
4	BANAĆANKA	Sorta / Cultivar	461±38
5	SLAVICA	Sorta / Cultivar	456±30
6	NS L51	Linija / Line	447±33
7	NS L110	Linija / Line	460±19
8	ZLATNA	Sorta / Cultivar	416±34
9	NS L74	Linija / Line	413±23
10	BRANKA	Sorta / Cultivar	419±18

Sorta Banaćanka je imala visok sadržaj ukupnih tokoferola (461±38 mg/kg). Prosečan sadržaj ukupnih tokoferola u ispitivanim genotipovima je bio 444±26 mg/kg. Sadržaj i sastav tokoferola varira unutar biljne vrste i uzrokovan je klimatskim i agronomskim uslovima, poreklom i kvalitetom semena, kao i načinom ekstrakcije ulja (Cert i sar., 2000). Marquard (1983) je pokazao da sa povećanjem prosečne dnevne temperature sa 16,5 na 24,5°C se značajno povećava nivo ukupnih tokoferola.

Sadržaj alfa-tokoferola se razlikovao u ispitivanim genotipovima uljane repice i kretao se od 128±7 mg/kg u sorti Zlatna do 196±25 mg/kg u NS L51 (slika 1). Izmerene vrednosti su u skladu sa vrednostima koje su dobili Wang i sar. (2012), koji su merili alfa-tokoferole u asocijativnom panelu za mapiranje gena odgovornih za biosintezu tokoferola. Sa druge strane, naši rezultati su značajno veći u odnosu na one od Goffmana i Beckera (2002), kod kojih je nivo alfa-tokoferola varirao od 63-157 mg/kg. Ova razlika može da proizilazi iz vrste korišćenog materijala, obzirom da su navedeni autori koristili linije, dok su našim istraživanjem pored linija obuhvaćene i sorte i hibridi uljane repice. Pored toga, u njihovom istraživanju su predstavljene srednje vrednost sa tri lokaliteta, dok su u našem radu svi uzorci bili sa istog lokaliteta.

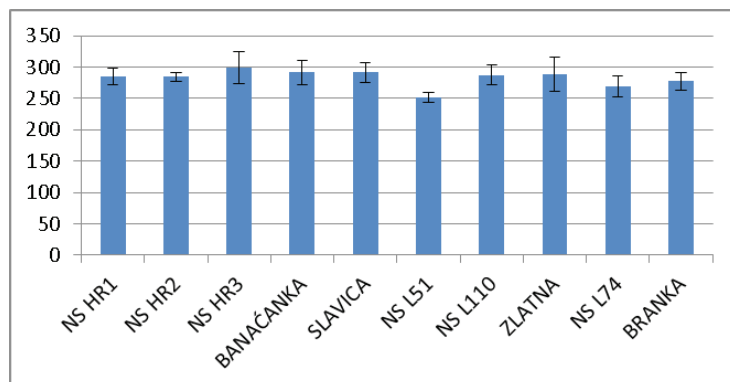


Slika 1. Srednje vrednosti* sadržaja alfa-tokoferola u ulju ispitivanih genotipova uljane repice (*prikazane su srednje vrednosti $\pm$ standardna greška)

Figure 1. Alpha-tocopherol mean values* in oil of studied rapeseed genotypes (*values are expressed as means $\pm$ standard error)

Rezultati jednofaktorske analize varijanse ukazuju da su razlike u vrednostima alfa-tokoferola između ispitivanih genotipova statistički značajne ($F=2,4$) samo između najmanje vrednosti izmerene kod sorte Zlatna u odnosu na najveću vrednost izmerenu kod NS L51. Genotipovi 1-5, 7, 9 i 10 (tabela 1) se ne razlikuju značajno u odnosu na sortu Zlatna i liniju NS L51. Iz rezultata dobijenih ANOVA testom je izračunat eta kvadrat za ocenu jačine veze između promenljivih, koji je po Koenovom kriterijumu (Cohen, 1988) pokazao da je uticaj srednji (0,05).

Sadržaj gama-tokoferola u ulju repice se kretao od 251 ± 8 do 299 ± 26 mg/kg. Najnižu vrednost je imala linija NS L51, a najvišu hibrid NS HR3 (slika 2). Sadržaj gama-tokoferola je bio veći u odnosu na alfa tokoferole, što je u skladu sa postojećim literaturnim navodima (Grilo i sar., 2014; Schwartz i sar., 2008).



Slika 2. Srednje vrednosti* sadržaja gama-tokoferola u ulju ispitivanih genotipova uljane repice (*prikazane su srednje vrednosti $\pm$ standardna greška)

Figure 2. Gamma-tocopherol mean values* in oil of studied rapeseed genotypes (*values are expressed as means $\pm$ standard error)

Statistička analiza prosečnog nivoa gama-tokoferola je pokazala da razlike u vrednostima gama-tokoferola između analiziranih hibrida, sorti i linija nisu statistički značajne na nivou značajnosti 0,05. Ni Grilo i sar. (2014) nisu utvrdili statistički značajnu razliku u srednjim vrednostima alfa- i gama-tokoferola u tri ispitivana komercijalna brenda repičinog ulja.

Izmerene vrednosti alfa- i gama-tokoferola su bile više u odnosu na rezultate Grilo i sar. (2014), koji su ispitivali sadržaj ovih materija u rafinisanom ulju repice. Razlog odstupanja njihovih merenja u odnosu na naša verovatno leži u činjenici da se tokom procesa rafinisanja ulja u fazi deodorizacije delimično gube tokoferoli (Chen i sar., 2011).

ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja su pokazali da je nivo gama-tokoferola bio veći u odnosu na alfa-tokoferole. Najviši sadržaj alfa-tokoferola je bio u liniji NS L51, koji se značajno razlikovao od vrednosti dobijenih za sortu Zlatna. Nije dokazana statistički značajna razlika u sadržaju gama-tokoferola u ispitivanom materijalu. Za dalji rad je potrebno povećati broj analiziranih genotipova i ponoviti istraživanja sa semenom proizvedenim u više godina i na različitim lokalitetima kako bismo dobili pouzdanije rezultate. Linija NS L51 će se koristiti u daljem oplemenjivačkom radu, koji ima za cilj povećanje sadržaja alfa-tokoferola u ulju uljane repice, odnosno komponenti koje povoljno utiču na čovekovo zdravlje.

Zahvalnica

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

LITERATURA

1. Cert, A., Moreda, W., Pérez-Camino, M.C. (2000). Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable oils. *Journal of Chromatography A*, 881 (1-2), 131-148. [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00389-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00389-7)
2. Chen, B., McClements, D.J., & Decker, E.A. (2011). Minor Components in Food Oils: A Critical Review of their Roles on Lipid Oxidation Chemistry in Bulk Oils and Emulsions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(10), 901-916. PMID:21955091. [http:// dx.doi.org/10.1080/10408398.2011.606379](http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2011.606379)
3. Cohen, J.W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edition). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
4. FAOSTAT (2017): Dostupno na <http://faostat.fao.org/>, pristup mart 2019.
5. Goffman, F.D., Becker H.C. (1998). Phänotypische Variabilität des Gehalts und Musters der Tocopherole in den Samen von Winterraps (*Brassica napus*. L). *Vorträge Pflanzenzüchtung* 42, 105.

6. Goffman, F.D., Becker H.C. (2002). Genetic variation of tocopherol content in a germplasm collection of *Brassica napus* L. *Euphytica* 125: 189–196.
7. IBM Corp. (2012). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
8. ISO 9936 (2006). Animal and vegetable fats and oils – determination of tocopherol and tocotrienol contents by high-performance liquid chromatography. Second edition 2006-04-15.
9. Marquard, R. (1983). Changes of seed ingredients of the following sorts of mustard: *Sinapis alba*, *Brassica juncea* and *Brassica nigra* under different climate variation in phytotron. *Fat Sci Technol* 85: 77–86.
10. Ortíz, C.M.L., Moya, M.S.P., Navarro, V.B. (2006). A rapid chromatographic method for simultaneous determination of β -sitosterol and tocopherol homologues in vegetable oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(2), 141-149. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2005.06.001>
11. Wallert, M., Schmölz, L., Galli, F., Birringer, M., Lorkowski, S. (2014). Regulatory metabolites of vitamin E and their putative relevance for atherogenesis. *Redox Biology* 2, 495-503. PMID:24624339 PMCID:PMC3949092. <http://dx.doi.org/10.1016/j.redox.2014.02.002>
12. Wang X, Zhang C, Li L, Fritsche S, Endrigkeit J, Zhang W, Long J, Jung C, Meng J (2012). Unraveling the Genetic Basis of Seed Tocopherol Content and Composition in Rapeseed (*Brassica napus* L.). *PLoS ONE* 7(11): e50038. doi:10.1371/journal.pone.0050038

UTICAJ TEMPERATURE I PADAVINA U VREME NALIVANJA SEMENA NA SADRŽAJ ULJA ULJANE REPICE

Nada Grahovac¹, Ana Marjanović Jeromela¹, Vladimir Šarac²

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

²„Victoriaoil” a.d, Šid, Srbija

IZVOD

U radu je analiziran uticaj temperature i padavina na prosečan sadržaj ulja, proteina, vlage i primesa uljane repice. Korišćeni su višegodišnji rezultati (2007-2018) kvaliteta semena uljane repice kao sirovine za dalju proizvodnju dobijeni od firme „Victoriaoil” a.d, Šid. Sadržaj ulja i proteina je kvantitativno svojstvo i uslovljeno je kako faktorima spoljašnje sredine tako i genotipa i njihovom interakcijom. Vremenski uslovi tokom vegetacionog perioda proizvodnje uljane repice, posebno temperatura i padavine imali su značajan uticaj na sadržaj ulja i proteina u semenu.

Ključne reči: *Brassica napus* L., oplemenjivanje, ulje, protein, vremenski uslovi

EFFECTS OF ENVIRONMENTAL VARIATION IN TIME OF FILLING SEEDS ON OIL CONTENT OF RAPESEED

ABSTRACT

This work analysed the influence of temperature and precipitation on the average content of oil, protein, moisture and yield of rapeseed. The results of long-term experiment (2007-2018) were used. The content of oil and protein is a quantitative property and conditioned both by environmental and genetic factors. Weather conditions had a significant impact on the content of oil and protein in grain during the growing rapeseed season, especially temperature and precipitation.

Key words: *Brassica napus* L., breeding, oil, protein, weather conditions

UVOD

Uljana repica predstavlja treću uljanu biljku po važnosti u svetu kako zbog njenih formi tako i sortimenta, a njena raznolikost omogućava proizvodnju iste u skoro

svim klimatskim oblastima (Friedt i Snowdon, 2009; Gupta i Pratap, 2007). Zbog povećane potrebe za sirovinom u prerađivačkoj industriji kao i proizvoda dobijenih njenom preradom na svetskom tržištu povećane su površine pod uljanom repicom (Booth i Gunstone, 2004). Sa povećanjem površina pod uljanom repicom sve su značajniji programi oplemenjivanja ove uljane biljke.

Sorte uljane repice tipa „00” bez eruka kiseline u ulju kao i sa niskim sadržajem glukozinolata u semenu najviše su zastupljene u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. Do danas, oplemenjivačkim programima stvoren je veliki broj sorti stabilnog i visokog prinosa sa značajno poboljšanim agronomskim svojstvima i kvalitetom u odnosu na druge biljne vrste. Sadržaj ulja, proteina, glukozinolata, sirovih vlakana kao i sastav ulja značajni su kako sa tehnološkog stanovišta tako i sa stanovišta prerade semena uljane repice.

Vremenski uslovi u Srbiji su promenljivi, nestabilni i dugoročno nepredvidivi, posebno u pogledu količine i rasporeda padavina (Pržulj i sar. 1998). Visoke temperature u fazi nalivanja semena i u voštanoj zrelosti mogu izazvati prekid vegetacije (Öztürk 2010; Hocking i Stapper 2001; Özer 2003).

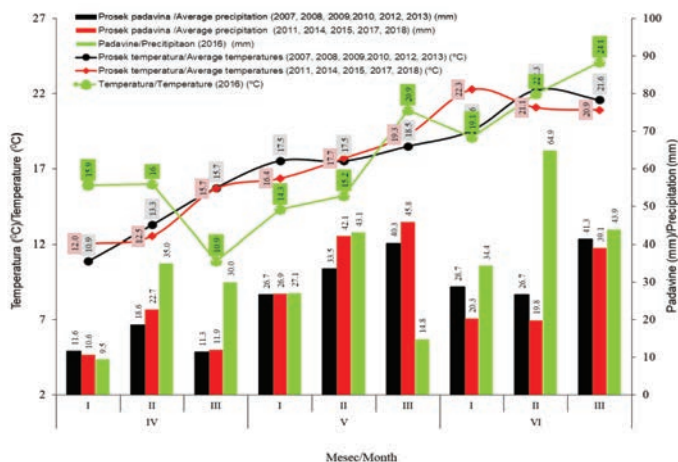
MATERIJAL I METODE RADA

U cilju sagledavanja kvaliteta uljane repice, korišćeni su višegodišnji rezultati (2007-2018) provere kvaliteta semena uljane repice. Za ispitivanje korišćeni su uzorci uljane repice koji su nakon prijema u firmu „Victoriaoil” a.d, Šid, prošli fazu čišćenja i sušenja u silosu. U radu je analiziran sadržaj ulja, vlage, primesa (2007-2018) i proteina (2014-2018) u semenu uljane repice. Uzorci uljane repice analizirani su po definisanom planu kontrolisanja, nakon žetve. Sadržaj određivanih osobina uljane repice sa svih lokaliteta analiziran je u internoj laboratoriji, „Victoriaoil” a.d, Šid. Vremenske prilike u posmatranim godinama se međusobno razlikuju u pogledu količine padavina, njihovom rasporedu kao i kretanju temperatura u toku vegetacije uljane repice. Detaljni podaci o kretanju temperatura i visini padavina u toku vegetacije analizirane uljane repice prikazani su na slici 1.

Vremenski podaci (slika 1) grupisani su u tri grupe na osnovu dobijenih rezultata sadržaja ulja u semenu uljane repice. Prvu grupu (označeno crno) predstavljaju podaci prosečnih temperatura i padavina za godine (2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013) kada je sadržaj ulja bio manji od 42%. Dok su u drugoj grupi (označeno crveno) prikazani vremenski podaci za godine (2011, 2014, 2015, 2017, 2018) kada se sadržaj ulja kretao od 42% do 44%. U poslednjoj grupi (označeno zeleno) su prikazani vremenski podaci za 2016. godinu kada je više od 44% ulja bilo sadržano u semenu. Rezultati za sadržaj proteina i ulja svedeni su na standardni kvalitet od 9% vlage i 2% primesa. Za određivanje analiziranih parametara korišćene su sledeće metode:

1. Metoda SRPS EN ISO 659:2011 za određivanje sadržaja ulja
2. Metoda SRPS EN ISO 16634-1:2010 za određivanje sadržaja proteina ($N \times 6,25$)
3. Metoda EN ISO EN ISO 665:2008 za određivanje sadržaja vlage

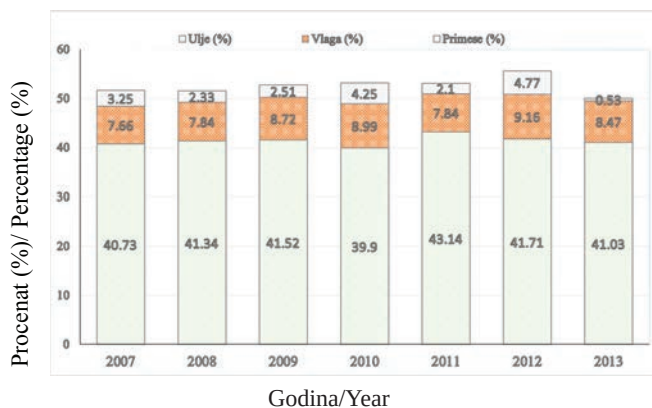
Rezultati su prikazani tabelarno.



Slika 1. Vremenski uslovi (2007-2018)
Figure 1. Weather conditions (2007-2018)

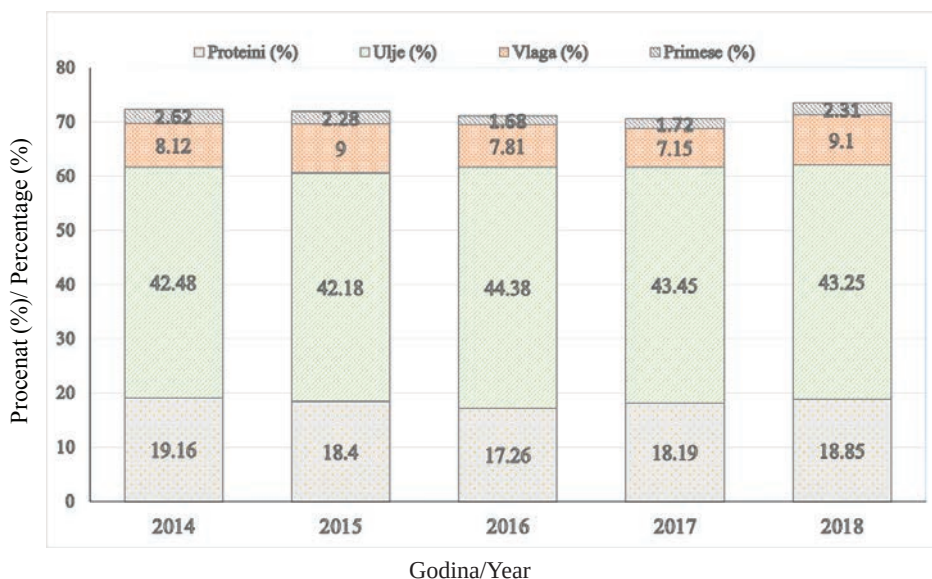
REZULTATI I DISKUSIJA

U radu je analiziran uticaj temperature i padavina na sadržaj ulja i proteina u semenu uljane repice za ispitivani period (2007-2018). Sadržaj ulja, vlage i primesa koji su određeni u uzorcima uljane repice, u okviru prikupljenog materijala za ispitivani period (2008-2013) prikazan je na slici 2. Sadržaj proteina, ulja, vlage i primesa koji su određeni u uzorcima uljane repice, u okviru prikupljenog materijala za ispitivani iod (2014-2018) prikazan je na slici 3.



Slika 2. Rezultati oglada uljane repice za ispitivani period (2007-2013)
Figure 2. The results of experiment on rapeseed for investigated period (2007-2013)

Prema podacima, za ispitivani period (2008-2013) sadržaj ulja, vlage i primesa kretao se u opsegu 39,9-43,14%, 7,84-9,16%, 0,53-4,77% (slika 2). Prosečan sadržaj ispitivanih parametara koji su određivani u uzorcima uljane repice za ispitivani period (2014-2018) kretao se u opsegu 17,26-19,16% za proteine, zatim za ulje u opsegu od 42,18-44,38%, vlaga u opsegu od 7,15-9,10% i primese u opsegu od 1,68-2,62% (Slika 3). Posmatrajući prosečne prinose ulja za ispitivani period (2007-2018) zapažamo veći sadržaj ulja u semenu uljane repice sa nižim prosečnim temperaturama vazduha i nešto većim padavinama u drugoj i trećoj dekadi aprila, u fazi naliivanja semena. Stoga, veći prosečan prinos ulja, ostvaren je 2011. godine i iznosio je 43,14%. Posmatrajući ostvaren prosečan sadržaj ulja i proteina (slika 3), uočava se nešto veći prosečan sadržaj ulja u godinama (2011, 2014, 2015, 2017, 2018) kada je prosečna temperatura bila niža u drugoj dekadi aprila i nešto većim padavinama. Posebno visok sadržaj ulja zabeležen je u 2016. godini i iznosio je 44,38%. U istoj godini u semenu uljane repice utvrđen je niži prosečan sadržaj proteina i iznosio je 17,26%. Prema vremenskim podacima (slika 1), u drugoj i trećoj dekadi aprila u 2016. godini zabeležene su niže prosečne temperature (od 3,5-4,8C) i veće padavine u odnosu na ostale analizirane godine za oko 12 mm. Prosečan sadržaj vlage se kretao u opsegu od 7,15% (2017) do 9,1% (2018), a prosečan sadržaj primesa od 1,68% (2016) do 4,77% (2012).



Slika 3. Rezultati ogleda uljane repice za ispitivani period (2014-2018)
Figure 3. The results of experiment on rapeseed for investigated period (2014-2018)

U proseku za pet godina istraživanja (2014-2018), utvrđeno je povećanje sadržaja ulja u semenu uljane repice za oko 1,5% (od 0,93% do 2,2%) u godinama sa više kiše i nižim temperaturama u fazi naliivanja semena (2014, 2015, 2017, 2018). Posmatrajući

prosečne prinose proteina za isti ispitivani period, utvrđen je veći sadržaj proteina za oko 2% u godinama kada su zabeležene više temperature uz manjak padavina u fazi nalivanja semena i u voštanoj zrelosti uljane repice. Slična zapažanja su zaključili i drugi autori (Hocking i Stapper 2001; Özer 2003; Öztürk 2010).

ZAKLJUČAK

- Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da je sadržaj ulja u semenu uljane repice u velikoj meri pod uticajem padavina kao i temperaturnih fluktuacija u fazi nalivanja semena.
- Produžena reproduktivna faza uz niže temperature i povećane padavine u vreme razvoja pogoduju povećanju sadržaja ulju i smanjenju sadržaja proteina u semenu.
- Vremenski uslovi u 2016. godini bili su najpogodniji za proizvodnju semena sa većim sadržajem ulja (44,38%), dok je 2014. godina bila godina za proizvodnju semena sa većim sadržajem proteina (19,16%) na osnovu dobijenih rezultata.

Zahvalnica

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

LITERATURA

1. Booth, E.J., Gunstone, F.D. (2004). Rapeseed and rapeseed oil: agronomy, production and trade. In: Gunstone, F.D. (Ed.), Rapeseed and Canola Oil. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 1-171.
2. Friedt, W., Snowdon, R. (2009). Oilseed rape. In: Vollmann, J., Rajcan, I. (Eds.), Handbook of Plant Breeding. Oil Crops, vol. 4. Springer-Verlag, New York, pp. 91-126.
3. Gupta, S.K., Pratap, A. (2007). History, origin and evolution. Rapeseed breeding. In: Advances in Botanical Research, vol. 45. Elsevier Ltd, New York, pp. 1-21.
4. Hocking, P.J., Stapper, M. (2001). Effect of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat, and nitrogen fertilizer on Indian mustard. I. Dry matter production, grain yield, and yield components. Aust. J. Agric. Res. 52:623-634.
5. Özer, H. (2003). Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Eur. J. Agron. 19:453-463.
6. Öztürk, Ö. (2010). Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Chilean Journal of Agricultural Research, 70(1), 132-141.
7. Pržulj, N., Dragović, S., Malešević, M., Momčilović, V., Mladenov, N. (1998). Comparative performance of winter and spring malting barleys in semiarid growing conditions. Euphytica, 101(3), 377-382.

SADRŽAJ ULJA I TOKOFEROLA U SEMENU SORTE ULJANOG LANA NS PRIMUS

*Vera Popović¹, Ana Marjanović Jeromela¹, Vladimir Sikora¹, Vojislav Mihailović¹,
Danijela Stojanović², Nada Grahovac¹, Jela Ikanović³, Milica Aćimović¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

²Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede,
Odeljenje za priznavanje sorti, Beograd, Srbija

³Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Srbija, Beograd

IZVOD

Lan je uljarica koja ima veliku primenu u medicini, ishrani ljudi i životinja i drugim granama industrije. Ogled sa sortom lana NS Primus izveden je na parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, u Bačkom Petrovcu, u tri ponavljanja. Sorta NS Primus ostvarila je u proseku visok prinos zrna i ulja. Prosečan sadržaj ulja u zrnu za testirane sorte iznosio je 40,55%. Povoljnija godina za sintezu ulja bila je sušna, 2017. godina. Sadržaj ukupnih tokoferola u ulju sorte NS Primus bio je relativno visok i iznosio je 280,25 mg/L. γ - tokoferol je činio 100 % od ukupno prisutnih tokoferola. Relativno visok sadržaj ukupnih tokoferola doprinosi nutritivnoj vrednosti ispitivanog ulja lana.

Ključne reči: uljani lan, sorta NS Primus, prinos semena, sadržaj ulja i tokoferola

OIL AND TOCOPHEROL CONTENTS IN LINSEED VARIETY NS PRIMUS

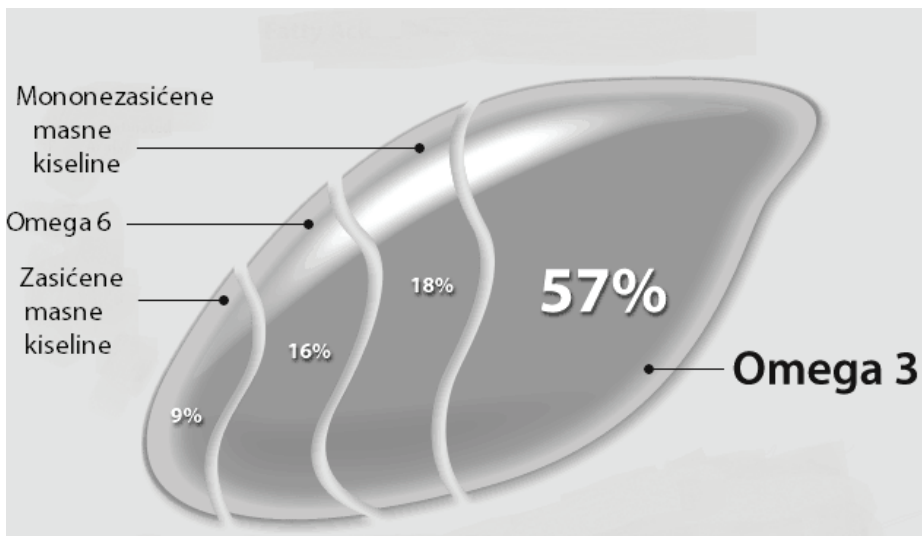
ABSTRACT

Linseed is a oil plant which has great application in medicine, human and animal nutrition and in other branches of industry. Experiment with linseed variety NS Primus was carried out on parcels of the Institute of Field and Vegetable Crops, in Backi Petrovac, in three repetitions. NS Primus variety made an average of high grain and oil yield in average. Average oil content in the seed for tested varieties was 40.55. Favorable year for synthesis of oil it was dry 2017. Total tocopherol content in the oil of the NS Primus variety was being relatively high and was 280.25 mg/L. γ -tocopherol made 100% of total present tocopherol. The relatively high content of total tocopherol contributed to the nutritive value of the examined flax oil.

Key words: Linseed, variety NS Primus, seed yield, oil and tocopherol content

UVOD

Lan (*Linum usitatissimum* L.) se gajio u Indiji pre devet hiljada godina, zbog velikog značaja i primene u medicini. Laneno ulje ima veliku primenu u prehrambenoj i hemijskoj industriji dok laneno seme ima veliki značaj u ishrani ljudi i životinja. Bogato je sa vitaminom E, koji ima snažno antioksidativno dejstvo, neutrališe dejstvo slobodnih radikala, štiti ćelije od oštećenja i sprečava njihovo starenje. Sa ostalim antioksidansima, poput vitamina C i flavonida doprinosi opštem zdravlju i vitalnosti čitavog organizma, ali i prevenciji od nastanka mnogih oboljenja srca, krvnih sudova i malignih bolesti. Vitamin E se javlja u 8 strukturnih oblika: četiri tokoferola (alfa, beta, gama i delta) i četiri tokotrienola (alfa, beta, gama i delta - α , β , γ i δ). Najaktivniji u ljudskom organizmu je u formi α -tokoferola. Pripada grupi liposolubilnih vitamina (rastvorljivih u mastima) i ljudsko telo ga može deponovati, ali ne i samostalno sintetisati. Ima zaštitnu ulogu za sve ostale liposolubilne vitamine. Prisutan je u gotovo svim hranivima biljnog porekla. Od pomenutih jedinjenja u prirodi je daleko najčešći α -tokoferol i poseduje najveću biološku aktivnost (Brigelius-Flohe, 1999). Uloga tokoferola u lanenom semenu je da zaštiti polinezasićene masne kiseline ćelijskog zida od oksidacije. Isto tako, oni održavaju selenijum koji štiti tkivo od oksidativnog oštećenja, u redukovanom obliku, povećavajući mu na taj način antioksidativni potencijal (Čolović, 2014). Najznačajnija funkcija vitamina E, jeste usporavanje oksidacije lipida, što je naročito bitno kada se govori o bioaktivnim lipidima ili hrani (Traber i Atkinson, 2007). Na taj način, tokoferoli utiču na oksidativnu stabilnost lipida, što je dokazano u eksperimentima sa različitim uljima biljnog i životinjskog porekla (Kulås i Ackman, 2001). Dobro je poznato antioksidativno dejstvo α -tokoferola u suncokretovom ulju (Carelli i sar., 2005) sojinom (Steel i sar., 2005), lanenom (Wagner i Elmadfa, 2000), ali i u maslinovom ulju (Nissiotis et Tasioula-Margari, 2002). Sa nutritivnog aspekta lan ima odličan masnokiselinski sastav. Ova uljarica sadrži oko 50 % esencijalne α -linolenske omega-3 masne kiseline (ALA) (Popović i sar., 2017; 2019). Pomenuti visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina čini laneno ulje pogodnom sirovinom za proizvodnju širokog spektra proizvoda (Matheson, 1976; Flax Council of Canada, 2011). Seme lana je jajastog oblika (slika 1), spljošteno i mrke boje i bogat je izvor ulja (oko 40 %) čiji sastav čini oko 70 % nezasićene masne kiseline (Bhatty, 1993; Popović i sar., 2017; 2018; 2019). Osim velike količine ulja, sadrži još i oko 7-9 % vlage, 2,50-4% sirovog pepela, oko 20-30% sirovih proteina i 12-20% sirovih vlakana (Ivanov i sar., 2012a; Popović i sar., 2019).



Slika 1. Masno kiseliniski sastav lanenog ulja (Flax council of Canada, 2008)
Figure 1. Fatty acid composition of linseed oil (Flax council of Canada, 2008)

Zbog odličnog sastava koristi za proizvodnju funkcionalnih hraniva, sa ciljem da povećaju unos esencijalnih masnih kiselina u organizam životinja, i da promene masnokiselinski sastav lipida mesa i drugih animalnih proizvoda. Laneno seme se često dodaje u hranu za životinje (goveda, svinje, živinu i ribe), kao zamena za neku drugu uljaricu, ili njenu sačmu, čime se menja masnokiselinski sastav masne faze mesa i mleka, a preko njega povećava i unos esencijalnih masnih kiselina u ljudski organizam. Dobro je poznato da meso u širem smislu predstavlja bogat izvor masti u ishrani čoveka. U brojnim radovima, potvrđen je pozitivan uticaj lanenog semena na masnokiselinski sastav mesa gajenih životinja. Ono pre svega 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 % na suhu materiju (s.m.). Prema tome, 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 et Anderson, 1999). Kada se dodaje u hranu mlečnim kravama u količinama do 8 % (s.m.), nisu zabeležene promene u prinosu mleka, kao ni u količini utrošene hrane (Ward i sar., 2002). Autori navode da prekomerne količine lanenog semena u ishrani mlečnih krava menjaju hemijski sastav mleka, smanjujući mu sadržaj proteina. Utvrđeno je takođe da seme koje je tretirano nekim postupkom (tostiranjem, ekstrudiranjem, i sl.) pokazuje veću efikasnost u pogledu prinosa mesa, nego netretirano seme (Maddock i sar., 2004). Lan pokazuje blagotvorno dejstvo na zdravlje hranjenih goveda. U ispitivanjima na tek odbijenoj teladi, zapažen je smanjen

broj mladunčadi zaraženih respiratornim oboljenjima (Drouillard i sar., 2002), u grupi kojoj je dodavan lan u hranu, takođe je potvrđen i poboljšan imunitet kod volova (Farren i sar., 2002). Primena lanenog semena u količinama do 10-15 % ne pokazuje negativan uticaj na prinos mesa, kao ni na njegov senzorni kvalitet, uz istovremeno poboljšanje sastava masnih kiselina lipida mesa. Naučno je dokazano blagotvorno dejstvo po zdravlje ljudi i životinja, jer poseduje fitoestrogene koji pozitivno utiču na produktivnost krmača i zdravlje novorođene prasadi (Newkirk, 2008), zato se laneno seme često dodaje u hranu (Čolović, 2014; Glamočlija i sar., 2015).

Laneno ulje spada u grupu "dobro sušivih ulja" zbog veoma visokog jednog broja (168 - 204 g/ 100 g). Kada je sirovo, ima tamno žutu boju i jak, specifičan miris i ukus (Dimić, 2005). Laneno ulje je dobro poznato kao jedno od najnezasićenijih biljnih ulja sa izuzetno visokim sadržajem ALA, čiji je udeo u ukupnim masnim kiselinama više od 50 % (Gunstone, 2001). ALA je prekursor eikosapentaenske (EPA) i dokosaheksaenske kiseline (DHA), omega-3 polinezasićene masne kiseline, odgovorne za pravilan razvoj mozga kod dece, otpornost na različite alergije, autoimune bolesti, kardiovaskularne probleme i upalne procese (Sierra i sar., 2008). U prilog kvalitetu lanenog ulja ide i činjenica da je 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. Poznato je da inhibira pokretače zapaljenskih procesa u organizmu, čak i kada se koristi u pripremi hrane u domaćinstvu. Stoga se može upotrebljavati u razvoju novih anti-inflamatornih terapija, sa ili bez dodatka lekova, naročito u slučajevima lečenja specifičnih grupa bolesnika (Oomah, 2001).

S obzirom na izuzetno važna vitaminska i antioksidativna svojstva tokoferola, poznavanje njihovog sadržaja u ulju lana je od izuzetne važnosti. Zaštitna svojstva tokoferola kada je u pitanju oksidacija nezasićenih masnih kiselina, podjednako je značajna kako „in vivo“ u biološkim sistemima, tako i „in vitro“ pri čuvanju ili korišćenju ulja (Shahidi i Zhong, 2005). Vitamin E je relativno otporan na toplotu i prema kiselinama, a neotporan je prema alkalijama, ultraljubičastoj svetlosti i kiseoniku. U anaerobnim uslovima se ne razlaže ni pri zagrevanju do 200 °C. Nedostatak vitamina E u hrani za životinje manifestuje se na različite načine. Avitaminoze se najčešće javljaju kod svinja i živine, ispoljavaju se u vidu nekroze jetre, gubitka dlake, odnosno perja, degeneracije embriona, smanjene nosivosti, itd. Dodatkom sintetičkog vitamina E, pojava ovih bolesti se uspešno sprečava (Kolarski, 1995). Zbog velikog značaja lana cilj ove studije bila je da se ispita sadržaj ulja i tokoferola u semenu novostvorene sorte lana NS Primus.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovoj studiji testirana je sorta lana NS Primus na oglednim parcelama Instituta za ratarsvo i povrtarstvo u Bačkom Petrovcu, 2016. i 2017. godine. Ogled je izveden u tri ponavljanja na černozemu, sa dobrim fizičkim i hemijskim osobinama. Setva je

obavljena u optimalnom roku krajem aprila meseca. Tokom izvođenja ogleda primenjena je optimalna tehnologija gajenja. Setva je obavljena na dubini od 2 cm. Za setvu je upotrebljeno 50 kg ha⁻¹ semena. Žetva je obavljena kada su biljke lana bile u tehnološkoj zrelosti. Analizirani su sledeći parametri: prinos semena (kg ha⁻¹), sadržaj ulja (%) i tokoferola (mg/ L ulja) i prinos ulja (kg ha⁻¹). Za statističku obradu podataka upotrebljen je program Statistica, version 12. Dobijeni podaci prikazani grafički i tabelarno.

Seme je pre analiza osušeno na sobnoj temperaturi. Do momenta ispitivanja i izdvajanja ulja, seme je čuvano u zatvorenim papirnim kesama pri temperaturi od 4°C, u mraku. Hladno presovano ulje iz semena lana je dobijeno na ručnoj, pužnoj presi (Sirio, Mikodental 10 tons snaga, cc 400 bars). Izdvojeno ulje je do momenta analize čuvano u zamrzivaču na temperaturi od -40°C. Uzorak ulja od 300μl svakog ispitivanog uzorka odpipetiran je mikropipetom u normalni sud od 2ml koji je dopunjen do crte sa *n*-heksanom. Alikvot od 1 ml rastvora iz normalnog suda je profiltriran kroz filter od regenerisane celuloze (0.22 μm, Machery Nagl) u vial za dalju analizu. Pripremljeni uzorci ulja analizirani su normalno faznom tečnom hromatografijom sa fluorescentnim detektorom. Alikvot od 20 μl svakog uzorka injektovano je na Nucleosil 100-5 NH₂ kolonu (25 cm x 4.6 mm, particle size 5 μm, pore size 100 Å, Machery Nagl). Za razdvajanje pojedinih oblika tokoferola korišćena je mobilna faza smeša *n*-eksan: etil-cetat (70:30, v/v) sa protokom od 1 ml/min u izokratskom modu eluiranja. Kolona je bila termostatisana na 30 °C. Eluent je praćen uz fluorescentni detektor sa talasnom dužinom ekscitacije od 280 nm i talasnom dužinom emisije od 322 nm. Pojedinačni oblici tokoferola identifikovani su uporedbom njihovih retencionih vremena sa referentnim vremenom analiziranih analitičkog standarda (Supelco). Referentni standard koji je korišćen (Supelco Cat. No. 4-7783; 46401-U; 4-7784; 4-7785) sadržao je četiri različita oblika tokoferola (α -, β -, γ -, δ -tocopherol). Hromatogrami ispitivanih uzoraka ulja, dobijeni tečnom hromatografijom analizirani su uz pomoć Clarity Chromatography Station programa (DataApex, Prague, Czech Republic).

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabelama 1 i 2 prikazani su agroekološki uslovi u 2016. i 2017. godini. Prosečne vegetacione temperature u 2017. godini iznosile su 20,6°C i bile su veće za 1°C u odnosu na 2016. godinu (19,6°C), odnosno bile su veće, u odnosu na referentno razdoblje, 1987-2016., za 1,7°C, tabela 1.

Ukupne vegetacione padavine u 2016. godini iznosile su 364,8 mm i bile su u suficitu za 50,4 mm u odnosu na referentno razdoblje, 1987-2016., dok su ukupne padavine u 2016. godinu (163,5 mm), bile u deficitu u odnosu na referentno razdoblje, 1987-2016., za 150,9 mm, tabela 2. Pored nedovoljne količine padavina u vegetacionom periodu lana u 2017., bio je nepovoljan i raspored padavina u vremenu. Početkom aprila 2017. godine zabeležene su optimalne temperature, ali u drugoj i trećoj dekadi aprila, kada je lan posejan, došlo je do pada temperatura. Krajem aprila zabeležena je pojava mraza, što je usporilo klijanje i nicanje biljaka lana, Tab. 2.

Tabela 1. Srednje dnevne temperature vazduha (°C), 2016. i 2017., i odstupanja od višegodišnjih proseka, 1987-2016., Bački Petrovac
Table 1. Average daily air temperature (°C), 2016 and 2017, and deviations from multi-year average, 1987-2016, Bački Petrovac

Parametar Parameter	Temperatura, 2016 (°C) Temperature, 2016 (°C)			Temperatura, 2017 (°C) Temperature, 2017 (°C)		
Mesec	sdT 2016.	1987- 2016.	ΔsdT	sdT 2017.	1987- 2016.	ΔsdT
IV	14,3	12,0	2,3	11,7	12,0	-0,3
V	17,2	17,1	0,1	18,4	17,1	1,3
VI	22,2	20,8	1,4	23,5	20,8	2,7
VII	23,2	22,5	0,7	24,5	22,5	2,0
VIII	21,2	21,9	-0,7	25,1	21,9	3,2
Prosek	19,6	18,9	0,7	20,6	18,9	1,7

sdT - srednje dnevne temperature vazduha; ΔsdT - odstupanje srednjih dnevnih temperatura vazduha (°C) od višegodišnjeg proseka.

Tabela 2. Suma mesečnih padavina (mm) u 2016 i 2017. i odstupanja od višegodišnjih proseka, 1987-2016., Bački Petrovac
Table 2. Sum of monthly precipitation (mm) in 2016 and 2017 and deviations from multi-annual averages, 1987-2016, Bački Petrovac

Parametar Parameter	Padavine, 2016 (mm) Precipitation, 2016 (mm)			Padavine, 2017 (mm) Precipitation, 2017 (mm)		
Mesec	ΣP 2016.	1987-2016.	ΔΣP	ΣP 2017.	1987-2016.	ΔΣP
IV	47,5	46,5	1,0	48,6	46,5	2,1
V	86,6	69,6	17,0	50,2	69,6	-19,4
VI	110,9	81,1	29,8	14,5	81,1	-66,6
VII	75,0	66,5	8,5	22,1	66,5	-44,4
VIII	44,8	50,7	-5,9	28,1	50,7	-22,6
Ukupno	364,8	314,4	50,4	163,5	314,4	-150,9

ΣP - suma mesečnih padavina (mm); (2016 i 2017; 1987-2016.)

ΔΣP - odstupanje sume padavina (mm) od proseka 1987-2016.

U tabeli 3 prikazani su parametri produktivnosti uljanog lana, sorte NS Primus. Na osnovu rezultata istraživanja evidentno je da sorta NS Primus ima visok potencijal za prinos semena i povoljan hemijski sastav semena. Prosečan prinos semena 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, tabela 3, slika 1a i 1b.

Tabela 3. Parametri produktivnosti uljanog lana, sorte NS Primus
Table 3. Productivity parameters of linseed, variety NS Primus

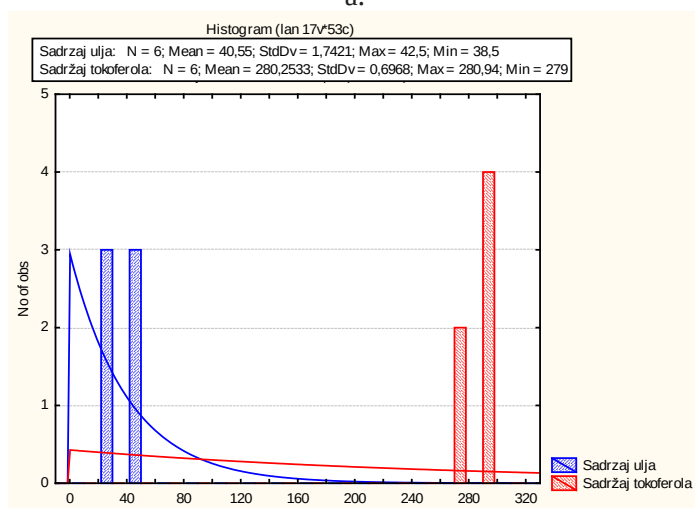
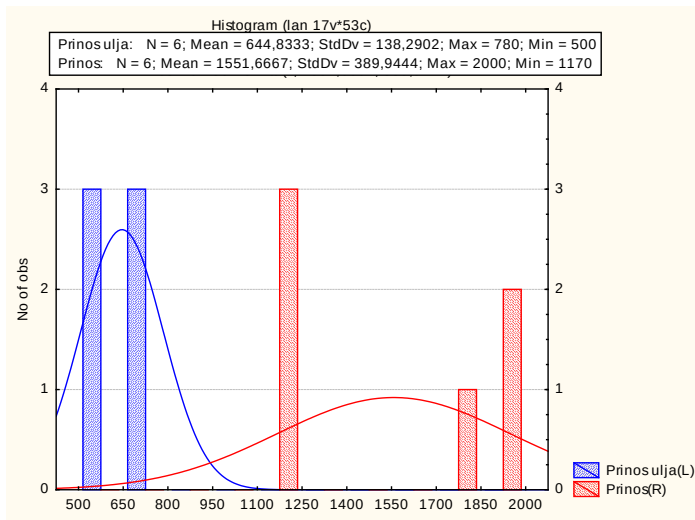
Parametar/Parameter	$\bar{X}$	Min	Max	Std. dev.
Prinos semena, kg ha ⁻¹ Seed yield, kg ha ⁻¹	1551,0	1170,0	2000,0	389,94
Prinos ulja, kg ha ⁻¹ Oil yield, kg ha ⁻¹	644,83	500,01	780,00	138,29
Sadržaj ulja, % Oil content, %	40,55	38,50	42,50	1,74
Gama Tokoferol, mg/L Gamma Tocopherol, mg/L	280,25	279,05	280,94	0,69

Parametri Parameters		Prinos semena Seed yield	Prinos ulja Oil yield	γ Tokoferol γ Tocopherol	Sadržaj ulja Oil content
LSD	0,05	153,17	45,62	1,34	0,99
	0,01	254,04	75,67	1,88	1,64

Agroekološki faktori su imali značajan uticaj na sintezu ulja u semenu uljanog lana. U 2016. godini ostareni su statistički značajno veći prinos zrna i prinos ulja u odnosu na 2017. godinu. Prosečan sadržaj ulja za ispitivani period iznosio je 40,55%. Povoljnija godina za sintezu ulja bila je sušna, 2017. godina.

Sadržaj ukupnih tokoferola u ulju sorte NS Primus iznosio je 280,25 mg/L. γ – tokoferol je činio 100 % ukupno prisutnih tokoferola, tabela 3, slika 2. Sadržaj tokoferola u uljima poreklom iz drugih biljnih vrsta: iz jezgra pistaća, badema, lešnika, oraha i kikirikija iznosio 530, 250, 455, 249 i 48 mg/kg, redom (Arranz i sar., 2008). Kada uporedimo dobijene rezultate za sadržaj tokoferola u ulju lana sa rezultatima predhodnih istraživanja može se konstatovati relativno visok sadržaj tokoferola u ispitivanim uzorcima ulja. Relativno visok sadržaj ukupnih tokoferola doprinosi nutritivnoj vrednosti ispitivanog ulja lana.

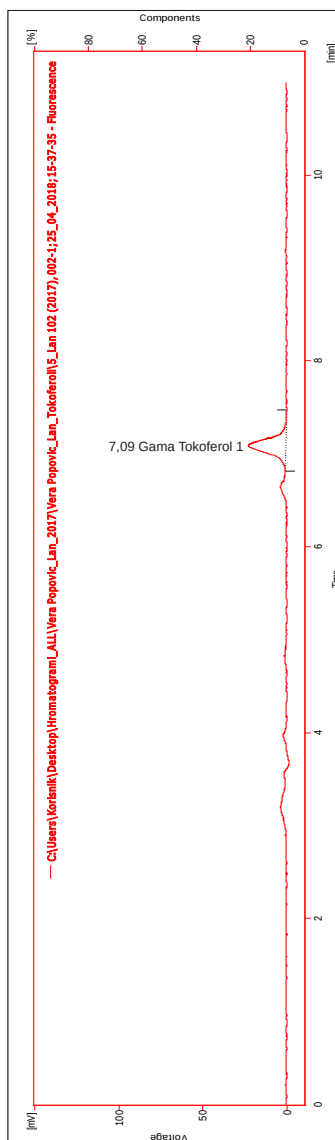
Ukupan sadržaj tokoferola iz devet različitih sorti lana gajenih na trinaest lokaliteta širom sveta iznosio je između 4 i 5 mg/g ulja, a razlike u sadržaju pripisane su prvenstveno lokalitetu uzgajanja (Čolović, 2014). Autor navodi da je u deset istraživanih genotipova bio najzastupljeniji γ - tokoferol koji je činio preko 80% ukupno prisutnih tokoferola. Ljuska semena imala je oko 26 % tokoferola semena. Odnos α , γ i δ – tokoferola u ljusci semena iznosio je 17:61:22, dok je u jezgru taj odnos bio 1:94:5.



Slika 1. Prinos semena i prinos ulja, a, i sadržaj ulja i gama tokoferola, b.
Figure 1. Seed yield and oil yield, a, and oil content and gama tocopherol, b.

Takođe je uvrđeno i prisutvo jedinjenja plastohromanol - 8 (18-26 mg/100 g lanenog ulja), koji poseduje dvostruko veće antioksidativno dejstvo od α – tokoferola (Oomah i Mazza, 2000). 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 4. Masnokiselinski sastav ulja u lanenom semenu zavisi od uslova u kojima je biljka gajena, što se naročito odnosi

na sastav nezasićenih masnih kiselina. Rani i kasni mrazevi, previsoke temperature i suša imaju odlučujući uticaj na kvalitet semena. Ukoliko je zrno nedozrelo i oštećeno mrazom, imaće značajno niži sadržaj ulja, tamnije boje. Oštećena zrna pokazuju veći sadržaj palmitinske, linolne i ALA, a manji sadržaj oleinske kiseline od zdravih i celih zrna (Sediqi, 2012).



Slika 2. Reprezentativni hromatogram tokoferola u dobijenom eluatu uz njihovo eluiranje sa smešom rastvarača *n*-eksan:etil-ecetat (70:30, v/v).
Figure 2. Representative chromatogram of tocopherol in the eluate obtained with their elution with a solvent mixture *n*-eksan: ethyl acetate (70:30, v/v).

Tabela 4. Masnokiselinski sastav ulja (%) ekstrahovanog iz lanenog semena i suncokretove sačme

Table 4. Fatty acid composition of oil (%) extracted from linseed (flax seed) and sunflowers meal

Parametar Parameter	C14:0 Miristinska	C16:0 Palmitinska	C16:1 Palmitoleinska	C18:0 Stearinska	C18:1 Oeinska	C18:2 Linolna	C18:3 α -linolenska	SFA	MUFA	PUFA	PUFA / SFA
Laneno seme Linseed	0,04	5,30	0,08	4,31	23,02	16,94	54,31	9,65	23,1	67,3	6,97
Suncokretova sačma/ Sunflower meal	0,20	5,98	0,40	4,28	25,7	63,2	0,3	10,6	26,1	63,5	5,96

Izvor: Čolović, 2015
SFA - zasićene MK, MUFA - mononezasićene MK, PUFA - polinezasićene MK

Ako se posmatra mineralni sastav, seme lana je bogato kalijumom (7006 mg/kg) i magnezijumom (1832,98 mg/kg) dok hemijski i mineralni sastav lanenog semena čine: proteini 22,52%, pepeo 3,79%, sirova vlakna 6,55%, ulje 37,62%, 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). Pored visokog sadržaja ulja, laneno seme sadrži i znatnu količinu proteina - 22,52%, što je više nego kod semena suncokreta i uljane repice (Sauvant i sar., 2000). Takođe, sadrži manje sirovih vlakana (6,55%) od ove dve uljarice. Autor navodi da je masnokiselinski sastav lanenog semena izuzetno 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. Smatra se da je savremena ljudska ishrana 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). Bhatti i Cherdkiatgumchai (1990) čak smatraju da je unos od 100 g lanenog semena dnevno, dovoljan da čovekov organizam zadovolji svoje potrebe za ovim mineralima.

Zbog specifičnog masnokiselinskog sastava i visoke nezasićenosti, ulje lana je veoma osetljivo na oksidaciju i polimerizaciju (Gunstone, 2001). U svrhu zaštite od hemijskih promena, u hranu koja sadrži laneno seme, bilo da je u pitanju ljudska, ili životinjska, dodaju se i različita polifenolna jedinjenja i biljni ekstrakti koji pokazuju antioksidativno dejstvo. Michotte i sar. (2011) je ispitivao mogućnost stabilizacije lanenog ulja dodatkom četiri fenolne komponente: miricetina, katehina, genisteina i kafeinske kiseline. Poznato da se u istu svrhu koriste vitamin E, ekstrakti ruzmarina, grožđa, citrusa i kadifce (Gobert i sar., 2009), kao i askorbil palmitat, limunska kiselina, etoksil glikol i smeše pomenutih jedinjenja (Rudnik i sar., 2001). Ceđenjem

ulja, menja se nutritivni sastav proizvedenog ekstrudata lanenog semena (Ivanov i sar., 2012b). Da bi se pomenuti problem prevazišao, uljaricama se često dodaje sirovina, proteinska komponenta, koja pokazuje dobru sposobnost adsorpcije ulja. Poznati su primeri ko-ekstruzije lanenog semena sa sirovinama bogatim proteinima, kao dodatna komponenta uglavnom se koristi grašak (Htoo i sar., 2008).

Korelacije ispitivanih parametara

Korelacije ispitivanih osobina su prikazane u tabeli 5. Jaka pozitivna korelacija je utvrđena je između prinosa zrna i prinosa ulja ($r = 0.98^{**}$), između prinosa zrna i padavina ($r = 0.98^{**}$) i prinosa ulja i padavina ($r = 0.99^{**}$).

Tabela 5. Korelacije ispitivanih parametara
Table 5. Correlations of tested parameters

Parametar Parameters	Prinos semena- PS Seed yield	Prinos ulja-PU Oil yield	Temperatura Temperature	Padavine Precipitation
PS - Prinos Seed yield	1,00	0,98**	-0,93**	0,98**
PU - Oil yield	0,98**	1,00	-0,91**	0,99**
** significant at 0.01				

Prinos semena i prinos ulja bili su u jakoj negativnoj korelaciji sa temperaturama ($r=-0.94^{**}$). Sto je u saglasnosti sa istraživanjima Popović i sar., 2019. Autori navode da je prinos proteina i prinos ulja lana bio u jakoj negativnoj korelaciji sa temperaturama ($r=0.99^{**}$).

ZAKLJUČAK

- Sorta NS Primus poseduje visok prinos i dobar tehnološki kvalitet zrna.
- Agro-ekološki faktori su imali značajan uticaj na sintezu ulja u semenu uljanog lana. Povoljnija godina za prinos semena i ulja bila je 2016. a za sintezu ulja, sušna, 2017. godina.
- Sadržaj ukupnih tokoferola u ulju sorte NS Primus bio je relativno visok i iznosio je 280,25 mg/kg. γ - tokoferol je činio 100% ukupno prisutnih tokoferola u semenu sorte NS Primus.
- Relativno visok sadržaj ukupnih tokoferola doprinosi nutritivnoj vrednosti ispitivanog ulja lana.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekata TR 31025 i TR 31078 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije; i bilateralnog projekta: Alternativna žita i uljarice kao izvor zdravstveno bezbedne hrane i važna sirovina za proizvodnju biogoriva (Srbija-Crna Gora: 2019-2020).

LITERATURA

1. Arranz, S., Cert, R., Pérez-Jiménez, J., Cert, A., & Saura-Calixto, F. (2008). Comparison between free radical scavenging capacity and oxidative stability of nut oils. *Food Chemistry*, 110(4), 985-990.
2. Bhatti R.S. (1993). Further compositional analyses of flax-mucilage, trypsininhibitors and hydrocyanic acid. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 70, 899 - 904.
3. Brigelius-Flohe, R.(1999): Vitamin E:function and metabolism, *FASEB*13(10), 1145-1155.
4. Carelli, A., Franco, I., Crapiste,G. (2005). Effectiveness of added natural antioxidants in sunflower oil. *Grasas y Aceites* 56 (4), 303-310.
5. 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.
6. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
7. Drouillard, J. S., M. A. Seyfert, E. J. Good, E. R. Loe, B. Depenbusch, R. Daubert (2002). Flaxseed for finishing beef cattle: Effects on animal performance, carcass quality and meat composition. *Proc. 60th Flax Institute*, March, 17-19.
8. FAO (2008). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation, Geneva, November 10-14, 2008.
9. Farren, T. B., J. S. Drouillard, D. A. Blasi, H. J. LaBrune, S. P., Montgomery, J. J. Sindt, C. M. Coetzer, R. D. Hunter, J. J. Higgins. (2002). Evaluation of performance in receiving heifers fed different sources of dietary lipid. Pages 1-4 in *Proc. 2002 Cattlemen's Day*, Kansas State University, Manhattan.
10. Flax Council of Canada (2008). www.flaxcouncil.ca.
11. Glamočlija, Đ., S. Janković, V. Popović, V. Filipović, V. Ugrenović, Kuzevski J. (2015). Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. Monografija, Beograd.
12. Gobert, M., Martin, B., Ferlay, A., Chilliard, Y., Graulet, B., Pradel, P., Bauchart, D., Durand, D. (2009). Plant polyphenols associated with vitamin E can reduce plasma lipoperoxidation in dairy cows given n-3 polyunsaturated fatty acids. *J. of Dairy Science*, 92 (12), 6095-6104.
13. 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.
14. Gunstone, F. (2001). Oilseed crops with modified fatty acid composition. *Journal of Oleo Science* 50 (5), 269- 279.

15. Htoo, J. K., Meng, X., Patience, J.F., Dugan, M.E.R., Zijlstra, R.T. (2008). Effects of co-extrusion of flaxseed and field pea on the digestibility of energy, ether extract, fatty acids, protein, and amino acids in grower–finisher pigs. *J. of Animal Science*, 86(11), 2942-2951.
16. Ivanov, D., Čolović, R., Vukmirović, Đ., Lević, J., Kokić, B., Lević, Lj., Đuragić, O. (2012b). Influence of process parameters on temperature profile and nitrogen solubility index of linseed co-extrudate. 1st International Symposium on Animal Science, Belgrade: 8-10. October, 2012, 511-515. b
17. Ivanov, D., Kokić, B., Brlek, T., Čolović, R., Vukmirović, Đ., Lević, J., Sredanović, S. (2012a). Effect of microwave heating on content of cyanogenic glycosides in linseed. *Ratarstvo i povrtarstvo* 49, 63-68.
18. Kolarski, D. (1995): *Osnovi ishrane domaćih životinja*. Naučna knjiga, Beograd,
19. Kulås E, Ackman RG. (2001): Different tocopherols and the relationship between two methods for determination of primary oxidation products in fish oil. *J. Agric. Food Chem.* 49(4), 1724-1729.
20. Lardy, G. P. and V. L. Anderson. (1999). Alternative feeds for ruminants. North Dakota State University Extension Service Bulletin AS-1182.
21. Maddock, T. D., M. L. Bauer, K. Koch, V. L. Anderson, R. J. Maddock, G. P. Lardy (2004). The effect of processing flax in beef feedlot rations on performance, carcass characteristics and trained sensory panel ratings. *Proc. 60th Flax Institute*, March 17-19, Fargo, N.D. pp 118-123.
22. Matheson, E.M. (1976). Linseed. In: *Vegetable Oil Seed Crops in Australia*. Ed. Matheson, E.M., Holt, Rinehart and Winston, Sydney, Australia, 111 - 121.
23. Newkirk, R. (2008). *Flax feed industry guide*. Flax Canada 2015, Winnipeg, Manitoba, Canada.
24. Nissiotis, M., Tasioula-Margari, M. (2002). Changes in antioxidant concentration of virgin olive oil during thermal oxidation. *Food Chemistry*, 77 371-376.
25. Oomah D. (2001). Flaxseed as a functional food source. *Journal of the science of food and agriculture* 81, 889 - 894.
26. Oomah, D., Mazza, G. (2000). Bioactive components of flaxseed: Occurrence and health benefits. In: *Phytochemicals and Phytopharmaceuticals*, Eds. Shahidi F., Ho C.-T., AOCS Press USA, 106-121.
27. Popović V., Marjanović Jeromela A., Jovovic Z., Jankovic S., Filipović V., Kolarić Lj., Ugrenović V., Šarčević-Todosijević 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.
28. 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.
29. 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.

30. Rudnik, E., Szczucinska, A., Gwardiak, H., Szulc, A., and Winiarska, A. (2001). Comparative studies of oxidative stability of linseed oil. *Thermo. Acta* 370, 135 – 140.
31. Sauvant, D., Perez, J.M., Tran, G. (2000). Tables of composition and nutritive value of feed. INRA Edition Versailles, Clermont-Ferrand, France. 177) Schaaf Technologie GmbH: Basic Extrusion, 1995.
32. 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.
33. Scollan, N., Dhanoa, M.S., Choi, N.J., Maeng, W.J., Enser, M., Wood, J.D. (2001). Biohydrogenation and digestion of long chain fatty acids in steers fed on different sources of lipid. *J. Agric. Sci.* 136, 345–55.
34. Sediqi, M.N. (2012). Adaptability of Oilseed Species at High Altitudes of Colorado and Technology Transfer to Afghanistan. MSc Thesis, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
35. Shahidi, F., Zhong, Y. (2005). Antioxidants: regulatory status. *Bailey's industrial oil and fat products*, 1, 491-512.
36. 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.
37. Steel, C. J., Dobarganes, M. C., Barrera-Arellano, D. (2005). The influence of natural tocopherols during thermal oxidation of refined and partially hydrogenated soybean oils. *Grasas y Aceites* 56 (1), 46-52.
38. Traber, M., Atkinson, J. (2007): Vitamin E, antioxidant and nothing more. *Free Radical Biology & Medicine* 43, 4-15.
39. Wagner, K.-H., Elmadfa, I. (2000). Effects of tocopherols and their mixtures on the oxidative stability of olive oil and linseed oil under heating. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 102 (10), 624-629.
40. Ward, A.T., Wittenberg K.M., Przybylski R. (2002). Bovine Milk Fatty Acid Profiles Produced by Feeding Diets Containing Solin, Flax and Canola. *J. Dairy Sci.* 85, 1191-1196.

EFEKAT ĐUBRENJA NA SADRŽAJ SKROBA, PROTEINA I ULJA U ZRNU KUKURUZA

Ivica Đalović, Goran Bekavac

Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

Velika genetička varijabilnost različitih svojstava zrna kukuruza omogućava da se procesom oplemenjivanja menja kompozicija zrna u pogledu količine i kvaliteta pojedinih komponenti. Pобољшanje hranljive vrednosti kukuruza predstavlja jedan od glavnih ciljeva savremenih programa oplemenjivanja. Svojstva kvaliteta zrna koja određuju upotrebnu vrednost kukuruza u značajnom stepenu zavise od genetičke strukture odnosno genotipa. Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrde genotipske razlike u sadržaju skroba, proteina i ulja kod NS hibrida kukuruza u zavisnosti od sistema đubrenja. Posmatrano u celini, ispoljene su značajne razlike u pogledu sadržaja skroba, proteina i ulja u zrnu kukuruza u zavisnosti od sistema đubrenja i gajenog hibrida.

Ključne reči: kukuruz, sistemi đubrenja, genotip, kvalitet zrna.

EFFECT OF FERTILIZATION ON STARCH, PROTEIN AND OIL CONTENT IN MAIZE GRAIN

ABSTRACT

Genetic variability of different physical properties of maize kernel enables possibilities of changes in the quantity and quality of certain grain components in breeding programs. Improving the nutritional value of maize kernel is one of the main goals of modern breeding programs. Grain characteristics and composition depend on the genetic structure and genotype and determines the quality, nutritional value and the usage of maize kernel. The aim of this study was to determine the genotypic differences in the content of starch, protein and oil in NS maize hybrids depending on fertilization systems. The results show significant differences in the tested parameters depending on the system of fertilization and cultivated hybrid.

Key words: maize, fertilization, genotype, grain quality.

UVOD

Stalni zadatak oplemenjivača kukuruza je povećanje prinosa i stabilnosti prinosa u različitim agroekološkim uslovima, kao i poboljšanje kvaliteta i nutritivne vrednosti zrna. Globalna predviđanja ukazuju da će do 2025. godine kukuruz postati usev sa najvećom proizvodnjom, kao i da će se u zemljama u razvoju do 2050. god., potreba za ovom kulturom udvostručiti (Đalović, 2014).

Kao visoko prinosa ugljenohidratna biljna vrsta, kukuruz je veoma kompetetivan u odnosu na ostala žita. Kukuruzno zrno sadrži u proseku oko 70% skroba, 9,5% proteina, 4,3% ulja, 1,4% pepela i 2,6% šećera (Watson, 2003). Skrob se sastoji od dva glukozna polimera – amilaze (21%) i amilopektina (79%). Ova dva polimera imaju različite fizičke karakteristike i oplemenjivanje za određena svojstva skroba uključuju promenu njihovih relativnih proporcija (Hannah, 2007).

Proteini kukuruza imaju relativno malu hranljivu vrednost zbog niskog sadržaja esencijalnih aminokiselina lizina, triptofana i metionina (Gernah i sar., 2011). Sadržaj proteina, kao i njihov sastav su glavne determinante nutritivne vrednosti zrna. Povećanje sadržaja proteina u zrnu dovodi do povećanja tehnološkog kvaliteta zrna. Povećanje doze primenjenog azota dovodi do povećanja koncentracije proteina u zrnu (Ames i sar., 2003). Povećanje sadržaja proteina u zrnu nastaje ili usled povećanog kapaciteta zrna za akumulaciju azota ili putem povećanja količine azota dostupnog zrnu (Triboï i Triboï-Blondel, 2002).

Svojstva kvaliteta zrna koja određuju upotrebnu vrednost kukuruza u značajnom stepenu zavise od genetičke strukture odnosno genotipa. Novija istraživanja hemijskih, biohemijskih, fizičkih, nutritivnih i tehnoloških osobina zrna ukazuju da većina proučavanih svojstava varira u zavisnosti od genotipa, ali i da nema idealnog genotipa za sve upotrebe (Pollak i Scott, 2005).

Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrde genotipske razlike u sadržaju skroba, proteina i ulja kod NS hibrida kukuruza u zavisnosti od sistema đubrenja.

MATERIJAL I METODE RADA

Eksperiment je sproveden u dvogodišnjem periodu na oglednim poljima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Odeljenja za kukuruz na Rimskim Šančevima na zemljištu tipa černoze, podtip černoze na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet slabokarbonatan. Ogled je postavljen po planu randomiziranog blok sistema u četiri ponavljanja. Površina elementarne parcele je iznosila 28.0 m² (10 × 2.8 m), odnosno ukupna površina eksperimenta 3584.00 m². Istraživanjima su bili obuhvaćeni sledeći faktori:

A. Sistemi đubrenja:

- T_1 : Kontrola – $P_{60} K_{60}$ const.
 T_2 : $P_{60} K_{60}$ const. + N_{min} proleće
 T_3 : $P_{60} K_{60}$ const. + N_{40} jesen + N_{min} proleće
 T_4 : $P_{60} K_{60}$ const. + N_{60} proleće
 T_5 : $P_{60} K_{60}$ const. + N_{100} proleće
 T_6 : $P_{60} K_{60}$ const. + N_{40} jesen + N_{60} proleće + Zn
 T_7 : $P_{60} K_{60}$ const. + N_{40} jesen + N_{80} proleće + Zn
 T_8 : $P_{60} K_{60}$ const. + N_{160} proleće + Zn

Količine mineralnih hraniva koje su primenjene u eksperimentu (brojevi u indeksu) odnose se na količine čistih hraniva po jedinici površine (ha^{-1}). Na varijanti oglada T_2 , N_{min} predstavlja potrebnu količinu N izračunatu na osnovu sadržaja mineralnog azota u zemljištu u vreme setve u sloju 0–120 cm po metodi *Scharpft-a* i *Werhmann-a* (N_{min} metoda). Celokupna količina azota određena na osnovu N_{min} metode primenjena je neposredno pred setvu. Cink je primenjen u obliku cink sulfata ($ZnSO_4$), folijarno četvrte i šeste nedelje nakon setve: na varijanti T_6 $0,5\ kg\ ha^{-1}$, T_7 $1,0\ kg\ ha^{-1}$ i T_8 $1,5\ kg\ ha^{-1}$.

B. Hibridi kukuruza: NS 4023; NS 640; NS 6010; NS 6030.

Nakon berbe sa svake elementarne parcele uzeti su klipovi kukuruza od kojih je formiran uzorak za određivanje sadržaja skroba, proteina i ulja u zrnju. Ukupan sadržaj N u zrnju kukuruza određen je u akreditovanoj laboratoriji Instituta po AOAC Official Method 972.43:2000 metodologiji. Ukupni proteini određeni su indirektnom metodom preko sadržaja azota, sadržaj ulja metodom po *Soxhlet-u*, dok je sadržaj skroba određen metodom po *Ewers-u*.

Statistička obrada podataka

U cilju analize podataka izvršeno je kombinovanje rezultata oglada iz pojedinačnih godina istraživanja. Kao osnovni model za analizu podataka upotrebljen je plan podeljenih potparcela (Gomez i Gomez, 1984), gde su testirani glavni efekti faktora (godina, sistem đubrenja i hibrid). Razlike između nivoa faktora testirane su primenom *Takejevog* testa (Montgomery, 2009).

REZULTATI I DISKUSIJA

Proučavanja tehnološke i upotrebne vrednosti kvaliteta zrna kukuruza dobijaju poslednjih godina sve veći značaj u vodećim istraživačkim centrima u svetu. S obzirom da kvalitet kukuruza ima i različito značenje za različite namene i potrošače, njegovo optimalno iskorišćavanje podrazumeva usaglašavanje karakteristika zrna sa zahtevima svake pojedinačne upotrebe (Vasal, 2001; Radosavljević i sar., 2010).

Skrob je glavni ugljenohidratni i hemijski konstituent zrna kukuruza i glavni izvor energije. Između proučavanih godina nije bilo značajnih razlika u sadržaju skroba.

Tabela 1. Sadržaj skroba (%), proteina (%) i ulja (%) u zrnu kukuruza u zavisnosti od sistema đubrenja i hibrida

Table 1. Starch content (%), protein (%) and oil (%) in maize grain depending on fertilization systems and hybrid

Godina/Year (A)	Skrob Starch (%)	Proteini Proteins (%)	Ulje Oil (%)
2011	74.3±0.8 a	7.7±0.8 b	4.3±0.2 b
2012	74.1±1.4 a	8.5±1.1 a	4.5±0.4 a
Sistem đubrenja/Fertilization system (B)			
Kontrola/Control – $^{\dagger}P_{60}K_{60}$ const.	72.5±1.1 c	6.9±0.5 d	4.1±0.1 f
$P_{60}K_{60}$ const. + $^{\dagger\dagger}N_{min}$ proleće/spring	73.6±0.2 b	7.9±0.5 b	4.3±0.2 cd
$P_{60}K_{60}$ const. + N_{40} jesen/autumn + N_{min} proleće/spring	75.0±0.4 a	8.9±0.8 a	4.4±0.2 c
$P_{60}K_{60}$ const. + N_{60} proleće/spring	73.7±0.5 b	7.2±0.6 cd	4.2±0.1 ef
$P_{60}K_{60}$ const. + N_{100} proleće/spring	74.1±0.6 b	8.4±0.8 a	4.2±0.2 de
$P_{60}K_{60}$ const. + N_{40} jesen/autumn + N_{60} proleće/spring + $Zn_{0.5}$	75.1±0.9 a	8.8±0.7 a	4.7±0.4 b
$P_{60}K_{60}$ const. + N_{40} jesen/autumn + N_{80} proleće/spring + $Zn_{1.0}$	75.6±0.5 a	8.9±0.9 a	4.9±0.3 a
$P_{60}K_{60}$ const. + N_{160} proleće/spring + $Zn_{1.5}$	73.9±1.0 b	7.6±1.3 bc	4.4±0.4 cd
Hibrid kukuruza/Maize Hybrid (C)			
NS 4023	73.7±1.2 c	8.1±1.0 b	4.5±0.3 a
NS 6010	74.7±1.1 a	7.6±0.8 c	4.5±0.4 a
NS 6030	74.0±1.3 bc	8.4±1.1 a	4.3±0.2 b
NS 640	74.3±1.0 ab	8.2±1.1 ab	4.2±0.3 b
ANOVA			
Godina/Year (A)	ns	*	*
Sistemi đubrenja/Fertilization systems (B)	**	**	**
Hibrid/Hybrid (C)	**	**	**
A × B	ns	**	**
A × C	*	**	ns
B × C	ns	ns	**
A × B × C	ns	ns	*

F–test: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; NS – nije značajno/non significant;

Srednje vrednosti u kolonama koje su označene različitim malim slovom razlikuju se značajno ($P < 0.05$) na osnovu *Takejevog testa*/Mean values of the columns, which are marked with different lower-case letter, differ significantly ($P < 0.05$) based on Tukey test;

† Brojevi u indeksu označavaju količinu čistih hraniva u $kg\ ha^{-1}$ /The numbers in the index indicate the amount of pure nutrients in $kg\ ha^{-1}$;

Analizirajući prosečne vrednosti sadržaja skroba u zavisnosti od sistema đubrenja, možemo konstatovati da je najmanji sadržaj bio na kontrolnoj varijanti T_1 (72,5%), a najveći na varijanti T_7 (75,6%). Značajne razlike uočene su između varijanti đubrenja T_3 , T_6 i T_7 , s jedne strane i svih ostalih varijanti s druge strane. Istovremeno na ovim varijantama su konstatovane najviše prosečne vrednosti sadržaja skroba. Statistički značajne razlike nisu uočene između varijanti T_2 , T_4 , T_5 i T_8 . U proseku za godine proučavanja i primenjene sisteme đubrenja, najmanji sadržaj skroba bio je kod hibrida NS 4023 (73,7%), a najveći kod hibrida NS 6010 (74,7%) (tab. 1). Većina analiziranih hibrida sadrži veliki udeo skroba u zrnju, preko 70%, što je jedan od glavnih preduslova za ostvarenje visokih prinosa bioetanolu u procesima dvojnjenimske hidrolize i fermentacije.

Biljni proteini zauzimaju značajno mesto u ishrani ljudi i domaćih životinja. Od ukupno proizvedenih biljnih proteina dve trećine pripada žitaricama. Zbog značaja biljnih proteina u ishrani ljudi i domaćih životinja, sve veći broj istraživanja u svetu, koja se odnose na stvaranje hibrida kukuruza, su usmerena na povećanje sadržaja i poboljšanje kvaliteta proteina. Poznata je činjenica da postoje razlike u hemijskom sastavu zrna između nekih hibrida, te da pojedini hibridi imaju veću hranidbenu vrednost, kao i da đubrenje azotom povećava sadržaj sirovih proteina u zrnju (Uribe-larrea i sar., 2007). Međutim, još uvek ne postoji dovoljno podataka o uticaju različitih sistema đubrenja na promenu hemijskog sastava, povećanja hranljive vrednosti i mogućnosti povećanja nutritivnih karakteristika zrna kukuruza.

Prosečan sadržaj proteina u zrnju kukuruza za sve varijante đubrenja i hibride po godinama istraživanja kretao se u granicama od 7,7% u 2011. god., do 8,5 u 2012. godini. Između godina su postojale statistički značajne razlike. Na variranje sadržaja proteina u zrnju kukuruza najveći uticaj imali su primenjeni sistemi đubrenja. Najmanji sadržaj proteina konstantovan je na varijanti T_1 (6,9%), a najveći na tretmanima T_3 i T_7 (8,9%). Nešto niže vrednosti sadržaja proteina uočene su na tretmanima T_5 (8,4%) i T_6 (8,8%). Između varijanti đubrenja T_3 , T_5 , T_6 i T_7 nisu uočene statistički značajne razlike, dok su na ostalim tretmanima dobijene različite vrednosti sadržaja proteina. U proseku za godine istraživanja i primenjene sisteme đubrenja, najmanji sadržaj proteina u zrnju kukuruza konstatovan je kod hibrida NS 6010 (7,6%), a najveći kod hibrida NS 6030 (8,4%). U pogledu sadržaja proteina u zrnju, hibridi su se međusobno razlikovali (tab. 1).

Farrer i sar. (2006) su proučavali varijabilnost sadržaja proteina u zrnju i dobili da je uticaj spoljašnje sredine obuhvatao 23,3% varijanse. Od toga najveći uticaj ispoljila je doza primenjenog azota (51,4%), sa dodatnih 7,6% koji pripadaju interakciji doza azota $\times$ spoljašnja sredina.

Posmatrano po godinama istraživanja, niži sadržaj ulja u zrnju kukuruza je konstatovan u 2011. god. (4,3%), a viši u 2012. god. (4,5%). Između godina su postojale statistički značajne razlike. Na variranje sadržaja ulja najveći uticaj imali su primenjeni sistemi đubrenja. Najmanji sadržaj ulja uočen je na varijanti đubrenja T_1 (4,1%), a najveći na varijanti T_7 (4,9%). Isti sadržaj ulja bio je na tretmanima T_4 i T_5 (4,2%) i T_3 i T_8 (4,4%). Posmatrajući prosečne vrednosti tokom perioda proučavanja

i primenjenih sistema đubrenja, niži sadržaj ulja bio je kod hibrida NS 640 (4,2%), a viši kod hibrida NS 4023 i NS 6010 (4,5%). Statistički značajne razlike nisu ispoljene između hibrida NS 4023 i NS 6010 i hibrida NS 6030 i NS 640 (tab. 1).

Selekcijom na povećan sadržaj ulja, indirektno se vrši selekcija i na povećan sadržaj proteina, čime se povećava hranljiva vrednost kukuruza (Bekrić i Radosavljević., 2008; Zdunić i sar., 2012). Sudar i sar. (2012) analizirali su sadržaj ulja i sastav masnih kiselina u 15 komercijalnih OS hibrida kukuruza. Sadržaj ulja u analiziranim hibridima kukuruza varirao je između 4,04 i 5,78%. Količine zasićenih masnih kiselina: palmitinske i stearinske su se kretale u intervalu od 8,76 do 11,78 odnosno 1,99 do 2,57%. Sadržaj oleinske kiseline je bilo u rasponu od 26,68 do 37,96%. Udeo polinezasićenih masnih kiselina: linolne je bio u granicama 45,79 do 57,88%, odnosno linolenske kiseline od 0,96 do 1,37%.

Hemijski sastav zrna je veoma važan, pogotovo ako se u obzir uzme jedan od glavnih načina upotrebe kukuruza u razvijenim zemljama, a to je upotreba kukuruza kao stočne hrane. Sadržaj proteina u zrnu kukuruza je relativno nizak (80–110 g kg⁻¹) i manje povoljnog kvaliteta zbog niskog nivoa dve esencijalne aminiokiseline: lizina i triptofana. Prisustvo genetičke varijabilnosti sadržaja proteina je pokazano u brojnim istraživanjima (Abou-Deif i sar., 2012; Stevanović i sar., 2012). U poslednje vreme veći broj selekcionih programa u svetu su usmereni ka stvaranju genotipova kukuruza sa povećanim sadržajem proteina i ulja. Selekcijom na povećan sadržaj ulja indirektno se vrši selekcija i na povećan sadržaj proteina. Visokouljani hibridi stvaraju veću klicu, a proteini boljeg kvaliteta koncentrisani su u klici. Na taj način, selekcijom na povećan sadržaj ulja povećava se i biološka vrednost kukuruza.

ZAKLJUČAK

Kukuruz se gaji prvenstveno kao energetske usev, ali se izuzetno široko koristi za različite namene. Rastući značaj savremenih procesa prerade kukuruza nametnuo je potrebu stvaranja hibrida specifičnih svojstava za određene namene i istraživanja tehnološke vrednosti i kvaliteta kukuruznog zrna. Hemijski sastav zrna je veoma važan, pogotovo ako se u obzir uzme jedan od glavnih načina upotrebe kukuruza u razvijenim zemljama, a to je upotreba kukuruza kao stočne hrane. Posmatrano u celini, ispoljene su značajne razlike u pogledu sadržaja skroba, proteina i ulja u zrnu kukuruza u zavisnosti od sistema đubrenja i gajenog hibrida.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo projekta TR 31073 „Unapređenje proizvodnje kukuruza i sirka u uslovima stresa” koji se finansira od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije/This study is a part of the project TR 31073 „Improvement of maize and sorghum production under stress conditions” financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

LITERATURA

1. Abou-Deif M.H., Mekki B.B., Mostafa E.A.H., Esmail R.M., Khattab S.A.M. (2012): The Genetic Relationship Between Proteins, Oil and Grain Yield in Some Maize Hybrids. *World Journal of Agricultural Sciences* 8 (1): 43–50.
2. Ames N.P., Clarke J.M., Dexter J.E., Woods S.M., Selles F., Marchylo B. (2003). Effects of nitrogen fertilizer on protein quality and gluten strength parameters in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*) cultivars of variable gluten strength. *Cereal Chem.* 80 (2): 202–211.
3. Bekrić V., Radosavljević M. (2008). Savremeni pristupi upotrebe kukuruza. *PTEP* 12 (3): 93–96.
4. Đalović I. (2014). Važnije morfološke osobine i sadržaj biogenih elemenata kod hibrida kukuruza pri raznim nivoima đubrenja. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu.
5. Farrer D.C., Weisz R., Heiniger R., Murphy J.P., White J.G. (2006). Minimizing protein variability in soft red winter wheat: impact of nitrogen application, timing and rate. *Agron. J.* 98: 1137–1145.
6. Gernach D.I., Ariahu C.C., Ingbian E.K. (2011). Effects of malting and lacting on some chemical and functional properties of maize (*Zea mays*). *American Journal of Food Technology* 6: 404–412.
7. Gomez K.A., Gomez A.A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Edition, Wiley–Interscience.
8. Hannah L.C. (2007). Starch formation in the cereal endosperm. *In: Endosperm* (Ed. Olsen O. A.), Vol. 8: 179–193. Springer–Verlag, Berlin /Heidelberg.
9. Montgomery D. (2009). *Design and analysis of experiments*. 6th Edition. Wiley, New York.
10. Pollak L.M., Scott M.P. (2005). Breeding for grain quality traits. *Maydica* 50: 247–257.
11. Radosavljević M., Bekrić V., Milašinović M., Pajić Z., Filipović M., Todorović G. (2010). Genetic variability as background for the achievements and prospects of the maize utilization development. *Genetika* 42 (1): 119–135.
12. Stevanovic M., Mladenovic Drinic S., Dragicevic V., Camdžija Z., Filipovic M., Velickovic N., Stankovic G. (2012). An assessment of nutritional quality of hybrid maize grain based on chemical composition. *Genetika*, 44 (3): 571–582.
13. Sudar R., Brkić I., Jurković Z., Ledenčan T., Jurković V., Šimić D. (2012). Fatty acids composition of oil from OS corn hybrids. 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture. Proceedings, pp. 335–339. Opatija, Croatia.
14. Triboi E., Triboi–Blondel A.M. (2002). Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem: invited paper. *Eur. J. Agron.*, 16: 163–186.
15. Uribeblarrea M., Moose P.S., Below E.F. (2007). Divergent selection for grain protein affects nitrogen use in maize hybrids. *Field Crops Research* 100: 82–90.
16. Vasal S.K. (2001). High quality protein corn. *In: Hallauer AR. (ed.) Specialty Corns*, p. 85–129. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
17. Watson S. A. (2003). Description, development, structure and composition of the corn kernel. *In Corn: Chemistry and Technology*, 2nd ed.: White J., Johnson L., Eds.; American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN: 69–101.

18. Zdunić Z., Nastasić A., Jocković Đ., Ivanović M., Đalović I., Mijić A., Jocković M. (2012). **Genetic analysis of grain yield and oil content in two maize populations. Periodicum biologorum 114 (1): 67–72.**

RAZLIKE PRIJEMNOG I PRERADNOG KVALITETA ULJARICA U PERIODU 2009-2019. GODINE

Vladimir Šarac, Zorica Stojanović, Dragan Trzin, Dejan Kancko

„Victoriaoil” a.d., Šid, Srbija

IZVOD

Cilj ovog rada je da prikaže razlike u kvalitetu uljarica tokom žetve u odnosu na kvalitet uljarice tokom godine i u procesu prerade istih u Victoriaoil-u. Osnovni parametri koji se posmatraju su sadržaj ulja, proteina, SMK, vlaga i isparljive materije.

Ključne reči: prijemni i preradni kvalitet, uljarice

DIFFERENCE OF RECEIVING AND PROCESING QUALITY OF OILSEEDS IN THE PERIOD 2009-2019. YEARS

ABSTRACT

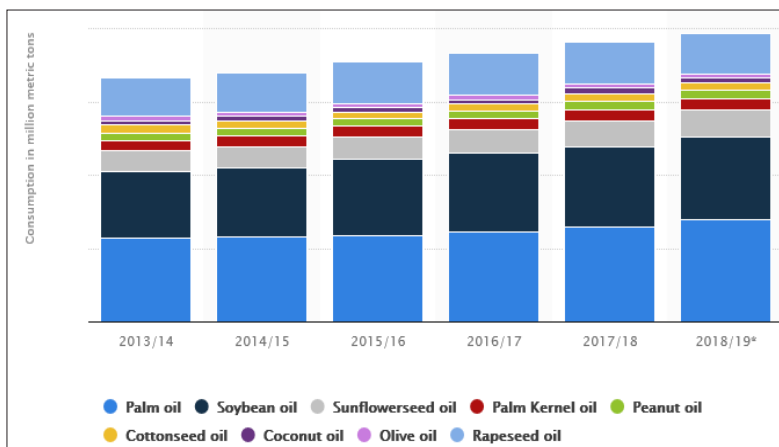
The aim of this paper is to present the differences in the quality of oilseeds during harvest in relation to the quality of oilseeds during the year and in the process of processing of oilseeds in the factory Victoriaoil. The basic parameters are oil content, protein content, FFA, moisture and volatile matter.

Key words: receiving and processing quality, oilseeds

UVOD

Uljarice predstavljaju osnovnu sirovinu u proizvodnji biljnih ulja. Osim za proizvodnju ulja od uljarica se dobijaju i vrlo značajni proizvodi koji predstavljaju izvore proteina, najviše se koriste za ishranu životinja a u poslednje vreme sve više i za ishranu ljudi.

Proizvodnja uljarica i ulja u svetu ima konstantan rast, što se može videti i na slici 1. Sa ove slike se, takođe može videti i odnosi pojedinih ulja poslednjih 6 godina. Najveća proizvodnja ulja je ulje od palme zatim sledi ulje od soje pa repice, suncokreta, pamuka itd. (www.statista.com).



Slika 1. Proizvodnja ulja u svetu u periodu 2013-2019. godine
Figure 1. Oil production worldwide in 2013-2019 (www.statista.com)

Na prostorima Srbije i Balkana poredak najzastupljenijih uljarica je malo drugačiji nego u Svetskim okvirima, ali vrlo sličan ne računajući ulje od palme. Najzastupljenije uljarice su suncokret, soja i uljana repica i kao i u svestskim okvirima imaju tendenciju rasta 4-5% godišnje.

Proizvodnja uljarica na teritoriji Srbije je poslednjih godina dostigla nivo od 500.000 ha što predstavlja 14% ukupnih oraničnih površina. Proizvodnja ulja je 2-2,6 puta veća od potrošnje (Čurović, 2018). Srbija spada u grupu ozbiljnih proizvođača uljarica sa najvećim prosečnim prinosima, 2016. godine prinos suncokreta 3,2 t/ha (svetski rekord) iste godine i soja 3,2 t/ha. Sve ovo Srbiju svrstava u zemlju koja se može nazvati „Zemljom uljarica”, a pre svega „Zemljom suncokreta”.

Žetva suncokreta se u Srbiji odvija u periodu avgust-oktobar, soje u periodu septembar-oktobar, a uljane repice u periodu jun-jul. Nakon žetve uljarice se transportuju do fabrika ili skladišta, gde svo zrno prvo prolazi tehnološke faze čišćenja i sušenja. Posle uskladištenja zrna deo zrna se prerađuje, a veći deo skladišti tokom ostatka godine u periodu i do 9 meseci. Ovaj period pripreme zrna za čuvanje duži period predstavlja najrizičniji period kada može doći do značajnih poremećaja kvaliteta, a koje su kasnije u periodu prerade nepopravljivi, na prvom mestu porast sadržaja slobodnih masnih kiselina (SMK), kao i gubitak suve materije zrna (ulja i proteina). Ako se uzme u obzir da smanjenje suve materije zrna može da se kreće od 0,3 do 0,5% od uskladištene mase, a kod ekstremnih slučajeva sa povećanim lomom zrna od 30%, dostiže i 1% (Pavkov i sar., 2012).

MATERIJAL I METODE RADA

U praćenju kvaliteta uljarica koriste se različiti termini i mesta uzorkovanja, najčešći termini su prijemni, skladišni i preradni kvalitet. U cilju praćenja kvaliteta

uljarica, obuhvaćeno je više parametara: sadržaj ulja, proteina, vlage, primesa i sadržaj slobodnih masnih kiselina - SMK. Sadržaj proteina određen je metodom po Kjeldahl-u. Sadržaj vlage i isparljivih materija dobijen je prema metodi ISO 665, sadržaj nečistoća postupkom prema metodi ISO 658/1, dok je sadržaj SMK dobijen postupkom prema metodi ISO 729. Sadržaj ulja u uljaricama određen je i klasičnim postupkom, prema SRPS ISO 659, i primenom NMR-a, prema metodi ISO 5511.

Način izražavanja rezultata sadržaja ulja i proteina se takođe razlikuje: telquel, na 9% vlage ili 13% vlage kod soje i na 9% vlage i 2% primesa.

U Victoriaoil-u se određuje kvalitet uljarica prilikom prijema u fabriku, tokom skladištenja kao i pri preradi uljarica. Način izražavanja sadržaja ulja i proteina je preračunavanje na 9% vlage i 2% primesa kod suncokreta i uljane repice, a na 13% vlage i 2% primesa kod soje.

Preračunavanje sadržaja ulja na sadržaj ulja na 9% vlage i 2 % primesa je rađeno na sledeći način (1):

$$U_{9+2} = U_{telq} \times \frac{(100 - 9 - 2)}{100 - V - P} \quad (1)$$

gde je:

U_{telq} - sadržaj ulja telquel (%)

V - sadržaj vlage i isparljivih materija (%)

P - sadržaj primesa (%)

Na isti način je rađeno i preračunavanje i sadržaja proteina na 9% vlage i 2% primesa.

REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu rezultata iz tabele 2 uočavamo da su kod suncokreta najveće razlike između prijemnog i preradnog kvaliteta u sadržaju ulja su kod RODova 2013, 2011 i 2010, a najmanje kod RODova 2016 i 2018, najveće razlike u sadržaju proteina se javljaju kod RODova 2010 i 2015, a najmanje 2016, 2017 i 2011.

Tabela 2. Prijemni i prerađni kvalitet i razlika između njih kod suncokreta u periodu 2008-2018. godine

Table 2. Receiving and processing quality of sunflower and the difference between them in period 2008-2018

	Prijemni kvalitet / Reciving quality				
	Vlaga i isparljive materije Moisture (%)	Sadržaj primesa Impurities content (%)	Sadržaj ulja (9+2) Oil content (9+2) (%)	Sadržaj proteina (9+2) Protein content (9+2) (%)	SMK FFA (%)
ROD 2009	6,51	3,55	44,34	14,54	1,02
ROD 2010	7,25	3,28	44,61	14,74	1,04
ROD 2011	6,95	3,19	46,49	13,73	0,95
ROD 2012	7,31	3,44	44,77	14,20	0,84
ROD 2013	8,24	3,12	43,30	15,04	0,72
ROD 2014	7,95	3,24	43,29	14,40	1,17
ROD 2015	7,77	3,78	44,33	14,63	1,04
ROD 2016	7,18	2,99	44,90	14,42	0,83
ROD 2017	7,11	3,36	44,21	14,66	0,88
ROD 2018	7,70	3,65	44,24	14,90	0,87
Prosek Average	7,40	3,36	44,45	14,54	0,94
	Preradni kvalitet/Processing quality				
ROD 2009	6,44	2,36	43,74	14,40	1,38
ROD 2010	6,54	2,08	43,85	14,38	1,08
ROD 2011	6,46	1,77	45,75	13,63	1,09
ROD 2012	6,34	1,83	44,27	14,08	1,01
ROD 2013	6,51	1,83	42,39	14,93	0,90
ROD 2014	6,21	1,71	42,78	14,29	1,23
ROD 2015	6,14	1,72	43,83	14,46	1,11
ROD 2016	6,28	1,67	44,66	14,33	0,94
ROD 2017	6,18	1,93	43,70	14,56	0,98
ROD 2018	6,58	2,19	43,92	14,79	1,14
Prosek Average	6,37	1,91	43,88	14,40	1,09
	Razlika prijemnog i preradnog kvaliteta/Difference				
ROD 2009	-0,07	-1,19	-0,60	-0,14	0,36
ROD 2010	-0,71	-1,20	-0,76	-0,36	0,04
ROD 2011	-0,49	-1,42	-0,74	-0,10	0,14
ROD 2012	-0,97	-1,61	-0,50	-0,12	0,17
ROD 2013	-1,73	-1,29	-0,91	-0,11	0,18
ROD 2014	-1,74	-1,53	-0,51	-0,11	0,06
ROD 2015	-1,72	-2,10	-0,50	-0,17	0,08
ROD 2016	-0,90	-1,32	-0,24	-0,09	0,11
ROD 2017	-0,93	-1,43	-0,51	-0,10	0,10
ROD 2018	-1,12	-1,46	-0,32	-0,11	0,27
Prosek Average	-1,03	-1,45	-0,57	-0,14	0,15

Na osnovu rezultata iz tabele 3 uočavamo da su najveće razlike kod soje između prijemnog i preradnog kvaliteta u sadržaju ulja kod RODova 2014, 2013 i 2011, a najmanje kod RODova 2010, 2015 i 2016. Najveće razlike u sadržaju proteina se javljaju kod RODova 2010 i 2018 a najmanje 2013, 2014 i 2016.

Tabela 3. Prijemni i preradni kvalitet i razlika između njih kod soje u periodu 2008-2018. godine

Table 3. Receiving and processing quality of soybean and the difference between them in period 2008-2018

	Prijemni kvalitet/Receiving quality				
	Vlaga i isparljive materije Moisture (%)	Sadržaj primesa Impurities content (%)	Sadržaj ulja (13+2) Oil content (13+2) (%)	Sadržaj proteina (13+2) Protein content (13+2) (%)	SMK FFA (%)
ROD 2009	9,31	0,79	19,22	33,30	1,54
ROD 2010	10,38	1,26	18,71	33,40	1,11
ROD 2011	9,02	1,00	19,33	33,30	1,07
ROD 2012	9,49	1,15	18,45	33,67	1,09
ROD 2013	10,71	0,82	18,55	33,22	0,84
ROD 2014	12,19	0,85	18,54	33,57	1,26
ROD 2015	11,64	1,34	19,61	32,72	1,41
ROD 2016	10,84	0,82	19,26	33,06	1,56
ROD 2017	11,45	0,98	19,17	33,16	1,02
ROD 2018	10,97	1,05	19,51	33,73	1,11
Prosek Average	10,45	1,07	18,96	33,31	1,19
	Preradni kvalitet/Processing quality				
	Vlaga i isparljive materije Moisture (%)	Sadržaj primesa Impurities content (%)	Sadržaj ulja (13+2) Oil content (13+2) (%)	Sadržaj proteina (13+2) Protein content (13+2) (%)	SMK FFA (%)
ROD 2009	9,48	0,78	18,94	33,25	1,62
ROD 2010	10,41	0,95	18,69	33,20	1,20
ROD 2011	9,09	0,58	19,01	33,20	1,15
ROD 2012	9,61	0,72	18,16	33,48	1,09
ROD 2013	9,79	0,75	18,19	33,18	1,03
ROD 2014	10,87	0,58	18,11	33,53	1,28
ROD 2015	10,46	0,86	19,49	32,59	1,73
ROD 2016	10,08	0,64	19,14	33,03	1,71
ROD 2017	11,13	0,83	19,03	32,98	1,08
ROD 2018	10,27	1,04	19,27	33,52	1,15
Prosek Average	10,14	0,85	18,69	33,20	1,31
	Razlika prijemnog i preradnog kvaliteta/Difference				
	Vlaga i isparljive materije Moisture (%)	Sadržaj primesa Impurities content (%)	Sadržaj ulja (13+2) Oil content (13+2) (%)	Sadržaj proteina (13+2) Protein content (13+2) (%)	SMK FFA (%)
ROD 2009	0,17	-0,01	-0,28	-0,05	0,08
ROD 2010	0,03	-0,31	-0,02	-0,20	0,09
ROD 2011	0,07	-0,42	-0,32	-0,10	0,08
ROD 2012	0,12	-0,43	-0,29	-0,19	0,00
ROD 2013	-0,92	-0,07	-0,36	-0,04	0,19
ROD 2014	-1,32	-0,27	-0,43	-0,04	0,02
ROD 2015	-1,18	-0,48	-0,12	-0,13	0,32
ROD 2016	-0,76	-0,18	-0,12	-0,03	0,15
ROD 2017	-0,32	-0,15	-0,14	-0,18	0,06
ROD 2018	-0,70	-0,01	-0,24	-0,21	0,04
Prosek Average	-0,31	-0,22	-0,27	-0,11	0,12

Na osnovu rezultata iz tabele 4 uočavamo da su kod uljane repice najveće razlike između prijemnog i preradnog kvaliteta u sadržaju ulja kod RODova 2010, 2014 i 2018, a najmanje kod RODova 2015 i 2017. Najveće razlike u sadržaju proteina se javljaju kod RODova 2014 i 2018, a najmanje 2015 i 2016.

Tabela 4. Prijemni i preradni kvalitet i razlika između njih kod uljane repice u periodu 2009-2018. godine

Table 4. Receiving and processing quality of rapeseed and the difference between them in period 2009-2018

	Prijemni kvalitet/Receiving quality				
	Vlaga i isparljive materije Moisture (%)	Sadržaj primesa Impurities content (%)	Sadržaj proteina (9+2) Protein content (9+2) (%)	Sadržaj ulja (9+2) Oil content (9+2) (%)	SMK FFA (%)
ROD 2009	8,72	2,51		41,52	0,66
ROD 2010	8,99	4,25		39,90	1,34
ROD 2011	7,84	2,10		43,14	0,70
ROD 2012	9,16	4,77		41,71	0,60
ROD 2013	8,47	1,53		41,03	0,40
ROD 2014	8,12	2,62	19,16	42,48	0,53
ROD 2015	9,00	2,28	18,40	42,18	0,62
ROD 2016	7,81	1,68	17,26	44,38	0,53
ROD 2017	7,15	1,72	18,19	43,45	0,49
ROD 2018	9,10	2,31	18,85	43,25	0,66
Prosek Average	8,44	2,58	18,37	42,30	0,65
	Preradni kvalitet/Processing quality				
ROD 2009	6,92	1,62		41,22	1,17
ROD 2010	7,02	3,04		39,17	1,91
ROD 2011	6,88	1,05		42,87	0,77
ROD 2012	7,69	3,86		41,50	1,07
ROD 2013	7,20	1,30		40,50	1,41
ROD 2014	6,89	1,20	18,94	41,81	0,83
ROD 2015	6,98	1,23	18,38	42,03	0,65
ROD 2016	6,88	1,36	17,24	44,09	0,76
ROD 2017	6,63	1,32	18,01	43,35	0,56
ROD 2018	7,11	1,21	18,65	42,71	0,89
Prosek Average	7,02	1,72	18,24	41,93	1,00
	Razlika prijemnog i preradnog kvaliteta/Difference				
ROD 2009	-1,80	-0,89		-0,29	0,51
ROD 2010	-1,97	-1,21		-0,73	0,57
ROD 2011	-0,96	-1,05		-0,27	0,07
ROD 2012	-1,47	-0,91		-0,21	0,47
ROD 2013	-1,27	-0,23		-0,53	1,01
ROD 2014	-1,23	-1,42	-0,22	-0,67	0,30
ROD 2015	-2,02	-1,05	-0,02	-0,15	0,03
ROD 2016	-0,93	-0,32	-0,02	-0,29	0,23
ROD 2017	-0,52	-0,40	-0,18	-0,10	0,07
ROD 2018	-1,99	-1,10	-0,20	-0,54	0,23
Prosek Average	-1,42	-0,86	-0,13	-0,37	0,35

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja, mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Razlike između prijemnog i prerađnog kvaliteta po pitanju sadržaja ulja i proteina se javljaju kod svih uljarica.
2. Najveće razlike u sadržaju ulja kod prijemnog i prerađnog kvaliteta se javljaju kod suncokreta, zatim kod uljane repice i na kraju kod soje.
3. Razlike u sadržaju proteina prijemnog i prerađnog kvaliteta su ujednačene kod svih uljarica.
4. Razlike u sadržaju SMK kod prijemnog i prerađnog kvaliteta su najveće kod uljane repice zatim kod suncokreta i na kraju kod soje.

LITERATURA

1. Čurović, O. (2018). Srbija danas, sa srpskom industrijom biljnih ulja. Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 9-15.
2. <https://www.statista.com/statistics/263937/vegetable-oils-global-consumption/>
3. Pavkov, I., Babić, Lj., Babić, M., Radojčin, M., Stamenković, Z. (2012). Rashlađivanje zrna. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE I NJIHOV UTICAJ NA KVALITET SOJINE SAČME

*Mirjana Koruga¹, Aleksandra Petrić², Milan Ševo²,
Aleksandra Bauer³, Natalija Kurjak⁴*

¹Victoria Logistic d.o.o., Novi Sad, Srbija

²Sojaprotein a.d., Bečej, Srbija

³SP Laboratorija a.d., Bečej, Srbija

⁴Victoria group a.d., Beograd, Srbija

IZVOD

Cilj rada je bio ispitivanje kvaliteta sojinog zrna u vremenskom periodu od 1997. do 2018. godine. Predmet ispitivanja bili su sadržaj proteina i sadržaj ulja koji direktno utiču na kvalitet sojine sačme, kao i iskorišćenost sirovine tokom tehnološkog procesa prerađivanja.

Ključne reči: soja, sadržaj proteina, sadržaj ulja, sojina sačma, iskorišćenost sirovine tokom prerađivanja

PROTEIN CONTENT AND OIL CONTENT IN SOYBEAN AND THEIR IMPACT ON QUALITY SOYBEAN MEAL

ABSTRACT

In this study we have examined the quality of soybean in the period from 1997 to 2018. Tested parameters are the protein and oil content, which directly affect the quality of soybean meal, as well as the utilization of the raw material during the technological processing process.

Key words: soybeans, protein content, oil content, soybean meal, utilization of raw materials during processing

UVOD

Zrno soje sadrži oko 32-34% proteina, oko 20% ulja, 17% celuloze i hemiceluloze, 7% šećera, 5% čvrstih vlakana i oko 6% pepela preračunato na bazi suve materije. Soja ima visoku nutritivnu vrednost, gde se, pored proteina i ulja, nalaze i drugi

elementi poput kompleksa vitamina B, β -karotena, Ca, Fe, K i drugih minerala (Hrustić i sar., 1998).

Sa tehnološkog stanovišta i stanovišta prerade zrna soje (za ljudsku i hranu za životinje), veoma je značajan sadržaj proteina i ulja. Proteini po svom kvalitetu i sastavu su najbliži proteinima životinjskog porekla, mada su bogatiji esencijalnim aminokiselinama (triptofan, lizin i metionin). Ulje soje ima veći sadržaj linolne kiseline u odnosu na suncokretovo ulje, što ga čini manje atraktivnim za ljudsku upotrebu. Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje je kompleksno kvantitativno svojstvo koje je determinisano nizom razvojnih procesa, putevima biosinteze organskih jedinjenja kao i njihovom interakcijom sa faktorima spoljašnje sredine. Na ukupan sadržaj proteina i ulja u zrnu soje utiče genotip, kao i ekološki faktori sredine. Soja za svoj razvoj traži dobro aerisano zemljište, ni kisele ni slane pH reakcije, povoljnih vodnovazdušnih osobina uz dovoljno prisustvo hraniva.

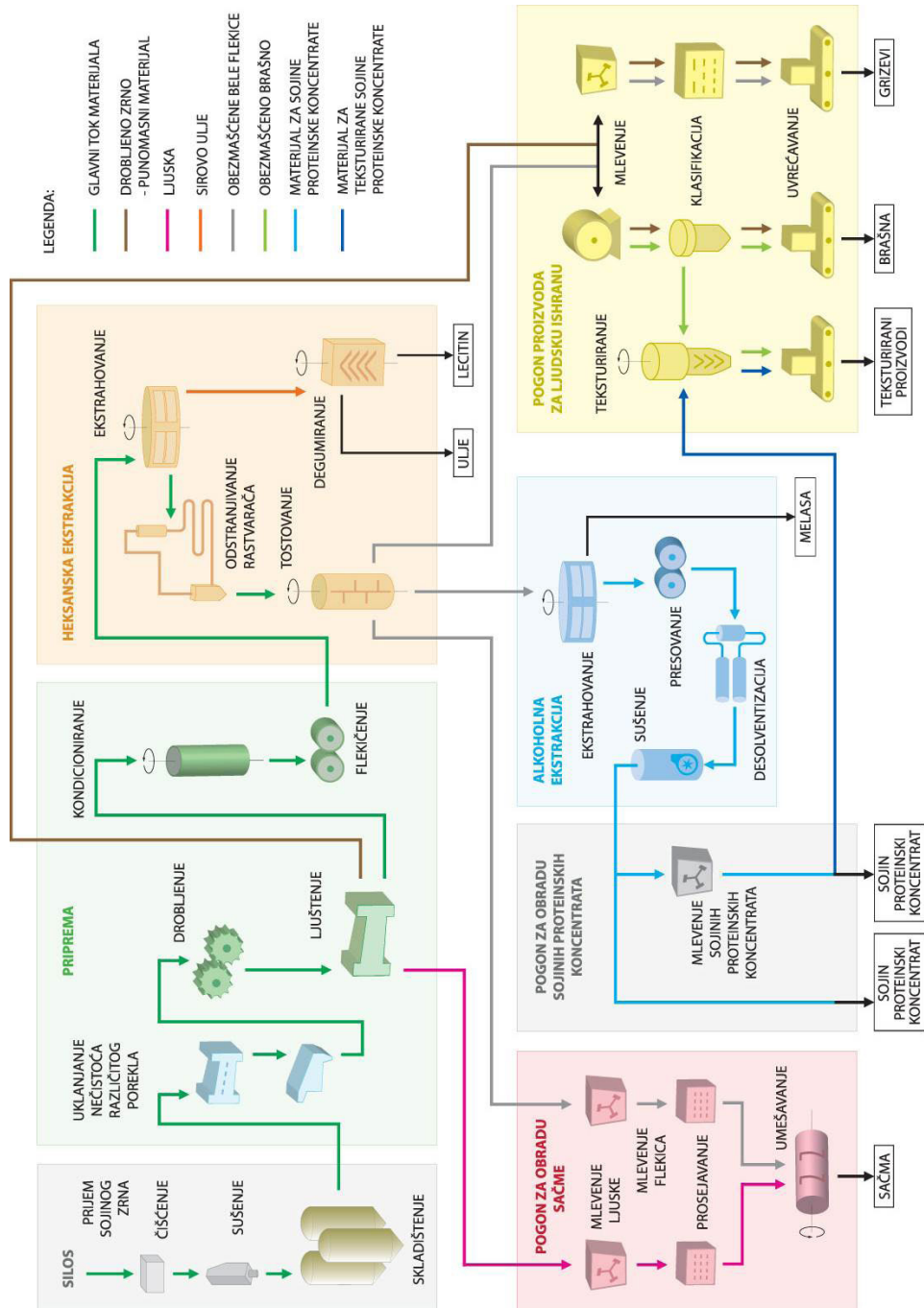
Da bi se kod soje ostvarili visoki i stabilni prinosi uz dobar sadržaj proteina neophodno je izabrati dobru sortu za dati region i uslove gajenja, sprovesti pravilan plodored, primeniti potrebna hraniva, uraditi dobru osnovnu i predsetvenu pripremu zemljišta, inokulaciju semena, sprovesti negu useva tokom vegetacije i kvalitetnu žetvu useva.

Prerodom zrna soje u fabrici, kao jedan od proizvoda dobija se sojina sačma, čiji kvalitet i kvantitet zavise od kvaliteta početne sirovine i uslova tehnološkog procesa prerade. Uljane sačme su nusproizvodi koji zaostaju posle faze ekstrakcije uljane pogače.

Tehnološki postupak prerade zrna soje u fabrici Sojaprotein a.d., Bečej, je prikazan na slici 1.

Kvalitet sojine sačme određuje se na osnovu hemijskog sastava, pre svega sadržaja proteina, ulja, vlage, celuloze i pepela.

Ukoliko je sojina sačma proizvedena od kvalitetne sirovine i ima optimalan procenat vlage, u odgovarajućim uslovima skladištenja izbeći će se nepoželjan lipolitički proces (delovanje lipaze) i stvaranje slobodnih masnih kiselina. Seme uljarica, pored visokog sadržaja masti, je bogato proteinima. Prilikom prerade uljarica, značajan procenat proteina zaostaje u uljanim sačmama koje se koriste kao stočna hrana ili kao prirodni izvor proteina u industriji. Količina proteina u sačmama nije uvek ista i zavisi od kvaliteta polazne sirovine. Sojina sačma poseduje najveći nivo sirovih proteina u poređenju sa drugim biljnim izvorima proteina i obezbeđuje optimalan i balansiran aminokiselinski sastav za ishranu stoke i živine. U uljarskoj industriji postoje operacije tj. faze tehnološkog procesa prerade zrna i dorade sačme, kojima se može uticati na povećanje ili smanjenje sadržaja proteina u sačmi.



Slika 1. Tehnološki postupak prerade zrna soje
Figure 1. Technological process of soybean processing

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal za ispitivanje u okviru sprovedenog istraživanja je sojino zrno koje je nakon prijema u fabriku Sojaprotein a.d., Bečej, prošlo faze čišćenja i sušenja, i skladištenja u silosu. Uzorci su formirani i analizirani po definisanom planu kontrolisanja. Ispitivanje sadržaja proteina i ulja u zrnu soje obuhvata period od 1997. godine do 2018. godine.

Zbog velikog broja uzoraka kao i dužine perioda ispitivanja, biće prikazani prosečni rezultati za oba parametra kvaliteta soje po svakoj godini. Rezultati ispitivanih parametara izraženi su i na suvu materiju. Sva ispitivanja rađena su u SP Laboratoriji a.d., Bečej.

Za ispitivanja su korišćene sledeće standardne metode:

1. Određivanje sadržaja vlage i isparljivih materija (%) - SRPS EN ISO 665:2008
2. Sadržaj proteina (N×6,25) izražen u odnosu na sadržaj vode i isparljivih materija od 13% (%) - SRPS EN ISO 16634-1:2010
3. Sadržaj ulja izražen u odnosu na sadržaj vode i isparljivih materija od 13% (%) - SRPS EN ISO 659:2011

REZULTATI I DISKUSIJA

U periodu ispitivanja koji je započet 1997. godine pa sve do 2018. godine, utvrđivane su vrednosti sadržaja vlage, sadržaja nečistoća, sadržaja proteina i sadržaja ulja u sojinom zrnu, a sve nakon procesa čišćenja i sušenja, i skladištenja u silosu fabrike za preradu soje Sojaprotein a.d., Bečej. Lot za formiranje uzoraka je bio oko 1.000 tona (silosna ćelija), a prosek prijema sojinog zrna u fabriku Sojaprotein a.d., Bečej, na godišnjem nivou je bio oko 200.000 tona.

Rezultati ispitivanja su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Sadržaj vlage, nečistoća, proteina i ulja u sojinom zrnu - tel quel nakon čišćenja i sušenja u silosu Sojaprotein a.d., Bečej (1997-2018. godine)

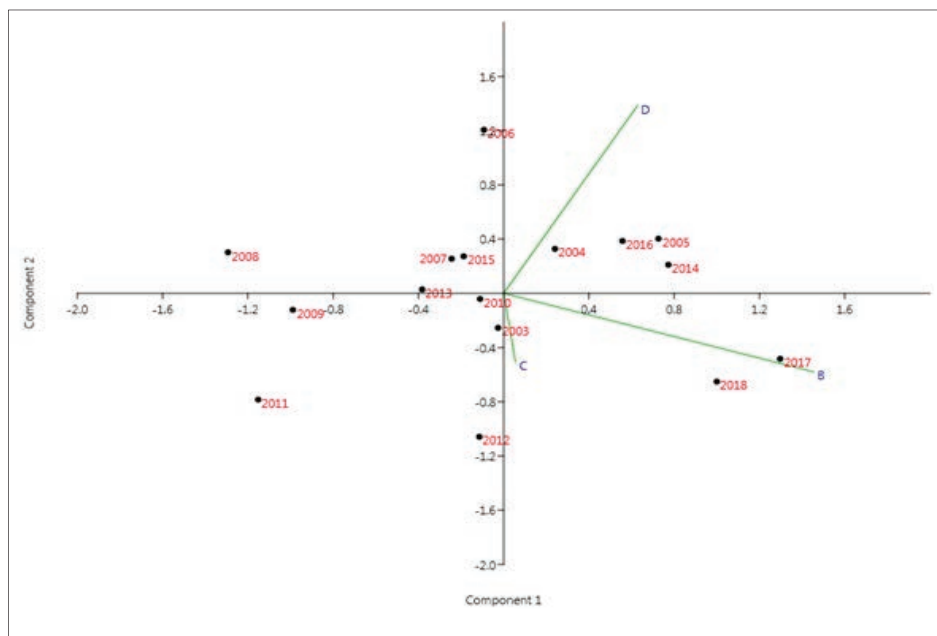
Table 1. The content of moisture, impurities, protein and oil in soya bean - tel quel after cleaning and drying in the Sojaprotein a.d., Bečej silo (from 1997 to 2018)

Rod (godina) Yield (years)	Sadržaj vlage (%) Moisture content (%)	Ukupne nečistoće (%) Total impurities (%)	Sadržaj proteina (tel quel) (%) Protein content (tel quel) (%)	Sadržaj ulja (tel quel) (%) Oil content (%)
1997	10,54	2,23	35,29	18,30
1998	10,79	2,01	35,03	18,78
1999	10,66	1,48	35,78	18,55

Rod (godina) Yield (years)	Sadržaj vlage (%) Moisture content (%)	Ukupne nečistoće (%) Total impurities (%)	Sadržaj proteina (tel quel) (%) Protein content (tel quel) (%)	Sadržaj ulja (tel quel) (%) Oil content (%)
2000	10,38	2,02	33,89	19,90
2001	10,99	1,44	34,25	19,83
2002	11,03	1,82	34,65	20,20
2003	10,41	2,10	34,57	20,72
2004	10,85	1,83	34,70	19,95
2005	10,98	1,78	35,19	19,51
2006	11,51	1,20	34,06	19,74
2007	10,74	1,46	34,20	20,45
2008	10,26	1,39	33,28	20,04
2009	9,91	0,88	33,77	19,85
2010	10,25	0,82	34,59	19,59
2011	9,20	0,80	33,90	19,83
2012	9,50	0,52	34,88	20,39
2013	10,32	0,52	34,25	19,95
2014	10,80	0,38	35,32	19,47
2015	10,77	0,37	34,25	20,42
2016	10,99	0,42	34,99	19,82
2017	10,57	0,35	35,96	20,28
2018	10,41	0,33	35,69	20,68
Prosek Average	10,54	1,19	34,66	19,83

Za ispitivanje varijabilnosti osnovnih komponenti (procentualno učešće proteina, procentualno učešće ulja i sadržaj vlage) između analiziranih godina, koje su prikazane u tabeli 1, korišćena je PCA metoda. Karakteri koji doprinose varijabilnosti u najvećoj meri nalaze se na prvoj osi, dok se na svakoj sledećoj osi nalaze karakteri koji u sve manjoj meri doprinose varijabilnosti (slika 2).

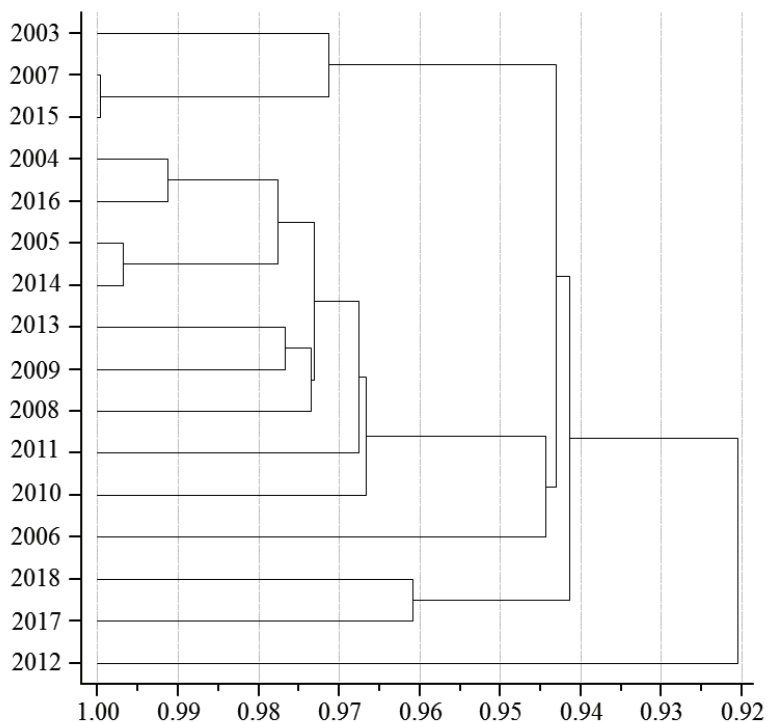
Prema rezultatima analize osnovnih komponenti, prva osa (component 1) obuhvata 55,4% ukupne varijabilnosti, a karakter koji je u najvećoj meri doprineo variranju je procentualni sadržaj proteina. Na drugoj osi (component 2) se izdvaja procentualno učešće vlage, kao jedini karakter od značaja za razdvajanje, sa učešćem u razdvajanju godina od 30,4% (slika 2).



Slika 2. Grafički prikaz varijabilnosti rezultata u odnosu na godinu ispitivanja dobijen na osnovu PCA metode, B - sadržaj proteina (%), C - sadržaj ulja (%), D - sadržaj vlage (%)

Figure 2. Graphical representation of the variability of the results with respect to the year of testing obtained from the PCA method, B - protein content (%), C - oil content (%), D - moisture content (%)

Primenom klaster analize izvršeno je grupisanje godina prema sličnosti po posmatranim parametrima. Iz grafikona na slici 3 se može zaključiti da su na najvišim hijerarhijskim nivoima godine podeljene u 3 grupe. Grupu 2 čine 2018. i 2017. godina (slične su po sadržaju proteina), dok se grupa 3 sastoji iz 2012. godine koja izlazi iz trenda. Grupa 1, koja je na nižim hijerarhijskim nivoima je podeljena u više podgrupa: 2004, 2005, 2014 i 2016, (slične su po sadržaju vlage), 2003, 2007, 2010, 2013, 2015 (slične su po sadržaju ulja) i ostale godine uključene u analizu.



Slika 3. Klaster analiza grupisanja godina po ispitivanim parametrima
Figure 3. Cluster analysis of grouping years according to the tested parameters

Dobijene vrednosti sadržaja proteina i ulja u sojinom zrnju u periodu ispitivanja od 1997-2018. godine, izražene su na 13% vlage i na suvu materiju, što je prikazano u tabeli 2.

Prosek sadržaja proteina u sojinom zrnju u periodu od 1997. do 2018. godine bio je 38,74% na suvu materiju (SM). Najveći prosečan sadržaj proteina bio je 40,21% na SM u 2017. godini, dok je najniži prosečan sadržaj proteina bio 37,08% na SM u 2008. godini.

Prosek sadržaja ulja u sojinom zrnju za period od 1997. do 2018. godine bio je 22,17% na SM. Najveći prosečan sadržaj ulja bio je 23,13% na SM u 2003. godini, dok je najniži sadržaj ulja bio 20,46% na SM u 1997. godini, prvoj godini ispitivanja.

Tabela 2. Sadržaj vlage, nečistoća, proteina i ulja u sojinom zrnu - izraženo na 13% vlage i suhu materiju, nakon čišćenja i sušenja u silosu Sojaprotein a.d., Bečej (od 1997. godine do 2018. godine)

Table 2. The content of moisture, impurities, protein and oil in soya bean - expressed on 13% moisture and dry matter, after cleaning and drying in the Sojaprotein a.d., Bečej silo (from 1997 to 2018)

Rod (godina) Yield (years)	Sadržaj vlage (%) Moisture content (%)	Ukupne nečistoće (%) Total impurities (%)	Sadržaj proteina na 13 % vlage (%) Protein content at 13% moisture (%)	Sadržaj proteina preraču- nato na SM (%) Protein content on dry matter (%)	Sadržaj ulja na 13% vlage (%) Oil content at 13% moisture (%)	Sadržaj ulja preraču- nato na SM (%) Oil content on dry matter (%)
1997	10,54	2,23	34,32	39,45	17,80	20,46
1998	10,79	2,01	34,16	39,27	18,31	21,05
1999	10,66	1,48	34,84	40,05	18,06	20,76
2000	10,38	2,02	32,90	37,82	19,32	22,20
2001	10,99	1,44	33,48	38,48	19,38	22,28
2002	11,03	1,82	33,88	38,95	19,75	22,70
2003	10,41	2,10	33,57	38,59	20,12	23,13
2004	10,85	1,83	33,86	38,92	19,47	22,38
2005	10,98	1,78	34,39	39,53	19,07	21,92
2006	11,51	1,20	33,49	38,49	19,41	22,31
2007	10,74	1,46	33,33	38,32	19,93	22,91
2008	10,26	1,39	32,26	37,08	19,43	22,33
2009	9,91	0,88	32,61	37,48	19,17	22,03
2010	10,25	0,82	33,53	38,54	18,99	21,83
2011	9,20	0,80	32,48	37,33	19,00	21,84
2012	9,50	0,52	33,53	38,54	19,60	22,53
2013	10,32	0,52	33,23	38,19	19,35	22,25
2014	10,80	0,38	34,45	39,60	18,99	21,83
2015	10,77	0,37	33,39	38,38	19,91	22,88
2016	10,99	0,42	34,20	39,31	19,37	22,27
2017	10,57	0,35	34,98	40,21	19,73	22,68
2018	10,41	0,33	34,66	39,84	20,08	23,08
Prosek Average	10,54	1,19	33,71	38,74	19,28	22,17

Uzimajući u obzir dve godine, prve kada je bio najviši sadržaj proteina u zrnju soje (2017. godina) i druge, kada je bio najniži sadržaj proteina (2008. godina), u dole navedenim obračunima prikazan je njihov uticaj na kvalitet sojine sačme u pogledu sadržaja proteina, kao i randmana tokom proizvodnje - prerade zrna soje.

Soja rod 2017. godina:

<u>Kvalitet zrna</u>			<u>Bilans za 1.000 t</u>	
Vlaga	10,57	%	105,7	t
Primese	0,35	%	3,5	t
Rastur	0	%	0	t
Ulje	20,28	%	202,8	t
Protein	35,96	%	359,6	t
Suva materija	32,84	%	328,4	t
Ukupno:	100	%	1000	t

Sačma

Primese			3,50	t
Vlaga	12,00	%	83,80	t
Protein	45,77	%	359,60	t
Suva materija	41,80	%	328,40	t
Ulje	1,50		10,37	t
Ljuska		%	0,00	t
Ukupno	78,57		785,68	t

<u>Ulje</u>	18,74	%	187,43	t
<u>Lecitin</u>	0,50	%	5,00	t
Randman ulje+lecitin			0,95	

Soja rod 2008. godina:

<u>Kvalitet zrna</u>			<u>Bilans za 1.000 t</u>	
Vlaga	10,26	%	102,6	t
Primese	1,39	%	13,9	t
Rastur	0	%	0	t
Ulje	20,04	%	200,4	t
Protein	33,28	%	332,8	t

Suva materija	35,03	%	350,3	t
Ukupno:	100	%	1000	t

Sačma

Primese			13,90	t
Vlaga	12,00	%	83,23	t
Protein	42,09	%	332,80	t
Suva materija	44,30	%	350,30	t
Ulje	1,50		10,46	t
Ljuska			0,00	t
Ukupno	79,07	%	790,68	t

<u>Ulje</u>	18,49	%	184,95	t
<u>Lecitin</u>	0,50	%	5,00	t
Randman ulje+lecitin			0,95	

Iz navedenih obračuna može se videti da preradom soje sa sadržajem proteina od 35,96% dobija sačma sa 45,77% proteina, i da je takva sačma pogodna za dalju doradu i proizvodnju 44% proteinske sačme. Od sojinog zrna koje sadrži 33,28% proteina dobija se sojina sačma sa sadržajem proteina od 42,09%, što potvrđuje da tehnološki kvalitet zrna (sadržaj proteina i sadržaj ulja) ima direktan uticaj na kvalitet sojine sačme.

ZAKLJUČAK

Poređenjem sadržaja proteina i ulja u sojinom zrnu u periodu od 1997. do 2018. godine, uočena su određena variranja u dobijenim rezultatima.

Zbog velikog broja analiza i načina prikazivanja ponderisnih vrednosti ispitivanih parametara po godinama, primenjene su PCA metode i klaster analiza za statističku obradu tj. ispitivanje varijabilnosti sadržaja vlage, sadržaja proteina i sadržaja ulja, gde su grupisane godine po sličnosti ispitivanih parametara.

Kvalitet zrna soje ima direktan uticaj na tok tehnološkog procesa prerade zrna, tj. na kvalitet sojine sačme i iskorišćenost zrna tokom prerade. Ukoliko je sojino zrno sa višim sadržajem proteina dobija se i viši udeo proteina u sojinoj sačmi. Takva sačma je pogodna za doradu, što utiče i na povećanje randmana tokom prerade zrna.

LITERATURA

1. Đorđević, V., Vidić, M., Miladinović, J., Balašević-Tubić, S., Đukić, V., Ilić, A. (2012). Tehnološki kvalitet NS sorti soje, Ratar. Povrt., 49(3): 288-295.
2. Đorđević, V., Balašević-Tubić, S., Hrustić, M., Vidić, M., Tatić, M. (2005). Stabilnost genotipova soje u pogledu sadržaja proteina i ulja. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Sv. 41, 445-450.
3. Hrustić, M., Vidić, M., Jocković, Đ. (1998). Soja, Monografija, Novi Sad - Bečej.
4. Miladinović, J., Hrustić, M., Vidić, M. (2008). Soja, Insitut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad i Sojaprotein Bečej.
5. Rac, M. (1964). Ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja i masti, Beograd, 1964.

UTICAJ FILTRACIJE I DEGUMIRANJA NA SADRŽAJ VOSKOVA I FOSFATIDA U SIROVOM SUNCOKRETOVOM ULJU

Gordan Parenta¹, Ranko Romanić², Marija Gvozdenović¹

¹„Dijamant” a.d., Zrenjanin, Srbija

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

IZVOD

Proizvodnja sirovog suncokretovog ulja se sastoji od više faza prerade. Jako bitna faza prerade suncokretovog semena je priprema zrna suncokreta, odnosno sušenje i čišćenje merkantilnog suncokreta. Ovom tehnološkom operacijom se dobija suncokretovo zrno preradbenog kvaliteta sa optimalnom vlagom i minimalnom nečistoćom. Sledeća bitna faza prerade suncokretovog zrna je ljuštenje semena 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 različitih tehnoloških operacija kod proizvodnje sirovog suncokretovog ulja. Prikazan je sadržaj voskova i fosfatida pre i posle filtracije presovanog ulja, kao i pre i posle degumiranja ekstrahovanog ulja, odnosno u sirovom suncokretovom ulju.

Ključne reči: sirovo suncokretovo ulje, filtracija, degumiranje, voskovi, fosfatidi

FILTRATION AND DEGUMMING INFLUENCE ON WAXES AND PHOSPOLIPIDS CONTENT IN CRUDE 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 raw 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 in the production of crude sunflower oil. The content of waxes and phosphatides is shown before and after filtration of pressed oil, as well as before and after degumming of the extracted oil, or in crude sunflower oil.

Key words: crude sunflower oil, filtration, degumming, waxes, phosphatides

UVOD

Voskovi imaju izuzetan uticaj na sam kvalitet jestivih ulja. Voskovi nemaju negativan uticaj sa fiziološkog stanovišta, ali veoma utiču na senzornu ocenu ulja samih potrošača (izgled i bistrina). 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. Voskovi se ubrajaju u grupu jednostavnih masti u tzv. „netopive masne sastojke”, koji se rastvaraju u ulju pri višim temperaturama, a pri nižim se kristališu i talože. Pri temperaturi ispod 18°C voskovi stvaraju voluminozan talog i već veoma male količine od 10 mg/kg prouzrokuju izrazito zamućenje u ulju. Voskovi su estri visokomolekularnih monohidroksilnih alkohola sa višim masnim kiselinama, pri čemu molekuli sadrže 50 do 60 ugljenikovih atoma. Prisustvo voskova je posebno karakteristično za suncokretovo ulje, gde oni dospevaju sa 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.

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 esterefikovane 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), lizofosfatidilholin, fosfatidiletanolamin (kefalin), lizofosfatidiletanolamin, fosfatidilserin, fosfatidilinosit (lipozitol) i lizofosfatidilinosit. Pri preradi uljanog semena 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 promene sadržaja voskova i fosfatida u različitim fazama proizvodnje sirovog suncokretovog ulja. Filtracijom presovanog ulja i degumiranjem ekstrahovanog ulja delimično se uklanjaju ove komponente koje dalje utiču na sam proces rafinacije sirovog ulja. Što je efikasnije izdvajanje ovih komponenti (voskova, fosfolipida itd.) to su manji gubici prilikom rafinacije sirovog suncokretovog ulja. Kvalitetnije sirovo suncokretovo ulje obezbeđuje manje rafinacione gubitke, ali i nesmetan rad rafinerije ulja sa maksimalnim kapacitetom.

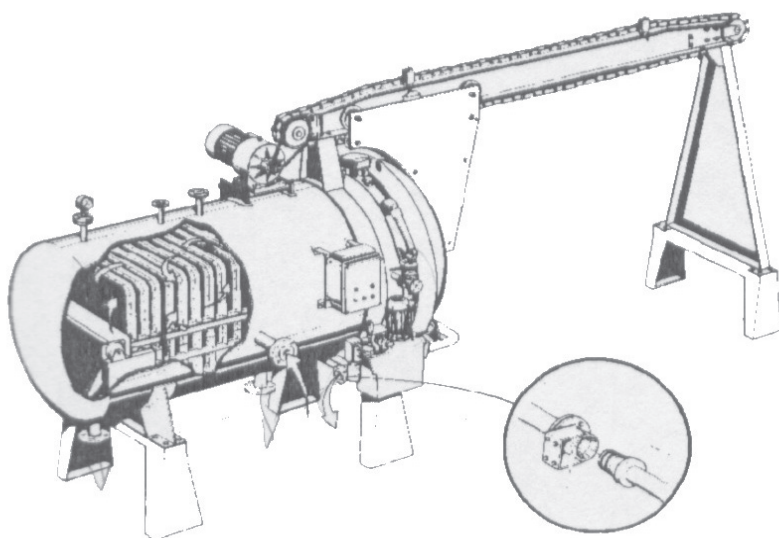
MATERIJAL I METODE RADA

Za određivanje sadržaja voskova koja su urađena na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu korišćena je gravimetrijska metoda prema Turkulov i Oštrić-Matijašević (Dimić i Turkulov, 2000). Za određivanje sadržaja fosfatida korišćena je spektrofotometrijska AOCS (1989) metoda u laboratoriji Dijamant-a a.d., Zrenjanin.

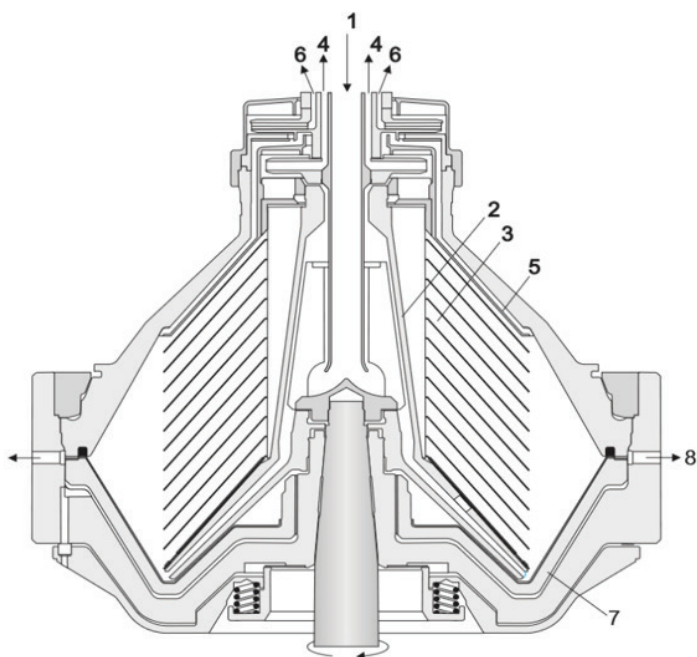
REZULTATI I DISKUSIJA

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 skladišti, zatim suši i čisti kako bi seme bilo optimalno za dalju preradu. Nakon ljuštenja i izdvajanja ljuske iz pripremljenog zrna suncokreta, materijal se greje, vlaži parom i presuje. Prilikom grejanja i presovanja prirodne komponente suncokretovog zrna, kao što su voskovi i fosfolipidi, završe u presovanom i ekstrahovanom ulju dobijenom iz pogače. Filtracijom i degumiranjem prvenstveno se uklanjanju mehaničke nečistoće iz ulja, a pored toga uklanjaju se fosfatidi odnosno voskovi (slika 1 i 2).



Slika 1. Slika AMA filtera
Figure 1. Figure of AMA filter



Slika 2. Centrifugalni separator za degumiranje
Figure 2. Centrifugal separator for degguming

S obzirom da su temperature sirovog suncokretovog ulja kod primarne prerade visoke, više se očekuje izdvajanje fosfatida tokom filtracije i degumiraja nego izdvajanje voskova. Međutim, izdvajanje voskova kod ove dve tehnološke operacije nije zanemarljivo. U tabelama 1 i 2 su prikazani sadržaji fosfatida i voskova na prosečnom dnevnom uzorku suncokretovog ulja u različitim fazama prerade i to redom: sirovo suncokretovo ulje pre filtracije (uzorak 1), sirovo suncokretovo ulje posle filtracije (uzorak 2), ekstrahovano ulje (uzorak 3), degumirano ekstrahovano ulje (uzorak 4) i finalno sirovo suncokretovo ulje koje se sastoji od oko 80% filtriranog suncokretovog ulja i oko 20% degumiranog ekstrahovanog ulja (uzorak 5).

Tabela 1. Sadržaj fosfatida u sirovom suncokretovom ulju iz različitih faza proizvodnje

Table 1. Phospholids content in different stages of crude sunflower oil production

Rezultati analize/Results of analysis					
Uzorak Sample	1	2	3	4	5
Sadržaj fosfora (ppm) Phosphorus content	218	65	380	86	71
Sadržaj fosfatida (%) Phospholids content	0,57	0,17	1,00	0,22	0,19

Tabela 2. Sadržaj voskova u sirovom suncokretovom ulju iz različitih faza proizvodnje

Table 2. Waxes content in different stages of crude sunflower oil production

Rezultati gravimetrijske analize/Results of gravimetric analysis					
Uzorak Sample	1	2	3	4	5
Sadržaj voskova (ppm) Waxes content	1285	931	1103	708	834

Iz tabela 1 i 2 se može videti da se sadržaj fosfatida i voskova smanjuje kako filtracijom presovanog ulja, tako i degumiranjem ekstrahovanog ulja. Zbog visokih temperatura sirovog ulja tokom presovanja i degumiranja, bilo je i za očekivati da će se u većoj meri ukloniti fosfatidi nego voskovi iz sirovog suncokretovog ulja.

ZAKLJUČAK

Filtracija i degumiranje sirovog suncokretovog ulja mogu značajno da smanje sadržaj fosfatida i nešto manje sadržaj voskova, ukoliko se obavljaju po propisanim tehnološkim postupcima i uslovima rada. Dobra i ustaljena praksa filtracije presovanog i degumiranja ekstrahovanog ulja omogućavaju bolji kvalitet sirovog suncokretovog ulja, a samim tim i manje rafinacione gubitke kod proizvodnje jestivog rafinisanog ulja suncokreta.

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. Rac, M. (1964). Ulja i masti, Sirovine, hemija i tehnologija jestivih ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd.
5. Toth, N. (1999). Odvoštavanje i vinterizacija ulja, 40. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Palić, pp. 5-8

ODVAJANJE MEHANIČKIH NEČISTOĆA SEPARIRANJEM CENTRIFUGALNIM DEKANTEROM

Zoran Sandić, Slobodan Lekić, Marija Gvozdenović

„Dijamant” a.d., Zrenjanin, Srbija

IZVOD

Odvajanje mehaničkih nečistoća separiranjem centrifugalnim dekanterom, odnosno filtracija sirovog sojinog ulja je tehnološki proces odvajanja mehaničkih nečistoća iz sirovog ulja putem centrifugalnog dekantera pri propisanim tehnološkim parametrima. U radu je opisan uticaj doziranja demi vode u procesu separiranja centrifugalnim dekanterom, kao jednog od parametara, a pri konstantnim parametrima temperature demi vode, temperature sirovog sojinog ulja i zadatog kapaciteta dekantera, kao i sam princip rada dekantera.

Ključne reči: tehnološki proces, separiranje, kvalitet, dekanter

SEPARATION OF MECHANICAL IMPURITIES BY CENTRIFUGAL DECANter

ABSTRACT

Separation of mechanical impurities by separating centrifugal decanter, ie filtration of raw soybean oil is a technological process of separating mechanical impurities from the crude oil by a centrifugal decanter under the prescribed technological parameters. This paper describes the influence of dosing of demineralized water in the separating process with centrifugal decanter under the constant parameters of demineralized water temperature, raw soybean temperature and the given capacity of the decanter, as well as the principle of the decanter operation.

Key words: technological process, separation, quality, decanter

UVOD

Cilj ovog rada je da se predstavi princip rada dekantera i objasne uočene prednosti prilikom odvajanja mehaničkih nečistoća iz sirovog sojinog ulja separiranjem centrifugalnim dekanterom, i to pri različitim količinama doziranja demi vode. Ostali parametri kao što su temperatura i zadati kapacitet su konstantne vrednosti. Različita količina doziranja demi vode utiče na kvalitet filtriranog sirovog sojinog ulja i na talog dobijen filtracijom.

Prednosti razdvajanja tečnih smeša i čvrstih materija iz sirovog sojinog ulja dekanterom i princip rada dekantera

U „Dijamant” a.d. je 2011. godine u pogon ljuštione - presaone postavljen i pušten u rad dekanter Gea Westfalia za razdvajanje tečnih smeša i čvrstih materija iz sirovog presovanog ulja, kapaciteta 300 t/dan sirovog presovanog ulja. Filtracija sirovog sojinog ulja dekanterom za bistrenje kao zamena za AMA-filtre izvršena je u cilju praćenja tehnološkog razvoja i novih tehnologija u uljarskoj industriji i u cilju poboljšanja efikasnosti rada i samog kvaliteta sirovog filtriranog ulja.

Osnovni delovi dekantera (slika 1) su: primarni pogonski motor, sekundarni pogonski motor, bubanj, pužni transporter, komora za separaciju, postolje itd.



Slika 1. Izgled dekantera
Figure 1. Appearance of dekanter

Dekanter je horizontalno postavljena spiralna centrifuga sa cilindrično-konusnim bubnjem sa omotačem za kontinualno izdvajanje čvrstih materija iz suspenzija. Proizvod koji se prerađuje (masa za centrifugiranje) u našem slučaju sirovo sojino ulje, dovodi se kroz centralno postavljenu ulaznu cev u komoru pužnog transportera,

prodire kroz otvore u komoru za separaciju bubnja i ubrzava se do pogonske brzine mašine. Pod dejstvom centrifugalne sile čestice čvrste materije se u najkraćem vremenu izdvajaju na zidu bubnja.

Pužni transporter koji rotira nešto brže od omotača bubnja, kontinuirano prenosi izdvojenu čvrstu materiju do suženog dela bubnja. U zoni dehumifikacije se čvrsta materija izdvaja iz tečnosti (zbog konusnog oblika bubnja) i oslobađa od preostale tečnosti pod dejstvom centrifugalne sile. Na kraju bubnja se čvrsta materija centrifugira u kolektoru kućišta, skuplja se na otvorima na omotaču bubnja i izbacuje.

Tečnost protiče između kalemova pužnog transportera cilindričnog kraja bubnja.

Na putu kroz zonu za bistrenje pod dejstvom centrifugalne sile odstranjuju se preostale „lake” nečistoće i odvode se pužnim transporterom do odvoda za čvrste materije.

Izbistreno ulje napušta komoru za separaciju preko podesivih zavrtnja za regulisanje i izvodi se u rezervoare sirovog filtriranog ulja.

Radi kvalitetnijeg i efikasnijeg odvajanja mehaničkih nečistoća centrifugalnim dekanterom istovremeno sa masom koja se centrifugira, a u našem slučaju to je sirovo sojino ulje, vrši se i kontinuirano doziranje demi vode u dekanter.

Za praćenje kvaliteta izbistrenog sojinog ulja posle separacije, kao i sastav i strukturu taloga dobijenog separacijom uzeli smo period od po tri dana sa različitim parametrima. Od parametara se menja doziranje demi vode od 1-2% od zadatog kapaciteta dekantera. Pri tom su ostali bitni parametri bili konstantni.

Prilikom praćenja kvaliteta izbistrenog sirovog sojinog ulja, ostali bitni parametri za rad dekantera i kvalitet izbistrenog sojinog ulja su: temperatura sirovog sojinog ulja pre odlaska na separaciju, temperatura demi vode koja treba da bude ista ili približno identična temperaturi sirovog ulja, kao i zadati kapacitet dekantera (tabela 1).

Tabela 1. Parametri za rad dekantera i kvalitet izbistrenog sojinog ulja

Table 1. Decanter operating parameters and quality decanter clarified soybean oil

Period uzorkovanja	18.-20.01.	21.-23.01.	24.-26.01.
Doziranje vode na dekanteru (%)	1,5	1	2
Temperatura sirovog sojinog ulja (°C)	58	61	59
Temperatura demi vode za doziranje (°C)	61	60	60
Zadati kapacitet za rad dekantera (kg/h)	42000	42000	42000

Kao što vidimo iz tabele 1, temperatura sirovog sojinog ulja pre separacije se kretala 58-61°C, temperatura demi vode u intervalu 60-61°C, a zadati kapacitet dekantera, odnosno protok sirovog sojinog ulja 4200 kg/h, konstantno.

Pri ovim zadatim parametrima proces separiranja je praćen preko rezultata laboratorijskih analiza, odnosno preko kvaliteta sirovog dekantiranog - filtriranog ulja i strukture taloga i to sve u kontinuitetu od po tri dana pri različitim količinama doziranja demi vode u dekanter (tabela 2).

Tabela 2. Kvalitet sirovog dekantiranog ulja i strukture taloga - doziranje vode 2%**Table 2.** Quality of crude clarified oil and sludge structure - water dosage 2%

Datum uzorkovanja		24.01.2019.	25.01.2019.	26.01.2019.
Doziranje vode na dekanteru (%)		2		
Uzorak	Analiza	Rezultati analiza koji se odnose na ispitivani uzorak		
Zrno soje	Vlaga (%)	11,36	10,10	10,20
Talog sa dekantera	Vlaga (%)	46,82	42,20	43,10
	Ulje (%)	18,27	25,07	29,10
Sirovo ulje na izlazu iz dekantera	Vlaga (%)	0,32	0,34	0,35
	Talog (%)	1,00	0,50	0,50

U prethodnoj tabeli vidimo da pri doziranju demi vode u količini od 2% od zadatog kapaciteta dekantera na sat dolazi do povećanja vlage u sirovom filtriranom ulju od 0,32 do 0,35% i do promjenljive količine taloga u sirovom ulju od 0,50 do 1%, kao i do povećanja vlage samog taloga na izlazu iz dekantera od 42,20 do 46,82%.

Ovako povećan procenat vlage u sirovom dekantiranom - filtriranom ulju utiče na sam tehnološki proces dalje obrade sirovog ulja, a takođe i dovodi do povećanja vlage i ulja u talogu, što dodatno otežava doziranje taloga u procesu kondicioniranja i presovanja.

U tabeli 3 prikazane su dobijene karakteristike pri doziranju demi vode u količini od 1,5% od zadatog kapaciteta dekantera.

Tabela 3. Kvalitet sirovog dekantiranog ulja i strukture taloga - doziranje vode 1,5%**Table 3.** Quality of crude clarified oil and sludge structure - water dosage 1,5%

Datum uzorkovanja		18.01.2019.	19.01.2019.	20.01.2019.
Doziranje vode na dekanteru (%)		1,5		
Uzorak	Analiza	Rezultati analiza koji se odnose na ispitivani uzorak		
Zrno soje	Vlaga (%)	10,78	11,41	10,69
Talog sa dekantera	Vlaga (%)	32,88	33,16	32,60
	Ulje (%)	29,48	30,26	28,70
Sirovo ulje na izlazu iz dekantera	Vlaga (%)	0,26	0,27	0,24
	Talog (%)	1,10	0,60	0,61

Kao što se vidi iz tabele 3, pri doziranju demi vode od 1,5% dolazi do sniženja vlage sirovog ulja od 0,24 do 0,27%, ali još uvek nedovoljno za optimalan tehnološki postupak.

Dolazi i do povećanja taloga u sirovom ulju od 0,61 do 1,10% što je takođe još uvek nedovoljno.

Sama struktura taloga na izlasku iz dekantera je još uvek takva da otežava rad transportera za doziranje u kondicionere, odnosno vlaga taloga je povećana i to od 32,88 do 33,16%, dok se ulje u talogu kreće od 28,70 do 30,26%.

U sledećoj, tabeli 4 prikazane su karakteristike sirovog filtriranog ulja i dobijenog taloga separacijom pri doziranju demi vode od 1% od zadatog kapaciteta dekantera.

Tabela 4. Kvalitet sirovog dekantiranog ulja i strukture taloga - doziranje vode 1%
Table 4. Quality of crude clarified oil and sludge structure - water dosage 1%

Datum uzorkovanja		21.01.2019.	22.01.2019.	23.01.2019.
Doziranje vode na dekanteru (%)		1		
Uzorak	Analiza	Rezultati analiza koji se odnose na ispitivani uzorak		
Zrno soje	Vlaga (%)	10,10	10,60	11,30
Talog sa dekantera	Vlaga (%)	16,73	17,10	20,20
	Ulje (%)	33,54	35,68	32,13
Sirovo ulje na izlazu iz dekantera	Vlaga (%)	0,20	0,21	0,19
	Talog (%)	0,50	0,50	0,50

Kao što vidimo iz tabele 4 prilikom doziranja demi vode u količini od 1%, kvalitet sirovog dekantiranog - filtriranog ulja je na zavidnom nivou, vlaga ulja je u intervalu od 0,19 do 0,21%, dok je talog u ulju konstantan 0,50%. Takođe, i talog iz dekantera je ujednačen i sa nižom vlagom od 11,30 do 10,10%, što znatno olakšava rad uređaja i olakšava ponovno vraćanje na kondicioniranje i presovanje, odnosno u proces proizvodnje.

ZAKLJUČAK

Odvajanjem mehaničkih nečistoća separiranjem centrifugalnim dekanterom u kontinualnoj proizvodnji dobijen je zavidan kvalitet sirovog filtriranog ulja

Kontinualan proces olakšava rad prilikom vraćanja taloga u proces proizvodnje.

Doziranje demi vode u dekanter više od 1% od zadatog kapaciteta povećava procenat vlage sirovog ulja i taloga u sirovom ulju.

Doziranje demi vode u dekanter više od 1% od zadatog kapaciteta, takođe povećava vlagu taloga i stvara lepljivu masu što otežava rad transportera i vraćanje taloga u proces proizvodnje.

Najbolji rezultati laboratorijske analize kvaliteta sirovog sojinog ulja i taloga iz dekantera dobijeni su pri doziranju vode u koncentraciji od 1% od zadatog kapaciteta.

LITERATURA

1. Dekanter za bistrenje - GEA Westfalia Separator.
2. Laboratorijske analize Dijamant a.d., Zrenjanin.
3. Tehnička dokumentacija Dijamant a.d., Zrenjanin.

SADRŽAJ VOSKOVA I ULJA U FILTRACIONOJ POGAČI NAKON FILTRACIJE ULJA SUNCOKRETA POMOĆU FILTRACIONOG SREDSTVA NA BAZI CELULOZE

Katarina Nedić Grujin¹, Ranko Romanić², Branislava Nikolovski²

¹„Dijamant” a.d., Zrenjanin, Srbija

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

IZVOD

Suncokretovo ulje sadrži voskove, koji su po strukturi estri masnih kiselina i masnih alkohola. Zbog svoje visoke tačke topljenja oni kristališu u ulju tokom čuvanja na niskim temperaturama i stvaraju depozit (zamućenje i talog). Voskovi se uklanjaju iz ulja vinterizacijom i zatim filtracijom ili odvajanjem na separatoru ili kombinacijom obe operacije. Filtraciono sredstvo se koristi tokom filtracije kako bi se omogućio veći protok filtrata i produžilo vreme filtracije. Za filtraciju suncokretovog ulja korišćeno je filtraciono sredstvo na bazi celuloze, jedna vrsta specijalizovana za nanos i jedna vrsta za doziranje. Filtracija je rađena na horizontalnim ramskim filterima. Tokom ciklusa filtracije na filter ramovima se formira filtraciona pogača. Filtraciona pogača se sastoji iz filtracionog sredstva, ulja i voskova. U ovom radu analiziran je sastav pogače, kao i sadržaj voskova u ulju pre i posle filtracije. U uzorcima suncokretovog ulja pre filtracije sadržaj voskova se kretao između 366 ± 7 mg/kg i 547 ± 9 mg/kg. Nakon procesa filtracije saržaj voskova u ulju je bio od $2,94 \pm 0,05$ mg/kg do $3,19 \pm 0,08$ mg/kg. U filtracionoj pogači ukupan sadržaj ulja i voskova je bio od $53,22 \pm 0,63\%$ do $55,3 \pm 0,75\%$, a sadržaj voskova od $22,05 \pm 0,58\%$ do $26,05 \pm 0,47\%$.

Gljučne reči: voskovi, filtracija, filtraciona pogača

WAX AND OIL CONTENT OF FILTER CAKE AFTER SUNFLOWER OIL FILTRATION USED CELLULOZE FILTER AID

ABSTRACT

Sunflower oil contains waxes, esters of fatty acids and fatty alcohols. Waxes have higher melting points and when the oil is stored at low temperature they crystallize

and form a deposit. Waxes are removed from the oil by winterization and filtration or centrifugation or by combination of them both. The filtration agent is used during filtration to allow higher filtrate flow and extend the filtration time. For the filtration of sunflower oil, a cellulose-based filtration agent was used, one as a precoat and another as a bodyfeed during the filtration process.

Filtration was taken place on horizontal ram filters. At the end of filter cycle, filter cake has been formed on ram filters. Filter cake consists of a mixture of filtering aids, oil and waxes. In this work content of filter cake were analyzed and also content of waxes in oil before and after winterization and filtration. In examined sunflower oils before filtration content of waxes were from 366 ± 7 mg/kg to 547 ± 9 mg/kg. After winterization content of waxes in oils were from $2,94 \pm 0,05$ mg/kg to $3,19 \pm 0,08$ mg/kg. In filter cake content of oil and waxes both were from $53,22 \pm 0,63\%$ to $55,3 \pm 0,75\%$, content of waxes were from $22,05 \pm 0,58\%$ to $26,05 \pm 0,47\%$.

Key words: waxes, filtration, filter cake

UVOD

Voskovi u uljima su uglavnom estri zasićenih masnih kiselina dugog lanca i alkohola dugog alifatičnog lanca koji sadrže od 34 do 50 C atoma (Carelli i sar., 2002). Voskovi su slabo rastvorni u ulju pri niskim temperaturama i izazivaju mutnoću svojom kristalizacijom. Temperatura topljenja voskova je između 70 i 80°C (Martini i Anon, 2003; Kanaya i sar., 2007). Kod suncokreta, najveći deo voskova se nalazi u ljusci i oni putem presovanja i ekstrakcije prelaze u sirovo ulje (Kanaya i sar., 2007). Samo se deo ukupnih voskova ukloni tokom vinterizacije, a voskovi sa kraćim lancem koji sadrže manje od 42 C atoma mogu se pojaviti u finalnom proizvodu (Carelli i sar., 2002). Postupkom vinterizacije se uklanjaju voskovi dužih lanaca sa više od 42 C atoma, kao i zasićeni triacilgliceroli (Breveden i sar., 2000).

Vinterizacija (odvoštavanje) je termomehanički proces razdvajanja gde triacilgliceroli kristališu iz ulja. Dvokomponentna frakciona kristalizacija se postiže delimičnim očvršćavanjem i razdvajanjem triacilglicerola sa višom tačkom topljenja (O'Brien, 2004). Kristalizacija ulja mora biti na temperaturi od $4,4^\circ\text{C}$ do 10°C da bi β kristali koji se formiraju tokom kristalizacije bili stabilni. Na ovoj temperaturi ulje je većeg viskoziteta i nema dovoljnu filtrabilnost. Grejanjem ulja na 14°C povećava se protok filtrata za 60%. Pre odvoštavanja poželjno je ukloniti fosfolipide jer utiču na formiranje i stabilnost kristala i smanjuju filtrabilnost (O'Brien, 2004).

Postoji više tehnika za odvajanje voskova tokom procesa rafinacije, gde svaka od njih zahteva posebne uslove kristalizacije (temperaturu, vreme odležavanja, prisustvo sapuna, fosfolipida, upotreba rastvarača itd.). Klasičan metod, poznat kao vinterizacija ili odvoštavanje, podrazumeva kristalizaciju i filtraciju. Ulje se u kristalizatorima postepeno hladi uz blago mešanje kako bi se stvorili što krupniji kristali voskova, a zatim odvojili na filterima uz pomoć filtracionog sredstva.

„Mokra” vinterizacija suncokretovog ulja se obavlja posle procesa neutralizacije. Neutralno ulje se hladi i tretira sa razblaženim rastvorom natrijum hidroksida. Ulje

kristališe u tankovima uz sporo mešanje. Posle kristalizacije deo voskova zajedno sa sapunima se odvoji na separatoru, na hladno. Nakon odvajanja na separatoru ulje ide na pranje i sušenje. Ovakvo ulje i dalje sadrži voskove. Kako bi se uklonili preostali voskovi koji izazivaju mutnoću, ulje ide na filtraciju. Osobina želiranja voskova ih čini teškim za filtraciju. Tokom vinterizacije, filtraciono sredstvo se dodaje u suncokretovo ulje kako bi se filtracija voskova olakšala (Raš i sar., 2008, Ergonul i Nergiz, 2013). Problemi sa malim protokom filtrata, brzim zapušavanjem pora filtera ili neprihvatljivom bistrinom filtrata se vrlo često rešavaju upotrebom filtracionog sredstva koje poboljšava strukturu filtracione pogače i njene osobine. Mogu se koristiti zrnasti ili vlaknasti materijali, nazvani filtraciona sredstva, koja mogu da obezbede visoku propusnost filtracione pogače sa ciljem da uhvate veoma fine čvrste čestice, mulj ili deformisane flokule i obezbede bistar filtrat (Dahlstrom i sar., 1997). Filtraciona sredstva se mogu koristiti za nanos ili za doziranje (Dahlstrom i sar., 1997). Filtraciona sredstva bi trebalo da budu porozna i hemijski inertna prema ulju, da imaju malu naspinu masu i da formiraju poroznu pogaču kako bi se smanjila otpornost pogače. Zbog brojnih, do sada utvrđenih prednosti, umesto tradicionalnih, kao pomoćna sredstva za filtraciju korišćena su sredstva na bazi celuloze (Neufeld, 2011).

Na kraju procesa filtracije na ramskim filterima se formira filtraciona pogača. Sadržaj ulja u filtracionoj pogači se kreće između 50-60% (Dijkstra i sar., 2007). Zbog svog sastava filtraciona pogača se može koristiti kao sirovina za proizvodnju voskova. Voskovi imaju široku primenu u kozmetici, industriji papira, za konzervisanje hrane itd. (Hamilton, 1995). Takođe mogu se primenjivati kao komponenta hrane za životinje (Grompone i sar., 2005).

U ovom radu utvrđena je efikasnost filtracije suncokretovog ulja nakon „mokre” vinterizacije na ramskim filterima potpomognute sredstvima za filtraciju na bazi celuloze. Takođe analiziran je i sadržaj ukupnih ekstrahovanih materija i voskova u filtracionoj pogači formiranoj na kraju ciklusa filtracije. Merena je i dužina svakog ciklusa filtracije.

MATERIJAL I METODE

U eksperimentu je analizirano ukupno 5 filtracija suncokretovog ulja sa različitim sadržajem voskova. Ulazna ulja su neutralisana ulja (sa kiselim degumiranjem u sklopu neutralizacije) i zatim delimično odvoštena „mokrim” postupkom vinterizacije. Rastvor natrijum hidroksida je korišćen za neutralizaciju i za „mokro” odvajanje voskova. Rastvor fosforne kiseline je korišćen za kiselo degumiranje. Izlazni ulja su ulja sa filtera. Filtracija je obavljena na horizontalnim filter ramovima (AMA filteri) ukupne površine filtracije 60m². Temperatura ulja pri filtraciji je bila 16°C. Filtraciono sredstvo na bazi celuloze ECO 950 je korišćeno za nanošenje inicijalnog filtracionog sloja (granulacije 5-50%>100µm i min 45%>32µm, nasipne mase 120-200 kg/m³) (Data sheet, 2016). Za doziranje u ulje je korišćeno filtraciono sredstvo na bazi celuloze EFC1350 (granulacije max 70%>100µm i max 98%>32µm, nasipne mase

od 160 do 220 kg/m³ (Data sheet, 2014a). Filtraciono sredstvo EFC1350 je krupnije granulacije i veće nasipne mase od filtracionog sredstva ECO950. Na kraju svakog ciklusa filtracije uzeti su uzorci filtracione pogače. Filtracija je prekidana kada je radni pritisak na filteru dostigao 3,5 bara. Filtraciona pogača je izdvajana na ramskim AMA filterima nakon sušenja filtera komprimovanim vazduhom. Iz filtracione pogače su ekstrahovani ulje i voskovi. Sadržaj ukupnih ekstrahovanih materija (ulje, voskovi i dr.) su određivani gravimetrijskom metodom po Soxhlet-u (SRPS ISO 659, 2011). Sadržaj voskova je određen u svim uzorcima ulja i pogača gravimetrijskom metodom (Turkulov, 1986; Dimić i Turkulov, 2000). Sva određivanja su rađena iz tri ponavljanja, a rezultati su prikazani kao srednja vrednost $\pm$ standardna devijacija (Microsoft, Washington, USA) i Statistica 13.0 (StatSoft, Tulsa, USA).

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 su prikazani rezultati ispitivanja sadržaja voskova u ulju suncokreta na ulazu i na izlazu sa filtera, odnosno pre i posle filtracije potpomognute sredstvom za filtraciju na bazi celuloze, kao i sadržaj ukupnih ekstrahovanih materija, ulja i voskova u filtracionoj pogači nakon svakog ciklusa filtracije i dužina trajanja svakog ciklusa filtracije.

U sprovedenim filtracijama, ulja suncokreta na ulazu u filter su se razlikovala u sadržaju voskova koji se kretao od 366 ± 7 mg/kg do 547 ± 9 mg/kg (tabela 1). Sadržaj voskova u uljima nakon filtracije je bio veoma mali, od $2,94 \pm 0,05$ do $3,19 \pm 0,08$ mg/kg (tabela 1). Sprovedenim „mokrim” postupkom vinterizacije i filtracijom ulja pomoću filtracionih sredstava na bazi celuloze, voskovi su iz ulja uklonjeni gotovo u potpunosti. Vreme trajanja filtracije se kretalo od 11h do 17h, najduže kod filtracija 1 i 2, a najkraće kod filtracije 4.

Sadržaj voskova u filtracionoj pogači se kretao od $22,05 \pm 0,58$ do $26,18 \pm 0,47\%$, a sadržaj ukupnih ekstrahovanih materija od $53,22 \pm 0,63$ do $55,3 \pm 0,75\%$. Sadržaj voskova u pogači je najviši kod filtracija 1 i 2, a najniži kod filtracije 4. Sadržaj ulja u filtracionoj pogači je dobijen računski i kretao se od $27,16 \pm 10,5$ do $32,08 \pm 0,66\%$

Tabela 1. Rezultati ispitivanja ulja suncokreta i filtracione pogače tokom vinterizacije
Table 1. Results of sunflower oil and filtration cake testing during winterization

Broj filtracije Number of filtration	Sadržaj voskova, W Wax content, W			Sadržaj ukupnih ekstrahovanih materija u filtracionoj pogači, W+O (%) Total extracted matter in filter cake, W+O (%)	Sadržaj ulja u filtracionoj pogači, O (%) Content of oil in filter cake, O (%)	Vreme filtracije, T (h) Time of filtration, T (h)
	Ulazno ulje(mg/kg) Oil in (mg/kg)	Izlazno ulje(mg/kg) Oil out (mg/kg)	Filtraciona pogača (%) Filter cake (%)			
1	382±6	2,94±0,05	24,06±0,73	54,44±0,78	30,38±0,88	17
2	366±7	3,01±0,08	26,05±0,47	53,22±0,63	27,16±10,05	17
3	509±9	3,19±0,08	23,97±0,74	55,30±0,75	31,33±1,49	13
4	547±9	3,16±0,07	22,05±0,58	53,73±0,58	31,68±0,69	11
5	403±8	3,00±0,13	23,06±0,79	55,14±0,79	32,08±0,66	16

U tabeli 2 su na bazi koeficijenta korelacije, prikazane međusobne korelacije između ispitivanih parametara.

Tabela 2. Korelacije između ispitanih parametara
Table 2. Correlations between analyzed parameters

Parametar Parameter	W_{in} (%)	W_{out} (%)	$W_{filter\ cake}$ (%)	W+O (%)	O (%)	T (h)
W_{in} (%)	1,0000	0,8666	-0,4331	0,0144	0,2982	-0,9914
W_{out} (%)	-	1,0000	-0,1531	0,0235	0,1308	-0,8231
$W_{filter\ cake}$ (%)	-	-	1,0000	-0,1232	-0,8208	0,4779
W+O (%)	-	-	-	1,0000	0,5130	-0,0052
O (%)	-	-	-	-	1,0000	-0,3018
T (h)	-	-	-	-	-	1,0000

Iz tabele 2 koja prikazuje korelacije između ispitivanih parametara, može se zaključiti da su vrednosti sadržaja voskova u ulju na izlazu sa filtera u jakoj pozitivnoj korelaciji sa vrednostima sadržaja voskova u ulju na ulazu filtera ($R=0,8666$). Takođe, sadržaj ulja u pogači, odnosno sadržaj ulja i voskova u pogači su u značajnoj pozitivnoj korelaciji ($R=0,5130$). Važan je podatak da su vrednosti sadržaja voskova

na ulazu filtera i vreme filtracije u vrlo jakoj negativnoj korelaciji ($R=-0,9914$), što pokazuje da filtracija ulja sa najmanjim sadržajem voskova traje najduže, dok je sa najvećim sadržajem voskova filtracija najkraća. Takođe, izlazne vrednosti sadržaja voskova sa filtera su u jakoj negativnoj korelaciji sa vremenom filtracije ($R=-0,8231$), što pokazuje da se kod filtracija koje su duže trajale dobija ulje sa manjim sadržajem voskova na izlazu sa filtera.

Sadržaj voskova u ulju na ulazu filtera su u neznčajnoj korelaciji sa sadržajem ulja u filtracionoj pogači ($R=0,2982$). Sadržaj voskova i sadržaj ulja u filtracionoj pogači su u jakoj negativnoj korelaciji ($R=-0,8208$). Sadržaj voskova u filtracionoj pogači i vreme filtracije su u pozitivnoj korelaciji ($R=0,4779$), zbog čega bi bilo interesantno proširiti broj ispitanih filtracija kako bi se potvrdila značajnost korelacije sadržaja voskova u filtracionoj pogači i dužine trajanja filtracije. Sadržaj ukupnih ekstrahovanih materija u filtracionoj pogači, odnosno ulja i voskova, ne može se dovesti u korelaciju sa sadržajem voskova u ulju na ulazu i izlazu sa filtera.

ZAKLJUČAK

Filtracijom ulja potpomognutom filtracionim sredstavima na bazi celuloze, urađena je veoma efektivna vinterizacija i voskovi su iz ulja uklonjeni gotovo u potpunosti (preko 99%). Sadržaj voskova u uljima na izlazu sa filtera je varirao od $2,94\pm0,05$ mg/kg do $3,19\pm0,08$ mg/kg, što je daleko manje od uobičajenih vrednosti od 14 mg/kg za vinterizovana tj. rafinisana ulja.

Utvrdene su i značajne zavisnosti između sadržaja voskova na ulazu i izlazu sa filtera sa vremenom trajanja filtracija. Sadržaj voskova u ulju na ulazu filtera je u neznčajnoj korelaciji sa sadržajem ulja u filtracionoj pogači.

Kako je u filtracionoj pogači utvrđena značajna količina ulja i voskova, to bi mogli biti dalji pravci istraživanja, kao i ispitivanja gubitaka ulja tokom filtracija.

LITERATURA

1. Breveden, M.I.V., Carelli, A.A., Crapiste, G.H. (2000). Changes in composition and quality of sunflower oils during extraction and degumming. *Grasas Aceites*, 51, 417-423.
2. Carelli, A.A., Frizzera, L.M., Forbito, P.R., Crapiste, G.H. (2002). Wax Composition of Sunflower Seed Oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79, 763-768.
3. Dahlstrom, D.A., Bennett, R.C., Emmett, R.C., Harriott, Jr., P., Laros, T., Leung, W., McCleary, C.S., Morey, A.M.B., Oldshue, J.Y., Priday, G. (1997). Liquid-Solid Operations and Equipment in: *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (Eds.) R. H. Perry, D. W. Green, Seventh Edition, McGraw-Hill Companies, Inc., New York, NY, Ch. 18, pp. 18-133.
4. Data sheet (2014a). Filtracel. Cellulosic filter aid. Grade EFC 950. JRS J. Rettenmaier & Söhne GmbH+Co.KG, Rosenberg, Germany.
5. Data sheet (2016). Filtracel. Filter aid. Grade ECO 950. JRS J. Rettenmaier & Söhne GmbH+Co.KG, Rosenberg, Germany.

6. Dijkstra, A.J., Segers, J.C., in: Gunstone, F.D., Harwood, J.L., Dijkstra, A.J. (Eds.), *The Lipid Handbook*, CRC Press, New York 2007, pp. 143–262.
7. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Tehnološki fakultet Novi Sad.
8. Ergonul, P.G., Nergiz, C.A. (2013). Research on the turbidity and wax composition of sunflower and corn oils during winterization, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(3), 497-502.
9. Grompone, M.A, in: Shahidi, F. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey 2005, pp. 655-731.
10. Hamilton, R.J., in: Hamilton, R.J. (Ed.), *Waxes: Chemistry, Molecular Biology and Functions*, The Only Press, Dundee 1995, pp. 257–310.
11. Kanya, T.C.S., Rao, L.J. Sastry, M.C.S. (2007). Characterization of wax esters, free fatty alcohols and free fatty acids of crude wax from sunflower seed oil refineries. *Food Chem.*, 101, 1552-1557.
12. Martini, S., Añón, M.C. (2003). Crystallization of sunflower oil waxes. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 80, 525-532.
13. Microsoft Excel 2013, Microsoft. Microsoft Excel. Computer Software. Redmond, Washington, USA, 2013. (www.microsoft.com).
14. Neufeld, S. (2011). Presentation: Optimal precoat procedure for winterised oil. JRS J. Rettenmaier & Söhne GmbH+Co KG, Rosenberg, Germany.
15. O'Brien, R. (2004). *Fats and oils, Formulating and processing for applications*, 2nd edition, Florida, p. 130, p. 498.
16. Raß, M., Schein, C., Matthäus, B. (2008). Virgin sunflower oil, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 110, 618-624.
17. SRPS EN ISO 659 (2011). Serbian standard. Oilseeds - Determination of oil content (Reference method) (EN ISO 659:2009). Institute for standardization of Serbia, Belgrade, Serbia.
18. STATISTICA (Data Analysis Software System), (2015) v. 13.0, StatSoft Inc., (www.statsoft.com).
19. Turkulov, J., Dimić, E., Karlović, Đ., Vukša, V. (1986). The effect of temperature and wax content on the appearance of turbidity in sunflowerseed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 63, 1360-1363.

UTICAJ DODAVANJA LANENOG ULJA NA OKSIDATIVNI STATUS ULJA SUNCOKRETA BOGATOG OMEGA 3 MASNIM KISELINAMA

Aleksandar Takači, Ranko Romanić, Viktor Stojkov, Bojana Radić, Snežana Kravić

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

Ulje lana je jedno od veoma značajnih biljnih ulja koje je karakteristično po visokom sadržaju esencijalnih polinezasićenih masnih kiselina, pre svega alfa-linoloenske (ALA, omega 3). Iz istog razloga, ovo ulje je s druge strane veoma sklono oksidacionim procesima. Cilj istraživanja u okviru ovog rada je bio da se ispita oksidativni status rafinisanog ulja suncokreta obogaćenog sa omega 3 masnim kiselinama dodavanjem hladno presovanog lanenog ulja, u cilju dobijanja nutritivno vrednog mešanog biljnog ulja prijetnih senzorskih svojstava. Za ispitivanja u okviru ovog rada su korišćeni uzorci mešanih biljnih ulja suncokreta i lana. Dodavanjem 20% lanenog ulja suncokretovom ulju, mogu se očuvati dobra oksidativna svojstva, a povećati sadržaj omega 3 masnih kiselina čije prisustvo i količina su, u današnje vreme veoma bitan faktor u ishrani ljudi.

Ključne reči: suncokretovo ulje, oksidativni status, peroksidni broj, oksidativna vrednost, konjugovani dieni

THE INFLUENCE OF ADDITION OF FLAXSEED OIL ON OXIDATIVE STATUS OF SUNFLOWER OIL RICH WITH OMEGA 3 FATTY ACIDS

ABSTRACT

Flax oil is one of the most important vegetable oils, which is characterized by the high content of essential polyunsaturated fatty acids, primarily alpha-linolenic (ALA, omega 3). For the same reason, this oil is very prone to oxidation processes on the other hand. The aim of this study was to investigate the oxidative status of refined sunflower oil enriched with omega 3 fatty acids by adding cold pressed linseed oil in order to obtain nutritiously valuable blended vegetable oil with pleasant sensory properties. Samples of blended vegetable oils of sunflower and flaxseed were used for the investigation under this scientific work. By adding 20% contribution of flaxseed oil to sunflower oil, good oxidative properties is

maintained, and the content of omega 3 fatty acids is increased which is a very important factor for human nutrition.

Key words: sunflower oil, oxidative status, peroxide value, oxidative value, conjugated dienes

UVOD

Glavne komponente biljnih ulja, uključujući laneno ulje, su triacilgliceroli koji obično čine više od 90%, čak i do 98-99% od svih prisutnih komponenti. Prisustvo hlorofila u lanenom ulju obično ukazuje na nezrelost lanenog semena. Sastav masnih kiselina uobičajenog lanenog ulja razlikuje se od drugih komercijalnih ulja zbog alfa-linolenske masna kiselina (ALA), čiji je udeo obično iznad 50%. Zbog visokog sadržaja ove „jedinstvene” masne kiseline često se laneno ulje koristi kao dodatak ishrani, kada je potrebno obogaćivanje sa omega 3 masnim kiselinama kakva je ALA. Laneno ulje sadrži male količine zasićenih masnih kiselina u poređenju sa uljima soje i suncokreta. Ulje iz lanenog semena sadrži mnogo niže količine tokoferola i sterola (fitosterola) u poređenju sa mnogim drugim biljnim uljima (Przybylski, 2005; Shukla i sar., 2002). Danas ulje lana, posebno jestivo nerafinisao, najčešće hladno presovano, doživljava svoju renesansu, zahvaljujući već pomenutom izuzetno visokom sadržaju esencijalnih masnih kiselina, linolenske i linolne. U poslednje vreme se pojavljuje u makrobiotičkim prodavnicama, kao specijalno ulje u malim ambalažnim jedinicama, sa posebnim nutricionističkim preporukama. Prema literaturnim podacima, različita ulja lana imaju sastav masnih kiselina prikazan u tabeli 1 (Dimić, 2005).

Tabela 1. Sastav masnih kiselina različitih ulja lana (% m/m) (Dimić, 2005)

Table 1. Composition of fatty acids of different flaxseed oils

Masna kiselina	Ulje sa područja				
	Evrope	Kanade	Indije	Srbije	
				1	2*
C16:0	4-6	5-6	9-10	4-7	9,14
C18:0	2-3	3-4	7-8	2-5	2,43
C18:1	10-22	19-20	10-21	12-31	20,87
C18:2	12-18	19-20	13-15	17-24	15,63
C18:3	56-71	54-61	50-61	35-60	51,92

* sastav masnih kiselina ulja dobijenog hladnim presovanjem semena lana stare domaće sorte Olin

Zahvaljujući intenzivnom radu na selekciji, kod uljanog suncokreta postoje dva tipa (Dimić, 2005; Cvejić i sar., 2014):

(1) standardni-linolni tip, kod kojeg je u sastavu ulja zastupljena linolna kiselina u količinama od oko 55 do 75%, i

(2) oleinski tip i to visokooleinski, kod kojeg je u sastavu ulja visok sadržaj oleinske kiseline, od oko 80 do preko 90%, odnosno srednjeoleinski, kod kojeg u sastavu dominira oleinska kiselina sa sadržajem od oko 60 do 65%.

Održivost jestivih ulja se najčešće sagledava preko oksidativne stabilnosti, a polazeći od njihovog trenutnog oksidativnog statusa. Oksidativni status, odnosno oksidativna stabilnost ulja u najvećoj meri zavise od sastava masnih kiselina ulja budući da polinezasićene masne kiseline daleko brže oksidišu od mononezasicećenih i zasićenih masnih kiselina, ali i od stereospecifične raspodele masnih kiselina u molekulu triacilglicerola. Takođe treba istaći da kod nerafinisanih ulja mogu biti prisutne komponente (razgradni produkti oksidacije, slobodne masne kiseline, metali i drugo) koje pogoršavaju održivost, ali da sa druge strane ta ulja poseduju veći sadržaj prirodnih sastojaka sa antioksidativnim svojstvima (tokoferoli, karotenoidi, fenolna jedinjenja) koji mogu doprineti boljoj održivosti ovih ulja (Dimić, 2005; Malićanin, 2014).

Pod mešanim biljnim uljima se podrazumevaju svi proizvodi koji se dobijaju mešanjem jestivih nerafinisanih (hladno presovanih jestivih biljnih ulja i/ili devičanskih jestivih biljnih ulja) sa rafinisanim jestivim biljnim uljima. Kada je reč o našoj zemlji onda se prednost daje suncokretovom ulju, s obzirom na veliku dostupnost sirovine u odnosu na druge, dok se zbog svojih izuzetno dobrih nutritivnih svojstava i prisustva biološki aktivnih komponenata laneno ulje u poslednjih nekoliko godina sve više koristi u ishrani.

Zbog navedenih razloga, cilj istraživanja u okviru ovog rada je bio da se ispita oksidativni status rafinisanog ulja suncokreta obogaćenog sa omega 3 masnim kiselinama dodavanjem hladno presovanog lanenog ulja, a u cilju dobijanja nutritivno vrednog mešanog biljnog ulja prijatnih senzorskih svojstava.

MATERIJAL I METODE RADA

Za ispitivanja u okviru ovog rada su korišćeni uzorci mešanih biljnih ulja prema spisku datom u tabeli 2.

Tabela 2. Maseni odnos biljnih ulja za mešanje, uzorci i njihove oznake
Table 2. Mass ratio of vegetable oils for blending, samples and their labels

R. br.	Oznaka uzorka	Opis
1	0S:100L	
2	20S:80L	Mešana biljna ulja dobijena mešanjem rafinisanog ulja suncokreta i hladno presovanog ulja semena lana, u odgovarajućim odnosima:
3	40S:60L	
4	60S:40L	
5	80S:20L	
6	100S:0L	S - oznaka za rafinisano ulje semena suncokreta L - oznaka za hladno presovano ulje semena lana.

Ulja su pripremljena tako što su u čaši zapremine 1000 ml pomoću magnetne mešalice (50-60 Hz) u trajanju 2 minuta pomešane potrebne količine ulja i odmah prebačena u PET boce zapremine 0,5 l koje su u potpunosti napunjene uljem (bez praznog prostora), zatvorene originalnim platičnim zatvaračem, a ulja do ispitivanja čuvana u hladnjaku pri temperaturi 0-4°C.

Metilestri masnih kiselina su pripremljeni su standardnom metodom SRPS EN ISO 12966-2:2017, a sastav masnih kiselina mešanih biljnih ulja određen je metodom spregnute gasne hromatografije - masene spektrometrije (GC-MS) na bazi modifikovane standardne metode SRPS EN ISO 12966-1:2015, pomoću gasnog hromatografa GC System 7890B sa masenim spektrometrom kao detektorom MSD 5977A i autosamplerom AS 7693 („Agilent Technologies”, USA). Indeks oksidacije (OI) je određen računski, pomoću jednačine $OI=0,2 \times C18:1 + 0,2 \times C18:2 + 2 \times C18:3$ (Tańska i sar., 2016).

Za određivanje pokazatelja oksidativnog statusa pripremljenih uzoraka mešanih biljnih ulja primenjene su standardne metode ispitivanja i to: za određivanje peroksidnog broja (Pbr) metoda jodometrijske titracije (SRPS EN ISO 3960:2017), a za određivanje anisidinskog broja (Abr) i sadržaja konjugovanih diena (K232) i konjugovanih triena (K270), spektrofotometrijske metode u UV oblasti, pomoću UV/VIS spektrofotometra T80+ („PG Instruments”, UK) (SRPS EN ISO 3656:2013; SRPS EN ISO 6885:2017). Oksidativna ili totoks (OV) vrednost i odnos K232/K270 su određeni računski, pomoću jednačina $OV=2 \times Pbr + Abr$ i $K232/K270 = A^{1\%}_{270nm} / A^{1\%}_{232nm}$ (Dimić i Turkulov, 2000). Za ispitivanja su korišćene hemikalije i reagensi analitičke čistoće (p.a.), proizvođača: „Lach-Ner” Češka, „PanReac” Španija i „Centrohem”, Srbija.

Za statističku obradu rezultata korišćeni su softverski paketi MS Office Excel 2010 i Statistica StatSoft 9.0.

PRIKAZ I DISKUSIJA REZULTATA

Autooksidacija biljnih ulja je neizbežan proces i nastupiće sporije ili brže zavisno od sastava ulja, uslova čuvanja i prisutnosti sastojaka koji ubrzavaju ili usporavaju ovu reakciju. Iz tih razloga, poznavanje određenih hemijskih karakteristika jestivih ulja i masti ima veoma važnu ulogu u proceni kvaliteta, zdravstvene bezbednosti, kao i prihvatljivosti proizvoda od strane potrošača.

Jedan od osnovnih faktora od kojeg zavise oksidativni status, odnosno oksidativne promene ulja je sastav masnih kiselina, budući da polinezasićene masne kiseline, zastupljene u velikoj količini i u lanenom i u ulju suncokreta, daleko brže oksidišu od mononezasićenih i zasićenih masnih kiselina. U tabeli 3 prikazani su rezultati određivanja metilestara masnih kiselina, zbirni sadržaj polinezasićenih (PUFA), mono- (MUFA) i zasićenih (SFA) masnih kiselina, kao i vrednosti odnosa omega 3 i omega 6 masnih kiselina (n3/n6), odnosno vrednosti indeksa oksidacije (OI).

Tabela 3. Sastav masnih kiselina (% m/m) i indeks oksidacije mešanih biljnih ulja
Table 3. Fatty acid composition and oxidizability index of blended vegetable oils

Masna kiselina % m/m	Oznaka uzorka					
	0S:100L	20S:80L	40S:60L	60S:40L	80S:20L	100S:0L
C14:0	nd	nd	nd	nd	nd	0,04±0,00
C16:0	4,99±0,01	5,27±0,01	5,46±0,01	6,00±0,03	5,84±0,00	5,97±0,00
C16:1	0,04±0,00	0,06±0,01	0,06±0,00	0,08±0,01	0,07±0,01	0,08±0,00
C18:0	4,28±0,04	4,00±0,04	3,64±0,00	3,62±0,00	3,20±0,00	2,76±0,00
C18:1c	17,02±0,02	19,38±0,82	22,37±0,03	26,13±0,04	27,36±0,02	30,25±0,07
C18:2c	18,17±0,02	26,54±0,18	36,02±0,01	42,16±0,03	52,99±0,05	59,71±0,02
C18:3n6	0,14±0,00	0,11±0,01	0,08±0,00	nd	nd	nd
C18:3n3	54,84±0,12	44,09±1,10	31,69±0,01	21,11±0,00	9,51±0,02	0,07±0,00
C20:0	0,12±0,00	0,13±0,01	0,15±0,00	0,18±0,00	0,18±0,01	0,19±0,00
C20:1	0,09±0,00	0,09±0,02	0,10±0,00	0,11±0,00	0,10±0,01	0,11±0,00
C22:0	0,15±0,00	0,21±0,02	0,30±0,01	0,44±0,03	0,51±0,00	0,60±0,04
C24:0	0,16±0,02	0,13±0,00	0,13±0,00	0,17±0,01	0,23±0,01	0,21±0,02
PUFA	73,15±0,09	70,73±0,91	67,80±0,02	63,27±0,03	62,50±0,03	59,78±0,02
MUFA	17,15±0,02	19,53±0,83	22,52±0,03	26,32±0,05	27,54±0,01	30,44±0,07
SFA	9,70±0,07	9,74±0,08	9,68±0,01	10,42±0,02	9,97±0,01	9,74±0,05
n3/n6	3,00±0,01	1,65±0,05	0,88±0,00	0,50±0,00	0,18±0,00	0,00±0,00
OI	1,28±0,00	1,15±0,02	1,00±0,00	0,85±0,00	0,73±0,00	0,60±0,00

nd - nije detektovano

Sastav masnih kiselina

Sastav masnih kiselina ispitivanih mešanih biljnih ulja prikazan je u tabeli 3. Kao najznačajnija, s obzirom da je u drugim biljnim uljima uglavnom prisutna u malim količinama, alfa linolenska kiselina je ispitanim mešanim biljnim uljima prisutna u količinama od 9,51±0,02% m/m do 44,09±1,10% m/m. Sadržaj ove masne kiseline u čistom hladno presovanom ulju semena lana je 54,84±0,12% m/m, a u čistom rafinisanom ulju suncokreta 0,07±0,00% m/m. Druga polinezasićena masna kiselina, prisutna u ispitivanim uljima bila je linolna, čiji udeo nije prelazio 52,99±0,05% m/m u mešanim uzorcima, a najniža vrednost je bila 26,54±0,18% m/m. Ova masna kiselina je u čistom lanenom ulju prisutna u količini 18,17±0,02% m/m, dok u čistom suncokretovom ulju sadržaj je veći 59,71±0,02% m/m. Sličan sadržaj polinezasićenih masnih kiselina su dobili Hamed i Abo-Elwafa, 2012, a sadržaj linolenske kiseline prema njihovim rezultatima je bio 57,7% m/m, dok je sadržaj linolne masne kiseline bio 15,02% m/m. Mešanjem lanenog ulja sa suncokretovim uljem dolazi do povećanja sadržaja svih nezasićenih masnih kiselina osim alfa linolenske čiji sadržaj opada.

Indeks oksidacije

Kao što je već poznato, sastav masnih kiselina je glavni faktor koji određuje osetljivost određenog ulja na oksidaciju. Izračunate vrednosti indeksa oksidacije ukazuju da je potencijalno najotpornije na oksidaciju mešano ulje sa 20% lanenog ulja ($OI=0,73\pm0,00$), dok ulje sa 80% lanenog ulja najmanje otporno na ove procese ($OI=1,15\pm0,02$). Najveći indeks oksidacije ima čisto laneno ulje ($1,28\pm0,00$), dok je indeks oksidacije čistog suncokretovog ulja najmanji ($0,60\pm0,00$). Tanska, 2016 je dobila nešto manje vrednosti indeksa oksidacije za čisto laneno ulje, od 0,90 do 1,24.

U tabeli 4 prikazani su rezultati određivanja osnovnih parametara kvaliteta pripremljenih mešanih biljnih ulja izmereni neposredno nakon mešanja, koji ukazuju na oksidativni status ulja. Tu spadaju peroksidni broj (Pbr), anisidinski broj (Abr), oksidativna (totoks) vrednost (OV), konjugovani dieni (K232), konjugovani trieni (K270) i odnos konjugovani dieni/konjugovani trieni (K232/K270).

Tabela 4. Vrednosti pokazatelja oksidativnog statusa mešanih biljnih ulja

Table 4. Values of oxidative status indicators of blended vegetable oils

Oznaka uzorka	Pokazatelj					
	Pbr (mmol/kg)	Abr (-)	OV (-)	K232 (-)	K270 (-)	K232/K270 (-)
0S:100L	$0,67\pm0,01$	0,00	$0,45\pm0,77$	$2,00\pm0,01$	$0,11\pm0,01$	$17,52\pm0,81$
20S:80L	$0,66\pm0,01$	$4,82\pm0,03$	$6,14\pm0,03$	$2,85\pm0,05$	$0,38\pm0,01$	$7,54\pm0,30$
40S:60L	$0,99\pm0,01$	$6,32\pm0,04$	$8,30\pm0,07$	$3,33\pm0,12$	$0,50\pm0,02$	$6,67\pm0,02$
60S:40L	$1,20\pm0,02$	$10,16\pm0,01$	$12,56\pm0,44$	$4,39\pm0,08$	$0,61\pm0,01$	$7,22\pm0,04$
80S:20L	$1,46\pm0,00$	$12,19\pm0,19$	$15,11\pm0,18$	$3,66\pm0,10$	$0,41\pm0,02$	$8,84\pm0,80$
100S:0L	$1,60\pm0,01$	$15,12\pm0,18$	$18,32\pm0,29$	$2,39\pm0,06$	$0,25\pm0,01$	$9,72\pm0,40$

Peroksidni broj

Iz tabele 4 se može primetiti prisustvo, kako primarnih tako i sekundarnih produkata oksidacije u ispitivanim uljima. Najveću vrednost peroksidnog broja ima čisto suncokretovo ulje ($1,60\pm0,01$ mmol/kg), a najmanju vrednost uzorak mešanog biljnog ulja koji sadrži 20% suncokretovog ulja ($0,66\pm0,01$ mmol/kg). Povećanjem udela suncokretovog ulja u svakom uzorku mešanog ulja dolazi do povećanja peroksidnog broja, kao što je prikazano u tabeli 3, u uzorku sa 40% ulja suncokreta, peroksidni broj je $0,99\pm0,01$ mmol/kg, dok se kod uzorka sa 60% ulja suncokreta peroksidni broj povećao na $1,20\pm0,02$ mmol/kg. Svi uzorci mešanih biljnih ulja imaju vrednosti Pbr u dozvoljenim granicama (Pravilnik, 2006), koja iznosi najviše do 5 mmol/kg, što je bilo za očekivati jer su uzorci nabavljeni u slobodnoj prodaji. Prema Herchi i sar. (2012), peroksidni broj varira u zavisnosti od stepena zrelosti sirovine.

Anisidinski broj

U sekundarne produkte oksidacije spadaju aldehidi, ketoni, alkoholi, hidrokarboni, isparljive organske kiseline, epoksi jedinjenja i tako dalje. Anisidinski broj meri nezasićene aldehide formirane u ulju. Anisidinski broj je pouzdan indikator užeglosti različitih ulja i masti (Van der Merwe i sar., 2003) Analizirajući vrednosti anisidinskog broja iz tabele 4, kod svih uzoraka se može konstatovati prisustvo sekundarnih (ne)isparljivih produkata oksidacije koji nastaju razgradnjom hidroperoksida i dovode do povećanja anisidinskog broja. Samo kod uzorka gde lanenom ulju nije dodato suncokretovo ulje (čisto lano ulje), anisidinski broj je 0. Najveću vrednost anisidinskog broja ima uzorak čistog suncokretovog ulja, što je u najvećoj meri posledica rafinacije ovog ulja. Povećanje anisidinskog broja je proporcionalno u odnosu na povećanje udela suncokretovog ulja.

Oksidativna (totoks) vrednost

Oksidativna (totoks) vrednost (OV) daje sveobuhvatan pregled procesa oksidacije u biljnim uljima. Ova vrednost je pokazatelj celokupnog oksidativnog stanja ulja, jer daje uvid u količinu kako primarnih, tako i sekundarnih produkata oksidacije. Kao što je i bilo očekivano, najveća oksidativna vrednost je kod čistog suncokretovog ulja ($18,32 \pm 0,29$), a najmanja kod čistog lanenog ulja ($0,45 \pm 0,77$). Takođe, uočen je rast oksidativne vrednosti koja je direktno proporcionalna količini suncokretovog ulja, kao što se može videti u tabeli 4 kod uzoraka sa 60 i 40% ulja lana, nakon povećanja udela ulja suncokreta dolazi do povećanja oksidativne vrednosti sa ($8,30 \pm 0,07$) na ($12,56 \pm 0,44$).

Konjugovani dieni i trieni

Apsorpcioni maksimum pri talasnoj dužini 232 nm ukazuje na sadržaj konjugovanih diena kao primarnih produkata oksidacije linolne kiseline. Apsorpcioni maksimum pri 270 nm ukazuje na sadržaj nezasićenih karbonilnih jedinjenja, konjugovanih triena kao sekundarnih produkata oksidacije. Što su vrednosti apsorbancija pri 232 i 270 nm veće, ulja su u većoj meri oksidovana. Odnos specifičnih apsorbancija

$A_{232m}^{1\%} / A_{270m}^{1\%}$, tzv. R vrednost ili odnos konjugovanih diena i konjugovanih triena (K_{232}/K_{270}), predstavlja veoma dobar podatak za procenjivanje kvaliteta, naročito nerafinisanih ulja. Što je R vrednost i ovaj odnos niži, ulje je lošijeg kvaliteta (Dimić, 2005). Iz tabele 4 može se videti da je najveći sadržaj konjugovanih diena kod uzorka sa 40% ulja lana ($4,39 \pm 0,08$), gde imamo 60% suncokretovog ulja, a najmanji kod čistog lanenog ulja ($2,00 \pm 0,01$). Što se tiče konjugovanih triena, najveću vrednost takođe ima uzorak sa 40% ulja lana ($0,61 \pm 0,01$). Najmanja vrednost je i dalje kod čistog lanenog ulja ($0,11 \pm 0,01$). Najveći odnos K_{232}/K_{270} ima čisto laneno ulje ($17,52 \pm 0,81$), što ukazuje da je to ulje najboljeg kvaliteta, a mešano u kome je 40% ulja suncokreta i 60% lanenog ulja ima najmanji odnos k_{232}/K_{270} ($6,67 \pm 0,02$) što ukazuje na najbolji oksidativni kvalitet tog ulja, prema ovom parametru. Sadržaj

konjugovanih diena se povećava kod mešanih ulja sa sadržajem 60% ulja suncokreta i 40% lanenog ulja. Nakon toga, daljim povećanjem udela suncokretovog ulja sadržaj konjugovanih diena počinje da se smanjuje. Takođe, slična pojava se može primetiti kod konjugovanih triena, sadržaj se povećava kod mešanih ulja sa 60% ulja suncokreta i 40% lanenog ulja, i nakon toga dolazi do opadanja njihovog sadržaja.

ZAKLJUČAK

Najveću vrednost peroksidnog broja, kod ispitivanih uzoraka, ima čisto rafinisano ulje suncokreta, a najmanju mešano biljno ulje koje sadrži 20% ulja suncokreta. Svi uzorci mešanih biljnih ulja imaju vrednosti peroksidnog broja u dozvoljenim granicama, što iznosi najviše do 5 mmol/kg. Povećanje anisidinskog broja je proporcionalno u odnosu na povećanje udela ulja suncokreta u mešanim uljima. Uočen je i porast oksidativne vrednosti koji je direktno srazmeran udelu ulja suncokreta u mešanim biljnim uljima. Sadržaj konjugovanih diena se povećava kod mešanih ulja sa sadržajem 60% ulja suncokreta i 40% lanenog ulja. Nakon toga, daljim povećanjem udela suncokretovog ulja sadržaj konjugovanih diena počinje da se smanjuje. Takođe, slična pojava se može primetiti kod konjugovanih triena. Detaljnim sagledavanjem rezultata dobijenih u okviru ovog istraživanja može se izvesti zaključak da suncokretovo ulje kome se doda 20% hladno presovanog ulja lana ima najbolji oksidativni status, a osim toga se ulje suncokreta dodavanjem lanenog ulja obogaćuje omega 3 masnim kiselinama, kojima se danas u ljudskoj ishrani pripisuje veliki značaj.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekata TR 31014 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Cvejić, S., Jocić, S., Radeka, I., Balalić, I., Miklič, V. (2014). Stvaranje i korišćenje visokooleinskih hibrida suncokreta, Jubilarno 55. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, str. 113-119, Herceg Novi, Crna Gora.
2. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
3. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
4. Hamed, S.F., Abo-Elwafa, G. A. (2012). Enhancement of oxidation stability of flax seed oil by blending with stable vegetable oils, Fats and Oils Department, National Research Centre, Cairo, Egypt.
5. Herchi W., Bouali, I., Bahashwan, S., Rochu, S., Boukhchina, S., Kallel, H., Pepe, C. (2012). Changes in phospholipid composition, protein content and chemical properties of flaxseed oil during development. Plant Physiol. Biochem. 54, 1-5.

6. Malićanin, M. (2014). Izolovanje i fizičko-hemijska karakterizacija ulja iz semena crvenih sorti grožđa, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
7. Przybylski, R. (2005). Flax Oil and High Linolenic Oils., in: Editor, F. Shahidi, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Vol. 2, J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.
8. Shukla, V.K.S., Dutta, P.C., Artz, W.E. (2002). Camelina oil and its unusual cholesterol content. J. Amer. Oil Chem. Soc., 79 (10): 965-969.
9. SRPS EN ISO 12966-1 (2015). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Gasna hromatografija metilestara masnih kiselina - Deo 1: Uputstva za savremenu gasnu hromatografiju metilestara masnih kiselina (EN ISO 12966-1: 2014). Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
10. 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 (EN ISO 12966-2: 2017). Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
11. SRPS EN ISO 3656 (2013). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje apsorbancije u ultraljubičastoj oblasti izražene kao specifična UV ekstinkcija (EN ISO 3656: 2011). Institut za standardizaciju Srbije. Beograd. 2013.
12. SRPS ISO 3960 (2017). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja - Jodometrijsko (vizuelno) određivanje završne tačke (EN ISO 3960: 2017). Institut za standardizaciju Srbije. Beograd.
13. SRPS ISO 6885 (2017). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje anisidinskog broja (EN ISO 6885: 2016). Institut za standardizaciju Srbije. Beograd.
14. Tańska, M., Roszkowska, B., Skrajda, M., Dąbrowski, G. (2016). Commercial Cold Pressed Flaxseed Oils Quality and Oxidative Stability at the Beginning and the End of Their Shelf Life, J. Oleo Sci., 65 (2): 111-121.
15. Van der Merwe, G.H., du Plessis, L.M., Taylor, J. R. N. (2003). Changes in chemical quality indices during longterm storage of palm-olein oil under heated storage and transport-type conditions. J. Sci. Food Agric., 84: 52-58.

UPOTREBA NUSPROIZVODA PRERADE VOĆA U PROIZVODNJI HLADNO PRESOVANIH ULJA

*Biljana Rabrenović¹, Mirjana Demin¹, Vladislav Rac¹, Filip Sovtić¹,
Miloš Purić¹, Milica Basić²*

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

²Univerzitet u Beogradu, Farmaceutski fakultet, Beograd, Srbija

IZVOD

Posle prerade voća, najčešće u sok, džem ili rakiju, zaostaje velika količina nusproizvoda koji može imati različitu namenu. U radu je ispitivana mogućnost upotrebe semenki i jezgra voća, poreklom iz nusproizvoda, za dobijanje hladno presovanih ulja. Kao polazna sirovina korišćene su semenke jabuka i jezgra koštica šljiva i ispitivani su osnovni parametri kvaliteta i nutritivne karakteristike dobijenih hladno presovanih ulja. Dobijeni rezultati, kao što su visok procenat esencijalnih masnih kiselina, ukupnih tokoferola, kao i dobra održivost, ukazuju da pomenuti nusproizvodi (semenke i jezgra) predstavljaju interesantan izvor nutritivno vrednih hladno presovanih ulja.

Ključne reči: prerada voća, nusproizvodi, semenke, jezgra, hladno presovana ulja

UTILIZATION OF BY-PRODUCTS FROM FRUIT PROCESSING FOR COLD PRESSED OILS PRODUCTION

ABSTRACT

After fruit processing, most often to juice, jam or brandy, there is a large quantity of by-products left behind that can have different purposes. This paper examines the possibility of using seeds and kernels from by-products for obtaining cold pressed oils. As a starting material, apple seeds and plum kernels were used, and basic parameters of quality and nutritive characteristics of cold pressed oils were tested. The results obtained, such as the high percentage of essential fatty acids, total tocopherols and good oxidative stability, indicate that the by-producta (seeds and kernels) are an interesting source of nutritionally valuable cold pressed oils.

Key words: fruit processing, byproducts, seeds, kernels, cold pressed oils

UVOD

U svetlu opšte tendencije da se u proizvodnji ulja sve više primenjuju „zelene tehnologije”, interesovanje za proizvodnjom hladno presovanih ulja je u stalnom porastu, što za rezultat ima sve veći asortiman ove grupe ulja na tržištu. Kada se tome doda i činjenica da u industriji prerade hrane sve veći problem postaje odgovarajući tretman nusproizvoda, dolazi se do novog izvora sirovina koje se potencijalno mogu upotrebiti za dobijanje nutritivno vrednih i senzorno prihvatljivih ulja. Srbija je među vodećim zemljama u svetu u proizvodnji i preradi voća. Voće se najviše prerađuje u sokove, džemove, razna voćna punjenja i rakije. Međutim, prerada voća generiše i veliku količinu nusproizvoda odnosno sporednih proizvoda kao što su komina, džibra i trop, u kojima se nalaze pokožice, koštice, semenke i peteljke voća. Ostaci posle prerade mogu iznositi i do 60% mase ploda što je veliki gubitak za proizvođače (Pande i Akoh, 2010). Organizovano sakupljanje i korišćenje nusproizvoda za sada ne postoji tako da se potencijalno korisne komponente nepovratno gube.

Kada je u pitanju proizvodnja šljive, Srbija se nalazi na trećem mestu u svetu sa proizvodnjom od 12 miliona tona odnosno sa učešćem od 3,8% u ukupnoj svetskoj proizvodnji, dok su na prvom i drugom mestu Kina i Indija, respektivno (FAOSTAT, 2018). Šljiva se u Srbiji uglavnom prerađuje u rakiju i džem, a u zavisnosti od proizvođača, koštica se prilikom prerade šljive u rakiju uklanja pre fermentacije komine ili posle destilacije zaostaje u džibri, dok se kod proizvodnje džema uklanja pre usitnjavanja šljive. Udeo koštice u celokupnom plodu šljive kreće se od 9 do 11%, dok se udeo jezgra u koštici šljive kreće od 17% do 20% zavisno od vrste šljive (Nikićević i Paunović, 2012). Jezgro koštice šljive je bogato nutritivno vrednim komponentama. Pre svega, za jezgro je karakterističan visok sadržaj ulja, koji zavisi i varira u odnosu na fenotipske i genotipske faktore, ali prema literaturnim podacima, kreće se u rasponu od 24,2 do 46,9% (Pićurić-Jovanović i sar., 1991; Górnaš i sar., 2016). Jezgra koštice šljive odlikuju se i visokim sadržajem proteina, koji se kreće u granicama od 30,0 do 42,0%. (Abd el Aal, 1987). S obzirom na visok procenat ulja, u kome je dominantna mononezasićena oleinska masna kiselina sa sadržajem od 59,5 do 78,5% (Matthäus i Özcan, 2009; Veličković i sar., 2016; Kiralan i sar., 2018) i visok sadržaj tokoferola, 36,86-83,38 mg/100g, (Górnaš i sar., 2015a) može se reći da jezgro koštice šljive predstavlja idealnu sirovinu za proizvodnju hladno presovanog ulja, koje se može razmatrati kao alternativa suncokretovom i maslinovom ulju. Nowicki i sar. (2010) su dokazali da se koštica šljive, koja zaostaje posle izdvajanja jezgra, može uspešno upotrebiti za dobijanje aktivnog ugljenika (aktivnog uglja), hemijski aktiviranog kalijum hidroksidom. Pogača, samlevena do granulacije brašna, može biti upotrebljena kao bezglutensko brašno koje mogu da konzumiraju osobe osetljive na gluten i oboleli od celiakije (Ballhorn, 2011).

Jabuka je jedna od najpopularnijih voćnih vrsta. Svetska proizvodnja jabuke je u 2018. godini bila oko 90 miliona tona, dok je u Srbiji proizvedeno 300 hiljada tona, što je 0,37% od ukupne svetske proizvodnje (FAOSTAT, 2018). Jabuke se uglavnom prerađuju u sok, u isto vreme dajući veliku količinu nusproizvoda – jabučnog tropa,

koji dostiže 20–35% početne količine voća i sastoji se pretežno od usitnjenog mesnatog dela, pokožica i manjih količina semenki i peteljki (Shalini i Gupta, 2010; Górnaš, 2015). Oko 20% nastalih sporednih nusproizvoda se koristi kao stočna hrana, dok ostalih 80% predstavlja gubitak biomase i problem sa aspekta upravljanja otpadom (Salević i sar., 2018).

Analizom stonih i jabuka za proizvodnju sajdera, utvrđeno je da se sadržaj semenki kreće od 5–7g/kg svežih jabuka (Fromm i sar., 2012). Ako se uzme u obzir da je prosečna masa semenki jabuka 5g/kg voća, a ukupna svetska proizvodnja jabuka iz 2018. godine je skoro 90 miliona tona, to znači da se dobija, aproksimativno, 445 hiljada tona ovog korisnog nusproizvoda godišnje. Uprkos činjenici da se sve jabuke ne prerađuju, impresivna je količina semenki koja bi se na ovaj način mogla sakupiti i koristiti (Górnaš i sar., 2014). Semenke jabuka su, pored ostalog, bogat izvor ulja, proteina i dijetnih vlakana. Relativno visok sadržaj ulja (21–29%), čini ih pogodnim za dobijanje hladno presovanih ulja (Yu i sar., 2007; Matthäus i Özcan, 2015). Prema literaturnim podacima ulje semenki jabuka pripada ulju oleinsko-linolnog tipa, s obzirom da su pomenute masne kiseline skoro u podjednakim procentima prisutne u ulju, sve u zavisnosti od genotipskih i fenotipskih faktora (Yu i sar., 2007; Arani i sar., 2012; Walia i sar., 2017). Sadržaj ukupnih tokoferola u ulju poreklom iz semenki jabuke, prema literaturnim podacima, se kreće u širokom rasponu od 13,74 do 379,08 mg/kg (Bada i sar., 2014; Górnaš i sar., 2015b).

Amigdalín je cijanogeni glikozid i predstavlja prirodni biljni toksin. Posebno je karakterističan za familiju *Rosace*, kojoj pripadaju i jabuke i šljive. Amigdalín postaje toksičan kada enzimi β -glukozidaze i α -hidroksinitril lipaze, cepaju ostatak ugljenih hidrata cijanogenog glikozida dajući odgovarajuće cijanohidrine, koji se metabolišu u cijanovodonik (HCN), benzaldehid i glukozu (Bolarinwa i sar., 2014; Kruczek i sar., 2017; Opyd i sar., 2017). Iako hladno presovana ulja dobijena iz semenki jabuka i jezgra koštica šljiva imaju tipičan miris na badem odnosno imaju takozvani „amigdalinski ton”, amigdalín i proizvodi njegove razgradnje nisu detektovani ili su utvrđene zanemarljive koncentracije (amigdalín - 0,4 mg/g ulja) u hladno presovanim uljima (Pićurić-Jovanović i sar., 1997; Ghiulai i sar., 2006; Pavlović i sar., 2018).

U do sada objavljenim literaturnim podacima, koji se odnose na ulja iz semenki jabuka i jezgra šljiva, većina se odnosila na ulja ekstrahovana organskim rastvaračem, a veoma malo je onih koji se odnose na hladno presovana ulja, tako da rezultati prikazani u ovom radu predstavljaju važan doprinos ovoj oblasti i ukazuju na mogućnost iskorišćenja pomenutih nusproizvoda u svrhu dobijanja hladno presovanih ulja.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U ovom istraživanju za dobijanje hladno presovanih ulja korišćena su jezgra koštica svežih šljiva (SKŠ), jezgra koštica šljiva koje su bile fermentisane (FKŠ) i destilisane

(DKŠ), kao i dva uzorka semenki sorti jabuka koje se u industriji najčešće prerađuju, Ajdared i Zlatni Delišeš. Semenke su osušene i čuvane u zatvorenim plastičnim kesama pri temperaturi od 4°C, u mraku, do momenta izdvajanja ulja.

Izdvajanje ulja

Za dobijanje ulja postupkom hladnog presovanja korišćena je pužna presa „Gorenje”, kapaciteta 2 kg/h, snage 650W. Temperatura ulja na izlazu iz prese nije prelazila 45°C. Izdvojeno ulje je, nakon 24 h taloženja, odvajano od taloga i čuvano u staklenim epruvetama na temperaturi frižidera od 4°C do momenta analize.

Određivanje peroksidnog broja

Peroksidni broj uzoraka određen je standardnom metodom SRPS EN ISO 3960:2016. Metoda određivanja se zasniva na reakciji između hidroperoksida ili peroksida ispitivanog ulja sa jodovodoničnom kiselinom, koja se oslobađa iz kalijum-jodida u kiseloj sredini. Proizvod te reakcije je elementarni jod, čija je količina direktno proporcionalna količini prisutnih hidroperoksida. Količina izdvojenog joda se određuje titracijom sa natrijum-tiosulfatom, uz skrob kao indikator.

Određivanje kiselinskog broja

Kiselinski broj uzoraka određen je standardnom metodom SRPS EN ISO 660:2015. Odmeri se odgovarajući deo uzorka za ispitivanje u erlenmajer i rastvori u neutralisanoj smeši dietiletra i etanol. Titriše se standardnim rastvorom kalijum hidroksida do pojave bledo-ružičaste boje fenolftaleina u neutralnoj sredini.

Sastav masnih kiselina

Dobijanje metil-estara masnih kiselina izvedeno je u skladu sa metodom SRPS EN ISO 12966-2:2017. Princip metode je transesterifikacija triacilglicerola metanolnim rastvorom KOH. Masne kiseline prevedene su u metilestre postupkom transmetilacije. Zatim su metil-estri podvrgnuti gasno-hromatografskoj analizi, radi identifikacije pojedinačnih masnih kiselina i određivanja njihovog relativnog odnosa. Heksanski rastvor metil-estara masnih kiselina (test rastvor) korišćen je dalje u gasnohromatografskoj analizi. Ispitivanje sastava masnih kiselina vršeno je na gasnom hromatografu Agilent Technologies 6890 (USA), sa plameno jonizujućim detektorom (FID) i kolonom SP-2560 (100 m × 0.25 mm × 0.20 μm, Supelco, Bellefonte, USA). Temperature injektora i detektora su bile 250°C i 260°C, respektivno. Helijum je bio noseći gas sa protokom od 5 mL/min. Injektirano je u gasni hromatograf po 1 μL test i referentnog rastvora. Temperatura kolone je bila programirana na sledeći način: prvo je na 50°C držana 5 minuta, onda je brzinom od 4°C/min. zagrejana do 240°C i na toj temperature držana 20 minuta. Ukupno vreme analize je bilo 72.5 min. Kao referentni rastvor korišćena je komercijalna smeša metilestara masnih kiselina (37 Component FAME Mix, 47885-U, Supelco, razblaženo 10× u n-heksanu). Pri

navedenim uslovima određivanja nisu korišćeni korekcionni faktori za preračunavanje, jer je analizom standardnog referentnog rastvora utvrđeno da dobijeni površinski udeli odgovaraju masenim udelima.

Sadržaj ukupnih tokoferola

Sadržaj ukupnih tokoferola u ulju određen je spektrofotometrijski metodom prema Paquotu i sar. (1967). Metoda se zasniva na redukcionim osobinama tokoferola, koji redukuju Fe^{3+} iz FeCl_3 u prisustvu 2,2'-dipiridila i stvaraju crveno obojeni kompleks sa jonima Fe^{2+} . Budući da je reakcija veoma osetljiva, svi drugi antioksidansi i redukcionne supstance, osim tokoferola, se moraju ukloniti iz ulja, te se određivanje vrši iz neosapunjivih materija. Najpre se izvrši saponifikacija ulja i ekstrakcija neosapunjivih materija, koje se rastvaraju u benzenu. Iz benzenskog rastvora neosapunjivih materija razvija se bojena reakcija čija se apsorbancija meri pri talasnoj dužini od 520 nm uz slepu probu. Sadržaj ukupnih tokoferola, izražen u mg po kg ulja, se izračunava prema sledećoj jednačini:

$$\text{Sadržaj ukupnih tokoferola (mg/kg)} = \frac{(A_1 - A_0) \cdot V \cdot 10^4}{39,2 \cdot v \cdot m}$$

gde su:

A_1 – apsorbancija probe; A_0 – apsorbancija slepe probe koja se priprema na identičan način kao i proba, ali bez ulja; V – zapremina benzenskog rastvora neosapunjivih materija, 50 ml; v – zapremina rastvora za razvijanje boje, u ml; m – masa uzorka za ispitivanje, u g.

Određivanje početne temperature oksidacije, neizotermalna metoda (OOT)

Kako je oksidacija lipida egzotermna pojava, u ovom radu je otpornost ulja na oksidaciju procenjivana na osnovu utvrđene početne tačke (onset point) egzotermnog DSC signala koji je dobijen tokom oksidacije ulja koja se dešavala u režimu kontrolisanog grejanja. Procedura je opisana ASTM Standardom E2009-08, i u iste svrhe je već korišćena u literaturi (Ulkowski i sar., 2005). Merenja su vršena na diferencijalno skenirajućem kalorimetru koji je povezan sa termovagom (DSC/TG111, Setaram, Francuska), pod atmosferskim pritiskom. Aparat je kalibrisan indijumom visoke čistoće. Setsoft softver (Setaram) je korišćen za akviziciju podataka i precizno određivanje temperature sa DSC krivih. Eksperimenti su vršeni u struji sintetičkog vazduha (22% O_2 i 78% N_2 , čistoće 99,99%), sa protokom od 40 cm^3/min . Uzorci ulja su grejani u temperaturskom opsegu 20–200°C linearnim režimom brzinom od 10°C/min., u otvorenom nosaču uzorka od kvarca. Kao referentni materijal korišćen je prazan nosač uzorka, takođe od kvarca. Kako efikasnost reakcije ulja sa kiseonikom zavisi od veličine uzorka, u svim merenjima su korišćene vrlo slične mase uzoraka (10±0,1 mg).

Kvalitativno dokazivanje cijanovodonika

Prisustvo cijanovodonika je ispitivano kvalitativno preko reakcije sa berlinskim plavim. Uzorci ulja su ispirani vodom uz snažno mućkanje i nakon razdvajanja slojeva u vodenom sloju je izvedena reakcija na cijanide (Trajković i sar.,).

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 dati su rezultati ispitivanja osnovnog hemijskog kvaliteta hladno presovanih ulja semenki jabuka i jezgra šljiva.

Tabela 1. Osnovni parametri kvaliteta ispitivnih uzoraka ulja
Table 1. The quality characteristics of examined oil samples

Uzorak Sample	Peroksidni broj Peroxide value (mmolO ₂ /kg)	Kiselinski broj Acid value (mgKOH/g)
Ajdared	0,0	1,8
Zlatni delišes	0,1	1,8
SKŠ	0,0	0,2
FKŠ	0,9	3,4
DKŠ	4,3	3,7

SKŠ - ulje iz jezgra koštica svežih šljiva, FKŠ - ulje iz jezgra koštica šljiva koje su bile fermentisane i DKŠ - ulje iz jezgra koštica šljiva koje su bile destilisane

Kao što se vidi iz table 1 dobijene vrednosti peroksidnog broja kretale su se u rasponu od 0,0 do 4,3 mmolO₂/kg ulja i bile su u ispod maksimalne vrednosti ograničene Pravilnikom o kvalitetu (2006, 2013) koja iznosi 7,5 mmolO₂/kg ulja. Najvišu vrednost preoksidnog boja, 4,3 mmolO₂/kg ulja, imao je uzorak „DKŠ”, što je bilo i za očekivati s obzirom na moguće reakcije hidrolize i visoke temperature tokom destilacije, što je uticalo na stepen oksidativnih promena. Upravo je ovaj uzorak („DKŠ”) imao i najviši kiselinski broj, 3,7 mgKOH/g ulja, dok se kod ostalih uzoraka kretao od 0,2 do 3,4 mgKOH/g ulja. Makimalno dozvoljena vrednost prema Pravilniku o kvalitetu (2006, 2013) za datu grupu proizvoda je 4,0 mgKOH/g ulja.

U tabeli 2 prikazan je sastav metil-estara masnih kiselina ispitivanih uzoraka hladno presovanih ulja.

Tabela 2. Sastav masnih kiselina ispitivanih uzoraka ulja
Table 2. Fatty acids composition of examined oil samples

Masna kiselina / Fatty acid (%)	Ajdared	Zlatni delišes	SKŠ	FKŠ	DKŠ
Palmitinska C16:0	7,4	7,2	5,3	5,6	5,4
Palmitooleinska C16:1	-	-	1,4	1,5	1,5
Stearinska C18:0	1,3	1,3	1,6	1,7	1,6
Oleinska C18:1 _c	31,8	28,8	61,8	61,6	56,5
Elaidinska C18:1 _t	-	-	-	-	3,1
Linolna C18:2 _c	56,8	60,0	29,9	29,6	29,1
<i>trans</i> Linolna C18:2 _t	-	-	-	-	2,8
Linolenska C18:3	0,3	0,3	-	-	-
Arahidinska C20:0	1,2	1,2	-	-	-
Gondoinska C20:1	0,5	0,5	-	-	-
Behenska C22:0	0,2	0,3	-	-	-
ΣSFA	10,1	10,0	6,9	7,3	7,0
ΣMUFA	32,3	29,3	63,2	63,1	59,6
ΣPUFA	57,1	60,3	29,9	29,6	31,9
<i>trans</i> masne kiseline	-	-	-	-	5,9

SKŠ – ulje iz jezgra koštica svežih šljiva, FKŠ - ulje iz jezgra koštica šljiva koje su bile fermentisane i DKŠ - ulje iz jezgra koštica šljiva koje su bile destilisane; SFA – zasićene masne kiseline; MUFA – mononezasićene masne kiseline; PUFA – polinezasićene masne kiseline

Kao što se navodi u literaturi, ulje semenki jabuka pripada ulju oleinsko-linolnog tipa, što je dokazano i ovim istraživanjem (Matthäus i Özcan, 2009; Arani i sar., 2012; Gornaš i sar., 2014). Hladno presovano ulje poreklom iz semenki sorte Ajdared imalo je sadržaj oleinske masne kiseline 31,8% i sadržaj linolne 56,8%, dok je kod Zlatnog delišesa sadržaj oleinske bio 28,8% i linolne masne kiseline 60,0%. U odnosu na ovakav udeo dominantnih masnih kiselina, ovo ulje se može uporediti sa tikvinim uljem. Kod uzoraka ulja iz jezgra šljiva, dominantna masna kiselina je bila oleinska,

čiji se sadržaj kretao od 56,5 do 61,8%, što je u saglasnosti sa rezultatima koje su saopštili i drugi autori (Kamel i Kakuda, 1992; Pićurić-Jovanović i sar 1997; Özcan i sar., 2014; Uluata i Özdemir, 2017). I upravo prema ovakvom udelu oleinske masne kiseline ovo ulje može da se uporedi sa maslinovim uljem. Zatim po sadržaju sledi linolna (29,1-29,9%), palmitinska (5,3-5,6%) i stearinska masna kiselina (1,6-1,7%). Iako su po sastavu masnih kiselina sva tri ispitivana ulja jezgra šljiva veoma slična, uočava se razlika u pojavi *trans* masnih kiselina kod uzorka „DKŠ”, što ukazuje da je najverovatnije tokom destilacije, gde temperatura komine može dostići 100°C, došlo do izomerizacije dvostrukih veza nezasićenih masnih kiselina. Pravilnikom o kvalitetu (2006, 2013) sadržaj *trans* masnih kiselina nije regulisan, ali ovako visok sadržaj, od 5,9%, nije poželjan i umanjuje nutritivnu vrednost ulja.

S obzirom da je sastav masnih kiselina veoma značajan pokazatelj nutritivne vrednosti biljnih ulja, ali i njihove oksidativne stabilnosti, važno je bilo odrediti i ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina (SFA), mononezasićenih (MUFA) i polinezasićenih masnih kiselina (PUFA). Sa stanovišta oksidativne stabilnosti ulja poželjan je viši sadržaj SFA, ali sa nutritivnog stanovišta, u cilju prevencije koronarnih obolenja, ulja sa višim sadržajem MUFA i PUFA imaju prednost, što je i bio slučaj sa ispitivanim uzorcima ulja iz semenki jabuka i jezgra šljiva.

U tabeli 3 prikazani su rezultati za ukupan sadržaj tokoferola i početnu temperaturu oksidacije (OOT), koja se može posmatrati kao relativna mera oksidativne stabilnosti ispitivanih uzoraka ulja i dobijena je ekstrapolacijom.

Kao što se vidi iz tabele 3 za hladno presovano ulje poreklom iz jezgra šljiva karakterističan je značajno viši sadržaj ukupnih tokoferola (61,8-87,4 mg/100g) u odnosu na hladno presovana ulja iz semenki jabuka (34,5-45,2 mg/100g). Dobijeni rezultati su u skladu sa rezultatima koje su naveli i drugi autori, 36,86-83,38 mg/100g i 13,74-379,08 mg/kg za ulje jezgra šljiva i semenki jabuka, respektivno (Bada i sar., 2014; Górnaś i sar., 2015a; 2015b). Pored toga što sadržaj ukupnih tokoferola može da varira u zavisnosti od sorte, postupka izdvajanja ulja i metode određivanja tokoferola, iz rezultata prikazanih u ovom radu može se zaključiti da i poreklo sirovine odnosno primarni način prerade voća može uticati na pojedine nutritivno važne komponente ulja, u ovom slučaju ukupne tokoferole. To je bilo očigledno kada su u pitanju uzorci ulja iz jezgra šljiva, s obzirom da je u uzorku „SKŠ” određen najniži sadržaj ukupnih tokoferola (61,8 mg/100g), da bi tokom faze fermentacije očigledno došlo do koncentrisanja tokoferola tako da je u uzorku „FKŠ” utvrđen najviši sadržaj tokferola (87,4 mg/100g), da bi sadržaj u uzorku „DKŠ” za 10% bio niži (79,6 mg/100g), što je verovatno posledica viših temperatura tokom destilacije kojima je polazna sirovina duže vreme bila izložena.

Table 3. Sadržaj ukupnih tokoferola i održivost ispitivanog ulja
Table 3. Total tocopherols content and oxidative stability of examined oil samples

Uzorci Samples	Ajdared	Zlatni delišes	SKŠ	FKŠ	DKŠ
Ukupni tokoferoli Total tocopherols (mg/100g)	45,2	34,5	61,8	87,4	79,6
OOT (°C)	171,6	174,7	194,2	196,1	185,3

SKŠ – ulje iz jezgra koštica svežih šljiva, FKŠ - ulje iz jezgra koštica šljiva koje su bile fermentisane i DKŠ - ulje iz jezgra koštica šljiva koje su bile destilisane; OOT – početna temperature oksidacije

Kada je u pitanju OOT, kao najstabilnije pokazalo se ulje iz jezgra šljiva koje su fermentisane („FKŠ”), sa vrednošću OOT=196,1°C. Upravo je to bio i uzorak sa najvišim sadržajem ukupnih tokoferola, visokim udelom MUFA (63,1%) i niskom vrednošću peroksidnog broja (0,9 mmolO₂/kg).

Poredeći vrednosti OOT, za ispitivane uzorke, sa vrednostima za maslinovo ulje (192,3°C), hladno presovano suncokretovo ulje (165,8°C) i ulje kukuruzne klice (175,8°C) (Lopez-Beceiro i sar., 2011), dolazi se do zaključka da su ispitivana ulja izuzetno stabilna.

U ispitivanim uzorcima ulja, kvalitativnim ispitivanjem, nije utvrđeno prisustvo cijanovodonika.

ZAKLJUČAK

Prikazani rezultati ukazuju da semenke jabuka i jezgra šljiva (izuzev jezgra koštica šljiva dobijenih posle destilacije rakije), kao nusproizvodi prerade voća, predstavljaju dobar izvor sirovina za proizvodnju specifičnih i kvalitetnih hladno presovanih ulja, koje karakteriše visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina, ukupnih tokoferola i dobra oksidativna stabilnost.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekta TR46010 finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Abd, El Aal, M.H., Gompa, E.G., Karara, H.A. (1987). [Bitter almond, plum and mango kernels as sources of lipids](#). *Lipid/Fett.*, 89: 304-306.
2. Arani, S., Sherazi, S.T.H., Bhanger, M.I., Memon, N., Mahesar, S.A., Rajput, M.T. (2012). Prospects of fatty acid profile and bioactive composition from lipid seeds for

- the discrimination of apple varieties with the application of chemometrics. *Grasas Aceites.*, 63: 175-183.
3. Bada, J.C., León-Camacho, M., Copovi, P., Alonso, L. (2014). Characterization of apple seed oil with denomination of origin from Asturias, Spain. *Grasas Aceites.*, 65: e027.
 4. Ballhorn, D.J. (2011). Cyanogenic glycosides in nuts and seeds, pp. 129-136. u: Editors, V.R. Preedy, R.R. Watson, V.B. Patel, *Nuts & Seeds in Health and Disease Prevention*, Elsevier, London, UK.
 5. Bolarinwa, I.F., Orfila, C., Morgan, M.R.A. (2014). Amygdalin content of seeds, kernels and food products commercially- available in the UK. *Food Chem.*, 152: 133-139.
 6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT - Crop statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, 15.03.2019.
 7. Fromm, M., Bayha, S., Carle, R., Kammerer, D. R. (2012). Comparison of fatty acid profiles and contents of seed oils recovered from dessert and cider apples and further Rosaceous plants. *Eur. Food Res. Technol.*, 234: 1033-1041.
 8. Ghiulai, V.M., Socaciu, C., Jianu, I., Ranga, F., Fetea, F. (2006). Identification and quantitative evaluation of amygdalin from apricot, plum and peach oils and kernels. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*, 62: 246-253.
 9. Górnaś, P. (2015b). Unique variability of tocopherol composition in various seed oils recovered from by-products of apple industry: Rapid and simple determination of all four homologues (a, b, c and d) by RP-HPLC/FLD. *Food Chem.*, 172: 129-134.
 10. Górnaś, P., Mišina, I., Grāvīte, I., Lācis, G., Radenkovs, V., Olšteine, A., Segliņa, D., Kaufmane, E., Rubauskis, E. (2015a) Composition of tocochromanols in the kernels recovered from plum pits: the impact of the varieties and species on the potential utility value for industrial application. *Eur. Food Res. Technol.*, 241(4): 513-520
 11. Górnaś, P., Rudzińska, M., Raczky, M., Mišina, I., Soliven, A., Lācis, G., Segliņa, D. 2016. Impact of species and variety on concentrations of minor lipophilic bioactive compounds in oils recovered from plum kernels. *J Agric Food Chem.*, 64: 898-905.
 12. Górnaś, P., Seglina, D., Lacis, G., Pugajeva, I. (2014). Dessert and crab apple seeds as a promising and rich source of all four homologues of tocopherol (α , β , γ and δ). *LWT - Food Sci Technol.*, 59: 211-214.
 13. Kamel, B.S., Kakuda, Y. (1992). Characterization of the seed oil and meal from apricot, cherry, nectarine, peach and plum. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69:492–494.
 14. 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.
 15. Kruczek, M., Gumul, D., Kačániová, M., Ivanišková, E., Mareček, J., Gambuś, H. (2017). Industrial apple pomace by-products as a potential source of pro-health compounds in functional food. *JMicrobiol Biotech Food Sci.*, 7(1): 22-26.
 16. López-Beceiro, J., Artiaga, R., Gracia, C., Tarrío-Saavedra, J., Naya, S., Mier, J. (2011). Comparison of olive, corn, soybean and sunflower oils by PDSC. *J Therm Anal Calorim.*, 104(1): 169-75.
 17. Matthäus, B., Özcan, M.M. (2009). Fatty acids and tocopherol contents of some *Prunus* spp. kernel oils. *J Food Lipids.*, 16: 187-199.

18. Matthäus, B., Özcan, M.M. (2015). Oil content, fatty acid composition and distributions of vitamin-E-active compounds of some fruit seed oils. *Antioxidants*. 4: 124-133.
19. Nikićević, N., Paunović, R. (2012). Tehnologija jakih alkoholnih pića, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
20. Nowicki, P., Wachowska, H., Pietrzak, R. (2010). Active carbons prepared by chemical activation of plum stones and their application in removal of NO₂. *J Hazard Mater.*, 181: 1088-1094.
21. Opyd, P., Jurgoński, A., Juśkiewicz, J., Milala, J., Zdunczyk, Z. Z., Król, B. (2017). Nutritional and health-related effects of a diet containing apple seed meal in rats: the case of amygdalin. *Nutrients*, 9(10): 1091.
22. Özcan, M.M., Ünver, A., Arslan, D. (2014). A research on evaluation of some fruit kernels and/or seeds as a raw material of vegetable oil industry. *Qual. Accur. Saf. Crop. Foods.*, 7: 187-191.
23. Pande, G., Akoh, C.C. (2010). Organic acids, antioxidant capacity, phenolic content and lipid characterisation of Georgia-grown underutilized fruit crops. *Food Chem.*, 120:1067-1075.
24. Paquotu, C., Mercier, J., Lefort, D., Mathieu, A., Perron, R. (1967). Metode analize lipida, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd, str. 175-179.
25. Pavlović, N., Vidović, S., Vladić, J., Popović Lj., Moslavac, T., Jakobović, S., Jokić, S. (2018). Recovery of tocopherols, amygdalin, and fatty acids from apricot kernel oil: Cold pressing versus supercritical carbon dioxide. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 120 (11): 1800043.
26. Picurić-Jovanović, K, Vrbaški, Z., Milovanović, M. (1997). Aqueous-enzymatic extraction of plum kernel oil. *Fett/Lipid.*, 99: 433-435.
27. Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, Sl. list Srbije i Crne Gore br. 23/2006 i Sl. glasnik Republike Srbije br. 43/2013.
28. Salević, A., Kalušević, A., Lević S., Nedović, V. (2018). Inkapsulacija bioaktivnih jedinjenja sporednih proizvoda prerade voća. *J. Agric. Sci.*, 63: 113-137.
29. Shalini, R., Gupta, D.K. (2010). Utilization of pomace from apple processing industries: a review. *J. Food Sci. Technol.*, 47: 365-371.
30. SRPS EN ISO 12966-2 (2017). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Gasna hromatografija metilestara masnih kiselina - Deo 2: Priprema metilestara masnih kiselina, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
31. SRPS EN ISO 3960 (2016). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
32. SRPS EN ISO 660 (2015). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje kiselinskog broja, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
33. Trajković J., Baras, J., Mirić, M., Šiler, S. (1983). Analiza životnih namirnica, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu.
34. Ulkowski, M., Musialik, M., Litwinienko, G. (2005). Use of differential scanning calorimetry to study lipid oxidation. 1. Oxidative stability of lecithin and linolenic acid. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 9073-9077.
35. Uluata, S., Özdemir, N. (2017). Evaluation of chemical characterization, antioxi-

- dant activity and oxidative stability of some waste seed oil. Turk. J. Agric.-Food Sci. Techn., 5(1): 48-53
36. Veličković, D, Ristić, M, Karabegović, I, Stojičević, S, Nikolić, N., Lazić, M. (2016). Plum (*Prunus domestica*) and walnut (*Juglans regia*): volatiles and fatty oils. Advanced technologies., 5: 10-16.
 37. Walia, M., Rawat, K., Bhushan, S., Padwad, Y.S., Singh, B. (2014). Fatty acid composition, physicochemical properties, antioxidant and cytotoxic activity of apple seed oil obtained from apple pomace. J. Sci. Food Agric., 95: 929-934.
 38. Yu, X., van de Voort, F.R., Li, Z., Yue, T. (2007). Proximate composition of the apple seed and characterization of its oil. Int. J. Food Eng., 3: 12-19.

PROMENA BROJA BAKTERIJA I PLESNI U SUNCOKRETOVOJ I SOJINOJ SAČMI TOKOM SKLADIŠTENJA

*Jelena Radivojević¹, Mirjana Grujić¹, Sunčica Kocić-Tanackov²,
Dragoljub Cvetković², Ranko Romanić²*

¹Fabrika ulja i biljnih masti „Vital” a.d., Vrbas

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

IZVOD

U radu su ispitivani uzorci suncokretove i sojine sačme nakon proizvodnje i tokom čuvanja u skladišnim magacinima. Praćen je ukupan broj bakterija i plesni kao i njihova zavisnost od vlage sačme i meteoroloških uslova. Utvrđen broj bakterija i plesni u ispitivanim uzorcima odgovarao je važećem Pravilniku o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani. Dokazano je da povećanjem vlage sačme raste broj mikroorganizama. Porastom spoljašnje temperature dolazi do pada broja mikroorganizama, pošto je spoljašnja temperatura direktno uticala i na procesne parametre. Porastom relativne vlažnosti vazduha, rastao je i broj mikroorganizama, što je naročito iskazano tokom skladištenja sačme.

KLjučne reči: suncokretova i sojina sačma, bakterije, plesni, vlaga, temperatura

CHANGING THE NUMBER OF BACTERIA AND MOLDS IN SUNFLOWER AND SOYBEAN MEALS DURING STORAGE

ABSTRACT

Samples of sunflower and soybean meals were examined directly from production and during storage in storage warehouses. The aim of this paper was to determine the dependence of the change in the total number of bacteria and mold of moisture content of the meals and meteorological conditions. It has been proven that by increasing the moisture content of the meal, the number of microorganisms increases. An increase in the outside temperature results in a decrease in the number of microorganisms, as the outside temperature directly influences the process parameters. With the increase of relative humidity, the number of microorganisms increased, which is especially evident during storage of the meals. Monitoring the number of bacteria and molds is important not only for the fruit that comes out directly from production, but also during storage, so that the food can be safely used in animal nutrition.

Key words: sunflower and soybean meal, bacteria, molds, moisture, temperature

UVOD

Suncokretova, ali pre svega sojina sačma zbog visokog sadržaja proteina (34-46%) predstavljaju jednu od najvažnijih komponenata hrane za životinje. Čak 28% komponenata hrane za životinje u Evropskoj uniji su različite sačme i pogače dobijene industrijskom preradom soje i suncokreta. Procena je da se na svetskom nivou u narednih 40 godina količina ovih proizvoda treba povećati za oko 70%, kako bi se zadovoljile predviđene potrebe. S druge strane, zbog visokog sadržaja proteina i hranljivih materija, one su pogodna sredina za razvoj različitih mikroorganizama kao što su bakterije, kvasci i plesni (Wierup, 2017). Njihov rast i razmnožavanje u ovim vrstama hrane zavisi od brojnih faktora kao što su vlaga, temperatura, prisustvo kiseonika, pH vrednost, hemijske i fizičke karakteristike sačme, uslovi i period skladištenja, kao i od parametara samog proizvodnog procesa sačme (Čaparkapa i sar., 2009). Sačma se može kontaminirati mikroorganizmima tokom prerade, skladištenja ili transporta. Međutim, kontaminacija sačme može poticati i od samih zrna suncokreta ili soje koja su dobijena od poljoprivrednih kultura koje nisu na adekvatan način gajene. Povećan broj mikroorganizama može biti uslovljen i usled neadekvatne pripreme (neadekvatno očišćena i osušena zrna) i čuvanja zrna (neadekvatna temperatura, vlažnost, higijena).

Tokom procesa proizvodnje oprema, odnosno proizvodna linija može predstavljati izvor kontaminacije sačme (Čaparkapa i sar., 2009). Ukoliko proizvodni parametri nisu odgovarajući (najčešće temperatura) moguće je dobiti sačmu sa povećanim brojem bakterija i plesni. Takođe, i oprema može biti kontaminirana mikroorganizmima, što može predstavljati uzrok proizvodnje sačme neodgovarajućeg mikrobiološkog kvaliteta (Tabib i sar., 1981; Jiménes i sar., 1991).

Na posletku, sačma se može kontaminirati i tokom čuvanja. Odnosno ukoliko sačma nije odgovarajućih fizičko-hemijskih parametara (npr. povećan sadržaj vlage) broj mikroorganizama će rasti tokom čuvanja i može odstupiti od maksimalno dozvoljenih vrednosti. Sačma se tokom čuvanja može kontaminirati i izmetom glodara i ptica ukoliko skladišta sačme nisu dovoljno zaštićena od ovih štetočina. Ovakav izvor kontaminacije je najčešće prisutan ukoliko se u sačmi utvrdi prisustvo patogenih mikroorganizmi (Zadravec i sar., 2013).

Iako nije cilj dobiti sterilni proizvod, potrebno je svesti broj mikroorganizama u sačmi na minimum kako bi se mogla duže čuvati, a da kvalitet proizvoda koji sadrži sačmu bude što bolji (Čaparkapa i sar., 2009). S druge strane, kontaminirana sačma često izaziva oboljenja kod životinja, s toga je neophodno uspostaviti programe nadzora i mikrobiološke kontrole.

MATERIJAL I METODE RADA

Tehnološki postupak dobijanja suncokretove i sojine sačme

Zrna soje i suncokreta u fabriku ulja i biljnih masti „Vital” a.d. iz Vrbasa stižu iz različitih krajeva zemlje. Zrno se zatim suši i čisti na oko 7% vlage i 1% nečistoća i čuva u silosima.

Prerada počinje ljuštenjem suncokretovog zrna, dok se kod sojinog preskače ovaj korak. Nakon toga, zrno se usitnjava na nazubljenim valjcima i dalje se kondicionira (zagreva), a zatim se presuje na pužnim presama pri čemu se dobija suncokretova pogača. Presovanjem se uklanja deo ulja iz zrna. Zaostalo ulje iz pogače, odnosno iz pripremljenog sojinog zrna se ekstrahuje nepolarnim rastvaračem (heksanom), a dobijena sačma se tostuje kako bi se iz nje uklonio zaostali rastvarač. Sačma se potom hladi i transportuje do skladišnih magacina. Skladišni magacini S07 i S20 su betonska podna skladišta u kojima je atmosferska temperatura i vlažnost vazduha.

Uzorci suncokretove i sojine sačme

Mikrobiološkim analizom bili su obuhvaćeni uzorci sojine i suncokretove sačme tokom 2017., 2018. i do aprila 2019. godine proizvedene u fabrici ulja i masti „Vital” a.d. iz Vrbasa. Uzorci su uzorkovani odmah nakon proizvodnje i tokom skladištenja (iz skladišnih magacina S07 i S20). Uzorci nakon proizvodnje su uzorkovani nasumično iz krajnjeg transportera za sačmu u količini od cca 500 g, dok su uzorci iz skladišnih magacina uzorkovani sondom za uzorkovanje dužine 1,5 m sa tri različita mesta u količini od cca 1500 g. Pojedinačni uzorak je izmešan i iz njega je izdvojen alikvotni deo od 20 g koji je analiziran u mikrobiološkoj laboratoriji fabrike ulja i masti „Vital” a.d., Vrbas.

Mikrobiološke analize

Ukupan broj bakterija određivan je na podlozi za ukupan broj bakterija (PCA) (Himedia, Mumbai, Indija), a ukupan broj plesni na Sabouraud maltoznom agaru (SMA) (Himedia, Mumbai, Indija). Po 1 ml pripremljenih razređenja (do 10^{-6}) plasirano je u Petri ploče i nalivano odgovarajućim podlogama. Pripremljene ploče su inkubirane na 30°C, 72h za ukupan broj bakterija, i na 25°C, 72h za ukupan broj plesni. Rezultat je izražavan kao log cfu/g.

Određivanje vlage sačme

Vlaga sačme je određivana pomoću aparata DICKEY-John® INSTALAB 600. Jedinični uzorak (cca 500g) je homogenizovan i iz tog uzorka je izdvojeno 50 g sačme koja je na laboratorijskom mlinu usitnjena. Zatim je u pločicu aparata postavljen uzorak, zadata je vrsta sačme i očitana vrednost vlage.

Meteorološki podaci

Podaci o meteorološkim parametrima (temperatura i relativna vlažnost u momentu uzorkovanja) su preuzeti sa internet stranice www.freemeteo.rs.

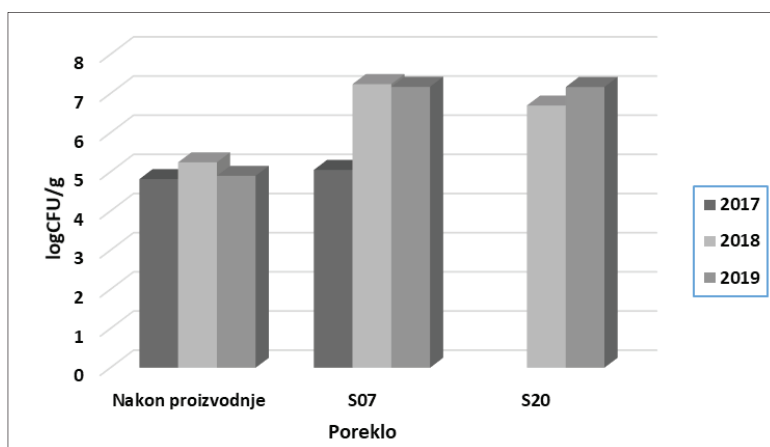
Statistička obrada podataka

Svi podaci su obrađeni u programu Microsoft Excel for Office 2016. Podaci su obrađivani metodom linearne regresije.

REZULTATI I DISKUSIJA

Ukupan broj bakterija i plesni u uzorcima suncokretove sačme

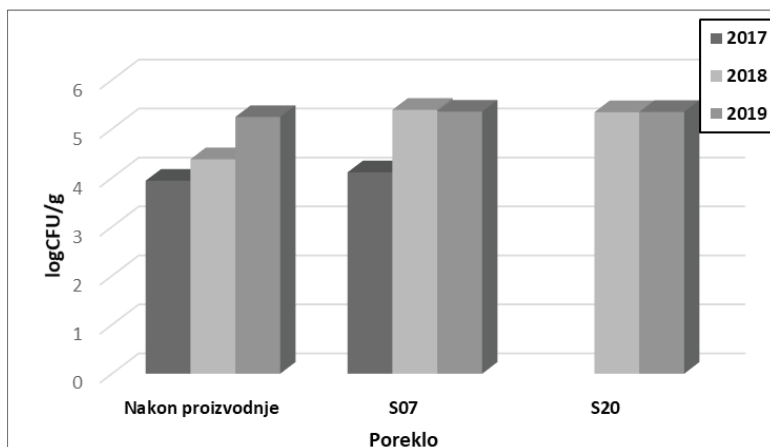
Na slici 1a prikazan je pregled ukupnog broja bakterija za suncokretovu sačmu odmah nakon proizvodnje, i iz skladišnih magacina S07 i S20, dok je na slici 1b prikazan pregled ukupnog broja plesni za suncokretovu sačmu odmah nakon proizvodnje, i iz skladišnih magacina S07 i S20. Na slikama su prikazane srednje vrednosti logaritama broja mikroorganizama kroz tri posmatrane godine za suncokretovu sačmu iz proizvodnje i iz skladišta. Sve dobijene vrednosti su skladu sa Pravilnikom o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani („Službeni glasnik RS”, broj 41/09).



Slika 1a. Pregled ukupnog broja bakterija za tri posmatrane godine u uzorcima suncokretove sačme

Figure 1a. Overview of the number of bacteria for the three observed years in samples of sunflower meal

Na ovim dijagramima se može videti porast ukupnog broja bakterija i plesni u uzorcima suncokretove sačme u 2018. u odnosu na 2017. godinu, što se može pripisati povećanom kapacitetu prerade bez izmena na toplotnim aparatima koji imaju ulogu u smanjenju broja mikroorganizama, pa je tako manje vreme zadržavanja kroz ove aparate. U 2019. godini je primetan nešto niži broj ukupnih bakterija u odnosu na 2018. godinu. Ovaj pad je u okviru reda veličine i nije statistički značajan. U 2017. godini suncokretova sačma nije skladištena u magacinu S07. Na dijagramima se vidi i da su vrednosti broja ukupnih bakterija i plesni veći iz skladišnih magacina nego odmah nakon proizvodnje, što ukazuje da je tokom čuvanja došlo do porasta broja mikroorganizama.



Slika 1b. Pregled ukupnog broja plesni za tri posmatrane godine u uzorcima suncokretove sačme

Figure 1b. Overview of the number of molds for the three observed years in samples of sunflower meal

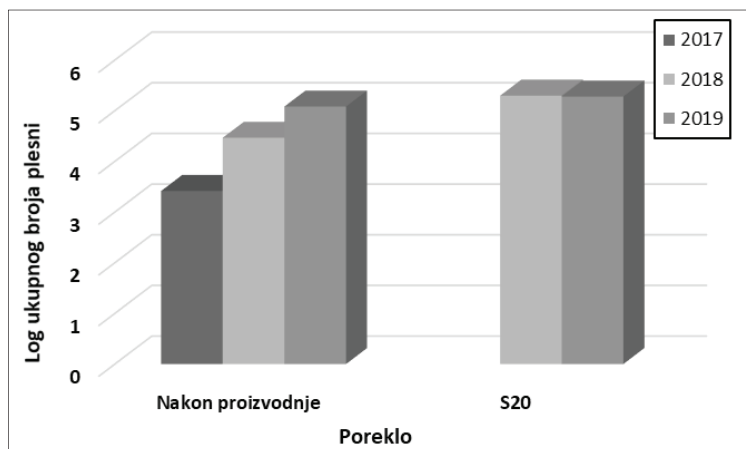
Razlog promene broja bakterija i plesni u sojinoj i suncokretovoj sačmi koja je uzorkovana iz skladišta može biti posledica dužeg vremena zadržavanja u magacinima, odnosno sačma se duže zadržavala u magacinima 2018. i 2019. godini u odnosu na 2017. godinu.

U 2019. godini je primetan nešto niži broj ukupnih bakterija u odnosu na 2018. godinu. Ovaj pad je u okviru reda veličine i nije statistički značajan. Primetan je i porast broja plesni u uzorcima suncokretove sačme iz proizvodnje u 2019. u odnosu na 2018. godinu. Razlog za ovaj porast je najverovatnije veći broj kišnih dana u 2018. godini (www.hidmet.gov.rs), koji je uzrokovao povećan broj plesni na zrnu suncokreta, a s obzirom da se zrno suncokreta iz 2017., najvećim delom prerađivala u 2018. godini, a zrno iz 2018. u 2019. godini, dobijena je ovakva mikrobiološka slika.

Kada govorimo o plesnima, poseban problem predstavljaju toksigene vrste i njihovi sekundarni metaboliti - mikotoksini. Ranija istraživanja ukazuju na prisustvo toksigenih vrsta plesni, kao i njihovih sekundarnih metabolita mikotoksina u suncokretovoj sačmi (Binder i sar., 2007; Kokić i sar., 2009).

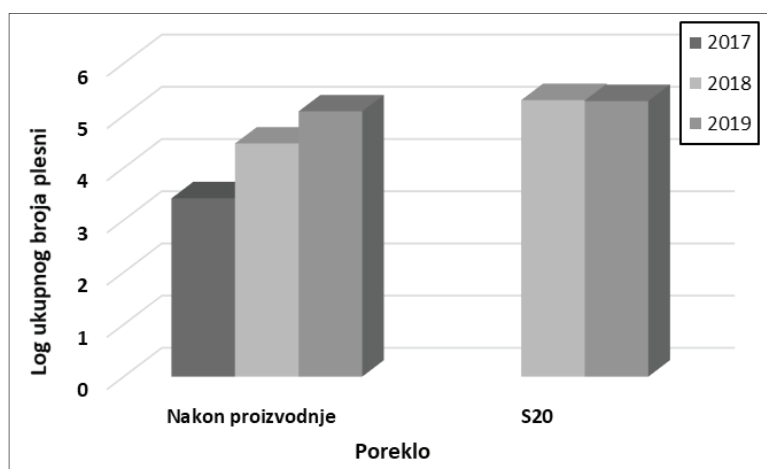
Ukupan broj bakterija i plesni u uzorcima sojine sačme

Na slici 2a prikazan je pregled ukupnog broja bakterija za sojinu sačmu odmah nakon proizvodnje, i iz skladišnih magacina S07 i S20, dok je na slici 2b prikazan pregled ukupnog broja plesni za sojinu sačmu odmah nakon proizvodnje, i iz skladišnih magacina S07 i S20.



Slika 2a. Pregled ukupnog broja bakterija za tri posmatrane godine u uzorcima sojine sačme

Figure 2a. Overview of the number of bacteria for the three observed years in samples of soybean meal



Slika 2b. Pregled ukupnog broja plesni za tri posmatrane godine u uzorcima sojine sačme

Figure 2b. Overview of the number of molds for the three observed years in samples of soybean meal

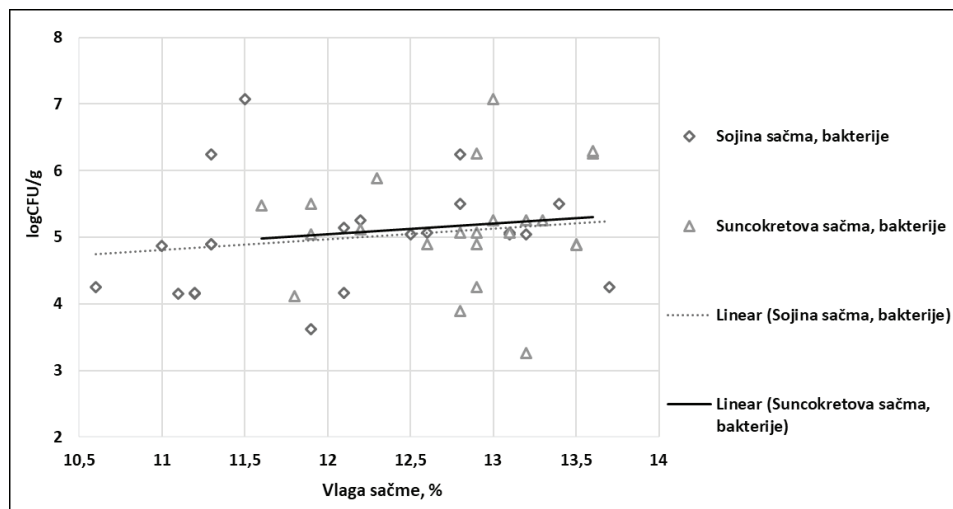
Kod sojine sačme su dobijeni isti trendovi kao i kod suncokretove sačme, što je i očekivano, pošto je došlo do povećanja kapaciteta prerade i za suncokretovo i za sojino zrno. Primetan je pad broja bakterija i plesni u uzorcima iz skladišnog magacina S20. Razlog pada broja bakterija je kraće vreme zadržavanja u istom magacinu. Odnosno, sačma je brže isporučivana kupcima. Zbog većeg broja kišnih dana u 2018. u odnosu na 2019. godinu, povećan je ukupan broj plesni.

Kao i u slučaju suncokretove sačme ranija istraživanja ukazuju na prisustvo toksigenih plesni i mikotoksina u uzorcima sojine sačme (Valenta i sar., 2002; Binder i sar., 2007; Kokić i sar., 2009).

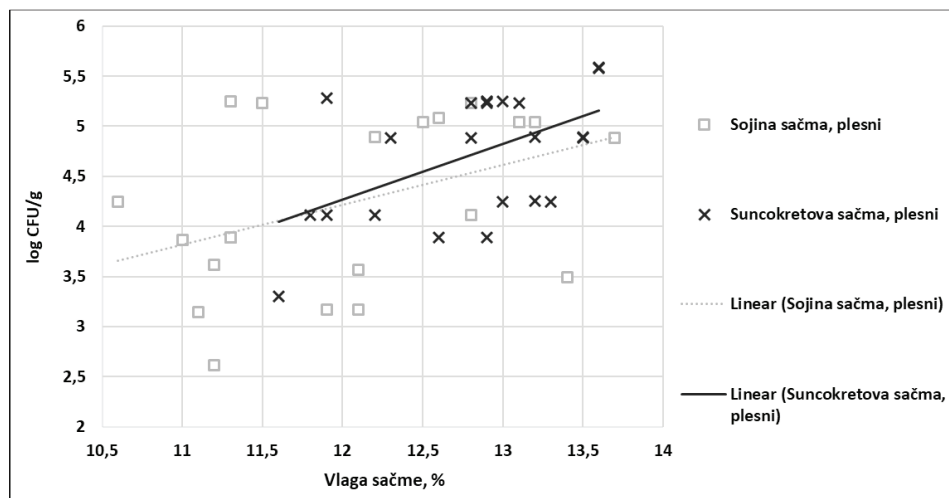
Uticaj sadržaja vlage u uzorcima sačme na ukupan broj bakterija i plesni

Na slici 3a je prikazana linearna regresija vrednosti logaritama ukupnog broja bakterija i vlage sačme, dok je na slici 3b prikazana linearna regresija vrednosti logaritama ukupnog broja plesni i vlage sačme.

Na slikama se može videti da porastom vlage sačme raste i broj ispitivanih mikroorganizama. Za bakterije, i kod sojine i kod suncokretove sačme primetan je blagi porast, dok je za plesni porast izraženiji. Postoje dva moguća uzroka zbog čega je veći broj bakterija i plesni ukoliko je veća i vlaga sačme. Prvi je zbog više vlage u sačmi koja pogoduje rastu i razmnožavanju bakterija, a i nekih vrsta plesni (Ray i Bhunia, 2014; Erkmen i Bozoglu, 2016). Drugi razlog je da je vlaga sačme posledica niže temperature u nekom od delova procesnog postupka, pa je inaktivisan manji broj mikroorganizama.



Slika 3a. Linarna regresija ukupnog broja bakterija i sadržaja vlage sačme
Figure 3a. Linear regression of the total number of bacteria of meal moisture

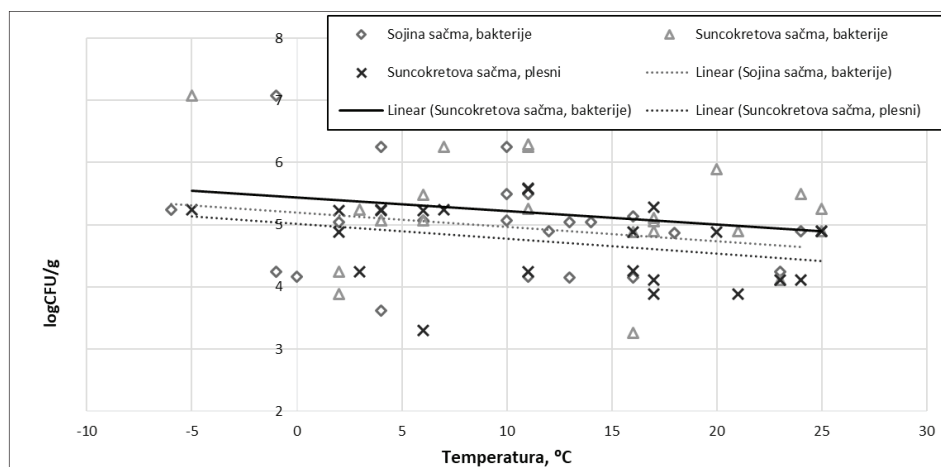


Slika 3b. Linarna regresija ukupnog broja plesni i sadržaja vlage sačme
Figure 3b. Linear regression of the total number of molds of meal moisture

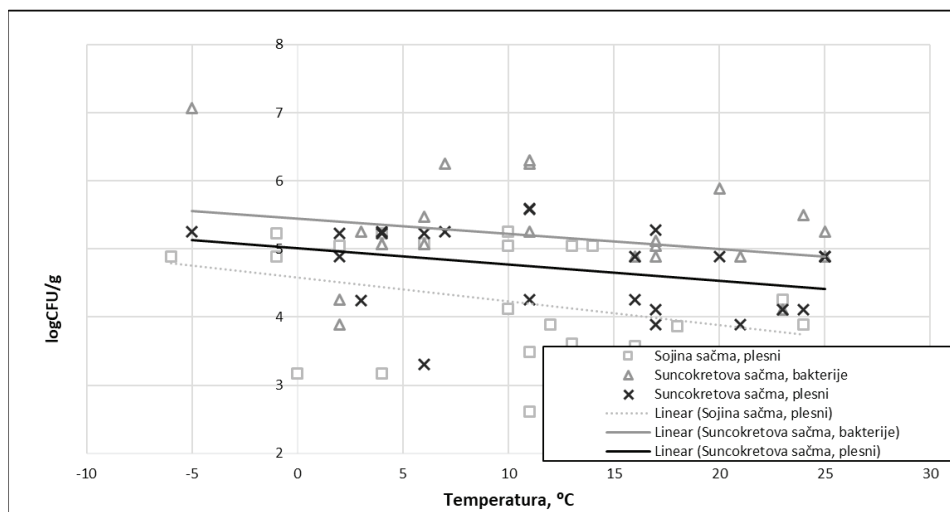
Uticaj spoljašnje temperature vazduha na ukupan broj bakterija i plesni

Na slikama 4a i 4b prikazane su linearne regresije logaritama ukupnog broja bakterija i plesni u zavisnosti od spoljašnje temperature vazduha.

Rezultati koji su dobijeni praćenjem broja mikroorganizama u zavisnosti od promene temperature prikazuju da porastom temperature opada broj mikroorganizama, kako bakterija, tako i plesni. Analizom proizvodnih parametara, takođe je uočeno da su u toplijem delu godine ostvareni bolji procesni parametri (temperature kondicioniranja i tostiranja sačme), pa se manji broj mikroorganizama u sačmi može i tome pripisati.



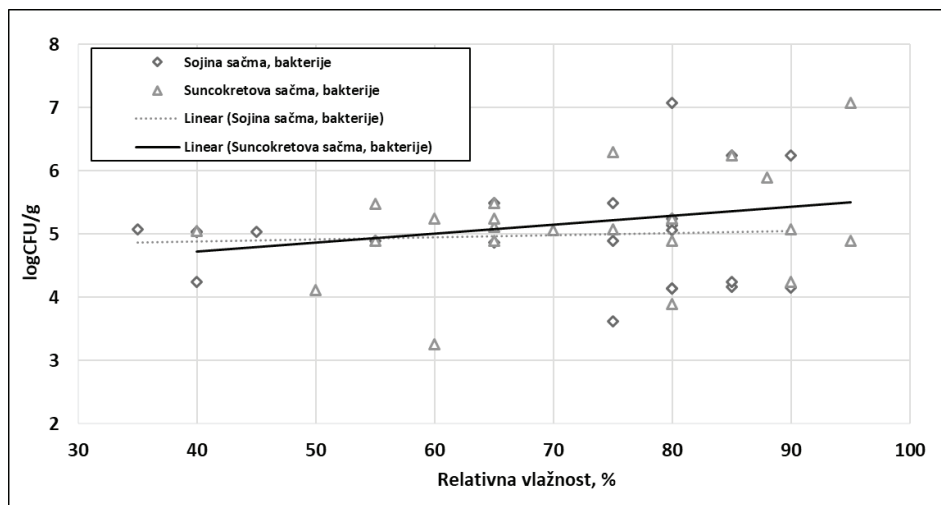
Slika 4a. Linearna regresija ukupnog broja bakterija i spoljašnje temperature
Figure 4a. Linear regression of the total number of bacteria of outside temperature



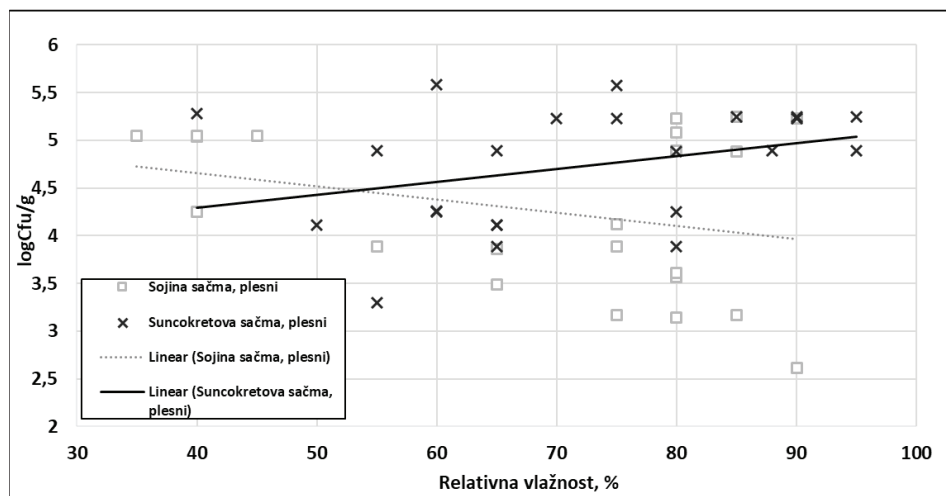
Slika 4b. Linearna regresija ukupnog broja plesni i spoljašnje temperature
Figure 4b. Linear regression of the total number of molds of outside temperature

Uticaj relativne vlažnosti vazduha na ukupan broj bakterija i plesni

Na slikama 5a i 5b prikazane su linearne regresije logaritama ukupnog broja bakterija i plesni u zavisnosti od relativne vlažnosti vazduha.



Slika 5a. Linearna regresija ukupnog broja bakterija i relativne vlažnosti vazduha
Figure 5a. Linear regression of total number of bacteria of relative humidity



Slika 5b. Linearna regresija ukupnog broja plesni i relativne vlažnosti vazduha
Figure 5b. Linear regression of total number of molds of relative humidity

Praćenjem zavisnosti broja mikroorganizama od relativne vlažnosti vazduha može se zaključiti da ukupan broj bakterija i plesni kod suncokretove sačme raste sa porastom relativne vlažnosti vazduha. Kod sojine sačme je uočeno da porastom vlažnosti vazduha ukupan broj bakterija raste, ali ukupan broj plesni opada.

ZAKLJUČAK

Svi analizirani uzorci su bili u saglasnosti sa sa pravilnikom o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani („Službeni glasnik RS“, broj 41/09). Ustanovljeno je da porastom kapaciteta prerade na istoj opremi dolazi do povećanja broja mikroorganizama. Takođe, primetan je i pad broja mikroorganizama u toplijem delu godine zbog postizanja viših temperatura prerade. Porastom vlage sačme, dolazi i do povećanja broja mikroorganizama. Ovi razlozi su uzeti u obzir prilikom odlučivanja o budućim investicijama u fabriku ulja i masti AD Vital iz Vrbasa, kako bi se obezbedio bolji mikrobiološki kvalitet sačme, nabavljen je novi toster čija se ugradnja očekuje uskoro. Kako bi se obezbedio bolji mikrobiološki kvalitet sačme potrebno je omogućiti dobre procesne parametre, naročito održavati odgovarajuću vlažnost zrna i omogućiti adekvatne temperature tokom procesa prerade. Bitno je i sa vremena na vreme, čistiti kompletnu opremu iz razloga da ne bi došlo do zaostatka materijala u opremi koja može biti izvor kontaminacije. Takođe, je potrebno omogućiti i adekvatno skladištenje, što podrazumeva hidroizolaciju magacinskog prostora, a nakon otpreme robe uraditi kompletno čišćenje i dezinfekciju.

Praćenje broja bakterija i plesni je važno ne samo za sačmu koja izlazi direktno iz proizvodnje, nego i tokom skladištenja, kako bi se sačma mogla bezbedno koristiti u ishrani životinja.

LITERATURA

1. Binder, E.M., Tan, L.M., Chin, L.J., Handl, J., Richard, J. (2007). Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients, *Animal Feed Science and Technology*, 137(3-4): 265-282.
2. Čabarkapa, I., Kokić, B., Plavšić, D., Ivanov, D., Lević, J. (2009). Microbiological Safety of Animal Feed, *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25 (5-6): 1155-1162.
3. Erkmen, O., Bozoglu, T.F. (2016). *Food microbiology, Principles into Practice*. John-Wiley & Sons, Inc., Chichester.
4. Jiménez, M., Mateo, R., Querol, A., Huerta, T., Hernández, R. (1991). Mycotoxins and mycotoxigenic moulds in nuts and sunflower seeds for human consumption, *Mycopathologia*, 115(2): 121-127.
5. Kokić, B.M., Čabarkapa, I.S., D. Lević, J.D., Mandić, A.J., Matić, J.J., Ivanov, D.S. (2009). Screening of mycotoxins in animal feed from the region of Vojvodina, *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke Novi Sad*, 117: 87-96.
6. Ray, B., Bhunia, A. (2014). *Fundamental Food Microbiology*, fifth edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton.
7. Tabib, Z., Jones, F.T., Hamilton, P.B. (1981). Microbiological Quality of Poultry Feed and Ingredients, *Poultry Science*, 60: 1392-1397.
8. Valenta H., Dänicke S., Blüthgen A. (2002). Mycotoxins in Soybean Feedstuffs Used in Germany, *Mycotoxin Research*, 18 (2): 208–211.
9. Wierup, M. (2017). Production of Soybean-Derived Feed Material Free from Salmonella Contamination: An Essential Food Safety Challenge, Chapter 10, In. *Soybean - The Basis of Yield, Biomass and Productivity*, Ed. M. Kasai, pp. 569-672. Intech Open.
10. [www.freemeteo.rs](https://freemeteo.rs/vreme/vrbas/istorija/proteklidan/?gid=3187297&station=4531&date=2019-04-09&language=serbian&country=serbia) (https://freemeteo.rs/vreme/vrbas/istorija/proteklidan/?gid=3187297&station=4531&date=2019-04-09&language=serbian&country=serbia), 09.04.2019.
11. www.hidmet.gov.rs (http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/2018.pdf), 09.04.2019.
12. www.hidmet.gov.rs (http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/latin/2017.pdf), 09.04.2019.
13. Zadravec, M., Jaki Tkalec, V., Majnarić, D., Mitak., M. (2013). Analiza sojine sačme na sadržaj sirovih bjelančevina te kontaminaciju bakterijama roda *Salmonella* u 2012. godini, *Peradarski dani 2013*, Šibenik, Hrvatska, Zbornik, pp. 129-131, Hrvatski veterinarski institut, Zagreb, Hrvatska.

UTICAJ RAZLIČITIH BIOPOLIMERNIH AMBALAŽNIH MATERIJALA NA OSOBINE PROIZVODA INDUSTRIJE ULJA

*Senka Popović, Vera Lazić, Nevena Hromiš, Danijela Šuput,
Sandra Bulut, Ranko Romanić*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

Oksidacija lipida je jedan od najvažnijih razloga koji ograničava rok trajanja prehrambenih proizvoda koji sadrže masti ili ulja, pri čemu upotreba visokobarijerne ili aktivne ambalaže može značajno da uspori oksidativne promene. Oksidacija utiče na formiranje toksičnih aldehida, nastalih degradacijom polinezasićenih masnih kiselina, smanjujući nutritivnu vrednost hrane, ali i dovodi do značajnih promena u senzorskim osobinama. Biopolimerni materijali za pakovanje mogu biti dobra alternativa za plastiku, zbog odličnih barijernih svojstava za gasove, njihove prirode i biorazgradivosti. U ovom radu ispitan je uticaj nekoliko biopolimernih materijala na osobine jestivog lanenog ulja.

Ključne reči: ambalaža, pogača uljane tikve, zein, laneno ulje, održivost

THE IMPACT OF DIFFERENT BIOPOLYMER PACKAGING MATERIALS ON OIL PRODUCTS PROPERTIES

ABSTRACT

Lipid oxidation is one of the most important reasons limiting shelf-life of fatty food products, where the use of high-barrier or active packaging is a strategy to significantly slow these changes. Oxidation affects the formation of toxic aldehydes through the degradation of polyunsaturated fatty acids, reducing the nutritional value of food, but also leads to significant changes in sensory properties. Biopolymer packaging materials may provide good alternative to plastic, due to excellent barrier properties to gases, their nature and biodegradability. In this paper, the influence of several biopolymer materials on edible flaxseed oil characteristics was examined.

Key words: packaging, pumpkin oil cake, zein, flaxseed oil, shelf-life

UVOD

Inovacije u industriji ambalaže u fokusu imaju razvoj novih, održivih, ekološki prihvatljivih materijala sa poboljšanim svojstvima, koji zadovoljavaju sve neophodne funkcije: da zadrže, zaštite i sačuvaju proizvod, da informišu potrošača o proizvodu i da olakšaju distribuciju. Tradicionalna ambalaža i ambalažni materijali štite prehrambene proizvode, a takođe su relativno jeftini i izdržljivi. Međutim, njihova trajnost predstavlja ozbiljan problem za životnu sredinu. Istraživanja su usmerena ka razvoju novih, održivih materijala, koji su po funkcionalnosti slični tradicionalnim, ali su ekološki prihvatljiviji. Biorazgradivi materijali, prirodnog porekla su razgradivi, a poseduju i dobra barijerna svojstva, te imaju potencijal za pakovanje prehrambenih proizvoda osetljivih na prisustvo kiseonika iz vazduha (Popović, 2013; Popović i sar., 2018).

U tom smislu, pakovanje jestivog ulja i proizvoda koji sadrže ulja i masti u biopolimernu ambalažu predstavlja atraktivno polje istraživanja, s obzirom na težinu i lomljivost staklenih boca, kao i relativno loš ekološki status PET ambalaže.

Poslednjih decenija, usled velike eksploatacije semena uljane tikve goliće, velike količine pogače, nastale nakog hladnog presovanja ulja iz semena, bivaju neiskorišćene ili čak odbačene. Kao sirovina bogata proteinima, pogača uljane tikve goliće (PuOC) poseduje potencijal za primenu kao susprat za proizvodnju biopolimernih materijala sa mogućnošću primene kao ambalažni materijal (Popović i sar., 2010; Popović i sar., 2011). Istraživanja su pokazala da je moguće dobiti nove biopolimerne filmove na bazi PuOC, dobrih mehaničkih osobina i odličnih barijernih svojstava prema kiseoniku. Takođe, dokazana je i antioksidativna aktivnost ovih filmova, bez inkorporacije aktivnih agenasa (Popović i sar., 2011). S obzirom na osobine, ovi filmovi predstavljaju potencijalno pogodne materijale za izradu ambalaže za pakovanje ulja i drugih proizvoda sa povišenim sadržajem lipida.

U ovom radu ispitan je uticaj kesica na bazi mono- i dupleks (dvoslojnih) biopolimernih materijala, na bazi PuOC, na održivost lanenog ulja. Uticaj vrste ambalažnog materijala na stabilnost upakovanog lanenog ulja prećen je primenom biopolimernih i komercijalnih materijala za izradu kesica, za pakovanje ulja. Kako materijal na bazi PuOC nema sposobnost termozavarivanja u cilju formiranja kesica, kesica na bazi PuOC je formirana tako što je na materijal u zoni vara nanet zein, biopolimer sa mogućnošću formiranja termo vara. Drugi pristup rešavanju ovog problema je izrada dupleks materijala, gde je sa unutrašnje strane zein, a sa spoljašnje strane PuOC. Sa druge strane, zeinski film pokazuje lošije barijerne karakteristike prema gasovima, s obzirom na prolaminsku prirodu filmogenog makromolekula, te je neophodno ispitati da li dodati sloj zeina ima uticaja na osobine PuOC materijala.

Uticaj vrste ambalažnih materijala na osobine upakovanog lanenog ulja praćen je određivanjem peroksidnog broja, konjugovanih diena i konjugovanih triena, kao pokazatelja oksidativne stabilnosti.

MATERIJAL I METODE RADA

Pogača uljane tikve golice (PuOC), dobijena od proizvođača ulja „Linum” d.o.o., Čonoplja, skladištena je na temperaturi od 4°C i samlevana pre upotrebe. Kukuruzni zein (Zein), ABTS radical, glicerol, PEG 400 i ostale hemikalije su proizvođača Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO, USA). Komercijalni ambalažni materijal PET/PE je proizvođača Tipoplastika, Gornji Milanovac. Jestivo nerafinisano - hladno presovano ulje semena lana je kupljeno u lokalnom supermarketu.

Sinteza filmova

Sinteza filmova na bazi pogače uljane tikve golice opisana je u radu autora Popović i sar., 2011.

Filmovi na bazi zeina su pripremani rastvaranjem 2 g zeina i 1 g PEG 400 u 20 ml 85%-og vodenog rastvora etanola, zagrejanog na t 80°C. Rastvor je ohlađen na 40-50°C i razliven u Petri ploče obložene teflonom. Filmovi su ostavljeni na nivelisanoj podlozi da se osuše tokom 2 dana, na sobnoj temperaturi ($\approx 25^{\circ}\text{C}$) i relativnoj vlažnosti vazduha od 40-50%.

Dupleks filmovi su pripremani razlivanjem filmogenog rastvora zeina na formiran film na bazi PuOC.

Priprema kesica i pakovanje ulja

Kesice na bazi PuOC i PuOC/Zein pripremane su tako što je materijal sečen na komade dimenzija 40×50 mm, a zatim je na laboratorijskoj pakerici (Audion Elektro, Swissvac) od dva materijala, formiranjem donjeg i bočnih termovarova, napravljena kesica. Na PuOC matrijal, u zoni vara, nanet je zein jer PuOC nema sposobnost formiranja vara. Sloj zeina, i kod monomaterijala i kod dupleksa, je bio sa unutrašnje strane. U formirane kesice sipano je po 10 ml lanenog ulja, nakon čega su kesice zatvarane, formiranjem gornjeg termovara.

Od komercijalnog materijala PET/PE, takođe su formirane kesice i u njih je sipano po 10 ml lanenog ulja, nakon čega su kesice zatvorene.

Ulje je pakovano u atomsferi vazduha, pri čemu je u kesici zaostalo približno 2 cm^3 „praznog prostora” - vazduha.

Kesice sa lanenim uljem su postavljene u komoru („TLOS Instrumentaria” Zagreb) u kojoj su podešeni uslovi temperiranja $45 \pm 1^{\circ}\text{C}$ i $50 \pm 2\%$ RH.

Uzorci su pored nultog, analizirani i 15-og i 30-og dana, uzimanjem po dve kesice od svake vrste materijala, uz prethodno temperiranje na sobnim uslovima.

Određivanje peroksidnog broja

Peroksidni broj (Pbr) lanenog ulja u kesicama na bazi PuOC, PuOC/Zein i PET/PE, određivan je periodično, primenom ubrzanog Pbr testa. U nultom, 15-om i 30-om danu, po 1 ml lanenog ulja uzorkovan je iz svih vrsta kesica i, odmah nakon uzorkovanja, određen je Pbr.

Metoda određivanja peroksidnog broja se zasniva na reakciji između hidroperoksida ili peroksida ulja sa jodovodoničnom kiselinom, koja se oslobađa iz KJ u kiseloj sredini. Proizvod te reakcije je oslobođeni elementarni jod, čija je količina direktno proporcionalna količini prisutnih hidroperoksida. Količina izdvojenog joda se određuje titracijom sa natrijum-tiosulfatom $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Peroksidni broj je izražen u mmol kg^{-1} .

U cilju određivanja konjugovanih diena i konjugovanih triena, nakon rastvaranja dela uzorka u *n*-heksanu, apsorbancije rastvora su merene pri talasnim dužinama 232 i 270 nm (SRPS EN ISO 3356).

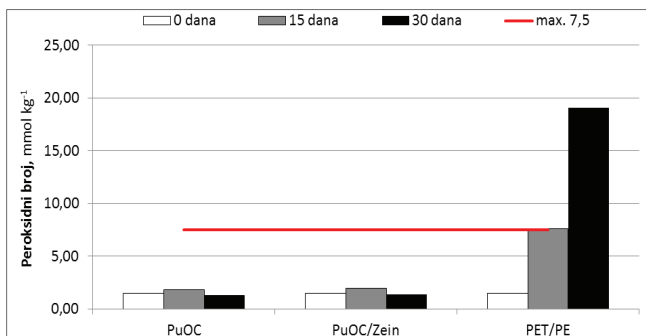
Odnos specifičnih apsorbancija $A^{1\%}_{232 \text{ nm}}/A^{1\%}_{270 \text{ nm}}$

Odnos specifičnih apsorbancija dobija se računskim putem deljenjem vrednosti specifičnih apsorbancija $A^{1\%}_{232 \text{ nm}}/A^{1\%}_{270 \text{ nm}}$ (Romanić, 2015).

REZULTATI I DISKUSIJA

Stabilnost lanenog ulja pakovanog u kesice od mono- i dupleks biopolimernih materijala, kao i u kesice od komercijalnog materijala PET/PE praćena je tokom vremena temperiranja na 40°C i 50 %RH, u periodu do 30 dana. Upakovano ulje je podvrgnuto ubrzanom testu određivanja oksidativnih promena, praćenjem Pbr. Na slici 1 su prikazani rezultati određivanja Pbr u nultom, 15-om i 30-om danu temperiranja.

Rezultati pokazuju da kod ulja upakovanog u kesicu na bazi mono-, PuOC filma, kao i u kesicu na bazi dupleksa, PuOC/Zein nije došlo do značajne promene u Pbr, odnosno Pbr nije prelazio 2 mmol kg^{-1} . Sa druge strane, kod ulja upakovanog u kesicu na bazi komercijalnog materijala PET/PE, nakon 15 dana, Pbr ulja je iznosio 7,63 mmol kg^{-1} , što je praktično na granici prihvatljivosti (7,5 mmol kg^{-1}). Nakon 30 dana ubrzanog testa, Pbr ulja u PET/PE kesici je iznosio 19,1 mmol kg^{-1} , te se ulje moglo smatrati neprihvatljivim.



Slika 1. Promene peroksidnog broja (mmol kg^{-1})

Figure 1. Peroxide number changes (mmol kg^{-1})

Apsorpcioni maksimum pri talasnoj dužini 232 nm ukazuje na sadržaj konjugovanih diena kao primarnih produkata oksidacije linolne kiseline. Apsorpcioni maksimum pri 270 nm ukazuje na sadržaj trinezasićenih karbonilnih jedinjenja, konjugovanih triena, odnosno sekundarnih produkata oksidacije. Što su vrednosti apsorbancija pri 232 i 270 nm veće, ulja su u većoj meri oksidovana i sadrže veće količine konjugovanih diena i triena. Odnos specifičnih apsorbancija $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$, predstavlja tzv. R-vrednost koja je dobar podatak za procenjivanje kvaliteta pre svega rafiniranih ulja, kod kojih manje R-vrednosti obično ukazuju da je ulje lošijeg kvaliteta (Dimić, 2005), što ne mora uvek biti slučaj kod nerafiniranih - hladno presovanih ulja (Megahed, 2011; Kûka i sar., 2018).

U lanenom ulju pakovanom u kesice od različitih ambalažnih materijala praćene su i promene konjugovanih diena i triena, tokom 30 dana temperiranja na 40°C i 50%RH. U tabelama 1 i 2 prikazane su promene sadržaja konjugovanih diena i triena, kao primarnih i sekundarnih produkata oksidacije.

Tabela 1. Promene sadržaja konjugovanih diena ($A_{232\text{ nm}}^{1\%}$)
Tabale 1. Changes in contents of conjugated dienes ($A_{232\text{ nm}}^{1\%}$)

Vreme Time	Materijal Material		
	PuOC	PuOC/Zein	PET/PE
0 dana	2,59	2,59	2,59
15 dana	2,77	2,86	3,29
30 dana	2,54	2,65	5,37

Tabela 2. Promene sadržaja konjugovanih triena ($A_{270\text{ nm}}^{1\%}$)
Tabale 2. Changes in contents of conjugated trienes ($A_{270\text{ nm}}^{1\%}$)

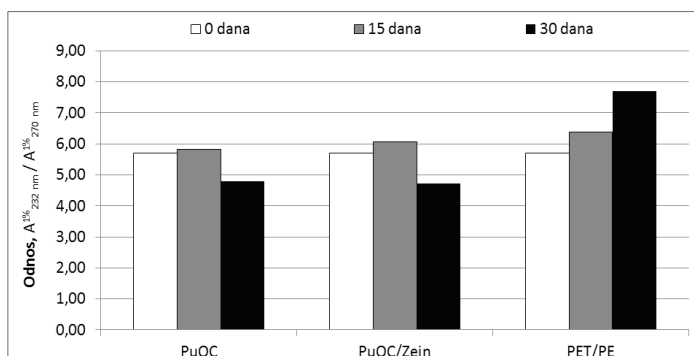
Vreme Time	Materijal Material		
	PuOC	PuOC/Zein	PET/PE
0 dana	0,46	0,46	0,46
15 dana	0,49	0,49	0,52
30 dana	0,53	0,56	0,70

Rezultati pokazuju neznatne promene u sadržaju konjugovanih diena kod ulja pakovanog u biopolimerne kesice, mono- i dupleks (tabela 1). Kod oba uzorka stepen konjugacije se kretao u opsegu od 2,59 do 2,86. Sa druge strane, kod ulja upakovanog u PET/PE došlo do značajnijeg rasta sadržaja konjugovanih diena, sa početnih 2,59 na 5,37. Značajnije promene u sadržaju konjugovanih diena kod ulja upakovanog u PET/PE su u skladu sa izražajnijim promenama u Pbr istog uzorka.

Tabela 2 prikazuje promene u sadržaju konjugovanih triena u ulju upakvanom u PuOC, PuOC/Z i PET/PE kesice. Kod ulja upakovanog u biopolimerne kesice uočava

se postepen porast sadržaja konjugovanih tiena, dok je kod ulja upakovanog u PET/PE taj porast izraženiji.

Može se zaključiti da su biopolimerni materijali bolja barijera za kiseonik i na duži period odlažu oksidativne promene od odabranog komercijalnog materijala PET/PE. Tome treba dodati i dokazanu antioksidativnu aktivnost PuOC materijala (Popović i sar., 2010; Popović i sar., 2011), čime ambalažni materijal aktivno učestvuje u produžetku održivosti ulja, pakovanog u prisustvu kiseonika.



Slika 2. Promene odnosa $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$
Figure 2. Changes in $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$ ratio

Odnos specifičnih apsorbancija se kretao od početnih 5,70, za sva tri ispitivana uzorka, do 4,72 i 4,79 za uzorke upakovane u biopolimerne kesice i 7,69 za uzorak upakovan u PET/PE kesicu.

Histogrami pokazuju da odnos specifičnih apsorbancija $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$ ulja upakovanog u biopolimerne kesice raste do 15 dana (slika 2). Nakon ovog perioda odnos $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$ opada. Porast odnosa $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$ do 15 dana je posledica porasta vrednosti $A_{232\text{ nm}}^{1\%}$ u periodu do 15 dana, dok je u narednom periodu, do 30 dana temperiranja došlo do smanjenja vrednosti $A_{270\text{ nm}}^{1\%}$, samim tim i smanjenja odnosa specifičnih apsorbancija $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$ ulja. Kod ulja upakovanog u PET/PE zabeležen je konstantan porast odnosa specifičnih apsorbancija $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$ (Imran i sar., 2015; Kûka i sar., 2018).

ZAKLJUČAK

U radu je prikazan uticaja biopolimernih mono i dupleks materijala na bazi pogače uljane tikve golice na održivost lanenog ulja. Određeni su parametri stabilnosti ulja, Pbr, konjugovani dieni i trieni, kao i odnos specifičnih adsorbancija $A_{232\text{ nm}}^{1\%}/A_{270\text{ nm}}^{1\%}$ u ulju upakovanom u biopolimerne kesice i kesice na bazi komercijalnog materijala PET/PE.

Rezultati pokazuju da tokom 30 dana ubrzanog testa određivanja stabilnosti ulja, u kesicama na bazi biopolimera nije došlo do značajnih promena peroksidnog

broja, dok je u ulju upakovanom u PET/PE došlo do porasta Pbr više od 10 puta. Porast Pbr je jedan od dokaza oksidacije lipida, odnosno formiranja hidroperoksida kao primarnih produkata oksidacije. Promene sadržaja konjugovanih diena i triena u uzorcima upakovanim u kesice na bazi PuOC i PuOC/Zein su minimalne, dok je kod ulja upakovanog u PET/PE kesice došlo do značajne promene sadržaja konjugovanih diena i tirena, kao posledica nastanka sekundarnih produkata oksidacije.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da biopolimerni filmovi na bazi PuOC predstavljaju pogodan materijal za izradu ambalaže za pakovanje ulja, kao i drugih prehrambenih proizvoda ostljivih na prisustvo kiseonika. Primenu ovih materijala za pakovanje lanenog ulja neophodno je dodatno ispitati, posebno sa aspekta uticaja na senzorske karakteristike ulja.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo rada na projektu Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije III 46010.

LITERATURA

1. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
2. Imran, M., Anjum, F.M., Ahmad, N., Khan M.K., Zarina Mushtaq, Z., Nadeem, M., Hussain, S. (2015). Impact of extrusion processing conditions on lipid peroxidation and storage stability of full-fat flaxseed meal. *Lipids in Health and Disease* (2015) 14:92, 1-9.
3. Kūka, M., Čakste, I., Kūka, P. (2018). inhibition of Formation of conjugated dienes in linseed oil. *Proc. Latvian Acad. Sci., Section B*, 72:2, 80-84.
4. Megahed, M.G. (2011). Effect of microwave heating of linseed oil on the formation of primary and secondary oxidation products. *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2(4): 673-679.
5. Popović, S. (2013). Istraživanje dobijanja i karakterizacija biorazgradivih kompozitnih filmova na bazi biljnih proteina, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
6. Popović, S., Lazić, V., Hromiš, N., Šuput, D., Bulut S. (2018). Biopolymer packaging materials for food shelf-life prolongation, pp. 223-277 (Poglavlje 8) u: *Biopolymers for food design*, Ed: Grumezescu & Holban, Academic Press, Elsevier.
7. Popović, S., Lazić, V., Popović, Lj., Vaštag, Ž., Peričin, D. (2010). Effect of the addition of pumpkin oil cake to gelatine to produce biodegradable composite films. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 45(6): 1184-1190.
8. Popović, S., Peričin, D., Vaštag, Ž., Popović, Lj., Lazić, V. (2011). Evaluation of edible film-forming ability of pumpkin oil cake; effect of pH and temperature. *Food Hydrocoll.*, 25(3): 470-476.
9. Romanić, R. (2015). Hemometrijski pristup optimizaciji tehnoloških parametara proizvodnje hladno presovanog ulja semena visokooleinskog suncokreta, Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

10. SRPS EN ISO 3356, Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje apsorbancije u ultraljubičastoj oblasti izražene kao specifična UV-ekstinkcija, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, 2008.

AMBALAŽA ZA PAKOVANJE ULJA: PROŠLOST, SADAŠNJOST, BUDUĆNOST

*Vera Lazić, Danijela Šuput, Senka Popović, Nevena Hromiš,
Sandra Bulut, Ranko Romanić*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

Jestiva ulja predstavljaju visoko vredan elemenat humane ishrane. Zbog svog sastava, veoma su osetljiva na uticaje faktora spoljne sredine i promene tokom skladištenja. Pravilno odabrana i primenjena ambalaža ima važnu ulogu u očuvanju kvaliteta jestivih ulja. U našim uljarama koristila se različita ambalaža. Cilj ovog rada je prikaz razvojnog puta primene različitih vrsta ambalaže za pakovanje jestivog ulja, u nastojanju da sačuvaju inicijalni kvalitet i produže održivost upakovanog proizvoda. Poseban osvrt je dat u pravcu budućih trendova pakovanja jestivih ulja.

Ključne reči: ambalaža, pakovanje, jestivo ulje, kvalitet, trendovi

EDIBLE OILS PACKAGING: PAST, PRESENT, FUTURE

ABSTRACT

Edible oils represent highly valuable element of human nutrition. Due to their composition, they are very sensitive to the effects of environmental factors and changes during storage. Properly selected and applied packaging plays an important role in preserving the quality of edible oils. Different packaging was used in our oil factories. The aim of this paper is to illustrate the developmental pathway for the application of different packaging types for edible oil, in an effort to preserve the initial quality and extend the sustainability of the packaged product. A special review is given about the future trends of packaging edible oil.

Key words: packaging, packing, edible oil, quality, trends

UVOD

Ulja i masti, pored proteina i ugljenih hidrata predstavljaju osnovu humane ishrane. Jestiva ulja i masti se u velikoj meri koriste u ishrani ljudi, jer daju hrani teksturu, ukus i aromu, sadrže vitamine rastvorljive u mastima i esencijalne masne kiseline,

(Gunstone, 2009), a predstavljaju i značajan izvor energije (9 kcal/g) u poređenju sa proteinima i ugljenim hidratima (4 kcal/g) (Lawson, 2013). Dobijaju se iz brojnih animalnih i biljnih izvora, ali svakako najznačajnija je prerada uljarica za njihovo dobijanje. Uljarice su kulture koje se prevashodno gaje radi dobijanja ulja: suncokret, repica, maslina, arašid i dr. Sirovine za dobijanje ulja rasprostranjene su po celom svetu i u zavisnosti od klimatskih uslova pod kojim je biljka nastala i rasla, imaju specifične fizičko-hemijske karakteristike (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980) i od njih se dobijaju kvalitetna jestiva ulja. Tako visokovredne proizvode potrebno je odabranom ambalažom adekvatno zaštititi. Svetlost, kiseonik, vlaga i temperatura su samo neki od faktora spoljne sredine koji nepovoljno utiču na sastav i kvalitativne karakteristike jestivih ulja tokom i nakon prerade (Grujić i sar., 2011). Upravo je uloga pravilno odabrane ambalaže zaštita i produženje održivosti upakovanog proizvoda tokom skladištenja.

Stabilnost biljnih ulja podrazumeva sposobnost zadržavanja početnih senzorskih i drugih kvalitativnih karakteristika, što je duže moguće, uprkos promenama u njegovoj strukturi, koje se dešavaju tokom vremena (Kristott, 2000).

Reakcije koje utiču na kvalitet upakovanih biljnih ulja tokom njihovog roka trajanja su (Piergiorganni i Limbo, 2010):

- Enzimatske reakcije (reakcije lipaza, lipoksigenaza i polifenol oksidaza).
- Oksidativna užeglost je jedan od najvažnijih pokazatelja kvaliteta jestivih ulja. Podrazumeva kompleks hemijskih reakcija između nezasićenih masnih kiselina ili acilglicerola sa kiseonikom. Oslobođena jedinjenja čine ulja manje prihvatljivim i/ili neprihvatljivim za potrošače (promenjen ukus, aroma, nutritivni kvalitet i tekstura proizvoda), ili za industrijsku upotrebu, kao sastojak hrane (Choe i Min, 2006, Yettella i sar., 2011).
- Gubitak prirodnih antioksidanasa, odnosno tokoferola i polifenola
- Kristalizacija ulja (triglicerida) uzrokuje „zamagljivanje” ulja
- Migracija supstanci iz ambalaže u upakovano ulje takođe utiče na kvalitet i zdravstvenu bezbednost ulja (Kanavouras i sar., 2006).

Ambalaža ima različite funkcije, pre svega zaštitne, skladištno transportne, informativne, ali ambalaža da bude i atraktivna za potrošače, ekonomski opravdana i ekološki podobna (Lazić i Novaković, 2010). Karakteristike odabrane ambalaže za pakovanje jestivog ulja utiču na održivost i stabilnost ulja (Piergiorganni i Limbo, 2010). Tokom vremena naše uljare su koristile različitu ambalažu za pakovanje ulja.

Ambalaža za pakovanje ulja – prošlost i sadašnjost

Različite vrste primarne ambalaža koristile su se i koriste se za pakovanje biljnih ulja kod nas: staklene boce, limenke, plastične boce PVC, HDPE, PET, kao i ambalaža od kombinovanih materijala tipa TETRA BRIK ili kesice od višeslojnih polimernih materijala. Na izbor, ili promenu ambalaže, uticao je čitav niz faktora.

Pravilan izbor materijala obezbeđuje uslove za optimalnu održivost jer fizičko-hemijske karakteristike materijala za pakovanje mogu značajno uticati na kvalitet ulja

tokom njihovog roka trajanja (Kanavouras i sar., 2006). Ambalaža za pakovanje ulja se može podeliti na nekoliko tipova: čvrstu (staklo, metal, PET, HDPE), polučvrstu (Tetra pak) i fleksibilnu (kesice).

U našim uljarama staklene boce su u prošlosti bile jedina vrsta ambalaže za pakovanje ulja. Staklena ambalaža ima odlična barijerna svojstva za vlagu i gasove, ali je selektivno propustljiva na svetlost, u zavisnosti pre svega od boje. Ipak, ovakav oblik ambalaže zahteva upotrebu zatvarača od drugih materijala, gde upotrebljena zaptivna masa može da omogućiti propustljivost kiseonika, što utiče na oksidaciju (de Oliveira i sar., 2001). Istraživanja su pokazala da održivost i trajnost jestivih ulja upakovanih u neprozirne staklene boce ili limenke, zavisi samo od početnih karakteristika ulja, jer su reakcije kvara uzrokovane svojstvenom stabilnošću proizvoda, a ne spoljnim faktorima (Lee i sar., 2008).

U našim uljarama 60-ih godina, 70-ih godina prošlog veka isključivo se ulje pakovalo u staklene boce i to proizvedene u Srpskoj fabrici stakla Paraćin, ili u drugim jugoslovenskim fabrikama (Đorđević, 1996). Staklene boce su bile dobrog kvaliteta, ali je često bila nestašica boca, bile su skupe i sve više su se uviđali nedostaci ove ambalaže. Staklena ambalaža je lomljiva, relativno velike mase, bila je povratna, mora da se skladišti, problemi sa pranjem i ponovo lomom. Zbog toga se počinje ulje pakovati i u druge vrste ambalaže, a staklene boce i to one obojene su se zadržale za pakovanje maslinovih ulja i devičanskih maslinovih ulja.

Ekonomski i ekološki aspekti su se sve više uvažavali i naše uljare počinju da kupuju linije za pakovanje ulja u plastične boce, koje su nepovratne, lakše i ekonomski povoljnije. U ceni stakla figurišu materijal sa 20%, a energija, radna snaga i investicije sa 80% (cena u stalnom rastu). U slučaju plastične ambalaže cenu formiraju cena sirovine sa 80% (cena u stalnom padu) i energija, radna snaga i investicije sa 20% (Rajčić, 1968).

Najčešće korišćeni polimeri za proizvodnju boca za pakovanje ulja su PVC, PET i HDPE. PET je jedan od najčešće korišćenih polimera jer zadovoljava mnoge važne zahteve: dobar estetski aspekt (sjajnost i transparentnost); pogodnost za atraktivno bojenje i štampanje; dobra mehanička, termička i hemijska otpornost; niski troškovi proizvodnje; dobra barijerna svojstva prema kiseoniku i CO₂; pogodnost za produženo skladištenje, lako recikliranje i mala masa u odnosu na staklene boce (Piergiovanni i Limbo, 2010). Moguće su modifikacije sastava polimernog matriksa i dobijanje PET ambalaže poboljšanih svojstava (Kanavouras i sar., 2006). Proizvedene boce mogu biti različite zapremine (najčešće 1/2/5/15 litara), inertne prema sadržaju, zdravstveno bezbedne, a u isto vreme 100% reciklabilne.

Boce za ulje se mogu proizvoditi i od HDPE polimera, ali one imaju slabiju barijeru prema kiseoniku, nisu transparentne i nisu atraktivnog izgleda, pa su sve slabije zastupljene na tržištu.

Takođe, na tržište su uvedeni nove ambalažni oblici, uključujući vreće u kutiji, kao i ambalažu od kombinovanih materijala tipa Tetra Brik. Ova ambalaža ima dobra barijerna svojstva na vlagu, svetlost i gasove, može da se koristi i u sistemu aseptičnog punjenja (Kiritsakis i sar., 2002). Najčešće korišćena struktura materijala

je LDPE/papir/LDPE/Al/LDPE/LDPE, koja pruža dobru zaštitu upakovanom ulju. Nedostacima primene se smatraju visoki troškovi materijala, kao i nepodobnost za reciklažu.

U poslednjih nekoliko godina, prateći potrebu potrošača za jediničnim pakovanjima, na tržištu se primenjuju i kese od višeslojnih materijala za pakovanje malih količina ulja (do 500 g). Fleksibilne kese - vrećice mogu biti proizvedene od laminata ili višeslojnih filmova različitih sastava i mogu biti različitog oblika (Piergiovanni i Limbo, 2010). Nedostaci primene ovakvog oblika ambalaže su pucanje vrećica i curenje sadržaja, što dovodi do ekonomskih gubitaka, takođe su i nepraktične prilikom distribucije do potrošača, ali i prilikom rukovanja i upotrebe.

Metalna ambalaža ne predstavlja novinu, veoma dugo se koristi za pakovanje zbog brojnih prednosti (Tsimis i Karakasides, 2002). Limenke su mehanički otporne i pružaju potpunu zaštitu od svetlosti, kiseonika, vodene pare i mikroorganizama. Unutrašnjost limenke zaštićena je specijalnim lakovima koji su inertni prema hrani i koji štite sadržaj (Sahan i Basoglu, 2008). Jestiva ulja se generalno pakuju u limenke različitih kapaciteta, obično većih i to do 15 kg. Nedostaci primene limenki se odnose na visoke troškove, težinu ambalaže (limenka: 930 g, HDPE: 630 g, PET: 300 g), moguća oštećenja pri transportu, itd. Jestiva ulja se u Evropi češće pakuju u transparentno/obojeno staklo ili polimernu ambalažu, a mnogo su ređi slučajevi upotrebe metalne ambalaže.

Budući trendovi

Obzirom da je kiseonik označen kao glavni činilac svih neželjenih reakcija upakovanog ulja, potrebno je maksimalno smanjiti njegovu koncentraciju u ambalaži. Najefikasnije rešenje predstavlja upotreba „hvatača kiseonika” (oxygen scavengers - OS), koji uklanjaju kiseonik rastvoren u ulju i obezbeđuju barijeru za difuziju kiseonika iz atmosfere. Ovi apsorberi se mogu inkorporirati u ambalažni materijal, bez izmene ostalih svojstava ambalaže. Poslednjih godina (Sacchi i sar., 2008) se ova oblast intenzivno izučava sa tendencijom primene na industrijskom nivou.

Drugi pravac primene savremenih ambalažnih materijala bi bila upotreba biopolimernih i biorazgradivih materijala za pakovanje ulja. Zbog niza prednosti, široka rasprostranjenost, niska cena, obradivost, itd. (Lazić i Popović, 2015), biopolimerni materijali mogu samostalno, ili kao komponente višeslojnih sistema, poslužiti za pakovanje ulja. Njihovom upotrebom bi se značajno uticalo na opterećenje životne sredine ambalažnim otpadom (Lazić i Novaković, 2010).

ZAKLJUČAK

Visokovredan sadržaj kao što je jestivo ulje, pravilno odabrana ambalaža dobrih svojstava, može da očuva za deklarisani rok upotrebe. Vremenom su proizvođači ulja koristili različitu ambalažu, rukovodeći se razvojnim trendovima, drugačijim potrebama tržišta, razvojem novih materijala, uvažavajući ekonomske, ali i ekološke aspekte.

Zahvalnica

Zahvaljujem se kolegama iz naših uljara: Zoranu Nikolovskom, dipl. inž., Mihajlu Nastasiću, dipl. inž., Mirjani Grujić, dipl. hem., na dostavljenim podacima o primeni različite ambalaže u njihovim pogonima.

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

LITERATURA

1. Choe, E., Min, D.B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 5: 169-186.
2. De Oliveira, L.M., Sarantopoulos, C., Bordin, M., Nakandakari, Y. (2001). Influence of PET bottle weight, closure performance and filling technique on the oxygen content of soya cooking oil. *Packag. Technol. Sci.*, 14: 203-208.
3. Đorđević, M. (1996). Devedeset godina Srpske fabrike stakla: 1907-1997, Monografija, Beograd BMG, Beograd.
4. Grujić, S., Aleksić, V., Vukić, M., Petrović, Z. (2011). The effect of packaging material on storage stability of sunflower oil. *Qual. Life Res.* 2: 75-83.
5. Gunstone, F. (2009). *Oils and Fats in the Food Industry*. John Wiley & Sons, USA.
6. Kanavouras, A., Hernandez-Munoz, P., Frank, A. (2006). Packaging of olive oil: quality issues and shelf life predictions. *Food Rev. Int.*, 22: 381-404.
7. Kiristakis, A., Kanavouras, A., Kiristakis K. (2002). Chemical analysis, quality control and packaging issues of olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104: 628-638.
8. Kristott, J. (2000). Fats and oils, pp. 279-310. u: Eds. D. Kilcast, P. Subramaniam, *The Stability and Shelf Life of Food*, Woodhead Publishing, Cambridge, England.
9. Lawson, H.W. (2013). *Food Oils and Fats: Technology, Utilization and Nutrition*. Springer Science & Business Media, str. 1-15.
10. Lazić, V., Novaković, D. (2010). Ambalaža i životna sredina, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
11. Lazić, V., Popović, S. (2015). Biorazgradivi ambalažni materijali, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
12. Lee, D.S., Yam, K.L., Piergiovanni, L. (2008). *Food Packaging Science and Technology*. Boca Raton, Florida: CRC Press, 197-242.
13. Oštrić-Matijašević, B., Turkulov, J. (1980). Tehnologija ulja i masti I deo. Tehnološki fakultet Novi Sad.
14. Piergiovanni, L., Limbo, S. (2010). Packaging and the Shelf Life of Vegetable Oils, pp. 317-338. u: Ed. G.L. Robertson, *Food packaging and shelf life: a practical guide*. CRC Press, Taylor&Francis Group.
15. Rajčić, L. (1968). Stručne zanimljivosti: Rješenje pitanja nepovratne ambalaže u Francuskoj industriji jestivih ulja. *Bilten: Biljna ulja i masti*, 2-3: 77-79.
16. Sacchi, R., Savarese, M., Del Regno, A., Paduano, A., Terminiello, R., Ambrosino M.L. (2008). Shelf life of vegetable oils bottled in different scavenging polyethyleneterephthalate (PET) containers. *Packag. Technol. Sci.*, 21: 269-277.
17. Sahan, Y., Basoglu, F. (2008). Trace metals in olive oil. *ISHS Acta Hortic.*, 791: 719-723.

18. Tsimis, D.A., Karakasides, N.G. (2002). How the choice of container affects olive oil quality. *Packag. Technol. Sci.*, 15: 147-154.
19. Yettella, R.R., Castrodale, C., Proctor, A. (2011). Oxidative Stability of Conjugated Linoleic Acid Rich Soy Oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 89: 685-693.

PRIMENA EMULGATORA, NAMENSKIH MASTI I PROTEINA U PROIZVODNJI ČOKOLADE I KREM PROIZVODA - OSVRT NA DESETOGODIŠNJU SARADNJU SA ULJARSKOM INDUSTRIJOM SRBIJE

*Ivana Lončarević¹, Biljana Pajin¹, Jovana Petrović¹, Danica Zarić²,
Zoran Nikolovski³, Vladimir Šarac⁴, Suzana Aleksić⁵*

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija
²IHS Tehno experts d.o.o., istraživačko razvojni centar, Beograd, Srbija

³„Sojaprotein” a.d., Bečej, Srbija

⁴„Victoriaoil” a.d, Šid, Srbija

⁵„Dijamant” a.d., Zrenjanin, Srbija

IZVOD

Mlečna čokolada i mazivi krem proizvod predstavljaju suspenzije čvrstih čestica (nemasnih kakao čestica, šećera u prahu i mleka u prahu) u kontinualnoj masnoj fazi. Osnovna razlika između ova dva konditorska proizvoda je u sastavu masne faze, koju kod mlečne čokolade čini kakao maslac i mlečna mast, dok masnu fazu mazivog krem proizvoda čini plastična biljna mast, mlečna mast i eventualno dodatak ulja koje dodatno poboljšava njegovu mazivost.

Tokom proteklih decenija, sirovinski sastav i sam proces proizvodnje čokolade i krem proizvoda se neznatno menjao. Kao emulgator u proizvodnji ovih proizvoda koristio se isključivo sojin lecitin, a mazivi krem proizvod je u svom sastavu imao hidrogenizovane biljne masti pune štetnih trans masnih kiselina. Iako je mlečna čokolada kvalitetniji i skuplji proizvod u poređenju sa kakao-kremom, oba proizvoda obezbeđuju energiju prvenstveno iz masti i ugljenih hidrata, dok je sadržaj proteina znatno niži.

U ovom preglednom radu su prikazani najbitniji rezultati koji su proistekli iz naše saradnje sa kolegama iz industrije ulja u proteklih 10 godina, a odnose se na:

- Karakterizaciju i primenu suncokretovog i repičinog lecitina kao emulgatora u proizvodnji krem proizvoda.
- Ispitivanje kvaliteta i upotrebu namenskih masti i ulja u proizvodnji mazivog krem proizvoda.
- Proizvodnju i međusobno poređenje novih vrsta čokolade, obogaćenih proteinima soje, surutke i kolagena.

Ključne reči: krem proizvod, lecitini, masti i ulja, proteini, čokolada, naučni radovi

APPLICATION OF DIFFERENT EMULSIFIERS, EDIBLE FATS AND PROTEINS IN THE PRODUCTION OF CHOCOLATE AND COCOA CREAM PRODUCT - A REVIEW OF TEN YEARS OF COOPERATION WITH THE OIL INDUSTRY OF SERBIA

ABSTRACT

Milk chocolate and spreadable cream product are suspensions of solid particles (non-fat cocoa particles, powdered sugar and milk powder) in a continuous fat phase. The basic difference between these two confectionery products is in the fat phase, made of cocoa butter and milk fat in milk chocolate, while the fat phase of the spreadable cream product is made of vegetable fat, milk fat and sometimes vegetable oil that further improves its spreadability.

Over the past decades, the raw material composition and the process of production of chocolate and cream product have changed slightly. Soy lecithin was used as an emulsifier in the production of these products, and the spreadable cream product contained hydrogenated vegetable fats, full of trans fatty acids. Although milk chocolate is more expensive and has better quality compared to cocoa cream products, the both of these confectionery products provide energy primarily from fats and carbohydrates, while the protein content is significantly lower.

This review paper presents the most significant results achieved by our cooperation with colleagues from oil industry over the past 10 years, which relate to:

- Characterization and application of sunflower and rapeseed lecithin as an emulsifier in the production of spreadable cream products.
- Quality analysis and application of fats and oils in the production of spreadable cream product.
- Production and comparison of new types of chocolate, enriched with proteins originating from soy, milk and collagen.

Key words: cream, lecithins, fats and oils, proteins, chocolate, scientific papers

KARAKTERIZACIJA I PRIMENA SUNCOKRETOVOG I REPIČINOGL LECITINA KAO EMULGATORA U PROIZVODNJI KREM PROIZVODA

Naša saradnja sa kolegama iz fabrika „Victoriaoil” iz Šida i „Dijamant” iz Zrenjanina je veoma usko povezana budući da smo dugi niz godina ispitivali uticaj lecitina različitog porekla na kristalizaciju i fizičke karakteristike namenske masti bez trans masnih kiselina, a zatim i kvalitet i trajnost krem proizvoda koji u svom sastavu sadrži datu mast.

Saradnja sa fabrikom ulja „Victoriaoil” iz Šida počela je 2010. godine sa idejom da se sprovede obimno istraživanje koje bi za cilj imalo upotrebu suncokretovog i repičinog lecitina kao emulgatora u konditorskoj industriji Srbije. Činjenica je da je sojin lecitin decenijama bio najzastupljeniji emulgator u prehrambenoj industriji u Srbiji i u svetu. S druge strane, značajna proizvodnja ulja iz suncokreta i uljane repice je otvorila mogućnost proizvodnje prečišćenog suncokretovog i repičinog lecitina i njihove upotrebe u proizvodnji različitih konditorskih proizvoda. Pored ekonomske opravdanosti, uvođenje suncokretovog i repičinog lecitina u proizvodnji čokolade i krem proizvoda značajno je i sa nutritivnog aspekta budući da se soja i proizvodi od soje svrstavaju u alergene.

U proizvodnji krem proizvoda dodavali smo mast bez trans masnih kiselina, proizvedenu u fabrici ulja „Dijamant”, budući da su kolege iz ove fabrike razvile postupke interesterifikacije kako bi proizvodile masti bez štetnih trans masnih kiselina, a odgovarajućih karakteristika za upotrebu u konditorskoj industriji.

Preliminarni rezultati probne laboratorijske proizvodnje mazivog krem proizvoda sa dodatkom lecitina različitog porekla prezentovani su 2010. godine na 51. *Savetovanju Proizvodnja i prerada uljarica* (Radujko i sar., 2010). Odmah se pokazalo da ovi lecitini imaju odlične emulgujuće sposobnosti. U narednom periodu je usledilo ispitivanje uticaja različitih lecitina na fizičke i kristalizacione karakteristike masti bez štetnih trans masnih kiselina, proizvedenih u fabrici ulja “Dijamant” iz Zrenjanina. Prvi rezultati objavljeni su najpre 2012. godine na 53. *Savetovanju Proizvodnja i prerada uljarica* (Lončarević i sar., 2012), a zatim i naredne godine u istaknutom međunarodnom časopisu *Journal of Texture Studies* (Lončarević i sar., 2013a). Rezultati su pokazali da je sastav masnih kiselina sve tri vrste lecitina sličan sastavu masnih kiselina prisutnim u ulju iz kojeg je dobijen lecitin. Ovde je bitno istaći da, za razliku od sojinog i repičinog lecitina, suncokretov lecitin ne sadrži ω -3 masne kiseline. Sve tri vrste lecitina ne utiču na kristalizacione karakteristike masti, dok dodatak lecitina u višku utiče na povećanje njenog viskoziteta.

Naredna istraživanja su obuhvatila probnu proizvodnju krem proizvoda sa dodatkom masti bez trans masnih kiselina, kao i suncokretovog i repičinog lecitina kao emulgatora, gde su dobijeni rezultati bili upoređeni sa rezultatima dobijenim za krem proizvod sa standardnim sojinim lecitinom. Budući da je suncokretov lecitin manje viskozan od sojinog i repičinog, odmah se pokazalo da se olakšava doziranje ove vrste lecitina u proizvodnim uslovima. Iste, 2013. godine su objavljeni i rezultati uticaja suncokretovog lecitina na kvalitet mazivog krem proizvoda na 54. *Savetovanju Proizvodnja i prerada uljarica* (Lončarević i sar., 2013b) i u časopisu nacionalnog značaja *Uljarstvo* (Lončarević i sar., 2013c). U radu je ispitan uticaj suncokretovog lecitina domaćeg proizvođača na reološke karakteristike i boju mazivog kakao-krem proizvoda u cilju optimizacije koncentracije dodatog lecitina i vremena mlevenja u kugličnom mlinu. Rezultati su upoređeni sa rezultatima dobijenim za standardni mazivi kakao-krem proizvod sa dodatkom sojinog lecitina i mazivi kakao-krem proizvod sa suncokretovim lecitinom inostranog proizvođača.

U decembru 2013. godine je odbranjena doktorska disertacija na temu uticaja lecitina različitog porekla na kristalizaciona svojstva masne faze i kvalitet mazivog

krem proizvoda (Lončarević, 2013), a ubrzo nakon toga je fabrika konditorskih proizvoda „Pionir” iz Subotice povukla sojin lecitin iz proizvodnje i zamenila ga suncokretovim lecitinom.

Rezultati uticaja lecitina različitog porekla na fizičke i kristalizacione karakteristike non trans masti predstavljeni su i na međunarodnim konferencijama u Turskoj (Pajin i sar., 2014) i Italiji (Lončarević i sar., 2015a), dok je njihov uticaj na kvalitet krem proizvoda prezentovan u Holandiji (Lončarević i sar., 2014a) i objavljen u časopisu nacionalnog značaja *Acta Tehnica Corviniensis – Bulletin of Engineering* (Lončarević i sar., 2014b).

2015. godine je prihvaćeno i tehničko rešenje pod nazivom „Lecitin iz suncokreta i uljane repice kao emulgator u proizvodnji krem proizvoda”, korisnika „Victoriaoil” iz Šida (Lončarević i sar., 2015b), a mogućnost upotrebe suncokretovog i repičinog lecitina u proizvodnji krem proizvoda verifikovana je rezultatima objavljenim i u vrhunskom međunarodnom časopisu *Journal of Food Engineering* (Lončarević i sar., 2016a).

Pored uticaja suncokretovog i repičinog lecitina na kvalitet krem proizvoda, sprovedena su i istraživanja vezana za uticaj ovih lecitina na fizičke osobine masnih punjenja, gde su rezultati objavljeni u poglavlju knjige vodećeg međunarodnog značaja (Lončarević i sar., 2016b).

Iste godine, objavljeni su rezultati uticaja lecitina iz uljane repice na kvalitet krem proizvoda u nacionalnom časopisu „*Uljarstvo*” (Lončarević i sar., 2016c), a rezultati uticaja lecitina iz uljane repice na fizičke karakteristike krem proizvoda takođe su prezentovani i na 57. *Savetovanju Proizvodnja i prerada uljarica* (Lončarević i sar., 2016d). Generalno, uzorci kremova sa sojinim lecitinom imaju veće vrednosti prinostnog napona i manje vrednosti viskoziteta u poređenju sa kremovima proizvedenim sa repičinim lecitinom, posmatrano pri određenoj koncentraciji lecitina i vremenu mlevenja.

ISPITIVANJE KVALITETA MASTI I ULJA NAMENJENIH KONDITORSKOJ INDUSTRIJI

Pored ispitivanja uticaja lecitina različitog porekla na fizičke i kristalizacione karakteristike non trans masti, naša saradnja sa kolegama iz fabrike ulja „Dijamant” je obuhvatila i ispitivanje uticaja druge vrste emulgatora na kristalizacione osobine namenskih masti, kao i ispitivanje kvaliteta različitih vrsta masti zastupljenih u konditorskoj industriji Srbije, između kojih su i palmina ulja.

U nacionalnom časopisu *Uljarstvo* objavljeni su prvi rezultati uticaja kombinovanog emulgatora na fizička i kristalizaciona svojstva masti namenjenih konditorskoj industriji (Radujko i sar., 2009), a zatim je na 51. *Savetovanju Proizvodnja i prerada uljarica* objavljen i prezentovan rad u kojem je analiziran uticaj ovog emulgatora na fizička i kristalizaciona svojstva masti sa sniženim sadržajem trans masnih kiselina (Radujko i sar., 2010). Sledeće, 2011. godine, je na istu temu objavljen rad u istaknutom međunarodnom časopisu *European Food Research*

and Technology (Radujko i sar., 2011). 2015. godine sprovedena su i istraživanja o uticaju kombinovanog emulgatora 2 u 1 na karakteristike non trans masti, a rezultati su objavljeni u poglavlju knjige vodećeg međunarodnog značaja (Lončarević i sar., 2015c). Kombinovani emulgator 2 in 1 je pokazao bolje tehnološke karakteristike, odnosno njegovim dodavanjem se postižu bolje osobine topljenja masti u odnosu na dodatak emulgatora PGPR 90 i CITREM LR 10.

Iste godine su ispitane kristalizacione osobine masti zastupljenih u konditorskoj industriji Srbije, a rezultati su objavljeni u zborniku radova na 56. *Savetovanju Proizvodnja i prerada uljarica* (Lončarević i sar., 2015d). Rezultati su pokazali da domaća namenska mast NTV ima veoma sličan masnokiselinski sastav kao i ostale ispitivane masti inostranog proizvođača. Plastična namenska mast NTV ima veću brzinu kristalizacije u odnosu na većinu ostalih uzoraka masti, što je čini pogodnom za proizvodnju masnih punjenja u konditorskoj industriji.

Rezultati uticaja određenih koncentracija sojinog ulja, proizvedenog u fabrici „Victoriaoil”, Šid na održivost krem proizvoda prezentovani su na konferenciji *II International Congress „Food Technology, Quality and Safety – FoodTech”* u Novom Sadu (Lončarević i sar., 2014c), dok su rezultati uticaja hladno ceđenog susamovog i repičinog ulja na kristalizacione karakteristike non trans masti i kvalitet krem proizvoda objavljeni 2016. godine u vodećem međunarodnom časopisu *Journal of Texture Studies* (Lončarević i sar., 2016e). Rezultati uticaja sojinog ulja na fizičko kristalizacione osobine masti bez trans masnih kiselina, namenjenoj proizvodnji krem proizvoda, prikazani su na 58. *Savetovanju Proizvodnja i prerada uljarica* 2017. godine (Petrović i sar., 2017).

U saradnji sa kolegama iz „Dijamanta”, na 58. *Savetovanju Proizvodnja i prerada uljarica* prezentovani su rezultati kvaliteta palminih ulja sa domaćeg tržišta namenjenih proizvodnji krem proizvoda, gde su rezultati upoređeni sa standardnom hidrogenizovanom biljnom masti koja se koristi u proizvodnji ove vrste proizvoda. U svim uzorcima ispitivanih palminih masti preovlađuje palmitinska kiselina (iznad 40%), dok kontrolna hidrogenizovana biljna mast sadrži najveći udeo oleinske kiseline (74.56%) sa 30.09% u nepoželjnom trans obliku. Uzorci palminih masti imaju veći sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u poređenju sa kontrolnom masti, sa zanemarljivim sadržajem trans masnih kiselina (Lončarević i sar., 2017).

PROIZVODNJA ČOKOLADE OBOGAĆENE PROTEINIMA SOJE

Pored visokog sadržaja ugljenih hidrata i masti, crna čokolada je bogata mineralima, polifenolnim jedinjenjima i vitaminima. U cilju povećanja sadržaja proteina u crnoj čokoladi, u saradnji sa kolegama iz fabrike „Sojaprotein” iz Bečeja, proizveli smo i ispitali kvalitet crne čokolade sa dodatkom proteina iz soje, mleka i kolagena. Usled smanjenja količine kakao maslaca sa povećanjem udela svih primenjenih proteina, došlo je do povećanja prinosnog napona i viskoziteta u obogaćenim čokoladama, pri

čemu se viskozitet u najmanjoj meri povećao pri dodatku hidrolizata kolagena, a u najvećoj meri pri dodatku koncentrata soje. Čokolade sa dodatkom 15% hidrolizata kolagena i izolata soje mogu imati nutritivnu izjavu „*izvor proteina*” budući da obezbeđuju preko 12% energetske vrednosti iz proteina (Lončarević i sar., 2018a; Lončarević i sar., 2018b).

Zahvalnica

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

LITERATURA

1. Lončarević, I. (2013). Uticaj lecitina različitog porekla na kristalizaciona svojstva masne faze i kvalitet mazivog krem proizvoda sa dodatkom funkcionalnih biljnih ulja, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
2. Lončarević, I., Pajin, B., Dokić, Lj., Šereš, Z., Fišteš, A., Šoronja-Simović, D., Krstonošić, V. (2014b). Rheological and textural properties of cocoa spread cream with sunflower lecithin, *Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering*, 7: 7-50.
3. Lončarević, I., Pajin, B., Dokić, Lj., Zarić, D., Omorjan, R., Šereš, Z., Šoronja-Simović, D. (2013c). Kvalitet mazivog kakao-krem proizvoda sa suncokretovim lecitinom, *Uljarstvo*, 44 (1), 27-33.
4. Lončarević, I., Pajin, B., Nastasić, M., Aleksić, S., Petrović, J., Karlovits, G., Omorjan, R. (2015d). Kristalizacione osobine masti zastupljene u konditorskoj industriji Srbije, *Zbornik radova*, 56. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Jun 21-26, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 149-156.
5. Lončarević, I., Pajin, B., Nikolovski, Z., Škrbić, J., Nastasić, M., Švarc-Gajić, J., Zarić, D. (2012). Uticaj lecitina različitog porekla na kristalizaciona svojstva non trans masti, *Zbornik radova*, 53. Savetovanje proizvodnja i prerada uljarica, 03-08. jun, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 135-142.
6. Lončarević, I., Pajin, B., Omorjan, R., Torbica, A., Zarić, D., Maksimović, J., Švarc-Gajić, J. (2013a). The influence of lecithin from different sources on crystallization and physical properties of non trans fat. *Journal of Texture Studies*, 44: 450-458.
7. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Šarac V., Trzin D., Zarić D., Torbica A. (2016d). Uticaj lecitina iz uljane repice na fizičke karakteristike krem proizvoda, *Zbornik radova*, 57. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Jun 19-24, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 171-177.
8. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J. (2015c). The impact of combined emulsifier on crystallization properties of non trans fat. In: *Emulsifiers: Properties, Functions and Applications*, Adrienne Fitzgerald (Ed.), Nova Science Publishers, New York, 27-38.
9. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J. (2016b). Influence of sunflower and rapeseed lecithin on physical properties of fat filling. In: *Rapeseed: Chemical Composition, Production and Health Benefits*, Monica White (Ed.), Nova Science Publishers, New York, pp. 49-64.

10. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Nikolin, M., Omorjan, R., Aleksić, S., Nastasić, M., Zarić, D. (2017). Kvalitet palminih ulja sa domaćeg tržišta namenjenih proizvodnji krem proizvoda, Zbornik radova, 58. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 18-23 jun, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 271-277.
11. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Nikolovski, Z., Zarić, D., Rutić, T., Jovanović, P. (2018a). Mogućnost proizvodnje čokolade obogaćene proteinima soje, mleka i kolagena. Zbornik radova, 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Jun 17-22, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 245 - 351.
12. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Nikolovski, Z., Zarić, D., Jovanović, P., Rutić, T. (2018b). Primena proteina poreklom iz soje, mleka i kolagena u kreiranju proteinski obogaćene čokolade, Uljarstvo, 49 (1), 29-35.
13. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Šarac, V., Tomović, V., Zarić, D., Nikolovski, Z. (2016c). Lecitin iz uljane repice kao emulgator u proizvodnji mazivog kakao-krem proizvoda, Uljarstvo, 47 (1): 47-54.
14. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Zarić, D. (2015b). Lecitin iz suncokreta i uljane repice kao emulgator u proizvodnji krem proizvoda. Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu. Korisnik tehničkog rešenja: Victoriaoil AD, Šid.
15. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Zarić, D., Sakač, M., Torbica, A., Lloyd, D. M.R., 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.
16. Lončarević, I., Pajin, B., Sakač, M., Zarić, D., Rakin, M., Petrović, J., Torbica, A. (2016e). Influence of rapeseed and sesame oil on crystallization and rheological properties of cocoa cream fat phase and quality of final product, Journal of Texture Studies, 47(5): 432-442.
17. Lončarević, I., Pajin, B., Trzin, D., Šarac, V., Dokić, Lj., Šereš, Z. (2013b). Uticaj suncokretovog lecitina na reološke i teksturalne karakteristike mazivog kakao-krem proizvoda, Zbornik radova 54. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 16-21. jun, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 153-160.
18. Lončarević, I., Pajin, B., Sakač, M., Petrović, J., Tomović, V. (2014c). Sensory properties and shelf life of spreadable cream with soybean oil, II International Congress „Food Technology, Quality and Safety – FoodTech 2014”, October 28-30, Novi Sad, Serbia, pp. 349-354.
19. Lončarević, I., Sakač, M., Pajin, B., Mandić, A., Mišan, A., Tomović, V. (2014a). Influence of sunflower lecithin on sensory properties, surface color and shelf-life of cocoa spread cream, 3rd International Conference on Food Digestion, 11-13. March, Wageningen, The Netherlands.
20. Lončarević, I., Sakač, M., Pajin, B., Petrović, J., Mišan, A. (2015a). Impact of different type of lecithin on crystallization properties of non trans fat, Proceedings of the 4th International Conference on Food Digestion, P-16, 77, 17-19 March, Naples, Italy.
21. Pajin, B., Lončarević, I., Šereš, Z., Maksimović, J., Zarić, D., Šoronja-Simović D., Šubarić, D., Nikolić, I. (2014). Influence of lecithins on physical properties of non trans fat, 5th EuCheMS Chemistry Congress, 31 August - 4 September, Istanbul, Turkey, Book of Abstract P-A2-003.

22. Pajin, B., Radujko, I., Jurić, J., Dokić, Lj., Šoronja-Simović, D., Dimić, E. (2010). Uticaj emulgatora na fizička i kristalizaciona svojstva namenskih masti smanjenog sadržaja trans masnih kiselina, Zbornik radova 51. Savetovanje proizvodnja i prerada uljarica, 27. jun - 02. jul, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 223-228.
23. Petrović, J., Lončarević, I., Pajin, B., Šarac, V., Omorjan, R., Zarić, D., Torbica, A. (2017). Uticaj sojinog ulja na fizičke karakteristike masne faze krem proizvoda, Zbornik radova, 58. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Jun 18-23, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 263-269.
24. Radujko, I., Jurić, J., Pajin, B., Omorjan, R., Šereš, Z., Šoronja-Simović, D. (2011). The influence of combined emulsifier 2 in 1 on physical and crystallization characteristics of edible fats, *European Food Research and Technology*, 232, (5): 899-904.
25. Radujko, I., Nikolovski, Z., Pajin, B., Dokić, Lj., Šereš, Z. (2010). Uticaj emulgatora različitog porekla na fizička i senzorna svojstva krem proizvoda, Zbornik radova, 51. Savetovanje proizvodnja i prerada uljarica, 27. jun - 02. jul, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 215-221.
26. Radujko, I., Pajin, B., Šereš, Z., Jurić, J., Zarić, D., Hartig, E. (2009). Uticaj nove generacije emulgatora na toplotne i kristalizacione osobine namenskih masti za konditorske proizvode, *Uljarstvo*, 40 (1-2), 53-60.

PRIMENA SOJINOG BRAŠNA I KONCENTRATA U PROIZVODNJI ČAJNOG PECIVA - OSVRT NA DUGOGODIŠNJU SARADNJU SA FABRIKOM „SOJAPROTEIN” IZ BEČEJA

Jovana Petrović¹, Biljana Pajin¹, Ivana Lončarević¹, Zoran Nikolovski²

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

²Sojaprotein a.d., Bečej, Srbija

IZVOD

Tokom prethodnih godina, grupa istraživača sa Tehnološkog fakulteta Novi Sad ostvarila je značajnu saradnju sa kolegama zaposlenim u različitim fabrikama za preradu uljarica. Zajednički ciljevi dali su vredne rezultate kako u naučnim publikacijama, tako i u industrijskim pogonima, u vidu usavršavanja proizvodnih procesa, poboljšanja karakteristika proizvoda, kao i proizvodnje novih proizvoda.

U ovom radu, dat je pregled istraživanja koja su sprovedena u toku dugogodišnje saradnje sa fabrikom „Sojaprotein” iz Bečaja. Istraživanja su vezana za mogućnost uključivanja različitih vrsta sojinog brašna u proizvodnju čajnog peciva koji je veoma popularan proizvod koji se konzumira širom sveta, prihvatljiv među svim starosnim grupama, dugog roka trajanja, dobrog ukusa i relativno niske cene, i koji se smatra dobrom osnovom za obogaćivanje prehrambenim vlaknima, proteinima i drugim komponentama koje su inače u manjoj meri zastupljene u ishrani ljudi. Kao rezultat ove saradnje dobijen je novi proizvod sa povećanim sadržajem proteina, senzorskih karakteristika koje su prihvatljive potrošačima.

Ključne reči: čajno pecivo, sojino brašno, povećanje sadržaja proteina, senzorske karakteristike

APPLICATION OF SOYA FLOURS AND CONCENTRATES IN THE PRODUCTION OF COOKIES - A REVIEW OF THE LONG-STANDING COOPERATION WITH THE FACTORY „SOJAPROTEIN” FROM BEČEJ

ABSTRACT

Over the past years, a group of researchers with the Faculty of Technology Novi Sad has made significant cooperation with colleagues employed in various oil

processing factories. Common aims have yielded valuable results both in scientific publications and in industrial organizations, in the form of improvement of production processes, improvement of product characteristics, and production of new products. In this paper, an overview of the research conducted during the long-term cooperation with the factory „Sojaprotein” from Bečej is given. The research is related to the possibility of including different types of soybean flour in the production of cookies, which are a very popular product consumed all over the world, acceptable among all age groups, long shelf life, good taste and relatively low price, and is considered as a good basis for enrichment with fibers, proteins and other components that are otherwise less represented in the people diet. As a result of this collaboration, a new product with increased protein content and sensory characteristics that are acceptable to consumers was obtained.

Key words: cookies, soy flour, increase in protein content, sensory characteristic

UVOD

Prehrambena industrija (a time i industrija konditorskih proizvoda) se danas nalazi pred brojnim izazovima, koji su, sa jedne strane usmereni na stalni porast potražnje za hranom, a sa druge strane na razvoj proizvoda koji neće zadovoljiti samo osnovne prehrambene potrebe, već će imati visoku nutritivnu vrednost i pozitivan uticaj na zdravlje ljudi. Samim tim, jedna od glavnih smernica je i pronalaženje novih sirovina kao izvora potencijalno vrednih sastojaka.

Proizvodi na bazi soje sadrže proteine i hranljive materije kao što su antioksidanti i izoflavoni koji snižavaju holesterol i mogu sprečiti pojavu određenih vrsta raka (Erdman i Fordyce, 1989). Još je 1999. godine FDA (Food and Drug Administration) dozvolila da hrana koja sadrži najmanje 6,25 g sojinog proteina po porciji može da nosi zdravstvenu tvrdnju „protein soje kombinovan sa ishranom sa niskim sadržajem zasićenih masti i holesterola u hrani može smanjiti rizik od srčanog oboljenja” (FDA 1999). Pored toga, sojin protein povoljno utiče na metabolizam kalcijuma i funkciju bubrega u odnosu na druge visokokvalitetne proteine.

Upotreba sojinog brašna u konditorskoj i pekarskoj industriji nije novina. S ciljem poboljšanja nutritivne vrednosti proizvoda u državama u razvoju, sojino brašno se danas često kombinuje sa pšeničnim brašnom za pripremanje različitih proizvoda. Na primer, dokazano je da sojino brašno produžava rok trajanja hleba, poboljšava strukturu, a povećava i konzistenciju i nutritivni kvalitet hleba. Takođe je utvrđeno da hleb sa sojinim brašnom ima znatno orašastiji i prijatniji ukus (Traynham, 2006). Perez i sar. (2013) su utvrdili da dodatak sojinog brašna u keks znatno utiče na razvoj boje finalnog proizvoda pošto poseduje slobodne aminokiseline poput lizina koje učestvuju u Maillard-ovim reakcijama.

Biskviti proizvedeni od mešavine pšeničnog i sojinog brašna (do 60%) su pokazali bolja nutritivna svojstva i bolju boju od biskvita napravljenih od čistog pšeničnog brašna (Okoye, 2008). U sojinom brašnu nema glutena, pa tako postoje i podaci o primeni sojinog brašna za proizvodnju bezglutenskih proizvoda. Dodatak

visokoproteinskog sojinog brašna smanjuje količinu ugljenih hidrata u proizvodima što ih čini još poželjnijim niskokaloričnim funkcionalnim proizvodima. Na taj način se dobija zdrav niskokalorični proizvod sa povećanim udelom proteina (Singh, 2007). Prilikom dodatka sojinog brašna odnosno zamenom pšeničnog, takođe se povećava i sadržaj pepela i prehrambenih vlakana, dok se sadržaj vlage proizvoda znatno smanjuje (Khan, 2009).

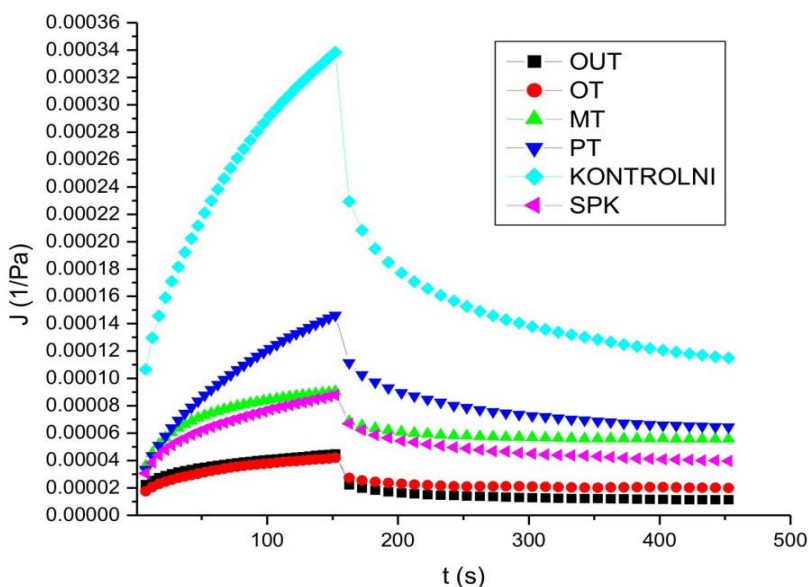
Nakon korišćenja sojinog lecitina i sojinog ulja proizvedenih u fabrici „Victoriaoil” iz Šida, u proizvodnji krema, saradnja autora sa kolegama iz industrije prerade uljarica nastavila se u cilju dobijanja novog, funkcionalnog keksa sa povećanim sadržajem proteina koji je bio proizveden zamenom dela pšeničnog brašna različitim vrstama sojinog brašna, sojinim koncentratom i izolatom proizvedenim u fabrici „Sojaprotein” iz Bečeja. Ispitani su uticaji vrste sojinog brašna (punomasno tostovano - PT, malomasno tostovano - MT, umereno tostovano - UT, obezmašćeno tostovano - OT i sojin proteinski koncentrat - SPK), količine sojinog brašna i veličine čestica na karakteristike testa i keksa, a u cilju postizanja najboljih senzorskih karakteristika i prihvatljivosti od strane potrošača.

Sojino brašno je proizvod koji se dobija mlevenjem oljuštenih zrna soje. Ima relativno mali broj sirovih vlakana i visok sadržaj proteina. Sojino brašno se prema sadržaju masti deli na: obezmašćeno sojino brašno: <1% masti; punomasno sojino brašno: 18 - 20% masti; malomasno sojino brašno – dobija se dodavanjem malo masti obezmašćenom sojinom brašnu: 4,5 - 9%. Takođe, uklanjanjem vode i masti iz oljuštenih zrna soje može se dobiti proteinski koncentrat soje koji sadrži najmanje 70% proteina.

Značajna razlika u tehnološkom kvalitetu pšeničnog i sojinog brašna koja kasnije ima veliki uticaj na postupak proizvodnje i karakteristike krajnjeg proizvoda, vezana je za sadržaj proteina. Sojino brašno zbog povećanog sadržaja proteina ima veću moć zadržavanja vode u alkalnoj sredini. Pored toga, sojino brašno ne sadrži gluten koji je odgovoran za uspostavljanje kontinualne mase testa, što se direktno odražava na reološke karakteristike testa i teksturu krajnjeg proizvoda.

UTICAJ SOJINOG BRAŠNA NA KARAKTERISTIKE TESTA

Reološke karakteristike testa ispitane su na uređaju Haake Rheo Stress 600. Testo je složen viskoelastični sistem i njegove reološke osobine okarakterisane su merenjem deformacije testa u funkciji vremena pri konstantnom naponu smicanja. Nakon faze delovanja napona posmatran je period oporavka sistema kada uzorak pokušava da povрати deo svoje prvobitne strukture. Rezultati merenja prikazani su u vidu tzv. krivih puzanja, koje su prikazane na slici 1.



Slika 1. Krive puzanja ispitivanih uzoraka
Figure 1. Creep and recovery curves of dough samples

Zamena dela pšeničnog brašna sojinim, uzrokovala je smanjenje vrednosti $J_{\max}$, što znači da uzorci testa sa sojinim brašnom imaju manje prilagodljivu strukturu delovanju napona usled manjeg sadržaja glutena, a takođe su takva testa mekša i imaju manju rastegljivost. Vrednosti za $J_{\max}$ su bile niže kod uzoraka sa višim AWRC vrednostima (OUT, OT), jer je smanjena dostupnost vode za razvoj glutena. Vrednosti njutnovskog viskoziteta koji opisuje viskozitet sistema tokom faze delovanja napona (η_0) povećavala se sa zamenom pšeničnog brašna sojinim, što je u skladu sa nižim vrednostima parametra $J_{\max}$, zbog činjenice da povećanje η_0 vrednosti ukazuje na porast snage testa. Uzorak sa PT sojinim brašnom imao je nizi viskozitet od ostalih uzoraka sa sojinim brašnom, što je u skladu sa činjenicom da se mast u testu ponaša kao lubrikant koji snižava viskozitet.

Tvrdoća, rastegljivost i otpor pri rastezanju ispitivanih uzoraka testa za čajno pecivo određeni su na teksturometru TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, UK). Rezultati su pokazali da je kod uzoraka sa sojinim brašnom došlo do očekivanog povećanja tvrdoće testa u odnosu na kontrolni uzorak. Pored toga, testo sa dodatkom PT koje sadrži veću količinu masti imalo je manju tvrdoću. Najveću tvrdoću testa imali su uzorak sa OT sojinim brašnom koji ima najmanji sadržaj masti i uzorak sa dodatkom SPK, koji ima najveći sadržaj proteina i vlakana koji vezuju dodatnu vodu. Rastegljivost i otpor pri rastezanju značajno su se smanjivali kod uzoraka sa sojinim brašnom u odnosu na kontrolni uzorak. Ovo smanjenje može biti posledica smanjenja sadržaja glutena.

UTICAJ SOJINOG BRAŠNA NA KARAKTERISTIKE ČAJNOG PECIVA

U skladu sa razlikama u hemijskom sastavu pšeničnog i različitih tipova sojinog brašna, značajne razlike javile su se i u hemijskom sastavu krajnjeg proizvoda (tabela 1). Sojino brašno može se uspešno koristiti kao sirovina u proizvodnji čajnog peciva u cilju poboljšanja nutritivne vrednosti, prvenstveno sadržaja proteina, ali i povećanja sadržaja mineralnih materija i prehrambenih vlakana. Zamena dela pšeničnog brašna sojinim proteinskim koncentratom već u količini od 20% omogućila je da udeo energetske vrednosti koji potiče od proteina u ukupnoj energetskoj vrednosti čajnog peciva iznosi više od 12%.

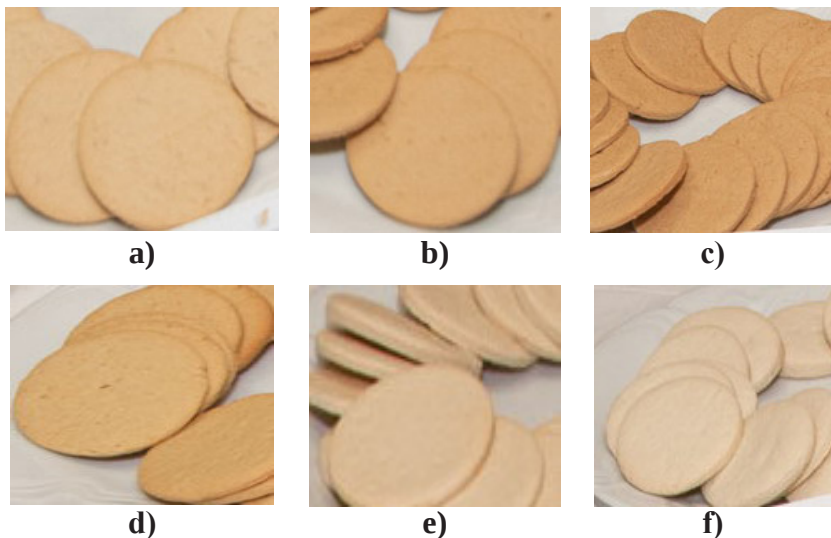
Tabela 1. Uticaj sojinih brašna na hemijske karakteristike čajnog peciva
Table 1. Influence of soy bean flour on chemical characteristics of cookies

	Kontrolni	OUT	OT	MT	PT	SPK
Vlaga (%)	5,24	2,28	1,99	2,19	1,20	4,48
Proteini (%)	5,79	13,73	13,89	12,24	11,58	17,96
Mast (%)	13,55	13,51	18,10	14,56	13,73	12,86
Pepeo (%)	0,62	1,87	1,60	1,80	1,90	1,98
Ugljeni hidrati (%)	74,80	69,15	68,49	69,21	67,52	63,62
Vlakna (%)	4,57	5,30	5,29	5,33	4,27	6,18

BOJA I ČVRSTOĆA ČAJNOG PECIVA

Boja čajnog peciva određena je uređajem kolorimetar Minolta CP-410. Tvrdća na uređaju teksturometru TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, UK). Dodatak sojinih brašna generalno je uticao na stvaranje tamnije boje čajnog peciva (smanjenje vrednosti parametra L*), dok su najveće tamnjenje izazvala tostovana sojina brašna sa manjim sadržajem masti (najviše OT), kao što se može videti i u izgledu uzoraka čajnog peciva prikazanih na slici 2.

Najpribližniju boju kontrolnom uzorku imao je uzorak u kome je pšeničnoo brašno zamenjeno proteinskim koncentratom (SPK). Dodatak sojinog brašna uticao je na povećanje udela žutog i crvenog tona boje čajnog peciva. Poznato je da Maillard-ove reakcije imaju veliku ulogu u formiranju boje pekarskih proizvoda. Tamnija boja čajnog peciva sa sojinim brašnom posledica je većeg sadržaja proteina (slobodne aminokiseline poput lizina) u sojinom brašnu usled čega se intenziviraju Maillard-ove reakcije.



Slika 2. Uzorci čajnog peciva sa sojinim brašnom: a) kontrolni; b) sa 35% OUT; c) sa 35% OT; d) sa 35% MT; e) sa 35% PT; f) sa 35% SPK

Figure 2. Cookie samples with soy flour: a) control; b) with 35% OUT; c) with 35% OT; d) with 35% MT; e) with 35% PT; f) with 35% SPK

Tvrdoća čajnog peciva određena je na uređaju teksturometar TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, UK). Sojina brašna imaju veću moć upijanja vode, zbog većeg sadržaja proteina i vlakana, usled čega se povećava čvrstoća testa, a time i čajnog peciva sa sojinim brašnom u odnosu na kontrolni uzorak kod koga je čvrstoća iznosila 13,12 kg. Najmanju čvrstoću od svih uzoraka sa dodatkom sojinih brašna imalo je čajno pecivo sa sojinim brašnom koje je imalo najveći sadržaj masti (uzorak PT) - 15,32kg, a najveću uzorak sa dodatkom SPK - 26,32 kg.

SENZORSKA ANALIZA

Iako je dokazano da dodatak različitih vrsta sojinog prašna pozitivno utiče na nutritivne karakteristike čajnog peciva, ovo je vrsta proizvoda koja je prvenstveno namenjena uživanju, te ukoliko ne ispuni senzorska očekivanja potrošača, neće pronaći svoje mesto na tržištu. U cilju definisanja senzorskog kvaliteta uzoraka, čajno pecivo je ocenjeno na dva načina. Ispitivanja su sprovedena od strane 10 obučениh ocenjivača, prehrambenih tehnologa u laboratoriji za senzorsku analizu na Tehnološkom fakultetu Novi Sad, ali i od strane 70 ocenjivača laika, konzumenata čajnog peciva.

Rezultati su pokazali da dodatak čajnog peciva nije uticao na pogoršanje ukusa, mirisa i opšte prihvatljivost čajnog peciva. Ukus i miris su bili svojstveni vrsti proizvoda. Uzorci sa dodatkom sojinog brašna imali su zaostali ukus nakon

žvakanja, koji se ocenjivačima svideo i nije uticao na smanjenje ocena za ukus i opštu prihvatljivost čajnog peciva. Najviše ocene, najbliže kontrolnom uzorku imalo je čajno pecivo sa dodatkom punomasnog tostovanog sojinog brašna, a najveći uticaj na pogoršanje senzorske ocene čajnog peciva imao je dodatak OT sojinog brašna. Međutim, uzorci čajnog peciva sa sojinim brašnom imali su naboranu površinu sa vidljivim sastavima testa. Negativan uticaj dodatak sojinog brašna imao je na imao na čvrstoću i žvakljivost. Uzorci čajnog peciva sa sojinm brašnom bili su grube i zbijene strukture, čvrsti, teško se lomili i sporo omekšavali prilikom žvakanja. Najbolju strukturu i najmanju tvrdoću imao je uzorak sa PT sojinim brašnom.

UTICAJ VELIČINE ČESTICA SOJINIH BRAŠNA NA KARAKTERISTIKE ČAJNOG PECIVA

Na sve navedene karakteristike čajnog peciva ispitan je i uticaj različitih veličina čestica sojinog brašna i to frakcije koja je manja od prosečne veličine čestica pšeničnog brašna (30-60 μm) i frakcije koja je veća (200-300 μm). Rezultati su pokazali da veličina čestica sojinog brašna nije imala uticaj na hemijske karakteristike čajnog peciva, kao ni na boju, ali je značajan uticaj imala na tvrdoću čajnog peciva. Uzorci čajnog peciva kod kojih je pšenično brašno zamenjeno sojinim brašnom manjih čestica imali su za oko 6 kg veću tvrdoću u odnosu na uzorke čajnog peciva sa sojinim brašnom krupnijih čestica, s obzirom na to manje čestice zbog veće specifične površine imaju mogućnost da upiju veću količinu vode. Takođe, veličina čestica sojinog brašna pored uticaja na tvrdoću, imala je uticaj i na još neke senzorske karakteristike čajnog peciva. Uzorci čajnog peciva sa dodatkom sojinog brašna krupnijih čestica zbog imali su veći broj pukotina na površini. Uzorci sa dodatkom sojinih brašna sitnijih čestica imali su bolje ocene za izgled, ali su imali zbijenu strukturu i veću tvrdoću, dok su uzorci sa krupnijim česticama imali bolju strukturu, ukus, lomljivost, imali su prijatnu hrskavost i topivost u ustima i dobili su najveće ocene za opštu prihvatljivost.

LITERATURA

1. Erdman, J.W., Fordyce, E.J. (1989). Soy products and the human diet. American Journal of Clinical Nutrition, 49, 725-735.
2. Food and Drug Administration. (1999). 21 CFR part 101. Food labeling: health claims; Soy protein and coronary heart disease. Fed. Reg. 64. 57700-57733. Washington DC.
3. Khan, M.I., Anjum, F.M., Zahoor T. (2009). Nutritional characterization of the Wheat-Soy unleavened flat bread by rat bioassay, Sarhad Journal of Agriculture 25(1), 73-80.
4. Okoye, J.I., Nkwocha, A.C., Ogbonnaya, A.E. (2008). Production, proximate composition and consumer acceptability of biscuits from wheat/soybean flour blends, Continental Journal of Food Science and Technology 2, 6-13.

5. Perez, S., Matta, E., Osella, C. (2013). Effect of soy flour and whey protein concentrate on cookie color, *LWT - Food Science and Technology*, 50(1), 120-125.
6. Singh, M., Mohamed, A. (2007). Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. *LWT - Food Science and Technology*, 40 (2), 353-360.
7. Traynham, T.L. (2006). Evaluation of extruded-expelled low-fat soybean flour in flour blends and the effects on bread and dough development, PhD dissertation.

MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE SOJINI PROTEINSKIH HIDROLIZATA IZ SOJINI PROTEINSKIH KONCENTRATA

Snežana Đurkić¹, Milan Ševo¹, Zorica Jugović-Knežević²

„Sojaprotein” a.d., Bečej, Srbija
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, Srbija

IZVOD

Rad daje pregled trenutnog stanja na tržištu proteinskih hidrolizata, kao i trendove do 2027. godine, sa posebnim osvrtom na proteinske hidrolizate dobijene od sojinog zrna kao polazne sirovine. Ovaj rad je delo zajedničkog projekta Eureka E9936 Soyzyme, čiji su učesnici iz Srbije: Sojaprotein a.d., Bečej i Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.

Ključne reči: SPH, SPC

POSSIBILITIES OF PRODUCTION OF SOY PROTEIN HYDROLYSATE FROM SOYBEAN PROTEIN CONCENTRATES

The paper gives an overview of the current state of the protein hydrolysates market, as well as trends up to 2027, with particular reference to protein hydrolysates obtained from soybean grains as feedstock. This paper is a work of the joint project Eureka E9936 Soyzyme, whose participants from Serbia: Sojaprotein a.d., Bečej and Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade.

Key words: SPH, SPC

UVOD

Protein je neophodan za čovekovo telo, i teško ga je svariti u najčistijem obliku. Tu dolazi do izražaja proces hidrolize, kojom se povećava probavljivost proteina, poboljšavaju se funkcionalna svojstva, biodostupnost kao i bioaktivnost. Proteinski hidrolizati pokazuju određena funkcionalna svojstva koja omogućavaju njihovu upotrebu kao lako dostupan izvor proteina za ljude i životinje. Proteinski h. su veoma korisni za sve one ljude koji nisu u stanju da vare redovne proteine u hrani kao i za proizvodnju tečnih formulacija.

Ljudima su potrebne velike količine dijetalnih proteina u metabolizmu, a ta potreba je determinisana dostupnošću esencijalnih i zamenljivih a.k.koja je neophodna za održavanje normalnog nutritivnog stanja odrasle osobe, kao i dece svih uzrasta. P.H. takođe imaju značajnu primenu i u sportskoj medicini, jer njihovim konzumiranjem se omogućava znatno brže apsorbovanje amino kiselina u organizam od intaktnih proteina, čime se maksimizira isporuka hranljivih materija u mišiće.

PREGLED, ZNAČAJ I VELIČINA TRŽIŠTA PROTEINSKIH HIDROLIZATA

Procenjena vrednost svetskog tržišta proteinskih hidrolizata u 2017. godini, kao i procene kretanja do 2027 su date u tabeli 1.

Tabela 1. Globalno tržište proteinskih hidrolizata po regionima,
sa prognozom kretanja do 2027. godine

Table 1. Global protein hydrolysates market by region,
market forecasts (2015-2027) (US\$ MN)

Region	2015	2017 (E)	2020 (F)	2022 (F)	2027 (F)	CAGR% (2017-2027)
North America	165.59	198.62	260.08	303.33	418.78	7.7
Europe	91.90	111.51	146.11	172.46	243.88	8.1
Asia Pacific	72.79	91.54	122.00	149.06	221.71	9.2
Middle East	53.23	65.47	86.21	103.13	147.81	8.5
Latin America	45.95	56.59	75.25	90.13	130.56	8.7
Rest of the	25.48	31.07	40.91	48.53	68.98	8.3

Iz tabele 1 se vidi da je procenjeni rast tržišta Evrope od oko 90 miliona \$ u 2017. godini do oko 250 miliona u 2027. godini.

Vrste proteinskih hidrolizata po izvoru dobijanja:

Proteinski hidrolizati proteina iz mora

Proteinski hidrolizati na bazi jajeta

Proteinski hidrolizati proteina mleka

Proteinski hidrolizati proteina biljnog porekla

Proteinski hidrolizati proteina životinjskog porekla

Proteinski hidrolizati proteina kvasca

Za nas su naravno interesantni proteinski hidrolizati biljnog porekla, odnosno u slučaju Sojaprotein-a a.d., Bečej, interesantni su hidrolizati proteina soje:

Tabela 2. Globalno tržište proteinskih hidrolizata od soje, sa prognozom kretanja do 2027. godine
Table 2. Global protein market hydrolysates market by soy, market forecast (2015-2027) (US\$ MN)

Region	2015	2017 (E)	2020 (F)	2022 (F)	2027 (F)	CAGR% (2017-2027)
North America	9.70	11.76	15.43	18.19	25.43	8.0
Europe	5.38	6.60	8.67	10.34	14.81	8.4
Asia Pacific	4.26	5.42	7.24	8.94	13.46	9.5
Middle East	3.12	3.88	5.12	6.19	8.98	8.8
Latin America	2.69	3.35	4.47	5.41	7.93	9.0
Rest of the World (RoW)	1.49	1.84	2.43	2.91	4.19	8.6
Total	26.65	32.86	43.36	51.98	74.79	8.6

Iz tabele 2 se vidi da se u narednih desetak godina predviđa rast tržišta sojinih proteinskih hidrolizata (u daljem tekstu SPH) od skoro tri puta i da do 2027. godine treba da dostigne tržišnu vrednost od oko 15 miliona \$.

To je naravno prilika i za Sojaprotein a.d., Bečej da se kao vodeći prerađivač non-GMO soje u Evropi uključi u ovaj rastući segment tržišta.

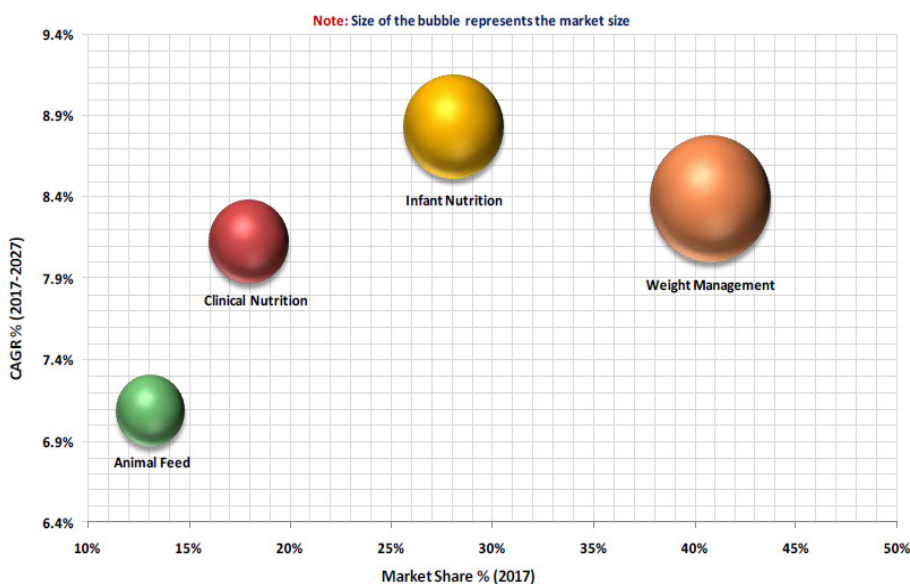
Ukoliko pogledamo trend rasta i vrednost tržišta SPH po pojedinačnim tržištima zemalja članica (tabela 3), uočavamo da su najvažnija tržišta za SPH upravo u zemljama u kojima Sojaprotein ima veliko učešće na tržištu i razgranatu mrežu distributera i poslovnih partnera.

Tabela 3. Tržište SPH u Evropi po zemljama, i trendovi do 2027. godine
Table 3. Europe protein hydrolysates market by soy, market forecast (2015 -2027) (US\$ MN)

Country	2015	2017 (E)	2020 (F)	2022 (F)	2027 (F)	CAGR% (2017-2027)
Germany	1.17	1.47	1.97	2.36	3.39	8.7
U.K	1.55	1.97	2.64	3.19	4.58	8.8
Italy	1.01	1.23	1.62	1.93	2.77	8.4
France	0.68	0.79	0.99	1.17	1.66	7.8
Spain	0.41	0.48	0.60	0.70	0.99	7.6
Rest of Europe	0.56	0.66	0.84	0.99	1.42	8.0
Total	5.38	6.60	8.67	10.34	14.81	8.4

Source: Accuray Research Analysis

Za analizu tržišta je svakako značajna i analiza tržišta SPH po nameni proizvoda. Sojaprotein je tradicionalno prisutan i dobro zastupljen na tržištu stočne hrane i kao proizvođač ingredijenata za prehrambenu industriju, a tek u poslednjih par godina je započeo značajniju saradnju sa farmaceutskom industrijom. Sa slike 1 se može videti da je najznačajnija primena SPH na području dijetetskih dodataka za regulisanje telesne težine, hrane za bebe, kao i kliničke primene kod lečenja. Treba znati da su to i izuzetno zahtevni segmenti tržišta sa rigoroznim zahtevima u pogledu uslova proizvodnje i kontrole kvaliteta.



Source: Accuray Research Analysis

Slika 1. Globalno tržište proteinskih hidrolizata po aplikaciji, tržišno predviđanje (2015-2027)

Figure 1. Global protein hydrolysates market by application, market forecast (2015-2027) (US\$ MN)

Vrednost tržišta po tipu aplikacije za period 2015-2027. godine je data u tabeli 4.

Tabela 4. Veličina tržišta proteinskih hidrolizata po aplikaciji, predviđanje (2015-2027)
Table 4. Global protein hydrolysates market by application, market forecast (2015-2027) (US\$ MN)

Application	2015	2017 (E)	2020 (F)	2022 (F)	2027 (F)	CAGR% (2017-2027)
Clinical	82.80	99.86	131.50	155.13	218.01	8.1
Nutrition						
Animal Feed	61.42	72.68	93.51	107.47	144.11	7.1
Infant Nutrition	126.01	155.90	206.75	249.60	363.36	8.8
Weight Management	184.70	226.36	298.80	354.46	506.24	8.4
Total	454.93	554.80	730.56	866.66	1,231.72	8.3

Takođe za proizvođače je interesantno pogledati i analizu forme u kojoj se SPH najčešće primenjuju (tabela 5).

Tržište je naklonjeno proizvodima u praškastoj formi, kakvi se tradicionalno najviše proizvode u Sojaprotein-u a.d., Bečej. Tržište SPH u tečnom obliku je znatno manje razvijeno.

Tabela 5. Globalno tržište proteinskih hidrolizata po formi, predviđanje (2015-2027)
Table 5. Global proteinhydrolysatesmarket by form, market forecast ž(2015 -2027) (US\$ MN)

Form	2015	2017 (E)	2020 (F)	2022 (F)	2027 (F)	CAGR% (2017-2027)
Powder	343.47	413.33	540.61	632.66	880.68	7.9
Liquid	111.46	141.47	189.94	234.00	351.04	9.5
Total	454.93	554.80	730.56	866.66	1,231.72	8.3

Source: Accuray Research Analysis

Za Sojaprotein a.d., Bečej tržište SPH može biti interesantno direktno, kao proizvođača SPH koje bi plasirao na tržište, ali i kao firme koja može da snabdeva najveće proizvođače odgovarajućom sirovinom za proizvodnju. Najveći proizvođači proteinskih hidrolizata u svetu u 2017. godini su:

FRIESLAND CAMPINA
 KONINKLIJKE DSM N.V.
 TATE & LYLE PLC
 ABBOTT LABORATORIES
 ARCHER DANIELS MIDLAND COMPANY
 KERRY GROUP PLC
 ROQUETTE
 ARLA FOODS
 AMCO PROTEINS

DANONE NUTRICIA
NESTLE
JANATHA FISH MEAL AND OIL PRODUCTS
A. COSTANTINO & C. S.P.A

Uzimajući u obzir sve ove podatke o veličini, važnosti i budućem razvoju tržišta SPH, Sojaprotein a.d., Bečej se odlučio da se uključi u programe istraživanja koje finansira evropska unija tzv. „Eureka” projekte. Jedan od ovih projekata je i „EYPEKA E!9936-SOYZYME”. Učesnici u ovom projektu su:

- 1) Tehnološko-metalurški fakultet, Univerziteta u Beogradu (TMF)
- 2) Sojaprotein a.d., Bečej, korisnik projekta
- 3) National R&D Institute for Food Bioresources, Bucharest, Romania - IBA
- 4) Korisnik projekta iz Rumunije: Natural Ingredients SRL Fagaras, Romania - NIRD
- 5) Korisnik projekta Expergo Business Network SRL Bucharest, Romania - EXPERGO

Osnovni ciljevi projekta definisani planom projekta:

1. unapređenje dobijanja tradicionalnih SPC i SPI upotrebom inovativnih tehnologija,
2. unapređenje funkcionalnih osobina i mogućnosti aplikacija sojinih proteina modifikacijom putem fizičkih (ultrazvuk, visok pritisak) i enzimskih modifikacija ili kombinovanjem ovih metoda,
3. razvijanje i optimizacija enzimskih procesa za konverziju sojinih proteina u funkcionalne peptida sa naglašenim funkcionalnim osobinama i antioksidativnom aktivnošću,
4. kreiranje inovativnih tipova hrane kroz dodavanje određenih frakcija sojinih proteinskih hidrolizata. Frakcije bioaktivnih peptida biće selektovane na osnovu njihovih funkcionalnih osobina.

MATERIJAL I METODE RADA

Kao osnovne sirovine za proizvodnju SPH u svetu se koriste SPI, najčistiji proteinski proizvodi koji se sastoje od sojinih proteina čistoće preko 90%. Kako Sojaprotein a.d., Bečej još uvek ne proizvodi SPI, cilj je da se ispita mogućnost dobijanja SPH iz sirovina kojima raspolaže. U tom smislu je ispitana mogućnost dobijanja SPH iz SPC kao sirovine, pri čemu je Sojaprotein a.d., Bečej za istraživanja obezbedio dva tipa SPC koja su po svojim osobinama najbliža SPI, Sopro-HC-200 i Tradcon - F-200 proizvode.

Dodatno, standardna tehnologija za proizvodnju SPI kao mane ima upotrebu velikih količina vode, kao i proizvodnju velike količine otpadnih voda opterećenih visokim koncentracijama organske materije, što značajno povećava troškove proizvodnje. Alternativni metod dobijanja SPH iz SPC bi prevazišao ove mane. Takođe, SPC je značajno jeftiniji proizvod od SPI, pa bi to vodilo pojeftinjenju dobijanja krajnjeg proizvoda.

Osnovni izazovi projekta su:

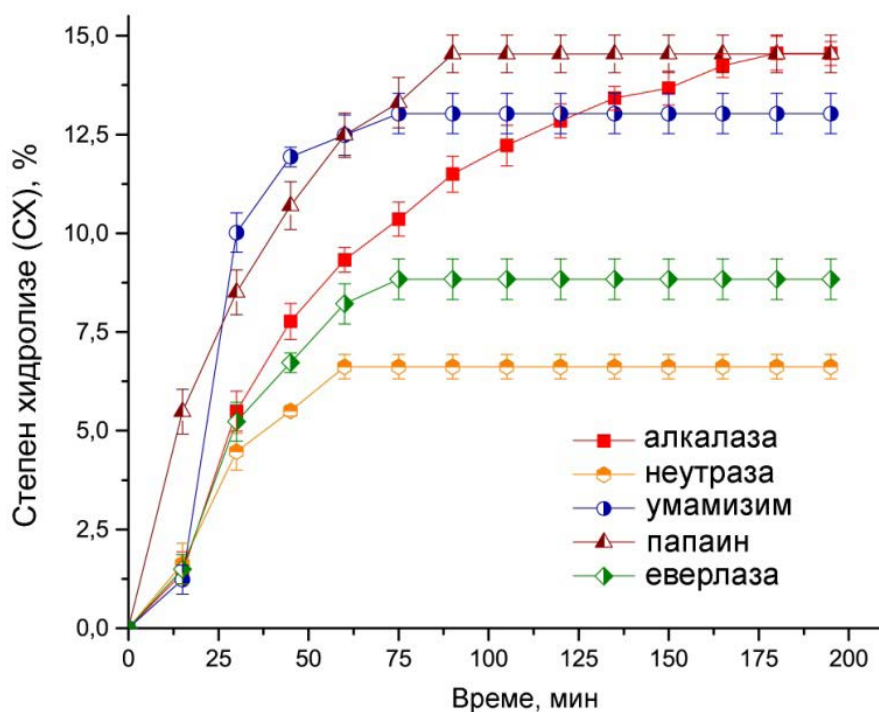
1. cena enzima u konvencionalnim, šaržnim hidrolitičkim procesima može biti značajna,
2. visokopritisni (homogenizator) i ultrazvučni tretman povećavaju energetske troškove procesa proizvodnje,
3. enzimska inhibicija substratom, iz tog razloga reakcije hidrolize se izvode sa relativno malim koncentracijama substrata,
4. reakcija hidrolize mora biti pažljivo kontrolisana u cilju sprečavanja produkcije oligopeptida koji imaju izrazito gorak ukus,
5. inženjerski aspekt kod „scaling up” procesa sa laboratorijske opreme na industrijski nivo,
6. nove aplikacije zahtevaju visok kvalitet SPH u smislu vrlo uskih frakcija hidrolizata koje mogu da se koriste.

REZULTATI I DISKUSIJA

U ovoj fazi realizacije projekta radilo se na razvoju laboratorijskog enzimskog postupka za proizvodnju hidrolizata sojinih proteinskih koncentrata kao novih funkcionalnih bioaktivnih dodataka, ali sa aspekta tehnološko-funkcionalnih svojstava. Ispitane su mogućnosti dobijanja hidrolizata primenom različitih vrsta endo- i egzoproteaze u jednostepenom enzimskom procesu. Ispitivanja su pokazala da vrsta proteaze (alkalaza, neutraza, umamizim, papain i everlaza) značajno utiče na brzinu reakcije, ravnotežni stepen hidrolize i oslobađanje peptida (slika 2).

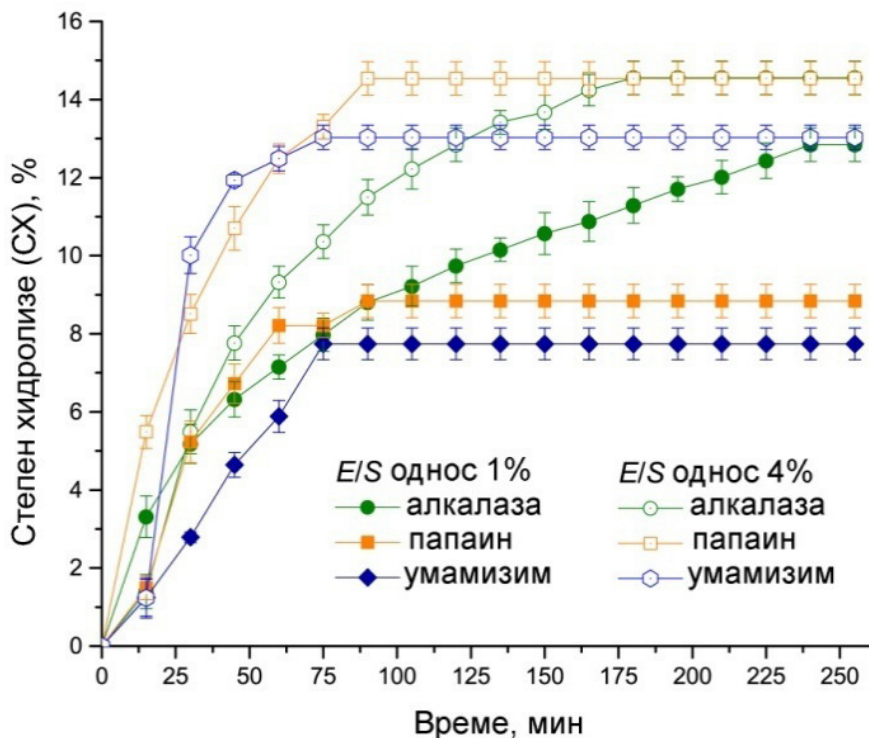
Najveći afinitet prema proteinima soje pokazuje proteaza iz *Bacillus licheniformis*, poznata pod komercijalnim nazivom alkalaza. Primenom alkalaze u jednostepenom enzimskom procesu hidrolize bilo je moguće postići krajnji stepen hidrolize od 14,59% posle 3 časa reakcije. Takođe, podjednako visok afinitet prema proteinima soje je pokazao i papain, sa kojim je reakcija hidrolize bila i najbrža, a ravnotežni stepen hidrolize od 14,59% je ostavren već nakon 1 čas i 30 minuta. Najmanji afinitet za hidrolizu sojih proteinskih koncentrata pokazala je egzoproteaza neutraza, svega 7,2%. Kako bi se optimizovala koncentracija enzima neophodna za reakciju hidrolizu, ispitan je uticaj E/S odnos i to 1% i 4% koristeći enzime alkalazu, umamizim i papain (slika 3).

Ova ispitivanja su pokazala da povećanjem koncentracije enzima u odnosu na supstrat dolazi do povećanja ravnotežnog stepena hidrolize, kao i do povećanja brzine reakcije. Za naredne faze rada na projektu, vođeni ovom optimizacijom usvojili smo da se hidrolizati sa najvišim stepenima hidrolize pripreme pri optimizovanim usvojenim uslovima (koncentracija sojinog proteinskog koncentrata je 8%, E/S odnos 4%, šaržni reaktor sa mehaničkim mešanjem 240 o/min).



Слика 2. Uticaj vrste proteaze na brzinu enzimske reakcije hidrolize sojinog proteinskog koncentrata (reakcioni uslovi: temperatura 55°C i pH 8 za alkalazu, 50°C i pH 8 za papain i umamizim, 45°C i pH 7 za neutrazu, 60°C i pH 9 za everlazu; šaržni reaktor sa mehaničkim mešanjem 240 o/min; koncentracija sojinog proteinskog koncentrata je 8%; E/S odnos 1%)

Figure 2. Effect of the type of protease on the rate of enzymatic reaction of soy protein concentrate hydrolysis (reaction conditions: temperature 55°C and pH 8 for alkalase, 50°C and pH 8 for papain and umamis, 45°C and pH 7 for neutrase, 60°C and pH 9 for everlasting, batch reactor with mechanical stirring 240 rpm, soy protein concentrate concentration 8%, E/S ratio 1%)



Slika 3. Uticaj vrste proteaze i E/S odnosa na brzinu enzimske reakcije hidrolize sojinog proteinskog koncentrata (reakcioni uslovi: temperatura 55°C i pH 8 za alkalazu, 50°C i pH 8 za papain i umamizim; šaržni reaktor sa mehaničkim mešanjem 240 o/min; koncentracija sojinog proteinskog koncentrata je 8%)

Figure 3. Effect of the type of protease and E/S ratio on the rate of enzymatic reaction of the soy protein protein concentrate (reaction conditions: temperature 55°C and pH 8 for alkalase, 50°C and pH 8 for papain and umamis; batch reactor with mechanical mixing 240 rpm , the concentration of soy protein concentrate is 8%)

Po završetku optimizacije procesa hidrolize, pripremljeni su svi hidrolizati iznova, spraćeni u sprej sušnici pri ulaznoj temperaturi 160°C. U narednim ispitivanjima određena su tehnološko-funkcionalna svojstva dobijenih hidrolizata i utvrđeni su efekti vrste proteaze na pomenuta svojstva.

ZAKLJUČCI

SPC mogu da se iskoriste kao izvori za dobijanje SPH. Kao ekonomski najisplativiji enzim za korišćenje u ove svrhe pokazao se enzim alkalaza pa su dalji radovi na razvoju kontinualnog procesa nastavljeni uz upotrebu ovog enzima.

LITERATURA

1. Accuray Research (2018). Global Protein Hydrolysates Market Analysis & Trends - Industry Forecast to 2027SKU: ACR124509, Near NTPC Township, Noida.
2. Knežević-Jugović, Z. (2018). Razvoj novih enzimskih tehnologija za modifikaciju sojinih proteina i unapređenje njihovih funkcionalnih svojstava, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, Sojaprotein a.d., Bečej.

FUNKCIONALNOST RAZLIČITIH TIPOVA SOJINOG PROTEINSKOG KONCENTRATA

Jovana Doroslovac¹, Milan Ševo¹, Jelena Lukić¹, Ljiljana Vujačić²

¹Sojaprotein a.d., Bečej, Srbija

²SP Laboratorija a.d., Bečej, Srbija

IZVOD

U fabrici Sojaprotein a.d., Bečej vrši se kontrola finalnog proizvoda. Pored standardnih fizičko-hemijskih, mikrobioloških analiza vrši se i provera funkcionalnosti gotovog proizvoda (različitih tipova brašana - obezmašćenih, sojinih proteinskih koncentrata). Funkcionalnost se proverava pripremom emulzija i gelova (provera emulgujućih i sposobnosti želiranja), proverom viskoziteta, hidratacije. Na osnovu dugogodišnjeg iskustva, praćenja, poređenja kvaliteta i uticaja različitih faktora proizvodnje na kvalitet finalnog proizvoda, došli smo razvoja novih tipova proizvoda.

Ključne reči: sojin proteinski koncentrat, funkcionalnost, termički tretman, Bostwick konzistencija

FUNCTIONALITY OF DIFFERENT TYPES OF SOY PROTEIN CONCENTRATE

ABSTRACT

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

Key words: soy protein concentrate, functionality, heat treatment, Bostwick consistency

UVOD

Sojin proteinski koncentrat (SPC) može služiti kao dopuna širokog spektra namirnica različitih kultura, nudeći poboljšanu boju, veći sadržaj proteina, manje

ulja, prihvatljiv ukus, bolji nutritivni sastav kao i odsustvo oligosaharida (sahioza, rafinoza) koji izazivaju nadutost, a koji se uklanjaju procesom alkoholne ekstrakcije. Kako sojin proteinski koncentrat sadrži oko 70% proteina (računato na suhu materiju), manjim količinama može se postići željeni nivo proteina, u poređenju sa sojinim brašnom.

Potrebno je uraditi procenu nutritivnih, funkcionalnih i senzornih karakteristika/kvaliteta proteinskih dodataka.

Polazna sirovina za proizvodnju sojinih proteinskih koncentrata su UTBF (obezmašćene umereno tostovane bele flekice sa visokom PDI vrednošću). Koncentracija proteina u UTBF se povećava uklanjanjem rastvorljivih neproteinskih komponenti. Ove komponente su prvenstveno rastvorljivi ugljeni hidrati (monosaharidi, disaharidi i oligosaharidi), ali i neke azotne supstance i minerali male molekulske mase.

Funkcionalne karakteristike koncentrata su: sposobnost vezivanja vode (adsorpcija vode), kapacitet vezivanja masti i svojstva emulgovanja. Nutritivni doprinos sojinog proteina u proizvodima sa niskim sadržajem mesa, većeg sadržaja masti, jeftinijim proizvodima, takođe može biti značajan.

Najvažnija primena SPC-a je u mesnoj industriji. Uglavnom se koristi u usitnjenim mesnim, živinskim i ribljim proizvodima (pljeskavice, kobasice tipa emulzije, riblji štapići itd.), kako bi se povećalo zadržavanje masti i vode.

Tipični nivoi upotrebe, na suhu materiju su: 5-10% u paštetama, 2-12% u mesnim čuštama, maksimalno 3,5% u kobasicama, 5-10% u ribljim štapićima (Campbell i sar., 1985).

MATERIJAL I METODE RADA

Uzorci

U radu su korišćeni sojini proteinski koncentрати dobijeni u pogonu alkoholne ekstrakcije, različitih tehnoloških postupaka proizvodnje:

Tradcon F 100

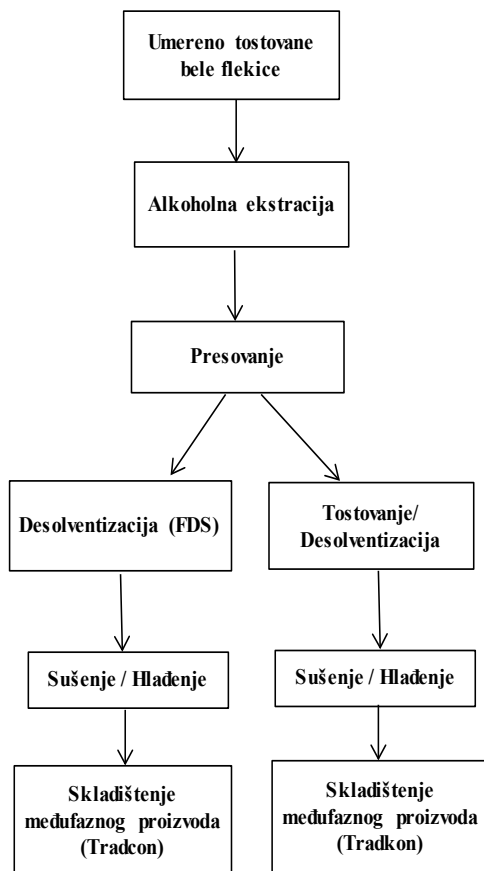
Tradkon SPC HC-100

Tradkon SPC HP

Fabrika Sojaprotein a.d., Bečej poseduje dve linije za proizvodnju koncentrata. Osnovna razlika je u fazi desolventizacije.

Zbog specifičnih zahteva kupaca (svetliji proizvod), instalirana je linija za proizvodnju koncentrata (grupa proizvoda Tradcon) kod kojih nakon ekstrakcije i presovanja materijal ide u specijalno dizajniran dvostruki FDS sistem, radi uklanjanja zaostalog rastvarača. U FDS sistemu je znatno kraće vreme zadržavanja (oko 12 s) i denaturacija proteina svedena na minimum.

Grupa proizvoda Tradkon nakon presa ide u desolventizer - toster, gde je vreme zadržavanja oko 4 sata.



Slika 1. Dijagram toka proizvodnje SPC
Figure 1. Flow chart of production SPC

Bostwick konzistencija

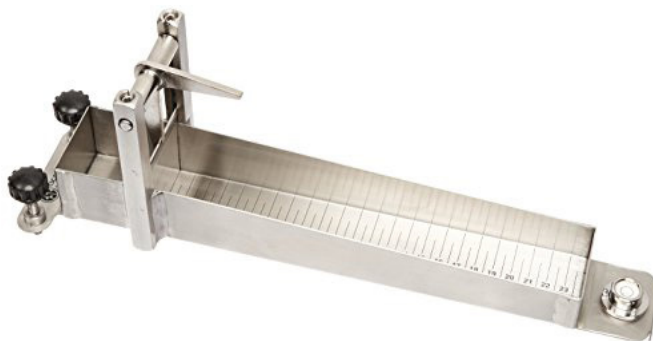
Konzistencija/tečljivost uzorka meri se njegovom otpornošću na proticanje pod određenim uslovima, u određenom vremenskom periodu.

Metoda se primenjuje za kontrolu kvaliteta brašna iz grupe sojinih proteinskih koncentrata.

Postupak pripreme suspenzije sojinog proteinskog koncentrata:

- u čistu staklenu čašu se odmeri 27 g uzorka i polako prelije sa 100 ml vode (u radu je korišćena voda temperature 25°C i 50°C)
- homogenizuje se staklenim štapićem
- pre početka merenja, pomoću libele se proverí da li je konzistometar (slika 2) u horizontalnom položaju
- zatvori se rezervoar i napuni uzorkom
- otvori klapnu na rezervoaru i meri vreme

- nakon 3 minuta očita rastojanje koje je uzorak prešao
- rezultat izrazi u cm



Slika 2. Bostwick konzistometar

Figure 2. Bostwick consistometer

Merenje viskoziteta

Pre samog merenja viskoziteta, pripremi se suspenzija sojinog koncentrata na sledeći način:

- u staklenu čašu se odmeri 50 g uzorka
- polako uz konstantno mešanje staklenim štapićem doda se 250 ml vode (rađeno sa vodom temperature 25°C i 50°C)
- postavi se uzorak na magnetnu mešalicu, podesi broj obrtaja na 500 rpm i vreme mešanja 15 minuta
- nakon toga odredi se viskozitet na Haake viscotester 2 plus (slika 3)



Slika 3. Haake viskozimetar

Figure 3. Haake viscotester

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 su dati rezultati analiza uzoraka koncentrata (različitog kvaliteta).

Tabela 1. Rezultati analiza ispitivanih proizvoda
Table 1. Results of the analysis of the tested products

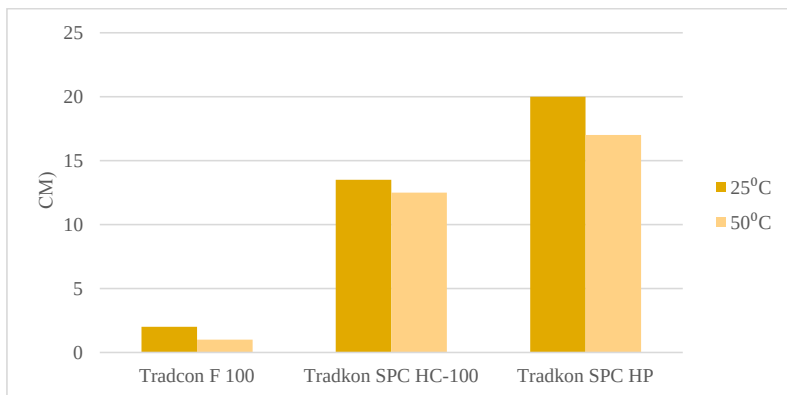
Analiza Analysis		Uzorak 1 Sample 1	Uzorak 2 Sample 2	Uzorak 3 Sample 3
		Tradcon F 100	Tradcon SPC HC-100	Tradcon SPC HP
Protein as is (%)		66,18	65,62	73,7
Protein sm/Protein dm (%)		70,16	69,71	78,13
Vlaga/Moisture (%)		5,67	5,87	5,67
Celuloza/Fiber (%)		3,12	2,05	0,56
Pepeo/Ash (%)		6,31	6,51	6,3
Nasipna masa/Bulk density (g/l)		376	576	556
MUV/WHC (%)		347	309	320
Boja/Color **	L* (lightness)	88,72	84,41	84,76
	a* (red)	1,31	2,98	2,82
	b* (yellow)	14,92	19,38	19,9
Granulacija (%) Granulation	150 µm	90	90	97
	75 µm	73	60	92

** HunterLab MiniScan EZ

U tabeli 2 i na slici 4 su dati rezultati merenja konzistencije uzoraka koncentrata (različitog kvaliteta).

Tabela 2. Rezultati za Bostwick konzistenciju
Table 2. Bostwick consistency results

Temperatura vode Water temperature	Bostwick konzistencija (cm) Bostwick consistency		
	Tradcon F 100	Tradcon SPC HC-100	Tradcon SPC HP
25°C	2	13.5	20
50°C	1	12.5	17



Slika 4. Grafički prikaz poređenja Bostwick konzistencije (tečljivosti)

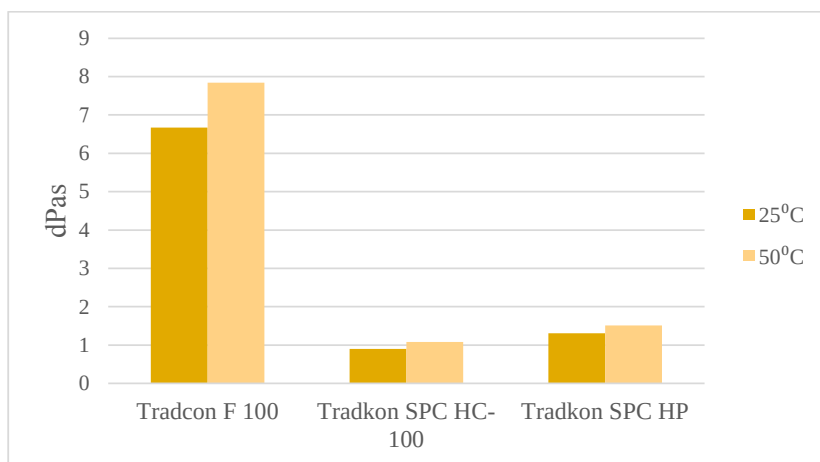
Figure 4. Graphic illustration of Bostwick consistency (flowability)

U tabeli 3 i na slici 5 su dati rezultati merenja viskoziteta uzoraka koncentrata (različitog kvaliteta).

Tabela 3. Rezultati merenja viskoziteta

Table 3. Results of viscosity measurement

Temperatura vode Water temperature	Viskozitet/Viscosity (dPas)		
	Tradcon F 100	Tradkon SPC HC-100	Tradkon SPC HP
25°C	6,67	0,9	1,31
50°C	7,84	1,08	1,51



Slika 5. Grafički prikaz poređenja vrednosti viskoziteta

Figure 5. Graphic illustration of viscosity values comparison

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata, možemo zaključiti da se različiti tehnološki postupci u proizvodnji SPC-a značajno utiču na funkcionalnost finalnog proizvoda.

Proizvod Tradcon F 100 pokazuje veću vrednost viskoziteta i manju tečljivost (nižu vrednost Bostwick konzistencije), dok vrednosti kod uzoraka Tradkon SPC HC-100 i Tradkona SPC HP imaju sličnu vrednost (veća vrednost Bostwick konzistencije i niži viskozitet).

Takođe, primetna je razlika u boji proizvoda, vrednost L^* - svetloća je najveća kod uzorka Tradcon F 100.

Zahvalnica

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

LITERATURA

1. Berk, Z. (1992). Technology of production of edible flours and protein products from soybeans, FAO Agricultural Services Bulletin No. 97, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, Israel.
2. Campbell, M.F., Kraut, C.W., Yackel, W.C., Seung Yang, H. (1985). Soy Protein Concentrates, in: New Protein Foods, A.M. Altschul, H.L. Wilke, Eds. Vol. 5, p. 301. Academic Press, Inc. Orlando, Florida, USA.
3. Hall, G.M. (1996). Methods of Testing Protein Functionality, Blackie Academic & Professional, London, UK.

POTENCIJAL PROTEINA IZ NUSPROIZVODA ULJARICA U INKAPSULACIJI BIOAKTIVNIH JEDINJENJA

Ljiljana Popović, Jelena Čakarević, Tea Sedlar

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

Nusproizvodi prerade uljarica se koriste kao stočna hrana, izvor dijetetskih vlakana i biogovrivo. Međutim, ovi proizvodi sadrže i potencijalno iskoristiva visokovredna jedinjenja kao što su proteini. Osim biološke i nutritivne vrednosti proteini su se pokazali kao dobri nosači bioaktivnih jedinjenja. Vezivanjem tj. inkapsulacijom bioaktivnih jedinjenja za proteinske nosače omogućava se olakšana primena i skladištenje, koncentrovanje i standardizacija bioaktivnih jedinjenja u formulaciji. Stoga je predmet istraživanja u ovom radu bio enkapsulacija metodama liofilizacije i sušenja raspršivanjem u struji toplog vazduha na proteinskom izolatu pogače uljane tikve.

Ključne reči: nusproizvodi industrije ulja, proteinski izolati, inkapsulacija, uljana tikva (*Cucurbita pepo* L.)

POTENTIAL OF PROTEINS FROM OIL INDUSTRY BY-PRODUCTS IN ENCAPSULATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS

ABSTRACT

By-products of processing oilseeds used as animal feed, a source of dietary fiber and biogovrivo. However, these products also contain potentially useful highly valuable compounds, such as proteins. In addition, beside the biological and nutritional value, proteins have also the potential to be used as wall material for encapsulation of different phytochemicals. Encapsulation is a novel immobilization process of different active compounds in small capsules that enable the release of the content at controlled and specified conditions. In the present study beetroot juice was encapsulated in pumpkin protein isolate by freeze and spray drying method.

Key words: oil industry by-products, protein isolates, encapsulation, pumpkin oil cake (*Cucurbita pepo* L.)

UVOD

Prehrambena i agro- industrija u svojim proizvodnim procesima stvaraju velike količine otpada, kao što su sačma, uljane pogače, zaostala pulpa i ljuske, te iniciraju ne samo probleme upravljanja otpadom nego i probleme zagađenja životne sredine. Stoga, interes za primenu ovih nusproizvoda kao izvora proteina koji mogu biti primenjeni u formulisanju nove funkcionalne hrane je sve veći (Ancos i sar., 2015). Štaviše, ovi proteini imaju i potencijal za korišćenje kao nosači u inkapsulaciji različitih fitohemikalija. Inkapsulacija je proces imobilizacije različitih aktivnih jedinjenja, bilo tečnih, čvrstih ili gasovitih, u malim kapsulama koje omogućavaju oslobađanje sadržaja u kontrolisanim i specifičnim uslovima. Važan korak u procesu inkapsulacija je izbor pogodnog materijala kao nosača za određeni materijal jezgra (Kandasamy i Somasundaram, 2012). U poređenju sa drugim nosačima (ugljeni hidrati, gume, vlakna, itd), proteini imaju niz prednosti, s obzirom da se generalno smatraju kao sigurni (GRAS), imaju visoku hranljivu vrednost i lako su svarljivi u ljudskom gastrointestinalnom traktu (Joye i McClements, 2014). Relativno mali broj proteina se koristi u ove svrhe; najčešći proteini životinjskog porekla obuhvataju želatin, kazein i proteine surutke (uglavnom β -laktoglobulin). Proteini biljnog porekla uključuju zein, proteine soje, itd. (Nesterenko i sar., 2013; Joye i McClements, 2014). Prednost biljnih proteina se ogleda u tome što su relativno jeftini, biokompatibilni i biorazgradivi biopolimeri. Takođe, uzimajući u obzir njihove osobine u formiranju filmova, barijerna svojstva, kao i njihovu adhezionu sposobnost, otpornost na ulja i organske rastvarače, biljni proteini su se pokazali kao odličan materijal za oblaganje kapsule i njihovom upotrebom u inkapsulaciji zadovoljen je tzv. „zeleni” trend u farmaceutskoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji.

Proteini su glavna komponenta uljane pogače uljane tikve (*Cucurbita pepo* L.) koja preostaje u procesu dobijanja ulja iz semena i koja se koristi samo kao stočna hrana. U prethodnim istraživanjima pokazano je da eksploatacija proteina iz ovog nusproizvoda predstavlja odličan način za njegovu valorizaciju (Peričin i sar., 2009a; Peričin i sar., 2009b; Vaštag i sar., 2011). S obzirom na dokazana funkcionalna svojstva ovih proteina, kao što su rastvorljivost, emulzionna sposobnost, kapacitet formiranja pene, želiranje i njihove sposobnosti da apsorbiraju vodu i formiraju dobre filmove (Popović i sar., 2012), ovi proteini mogu biti pogodni i kao nosači u inkapsulaciji. Štaviše, tokom enzimske hidrolize ili gastrointestinalne digestije, bioaktivni hidrolizati različitih osobina, kao što antioksidativno, antihipertenzivno i antidijabetsko delovanje, mogu biti oslobođeni iz proteina uljane tikve (Vaštag i sar., 2011). Prema našim saznanjima u literaturi nema podataka o primeni proteina uljane tikve kao nosača u postupku inkapsulacije. Stoga, cilj ovog istraživanja je bio da se dva različita tehnike, liofilizacije i sušenje raspršivanjem u struji toplog vazduha ispituju u postupku inkapsulacije soka cvekle na proteinskom izolatu uljane tikve (PPI) kao nosaču.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Pogača koja zaostaje kao nusproizvod proizvodnje ulja iz semena uljane tikve dobijena je postupkom hladnog presovanja. Pogača je čuvana u frižideru (+4°C) i pre eksperimenta samlevena pri čemu su dobijene čestice ujednačene veličine, manje od 2 mm. Reagensi i hemikalije koje su korišćene u eksperimentalnom radu su analitičke ili višeg stepena čistoće.

Ekstrakcija proteinskog izolata

Odmašćena pogača se suspenduje sa destilovanom vodom u odnosu 1:10 na pH 10 tokom 30 min. Nakon ekstrahovanja u alkalnoj sredini, smeša je filtrirana, a zatim je pH filtrata podešen na 5.00 u cilju taloženja proteina. Centrifugiranjem dobijeni ostatak je sakupljen i osušen na sobnoj temperaturi (20–23 °C).

Liofilizacija

Nosač (PPI) je suspendovan u sok od cvekle u odnosu 1:20 i homogenizovano 10 min. Pri istim uslovima PPI je suspendovan u 0,1 M fosfatnom puferu pH 8,00 kao kontrolni uzorak. Homogenizovane mešavine su zamrznute na -18°C tokom 3 h, nakon čega su osušeni u laboratorijskom liofilizatoru, model Alpha 2-4 LSC (Martin Christ, Osterode am Harc, Germania) na -40°C tokom 48 h.

Sušenje raspršivanjem u struji toplog vazduha

Iste smeše su sušene raspršivanjem u struji toplog vazduha na laboratorijskom uređaju, model Büchi 190 (Büchi AG, Flawil, Švajcarska). Parametri sušenja su: brzina protoka 7,4 ml / min, protok vazduha 600 l/h, ulazna temperatura 130°C i izlazna 70°C.

Nakon sušenja dobijena su četiri uzorka praha: proteinski izolat osušen liofilizacijom (LPPI), inkapsulirani sok cvekle na izolatu osušen liofilizacijom (LC), proteinski izolat osušen raspršivanjem (RPPI) i inkapsulirani sok cvekle na izolatu osušen raspršivanjem (RC).

Karakterizacija prahova

Vlaga je određena gravimetrijski, sušenjem na 105°C do konstantne težine. *Aktivnost vode* (a_w) je određena na Lab Swift a_w meter („Novasina”, Switzerland) na 25°C. *Higroskopnost*: Uzorci (0,5 g) su smešteni u desikator ispunjen sa zasićenim rastvorom NaCl (RH 75,3%) na 25°C, 7 dana. Posle čuvanja, uzorci su mereni, a dobijeni rezultati su izraženi kao masa vode apsorbovana na 100 g uzorka (g/100 g). *Nasipna gustina* je opisana kao odnos ukupne mase praha i nasipne zapremine praha. Nasipna zapremina se računa kao inicijalna zapremina koju prah zauzima u odmernom

cilindru. Nasipna gustina se izražava u g/ml. *Rastvorljivost*: Prahovi uzoraka (0,5 g) su dodati u destilovanu vodu (50 ml), a zatim homogenizovani pri velikoj brzini tokom 5 min i centrifugirani na 4000 rpm tokom 5 min. Alikvot supernatanta (25 ml) je prebačen u aluminijumsku posudu i sušen do konstantne težine na 105°C. Rastvorljivost (%) je izračunata kao odnos težine supernatanta i težine uzorka.

Efikasnost inkapsulacije

Efikasnost inkapsulacija (EE) je predstavljena kao odnos inkapsuliranog sadržaja fenola i ukupnog sadržaja fenola. Sadržaj fenola u jezgru i na površini čestica određen je metodom prema Robert i sar. 2010.

Određivanje sadržaja ukupnih fenola

Sadržaj ukupni fenol u uzorcima prahova određen je Folin-Ciocalteu spektrofotometrijskom metodom (González-Molina i sar., 2008).

REZULTATI I DISKUSIJA

Fizičke osobine prahova

Fizičke osobine dobijenih prahova predstavljene su u tabeli 1. Na osnovu rezultata utvrđeno je da na fizičke osobine prahova značajno utiče tehnika sušenja. Treba naglasiti da su a_w i sadržaj vlage bitne osobine koje su značajne za karakterisanje mikrobiološke i hemijske ispravnosti prahova. U ovom radu, svi uzorci su imali aktivnost vode ispod 0,3 što se može smatrati mikrobiološki sigurnim (Yoshie-Stark i sar., 2004). Uzorci osušeni liofilizacijom imali su niže a_w vrednosti (0,02-0,054), nego uzorci osušeni raspršivanjem (0,14-0,19). Dobijene vrednosti su u rasponu sa vrednostima dobijenim za druge proteine koji se koriste kao nosači, kao što je sojin protein (Correia i sar., 2017). Sadržaj vlage u prahu bi trebalo da bude manji od 5% kako bi se mogao smatrati mikrobiološki sigurnim i da se može čuvati duže vreme. Praškovi za PI imali su niži sadržaj vlage (4,80% za RPPI i 1,73% za LPPI) nego praškova sa sokom cvekle (5,57% za RC i 6,42% za LC). Slični rezultati su objavljeni od strane Bhusari i sar. (2014) za proteinski koncentrat surutke. Generalno, prahovi u kojima se proteini koriste kao nosači imaju više vrednosti za sadržaj vlage od onih gde su drugi materijali nosači, zbog visoke vrednosti kapaciteta apsorpcije vode koju proteini imaju u amorfnom stanju. Higroskopni profili dobijenih prahova na 25°C i 75,29% relativne vlažnosti su takođe prikazani u tabeli 1.

Uočeno je da se higroskopnost prahova kretala od 18,32 do 28,65 g H₂O/100 g. Uzorci dobijeni sušenjem liofilizacijom imali su niže vrednosti od uzoraka osušenih raspršivanjem. Literaturni navodi pokazuju slične vrednosti za inkapsulirani sok cvekle na proteinskom izolatu surutke dobijen raspršivanjem (16,92 g H₂O/100 g) (Bazaria i Kumar, 2016).

Tabela 1. Vrednosti za a_w , sadržaj vlage i higroskopnost inkapsulata soka cvekle na proteinskom izolatu uljane tikve dobijenih liofilizacijom i sušenjem raspršivanjem u struji toplog vazduha

Table 1. a_w values, moisture content and hygroscopicity of beet juice encapsulate on the protein isolate of pumpkin obtained by lyophilization and spray drying in hot air stream

Uzorak Sample	a_w	Sadržaj vlage (%) Moisture content	Higroskopnost Hygroscopicity (g H ₂ O/100 g uzorka/ sample)
LPPI	0,02±0,005	1,73±0,026	27,33±0,015
LC	0,05±0,003	7,67±0,170	16,29±0,010
RPPI	0,14±0,006	4,80±0,015	28,65±0,015
RC	0,19±0,006	5,57±0,020	18,32±0,010

Nasipna gustina predstavlja važnu osobinu za karakterizaciju jer daje konzistentnu težinu tokom pakovanja, skladištenja i transporta praškastih proizvoda. Iz podataka prikazanih u tabeli 2 se može primetiti da su prahovi dobijeni liofilizacijom imali niže vrednosti od prahova dobijenih sušenjem raspršivanjem. Što se tiče rastvorljivosti i ovde se vidi uicaj tehnike sušenja. Može se pretpostaviti da proces sušenja utiče na položaj hidrofobnih i hidrofilnih aminokiselina u molekulu proteina, pa samim tim utiče i na rastvorljivost frakcije proteina. Rastvorljivost svih dobijenih prahova u vodi na 25°C (tabela 1) je u opsegu od 58,75% do 83,15%. Prema rezultatima, evidentno je da su uzorci pripremljeni sušenjem raspršivanjem imali veću rastvorljivost u odnosu na uzorke dobijene liofilizacijom. Ovo se može objasniti činjenicom da prahovi dobijeni sušenjem raspršivanjem imaju malu i jednaku raspodelu veličine čestica.

Efikasnost inkapsulacije

Efikasnost inkapsulacije (EI) predstavlja odnos razlike između ukupnog i površinskog sadržaja fenola u inkapsulatima. Mnogi faktori poput vrste nosača i materijala jezgra, tehnike kapsuliranja imaju veliki uticaj na EI. Izračunate vrednosti EI za LC i RC su 91,80% i 74,75%. Može se uočiti da je vrednost EI veća u uzorcima osušenim postupkom liofilizacije nego u uzorcima sušenim raspršivanjem, što ukazuje da je tip tehnike sušenja bio fundamentalno značajan u efikasnosti inkapsulacije.

Tabela 2. Vrednosti za nasipnu gustinu i rastvorljivost inkapsulata soka cvekle na proteinskom izolatu uljane tikve dobijenih liofilizacijom i sušenjem raspršivanjem u struji toplog vazduha

Table 2. Values for bulk density and solubility of beet juice encapsulate on protein isolate of pumpkin obtained by lyophilization and spray drying in hot air stream

Uzorak Sample	Nasipna gustina (g/ml) Bulk density	Rastvorljivost (%) Solubility
LPPI	0,18±0,015	61,40±0,08
LC	0,43±0,015	58,75±0,09
RPPI	0,31±0,010	79,25±0,08
RC	0,52±0,010	83,15±0,05

ZAKLJUČAK

Proteinski izolat uljane tikve uspešno može da se koristi za inkapsulaciju soka od cvekle tehnikom liofilizacije i sušenjem raspršivanjem u struji toplog vazduha. Dobijeni prahovi su karakterisani u pogledu fizičko-hemijskih osobina. Metoda liofilizacije se pokazala kao efikasnija tehnika u odnosu na metodu sušenja raspršivanjem. Stoga, inkapsulati biljnih sokova ili ekstrakata na nekim prirodnim nosačima, kao što su proteini, se mogu koristiti kao sastojci funkcionalne hrane ili farmaceutskih proizvoda i biti dobra zamena za sintetičke preparate koji mogu prouzrokovati brojne sporedne efekte.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Pokrajinskog sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (grant broj 142-451-2777/2018-01/02).

LITERATURA

1. Ancos, B. De, Colina-Coca, C., González-Peña, D., Sánchez-Moreno, C. (2015). Bioactive compounds from vegetable and fruit by-products, in *Biotechnology of Bioactive Compounds: Sources and applications*, two ed., John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
2. Bazaria, B., Kumar, P. (2016). Effect of whey protein concentrate as drying aid and drying parameters on physicochemical and functional properties of spray dried beet-root juice concentrate. *Food Bioscience*, 14, 21-27.
3. Bhusari, S. N., Muzaffar, K., Kumar, P. (2014). Effect of carrier agents on physical and microstructural properties of spray dried tamarind pulp powder. *Powder Technology*, 266, 354-364.

4. Correia, R., Grace, M.H., Esposito, D., Lila, M.A. (2017). Wild blueberry polyphenol-protein food ingredients produced by three drying methods: Comparative physico-chemical properties, phytochemical content, and stability during storage. *Food Chemistry*, 235, 76-85.
5. González-Molina, E., Moreno, D.A., García-Viguera, C. (2008). Genotype and harvest time influence the phytochemical quality of Fino lemon juice (*Citrus limon* (L.) Burm. F.) for industrial use. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 1669-1675.
6. Joye, I.J., McClements, D.J. (2014). Biopolymer-based nanoparticles and microparticles: Fabrication, characterization, and application. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 19, 417-427.
7. Kandasamy, K., Somasundaram, P.D. (2012). Microencapsulation of colors by spray drying - a review. *International Journal of Food Engineering*, 8, 1556-3758.
8. Nesterenko, A., Alric, I., Silvestre, F., Durrieu, V. (2013). Vegetable proteins in microencapsulation: A review of recent interventions and their effectiveness. *Industrial Crops and Products*, 42, 469-479.
9. Peričin, D., Krimer, V., Trivić, S., Radulović, Lj. (2009). The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. *Food Chemistry*, 113, 450-456.
10. Peričin, D., Radulović –Popović, Lj., Vaštag, Ž., Mađarev-Popović, S., & Trivić, S. (2009). Enzymatic hydrolysis of protein isolate from hull-less pumpkin oil cake: Application of response surface methodology. *Food Chemistry*, 115, 753-757.
11. 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.
12. Robert, P., Gorena, T., Romero, N., Sepulveda, E., Chavez, J., Sáenz, C. (2010). Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1386-1394.
13. 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.
14. Yoshie-Stark, Y., Bez, J., Wada, Y., Wäsche, A. (2004). Functional Properties, Lipxygenase Activity, and Health Aspects of *Lupinus albus* Protein Isolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 7681-7689.

TRETMAN POGAČA ULJARICA SUBKRITIČNOM VODOM

Jaroslava Švarc-Gajić, Nataša Nastić, Biljana Pajin, Ivana Lončarević

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

U radu su pogače konoplje, bundeve i lana ekstrahovane subkritičnom vodom s ciljem izdvajanje zaostalog ulja i delimične hidrolize proteina, s ciljem izdvajanja aminokiselina i peptida pogača. Primenjeni su i poredjeni različiti uslovi ekstrakcije, odnosno ekstrakcija u atmosferi azota i ugljen-dioksida, kao i ekstrakcija u atmosferi azota uz dodatak hlorovodonične kiseline kao modifikatora.

Za ekstrakciju pogača uljarica primenjen je šaržni ekstraktor domaće konstrukcije i proizvodnje, uz mogućnost konvektivnog prenosa mase. U svim ekstrakcijama primenjena je radna temperatura od 160°C, radni pritisak 20 bar i brzina mešanja 3 Hz.

Ključne reči: pogače uljarica, subkritična voda, ekstrakcija ulja, ekstrakcija proteina

SUBCRITICAL WATER TREATMENT OF OILSEED CAKES

ABSTRACT

Hemp, pumpkin and flax cakes were treated with subcritical water for the extraction of residual oil and partial protein hydrolysis, with the aim of aminoacids and peptides isolation. Different extraction conditions were applied and compared, including extraction in nitrogen and carbon-dioxide atmosphere, as well as nitrogen atmosphere with the addition of hydrochloric acid as a modifier. For the extraction of oil seed cakes a batch-type house-made extractor was used, with convective mass transfer mode. In all extractions working temperature of 160°C, pressure of 20 bar and agitation rate of 3 Hz were applied.

Key words: oil seed cakes, subcritical water, oil extraction, protein extraction

UVOD

Pogače uljarica predstavljaju nusproizvod pri proizvodnji ulja. Zbog visokog sadržaja proteina, ugljenih hidrata, minerala, vitamina i fitohemikalija, pogače uljarica

se sve više koriste kao dodatak ishrani u vidu brašna ili kao komponenta stočne hrane. Druge primene ovog bio-otpada podrazumevaju njegovu konverziju u biogorivo ili đubrivo. Poslednjih godina postoji sve veći interes da se ovaj bio-otpad racionalnije koristi, prvenstveno u ljudskoj ishrani, s obzirom na izuzetan nutritivni potencijal zbog visokog sadržaja proteina i sekundarnih metabolita. Iskorišćenje punog biološkog potencijala pogača uljarica se ogleda u mogućnosti proizvodnje jedinjenja dodate vrednosti, kao što su polifenolna jedinjenja, proteinski izolati i hidrolizati.

U ovom radu je ispitana mogućnost primene subkritične vode za proizvodnju vrednih frakcija iz pogača uljarica. Tako je subkritična voda primenjena za izdvajanje zaostalog ulja iz lanenog, bundevinog i konopljinog brašna. Ovako dobijeni ekstrakti su potpuno bezbedni sa zdravstvenog aspekta, s obzirom na netoksičnost vode. Voda zagrejana do temperatura bliskih kritičnoj (374°C) i na pritiscima koji obezbeđuju njeno održavanje u tečnom stanju, postaje umereno, ili čak nepolaran rastvarač. Naime, zagrevanjem vode njena dielektrična konstanta značajno opada, približavajući se tako po svojim solvacionim osobinama uobičajenim organskim rastvaračima, kao što su metanol, etanol ili acetonitril (Švarc-Gajić, 2011). Pored toga zagrevanjem njen viskozitet, površinski napon i gustina opadaju doprinoseći efikasnijoj ekstrakciji usled boljeg kontakta sa čvrstim uzorkom i boljeg prodiranja u pore čvrstog materijala. Ekstrakcija subkritičnom vodom različitih klasa jedinjenja nudi znatno bolju efikasnost u poredjenju sa drugim savremenim ekstrakcionim tehnikama, kao što su mikrotalasna, ubrzana i ultrazvučna ekstrakcije (Mašković i sar., 2018; Cvetanović i sar., 2016) nudeći pored toga i ostale značajne prednosti, kao što su netoksičnost, niska cena i bezbednost po životnu sredinu. I pored toga, primena ove savremene tehnike nije široko rasprostranjena, pogotovo ne na industrijskom nivou.

Pored izuzetnih ekstrakcionih osobina sub- i superkritična voda imaju i osobinu izuzetne reaktivnosti koja se adekvatnim odabirom operativnih uslova može iskoristiti za dobijanje jedinjenja visoke vrednosti ili čak i biogoriva od bilo kog ogranskog otpada ili biomase. Hidrolitički potencijal vode značajno raste sa povećanjem njene temperature, usled porasta konstante disocijacije vode sa temperaturom. Tako se na temperaturi od 250°C koncentracija hidronijum i hidroksilnih jona povećava čak 25 puta (Švarc-Gajić, 2011). U ovom radu je ispitana mogućnost simultane hidrolize i ekstrakcije proteina bundevine, konopljine i lanene pogače s ciljem dobijanja aminokiselina i vodene proteinske frakcije koja može imati veoma široku primenu, s obzirom na bezbednost ovakvih ekstrakata, kao i potpune kompatibilnosti sa prehrambenim, farmaceutskim i kozmetičkim proizvodima.

MATERIJAL I METODE RADA

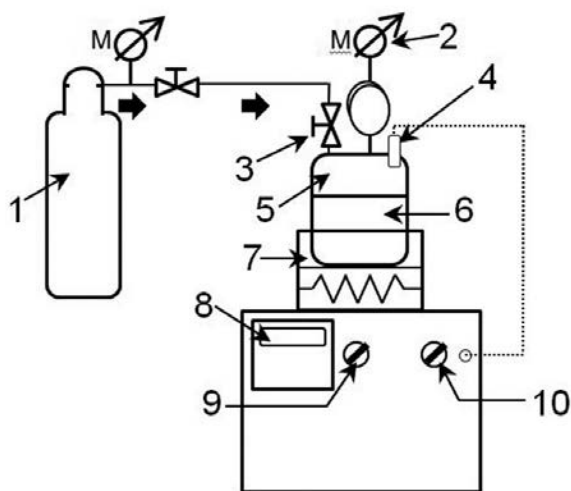
Uzorci

Analizirani uzorci su obuhvatili mlevene pogače konoplje, bundeve i lana u vidu brašna, proizvođača „Beyond” d.o.o. iz Beograda. Svi uzorci su nabavljeni u maloprodajnim objektima zdrave hrane u Novom Sadu.

Ekstrakcija subkritičnom vodom

Uzorci bundevinog, konopljinog i lanenog brašna su ekstrahovani subkritičnom vodom u ekstraktoru domaće konstrukcije (slika 1). Ukupan kapacitet ekstrakcione ćelije (6) je iznosio 1,7 l. Kompresija ekstrakcione ćelije je izvedena sa 99,999%-im ugljen dioksidom ili azotom (Messer, Nemačka). Radni pritisak tokom procesa je praćen ugrađenim manometrom (2) (Inol, Slovenija, model IM 811A12). Radna temperatura je merena termoparom Pt100 (4) i održavana pomoću termoregulatora (8) (Nigos, Srbija, model 1011P). Svi uzorci su bili ekstrahovani u toku 1h na temperaturi 160°C i pritisku 20 bar. Odnos droga:rastvarač (destilovana voda) je u svim slučajevima iznosio 1:30, dok je konvektivni prenos mase tokom procesa bio osiguran vibracionim kretanjem platforme uzorka (7) frekvencijom od 3 Hz. Svi uzorcima su takodje ekstrahovani i uz dodatak modifikatora (0,05 mol/l HCl) u atmosferi azota.

Nakon ekstrakcije procesna posuda je hladjena u protočnom vodenom kupatilu na $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. Pre otvaranja posude izvedena je dekompresija otvaranjem ventila na poklopcu posude. Dobijeni ekstrakti su filtrirani i čuvani u frižideru do analize.



Slika 1. Šematski prikaz ekstrakcionog sistema: (1) boca sa azotom, (2) manometar, (3) ventil za dovod gasa, (4) termopar, (5) poklopac ekstrakcione posude, (6) ekstrakciona posuda, (7) vibraciona platforma, (8) digitalni termoregulator, (9) glavni prekidač, (10) prekidač za vibracionu platformu

Figure 1. Schematic diagram of subcritical water extraction system: (1) nitrogen cylinder, (2) manometer, (3) input gas valve, (4) thermocouple for temperature measurement, (5) coverlid of extraction vessel, (6) extraction vessel, (7) vibrating platform, (8) digital temperature controller, (9) main switch, (10) switch for the vibrating platform

Hemikalije

U radu su korišćene sumporna kiselina 96% p.a. i hlorovodonična kiselina 36% p.a. (Lachner, Neratovice, Češka). Natrijum-hidroksid p.a. je bio proizvođača Centrohem, Stara Pazova, Srbija, dok je kalijum-sulfat p.a. bio proizvođača Alkaloid, Skoplje, Makedonija. Bakar-sulfat p.a. je bio obezbeđen od strane Zorka Pharma, Šabac, Srbija.

Određivanje sadržaja masti

U laboratorijskoj čaši od 50 ml pomešano je 15 ml pripremljenog ekstrakta i 15 ml n-heksana (95%, Panreac Química, SA, Barselona, Španija). Čaša je postavljena na magnetnu mešalicu. Nakon 30 min sadržaj iz čaše je prenet u levak za odvajanje. Nakon razdvajanja faza, vodena frakcija je odvojena, a postupak ekstrakcije ponavljen dva puta. Spojene heksanske frakcije su uparavane na vakuum uparivaču do suva, a suvi ostatak je sušen u sušnici na 100°C sat vremena, nakon čega je meren sadržaj ukupnih masti. Sadržaj ukupnih masti je izražen u g/100 g suvog ekstrakta.

Određivanje sadržaja proteina (Metoda po Kjeldahl-u)

Sadržaj proteina u ekstraktima pogača uljarica je određen metodom po Kjeldahl-u. U dve Kjeldahl-ove tikvice od 25 ml preneto je po 0,3 ml ekstrakta. U tikvice je dodato po 2 ml koncentrovane sumporne kiseline i 1 g smeše katalizatora (bakar-sulfat i kalijum-sulfat u odnosu 1:9 (m/m)). Tikvice su dalje pažljivo zagrevane na rešou. Zagrevanje je izvođeno sve dok se rastvor nije izbistrio i postao bezbojan ili blago zelene boje. Po završenoj digestiji tikvice su skinute sa grejnog tela i ostavljene da se ohlade.

Razoreni materijal je razblažen sa 2-3 ml destilovane vode i kvantitativno prenešen u balon za destilaciju. U erlenmajer od 50 ml odpipetirano je 10 ml 0,01 mol/dm³ rastvora hlorovodonične kiseline i dodato tri kapi mešanog indikatora (0,1% rastvora bromkrezolzelenog u etanolu i 0,1% rastvora metilcrvenog u etanolu u odnosu 3:2 (v:v)). U balon za destilaciju je preko levka na aparaturi postepeno dodavan 33% rastvor natrijum hidroksida sve dok reakcija nije postala alkalna. Po dodatku natrijum-hidroksida započeta je destilacija amonijaka u trajanju od 6 min. Nakon toga, rastvor u erlenmajeru je titrisan sa 0,01 mol/dm³ standardizovanim rastvorom natrijum-hidroksida do pojave blago zelene boje. Sadržaj ukupnih proteina izražen je u g/100g suvog ekstrakta.

REZULTATI I DISKUSIJA

Pogače uljarica predstavljaju bogate izvore proteina, minerala i vlakana. Pored toga, nakon hladnog cedjenja u pogačama zaostaje značajna količina ulja. U ovom radu je ispitana mogućnost ekstrakcije zaostalog ulja vodom u subkritičnom stanju.

Primena vode kao rastvarača ima značajne prednosti, kao što su netoksičnost, niska cena i bezbednost po životnu sredinu. Voda u svom subkritičnom stanju pokazuje izuzetnu reaktivnost, koja u nekim aplikacijama može predstavljati značajnu pogodnost. Tretman analiziranih pogača uljarica subkritičnom vodom, sa i bez modifikatora je, stoga, imao za cilj ispitivanje njenog hidrolitičkog potencijala, odnosno mogućnosti simultane ekstrakcije i parcijalne hidrolize proteina pogača uljarica. Efikasnost postupka je praćena određivanjem ukupnih proteina u dobijenim ekstraktima metodom po Kjeldahl-u. Dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 1 kao srednje vrednosti tri ponavljanja $\pm$ 2SD.

Tabela 1. Sadržaj ulja i proteina u ekstraktima pogača uljarica
Table 1. The content of oils and proteins in oil seed cake extracts

Uzorak	Uslovi ekstrakcije	Sadržaj ulja (g/100 g suvog ekstrakta)	Sadržaj proteina (g/100 g suvog ekstrakta)
Konopljin brašno	N ₂ bez modifikatora	10,1 $\pm$ 0,6	4,8 $\pm$ 0,2
	CO ₂ bez modifikatora	50,8 $\pm$ 0,9	6,8 $\pm$ 0,3
	N ₂ ; 0,05 mol/l HCl	32,0 $\pm$ 0,8	6,6 $\pm$ 0,3
Bundevino brašno	N ₂ bez modifikatora	28,5 $\pm$ 0,8	1,9 $\pm$ 0,2
	CO ₂ bez modifikatora	38,9 $\pm$ 0,9	4,9 $\pm$ 0,3
	N ₂ ; 0,05 mol/l HCl	48,6 $\pm$ 0,9	3,1 $\pm$ 0,1
Laneno brašno	N ₂ bez modifikatora	7,0 $\pm$ 0,5	1,3 $\pm$ 0,1
	CO ₂ bez modifikatora	23,5 $\pm$ 0,7	2,8 $\pm$ 0,2
	N ₂ ; 0,05 mol/l HCl	32,9 $\pm$ 0,8	2,5 $\pm$ 0,2

Najniži sadržaj ulja je određen u ekstraktima lanenog brašna ekstrakcijom u atmosferi azota (7 g/100 g), dok je najviši sadržaj registrovan u uzorku konopljinog brašna ekstrakcijom u atmosferi ugljen-dioksida (50,8 g/100 g). U slučaju bundevinog i lanenog brašna dodatak modifikatora je doprineo efikasnijem oslobađanju ulja iz matriksa, najverovatnije usled hidrolitičkog raskidanja veza sa matriksom uzorka. Kod lanenog brašna je dodatak modifikatora imao najjači uticaj povećavajući prinos ulja skoro 5 puta. Kod sva tri uzorka je poboljšanje efikasnosti ekstrakcije ulja iz uljarica postignuta zamenom atmosfere azota atmosferom ugljen-dioksida ili dodatkom modifikatora. Potvrđeno je da reaktivnost subkritične vode značajno raste u atmosferi ugljen-dioksida, kada je reč o specifičnim dekompozicionim reakcijama. U slučajevima pogača uljarica povećana reaktivnost se odrazila na efikasnije oslobađanje ulja iz matriksa uzorka.

Sadržaj proteina u dobijenim ekstraktima je odražavao sadržaj aminokiselina i peptida nastalih hidrolizom proteina pogača uljarica. Sadržaj proteina je u svim uzorcima bio najveći kada su pogače uljarica tretirane subkritičnom vodom u atmosferi ugljen-dioksida, čak i u odnosu na sisteme sa dodatim modifikatorom (HCl), za koji se očekivalo da će značajno pospešiti hidrolizu proteina. Za konopljinu i bundevino brašno sadržaj proteina nakon ekstrakcije u atmosferi ugljen-dioksida je bio više od

dva puta veći u odnosu na ekstrakciju u atmosferi azota. Najviši sadržaj proteina je određen u uzorku pogače konoplje (6,8 g/100 g) pri ekstrakciji u atmosferi ugljen-dioksida, dok je najniži sadržaj (1,3 g/100 g) određen u lanenoj pogači. Generalno, najviši sadržaj proteina je određen u pogači konoplje, zatim bundeve i lana, nezavisno od primenjene tehnike ekstrakcije.

ZAKLJUČAK

Pogače uljarica koje zaostaju nakon hladnog cedjenja ulja predstavljaju dobre izvode proteina, vlakana, minerala i drugih vrednih materija koje se adekvatnim pristupom mogu iskoristiti nakon koraka izdvajanja ulja. U radu je primenjena subkritična voda za izdvajanje zaostalog ulja, aminokiselina i peptida iz pogača konoplje, lana i bundeve. Najniži sadržaj ulja je određen u ekstraktu lanenog brašna ekstrakcijom u atmosferi azota (7 g/100 g), dok je najviši sadržaj registrovan u uzorku konopljinog brašna ekstrakcijom u atmosferi ugljen-dioksida (50,8 g/100 g). Najviši sadržaj proteina je određen u uzorku pogače konoplje (6,8 g/100 g) pri ekstrakciji u atmosferi ugljen-dioksida, dok je najniži sadržaj (1,3 g/100 g) određen u lanenoj pogači. Dokazano je da se voda u subkritičnom stanju može efikasno koristiti kao bezbedan, jeftin i ekološki prihvatljiv rastvarač za izdvajanje zaostalog ulja iz pogača uljarica, kao i za delimičnu hidrolizu proteina.

Zahvalnica

Rezultati ovog istraživanja su deo projekta TR 31014 sponzorisanog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

1. Cvetanović, A., Švarc-Gajić, J., Gašić, U., Tešić, Ž., Zengin, G., Zeković, Z., Đurović, S. (2016). Isolation of apigenin from subcritical water extracts: optimization of the process. *J. Supercrit. Fluids*, 120: 32-42.
2. Mašković, P., Veličković, V., Đurović, S., Zeković, Z., Radojković M., Cvetanović, A., Švarc-Gajić, J., Mitić, M., Vujić, J. (2018). Biological activity and chemical profile of *Lavatera thuringiaca* L. extracts obtained by different extraction approaches. *Phytomedicine*, 38: 118-124.
3. Švarc-Gajić, J. (2011). *Sampling and Sample Preparation in Analytical Chemistry*. Nova Science Publishers, New York.

STABILIZUJUĆI EFEKAT POLISAHARIDNIH JEDINJENJA U PROIZVODNJI EMULZIJA UPOTREBOM RAZLIČITIH TEHNIKA EMULGOVANJA

*Nikola Maravić, Zita Šereš, Ljubica Dokić, Dragana Šoronja-Simović,
Ivana Lončarević, Jovana Petrović, Aleksandar Pajić*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

Najvažnije karakteristike emulzija, kao što su stabilnost, veličina i raspored veličina kapi i reološka svojstva, u velikoj meri zavise od načina njihove izrade, odnosno primenjene tehnike emulgovanja. U ovom radu su prikazani najvažniji rezultati ispitivanja stabilizujućeg efekta tri različita polisaharidna jedinjenja (oktenil sukein at maltodesktrina skroba, pektina i vlakana šećerne repe) i četiri različite tehnike emulgovanja (membransko emulgovanje, rotor-stator, visokopritisna i ultrazvučna homogenizacija). Prikazani rezultati ukazuju na značajne razlike u izgledu, stabilnosti i veličini kapi dobijenih emulzija.

Ključne reči: emulzije, polisaharidi, emulgovanje, stabilizacija

STABILIZING EFFECT OF POLYSACCHARIDE COMPOUNDS IN THE PRODUCTION OF EMULSIONS USING DIFFERENT EMULSIFICATION TECHNIQUES

ABSTRACT

The most important characteristics of emulsions, such as stability, size and droplet size distribution and rheological properties, depend to a large extent on the method of their production, i.e. the applied emulsification technique. This paper presents the most important results obtained in testing of three different polysaccharides (octenyl succinate maltodextrin, sugar beet pectin and sugar beet fibers) stabilizing effect and four different emulsifying techniques (membrane emulsification, rotor-stator, high-pressure and ultrasonic homogenization). The results shown indicate significant differences in the appearance, stability and droplet size of the emulsions obtained.

Key words: emulsion, polysaccharide, emulsification, stabilization

UVOD

Tokom izrade emulzija, odnosno tokom emulgovanja, paralelno se odvijaju dva procesa, proces dispergovanja kapi i proces koalescencije. Procesom dispergovanja, kapi velikih dimenzija se redukuju na manje kapi koloidnih veličina. Drugi proces koji prati izradu emulzija je proces suprotan procesu dispergovanja. Sudaranjem manjih kapljica nastaju veće kapi, a ovaj proces je poznat pod nazivom koalescencija. U cilju sprečavanja pojave koalescencije, neophodno je stabilizovati dispergovane kapi odgovarajućim stabilizatorom ili emulgatorom. Kada pričamo o emulzijama tipa ulje u vodi, glavni mehanizam stabilizacije se odvija u vodenoj fazi, ili na površini kapi ulja. Proces zavisi od hemijskih karakteristika komponenata koje učestvuju u stvaranju takvog sistema (Đaković, 1985; Dokić, 2005).

Postoje više različitih načina za dobijanje emulzija, odnosno emulgovanja. Najčešći način dobijanja emulzija je dejstvom mehaničkih sila. Uređaji koji se koriste za mehaničku pripremu emulzija su različiti rotor-stator uređaji, dispergatori, koloidni mlinovi, visoko-pritisni homogenizeri i drugi. Princip rada ovakvih uređaja jeste upotreba jakih sila smicanja. Kao rezultat nastaju polidisperzne emulzije čiji su prečnici kapljica dispergovane faze u rasponu od 0,1 do 100 μm (Floury i sar., 2000). Najčešće se za proizvodnju emulzija koristi mehanički način dispergovanja homogenizerom, ali se tehnologije stalno unapređuju i razvijaju se novi postupci emulgovanja. Jedan od novijih postupaka je membransko emulgovanje gde je najčešće reč o staklenim membranama, ali postoje i od keramičke, metalne itd. Takođe, dispergovanje i homogenizacija ultrazvučnim talasima predstavlja jednu od novijih tehnika sposobnu da proizvede izuzetno male submikronske veličine kapi emulzija (Patist i Bates, 2008; Maravić i sar., 2016).

Osobine emulzija, kao što su stabilnost, veličina i raspodela veličine kapi i reološka svojstva, u velikoj meri zavise od načina pripreme (McClements, 1999).

S obzirom da je u izradi stabilne emulzije ključno izabrati odgovarajući emulgator ili stabilizator, u ovom istraživanju će se, shodno današnjim trendovima o zameni sintetskih emulgatora, obraditi stabilizatori na bazi polisaharida koji potiču iz industrije šećera i skroba.

Oktenil sukcinat skroba (OSAsk) je nakon opstežnih ispitivanja prepoznat kao izuzetno efikasan stabilizator u procesu proizvodnje emulzija ulje u vodi. Amfifilna priroda molekula OSAsk potiče od oktenil sukcinatne grupe (hidrofobni deo) koja je procesom modifikacije ugrađena u skrobnu granulu (hidrofilni deo). Nakon hidrolize tako dobijene skrobne granule dobijaju se OSA maltodekstrini značajno manjih molekulskih masa koji su veoma dobro rastvorni u vodi a zadržavaju karakteristike površinski aktivnog makromolekula (Dokić i sar., 2008; Agama-Acevedo i Bello-Perez, 2017).

Pektin šećerne repe (PŠR) i vlakna šećerne repe (VŠR) predstavljaju relativno nove stabilizatore u procesu proizvodnje emulzija. Svojim, pre svega, proteinskim delovima, kao i raznim hidrofobnim grupama, ova jedinjenja se adsorbuju na granici faza ulje-voda i stabilizuju nastale kapi emulzija. Osim adsorpcije na granici faza, PŠR

i VŠR značajno utiču na povećanje viskoziteta i usporavanje kretanja kapi emulzija u okviru novoformiranog sistema i na taj način sprečavaju pojave nestabilnosti emulzija (Maravić i sar., 2019).

Cilj ovog rada je da se ispituju osobine emulzija dobijene upotrebom više različitih stabilizatora na bazi polisaharida i pripremom emulzija sa četiri najčešće korišćene tehnike emulgovanja.

MATERIJAL I METODE RADA

Priprema emulzija

Proizvedene emulzije su sadržale 10% kukurznog ulja (Olitalia, Italija) računato na masu emulzije. Količina stabilizatora je varirana od 0-1,25% na masu emulzije. Kontinualne faze (vodeni rastvori polisaharida) su pripremljene 24h pre izvođenja procesa emulgovanja u cilju potpune hidratacije makromolekula. Pektin šećerne repe, Betapec RU 301, je doniran od strane firme, Herbstreith & Fox KG (Nemačka). Vlakna šećerne repe, Fibrex®, su donirana od strane Nordic Sugar A/S factory (Švedska). Veličina čestica vlakna šećere repe je pre upotrebe modifikovana koloidnim mlinom (Retsch, Nemačka) pri 400 o/min u toku 30 minuta kako bi se raspodela veličina čestica pomerila ka submikronskim veličinama. U eksperimentima stabilizacije oktenil sukcinatom maltodekstrina skroba korišćen je C*EmCap 12633, (Cargill, SAD) dobijen iz voštanog kukuruza.

Proces emulgovanja se odvijao 4 različita uređaja. Dispergovanje rotor-stator tehnikom je sprovedeno homogenizerom *Ultra-Turrax T25* sa disperznom glavom S 25 N-18 G (IKA, Nemačka) pri brzini obrtanja rotora od 6500 o/min u toku 10 minuta. Dispergovanje kapi visokopritisnim homogenizerom je izvedeno u *FPG 11300:350* (Stansted Fluid Power Ltd, Engleska) pri radnom pritisku od 100 MPa. Priprema U/V emulzija ultrazvučnim talasima je ostvarena *Hielscher UP200S* (Hielscher Ultrasonics) uređajem pri radnoj snazi od 200W u toku 7 minuta. Emulgovanje propuštanjem disperzne faze kroz pore membrane je izvedeno u *Internal pressure Type Micro Kit (MN-20)* (SPG Technology Ltd, Japan) korišćenjem staklene membrane sa porama veličine 1 µm.

Određivanje raspodele veličina čestica uređajem Mastersizer 2000®

Raspodela veličina čestica disperznih sistema određena je metodom difrakcije laserske svetlosti odnosno merenjem intenziteta i rastojanja difrakcionih prstenova. Uređaj čine optički instrument, jedinica za dispergovanje uzorka Hydro 2000G i računar sa odgovarajućim programskim paketom. Uzorak čestica, dispergovanih u odgovarajućem medijumu, prolazi kroz fokusirani snop svetlosti i rasejava svetlost pod karakterističnim prostornim uglovima.

Određivanje kriming indeksa emulzija

Kriming indeks (CI) dobijenih emulzije je izračunat jednačinom (1) vizuelnim očitavanjem visine sloja, formiranog u donjem delu cilindričnog suda (menzure) u kojoj se nalazio uzorak:

$$CI = \frac{H_s}{H_e} \cdot 100 \quad (1)$$

gde je: H_s - visina donjeg sloja osiromašenog disperznom fazom, H_e - visina uzorka emulzije u sudu.

Plan eksperimenata i obrada podataka

Statistička obrada podataka vršena je pomoću statističkog softvera Design Expert 7 Trial version. Ekperimenti u kojima su ispitivane interakcije više stabilizatora (rotor-stator tehnika, membransko i ultrazvučno emulgovanje) su planirani po central composit design-u, metode odzivne površine, sa tri faktora na tri nivoa, dok su eksperimenti sprovedeni u visokopritisnom homogenizeru izvedeni pri pojedinačnoj upotrebi samo jednog polisaharida, na 5 nivoa koncentracija.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečni prečnici kapi emulzija dobijenih različitim tehnikama emulgovanja prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Prosečni prečnici kapi emulzija

Table 1. Mean droplet size diameter

PŠR	VŠR	OSAm	RS	UH	ME	VPH	PŠR	VŠR	OSAm	RS	UH	ME	VPH	
Prečnik kapi (μm)			Prečnik kapi (μm)			Prečnik kapi (μm)			Prečnik kapi (μm)			Prečnik kapi (μm)		
0,25	0	0	-	-	-	4,8	0,5	0,5	0	8	1,24	29,1	-	
0,5	0	0	6,6	0,44	28,8	6,1	1	1	0	7,6	1,47	43,2	-	
0,75	0	0	-	-	-	7,5	0	0,5	0,5	5,9	1,27	18,7	-	
1	0	0	4,9	0,41	33,2	5,6	0	1	1	8,5	1,48	27,5	-	
1,25	0	0	-	-	-	3,3	0,5	0	0,5	5,9	0,3	15,2	-	
0	0,25	0	-	-	-	11,9	1	0	1	5,2	0,32	31,7	-	
0	0,5	0	6,5	1,8	30,3	10	0,5	0,5	0,5	7,8	0,93	28,3	-	
0	0,75	0	-	-	-	12,5	0,5	0,5	0,5	7,3	0,71	25,5	-	
0	1	0	7,6	2,93	41,8	38,8	0,5	0,5	0,5	6,7	0,8	21,1	-	
0	1,25	0	-	-	-	39	1	0,5	0,5	7,7	0,45	28,1	-	
0	0	0,25	-	-	-	5,1	0,5	1	0,5	7,1	1,91	25,2	-	
0	0	0,5	7,3	0,32	26,4	5,2	0,5	0,5	1	7,3	0,73	24	-	
0	0	0,75	-	-	-	3,3	1	1	0,5	10,1	0,96	27,5	-	
0	0	1	5,9	0,31	14,2	3,4	0,5	1	1	9,3	1,18	25,1	-	
0	0	1,25	-	-	-	3,7	1	0,5	1	8,3	0,38	31,2	-	
0	0	0	8	0,71	41,7	-	1	1	1	9,6	0,82	26,6	-	

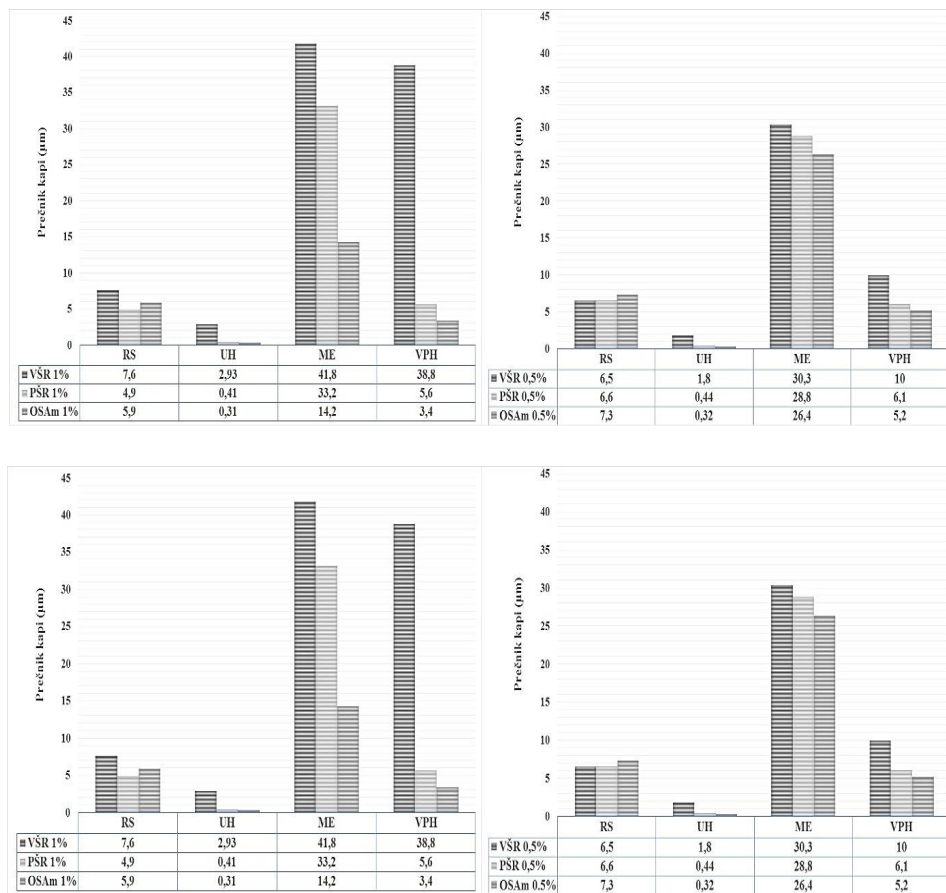
*RS – rotor-stator, UH – ultrazvučni homogenizer

ME – membransko emulgovanje, VPH – visokopritisni homogenizer

Na osnovu vrednosti prosečnih prečnika kapi emulzija prikazanih u tabeli 1 može se utvrditi da postoji jasan uticaj primenjene tehnike emulgovanja koji je veoma značajan sa stanovišta veličine kapi dobijenih emulzija. Najmanje vrednosti prosečnih prečnika kapi emulzija su dobijene u eksperimentima u kojima je korišćen ultrazvučni homogenizer dok su prosečno najveće vrednosti prosečnih prečnika kapi emulzija dobijene tehnikom membranskog emulgovanja. Takođe, važno je napomenuti da su kapi emulzija dobijenih korišćenjem mehaničkih dispergatora, visokopritisnog homogenizera i rotor-stator homogenizera, u proseku slične sa stanovišta veličine prečnika kapi ali se značajno razlikuju sa promenom koncentracije primenjenog stabilizatora.

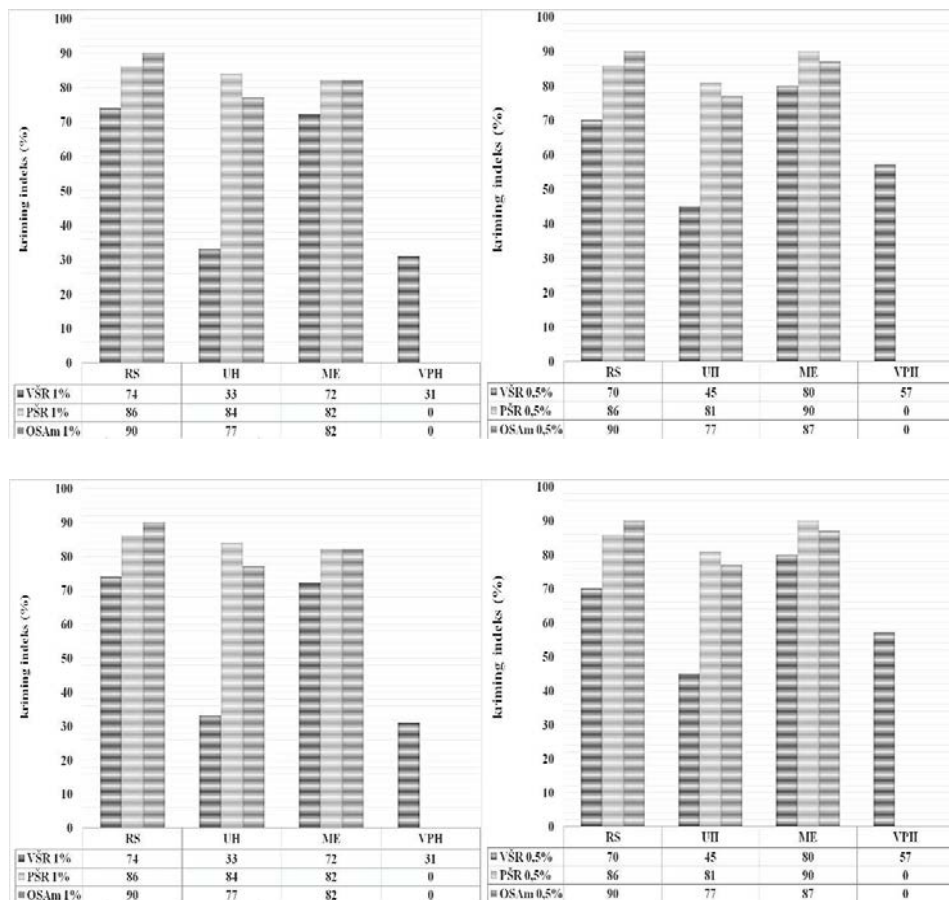
Na slici 1 prikazano je poređenje veličina kapi emulzija dobijenih upotrebom polisaharida u količini od 0,5% i 1% na ukupnu masu emulzije. Takođe, sa prikazanih grafika se može uočiti velika razlika u vrednostima prosečnih prečnika kapi emulzija pri konstantnim uslovima vrste i količine primenjenih polisaharidnih stabilizatora sa promenom tehnike emulgovanja. Primenjena tehnika emulgovanja je imala izuzetno veliki uticaj na vrednosti prosečnih prečnika kapi emulzija, međutim, značajane razlike u datim vrednostima su evidentne i sa promenom koncentracije polisaharida koji se nalazi u emulziji. U emulzijama proizvedenim rotor-stator tehnikom se javlja promena trenda prečnika kapi emulzija sa smanjenjem količine stabilizatora od $P\dot{S}R < OSA_{m} < V\dot{S}R$ (1%) ka $V\dot{S}R < P\dot{S}R < OSA_{m}$ (0,5%). Do pomenutog povećanja prečnika kapi, pri konstantnim uslovima emulgovanja dolazi usled smanjene količine dostupnih makromolekula koji samim tim imaju i manji kapacitet stabilizacije dispergovanih kapi pa je pojava koalescencije češća u sistemu. U uzorcima emulzija stabilizovanih $V\dot{S}R$, ovaj efekat je značajno slabije izražen pri nižim koncentracijama $V\dot{S}R$ usled bolje stabilizacije sistema trodimenzionalnom strukturom koja se formira od strane prisutnih rastvornih, nerastvornih vlakana kao i vezanih proteina (Maravić i sar., 2019).

Međutim, pri upotrebi $V\dot{S}R$ u stabilizaciji emulzija dobijenih visokopritisnim homogenizerom dolazi do značajnog pada vrednosti prosečnog prečnika kapi emulzija sa smanjenjem količine $V\dot{S}R$ u sistemu. Kao što se može videti u tabeli 1, prosečan prečnik kapi emulzija stabilizovanih $V\dot{S}R$ sa količinom ispod 1% se ne razlikuje značajno sa promenom koncentracije (od 10 μm do 12,5 μm) ali sa povećanjem koncentracije $V\dot{S}R$ iznad 1% dolazi do velikog povećanja prečnika kapi emulzija sa dobijenim vrednostima iznad 38 μm . Pretpostavlja se da do ovog povećanja dolazi sa intenzivnijom aglomeracijom prisutnih čestica u izuzezno složenom sistemu ulje-voda- $V\dot{S}R$. Sa postizanjem kritične koncentracije (1%) i delovanjem visokih pritisaka i povišene temperature u toku dispergovanja visokopritisnim homogenizerom dolazi do intenzivnijeg formiranja međumolekulskih veza između $V\dot{S}R$ koje se samim tim međusobno približavaju i kao rezultat formiraju aglomerate. Takvi aglomerati se u procesu merenja veličine kapi emulzija detektuju kao jedna čestica sa daleko većim prosečnim prečnikom od stvarnih prečnika kapi emulzije koje čine formirani aglomerat sa $V\dot{S}R$.



Slika 1. Prečnik kapi emulzija dobijenih upotrebom polisaharida u količini od 0,5% i 1%
Figure 1. Droplet diameter obtained in the emulsions containing 0,5 and 1% w/w of polysaccharides

Na slici 2 prikazane su vrednosti kriming indeksa emulzija dobijenih pri upotrebi različitih tehnika emulgovanja.



Slika 2. Kriming indeks emulzija dobijenih pri upotrebi različitih tehnika emulgovanja
Figure 2. Emulsion creaming index depending on applied emusification technique

Kao što se moglo i očekivati na osnovu rezultata veličine kapi emulzija, emulzije proizvedene ultrazvučnim tretmanom su se pokazale kao najstabilnije u toku skladištenja. U datim uzorcima emulzija nije se pojavilo gravitaciono razdvajanje na slojeve “bogatije” i “siromašnije” uljanom fazom nakon 24h, ni nakon 7 dana skladištenja, već su očitane vrednosti dobijene nakon 30 dana skladištenja emulzija. Ipak, kao što je prikazano na slici 2, promena primenjene tehnike emulgovanja je značajnije manje uticala na konačnu vrednost kriming indeksa u poređenju sa prethodno ispitivanim uticajem na veličinu kapi emulzija. U svim emulzijama u kojima su korišćena VŠR se mogu primetiti mnogo povoljniji rezultati sa nižim stepenom kriminga u toku skladištenja i najjači uticaj na vrednosti kriming indeksa. Ovaj pozitivni uticaj VŠR predstavlja rezultat obrazovanja složene trodimenzionalne strukture biopolimera, kao što je VŠR, u datom sistemu emulzija U/V. Trodimenzionalni matriks igra ulogu glavnog inhibitora kretanja dispergovanih kapi emulzija ka

površini sistema u kojem, iako su kapi emulzije dobijene stabilizacijom VŠR značajno veće, kretanje ovako stabilizovanih kapi u sistemu je veopma ograničeno sternim smetnjama prisutnih polisaharidnih lanaca VŠR.

ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenog istraživanja se može zaključiti da je moguće stabilizovati emulzije tipa ulje u vodi korišćenjem polisaharidnih stabilizatora industrije šećera i skroba upotrebom različitih tehnika emulgovanja. Optimalni rezultati sa stanovišta veličine kapi emulzija su ostvareni upotrebom ultrazvučnog homogenizera sa prečnicima kapi od 0,3 μm do 2,93 μm . Značajno manje vrednosti kriming indeksa su ostvarene u uzorcima u kojima su vlakana šećerne repe uvedena u formulaciju emulzije. Mnogo značajniji uticaj promene primenjene tehnike emulgovanja je primećen u dobijenim vrednostima prosečnog prečnika kapi emulzija u poređenju sa vrednostima kriming indeksa.

Zahvalnica

Prikazani rezultati predstavljaju deo doktorske disertacije pod nazivom „Stabilizujući efekat polisaharidnih jedinjenja industrije šećera u proizvodnji emulzija” autora Nikole Maravića. Ovaj rad je podržan od strane republičkog Ministarstva za prosvetu nauku i tehnološki razvoj preko projekta TR 31014.

LITERATURA

1. Agama-Acevedo, E., Bello-Perez, L. A. (2017). Starch as an emulsions stability: the case of octenyl succinic anhydride (OSA) starch. *Current Opinion in Food Science*, 13, 78-83.
2. Đaković, Lj. (1985). Koloidna hemija. Tehnološki fakultet u Novom Sadu, Zavod za izdavanje udžbenika u Novom Sadu.
3. Dokić, P. (2005). Emulzije, pene, aerosoli. WUS Austrija. Novi Sad
4. Dokić, P., Dokić, L., Dapčević, T., & Krstonošić, V. (2008). Colloid characteristics and emulsifying properties of OSA starches. *Colloids for nano-and biotechnology*, 48-56.
5. Floury, J., Desrumaux, A., Lardieres, J. (2000). Effect of high-pressure homogenization on droplet size distributions and rheological properties of model oil-in-water emulsions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 1 (2), 127-134.
6. Maravić, N., Šereš, Z., Dokić, Lj., Pajin, B., Šoronja Simović, D., Fišteš, A., Kukić, D., Nikolić, I. (2016). Uticaj primenjene tehnike emulgovanja na osobine emulzija tipa ulje u vodi, 57. Savetovanje industrije ulja Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, 19-24. jun, 197-204.
7. Maravić, N., Šereš, Z., Nikolić, I., Dokić, P., Kertesz, S., Dokić, L. (2019). Emulsion stabilizing capacity of sugar beet fibers compared to sugar beet pectin and octenyl

succinate modified maltodextrin in the production of O/W emulsions: individual and combined impact. *LWT - Food Science and Technology*, 108, 392-399.

8. McClements, D. J. (1999). *Food emulsions: Principles, practice and techniques*. Boca Raton, London: CRC Press.
9. Patist, A., Bates, D. (2008). Ultrasonic innovations in the food industry: From the laboratory to commercial production. *Innovative food science & emerging technologies*, 9 (2), 147-154.

UTICAJ TEHNOLOŠKIH FAKTORA NA FIZIČKE I SENZORSKE KARAKTERISTIKE HUMUS NAMAZA OD LEBLEBIJA

*Ivana Nikolić, Milena Subotić, Ljubica Dokić, Aleksandar Takači, Zita Šereš,
Dragana Šoronja-Simović, Nikola Maravić*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

Tradicionalni humus namaz dobija se mlevenjem kuvanih leblebija uz dodatak susamove paste (tahinija), maslinovog ulja, limunovog soka i začina. Humus namaz je bogat izvor prehrambenih vlakana, polinezasićenih masnih kiselina, vitamina A, E i C, folata, Mg, K i Fe. U ovom radu posmatrana su reološka, teksturna i senzorska svojstva humus namaza određene recepture u zavisnosti od promenljivih tehnoloških faktora tokom proizvodnje, sa ciljem da se ostvari maksimalni kvalitet finalnog proizvoda.

Ključne reči: humus namaz, tehnološki faktori, reologija, tekstura, senzorika

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON PHYSICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF HUMMUS SPREAD FROM CHICKPEAS

ABSTRACT

Traditional hummus spread is obtained by cooked and meshed chickpeas, blended with tahini, olive oil, lemon juice and spices. Hummus spread is a rich source of dietary fibers, polyunsaturated fatty acids, vitamins A, E and C, folate, Mg, K and Fe. In this work, the influence of different technological factors on rheological, textural and sensory properties of hummus spreads made by certain recipes were observed, with the aim to achieve the maximum quality of final product.

Key words: hummus spreads, technological factors, rheology, texture and sensory properties

UVOD

Leblebija (*Cicer arietinum* L.) je jedna od najstarijih i najrasprostranjenijih leguminoza, obično u tropskim i suptropskim područjima. Seme leblebije je

okruglasto i krupno, slično semenu soje i graška, svetlosmeđe boje i specifično po visokom sadržaju ugljenih hidrata (~47%) i proteina (~23%). Skrob je najzastupljenija ugljenohidratna komponenta u semenu leblebija, zauzimajući oko 83,9%. Takođe su prisutni biljno ulje (4–5%), celuloza (3–5%), vitamini B grupe (piridoksin, riboflavin, tiamin i niacin), minerali (Na, K, Ca, Mg, P, Mn, Zn, Cu, Fe, Se), esencijalne aminokiseline (izoleucin, lizin, fenilalanin, tirozin, triptofan), karotenoidi, flavonoidi, fenoli i antioksidanti (Alajaji i El-Adawy, 2006; Thavarajah i Thavarajah, 2012; Attia i sar., 1994). Leblebija se konzumira kuvana ili pečena, samostalno ili u kombinaciji sa nekim drugim namirnicama. Najkomercijalnija primena leblebije je u proizvodnji sve popularnijeg humus namaza, koji je u početku bio namenjen uglavnom vegetarijancima. Tradicionalni humus namaz, koji je poreklom sa Bliskog Istoka, dobija se od kuvanih, samlevenih leblebija, pomešanih sa tahini pastom (susamova pasta), maslinovim uljem, limunovim sokom, belim lukom i začinima. Prema tome, humus je izuzetan izvor proteina, vlakana, polinezasićenih masnih kiselina, vitamina, minerala, posebno folata, kalcijuma, magnezijuma i kalijuma. Četiri kašike (~ 100 kcal) tradicionalnog humus namaza dnevno nadoknađuje oko 2 šolje leguminoza nedeljno i oko 25 g prehrambenih vlakana. Humus takođe sadrži bioaktivne komponente kao što su fitinska kiselina, steroli, tanini, karotenoidi, i drugi polifenoli. Nekoliko studija potvrđuje pozitivan uticaj konzumacije humusa na kontrolu težine, na kontrolu nivoa glukoze, insulinskog odgovora, pozitivan uticaj na kardiovaskularne bolesti i kancer (Wallace i sar., 2016).

Cilj ovog rada je da se ispita uticaj tehnoloških parametara na fizičke i senzorske osobine humus namaza. Posmatrana su reološka, teksturna i senzorska svojstva humus namaza određene recepture u zavisnosti od promenljivih tehnoloških faktora tokom proizvodnje, a sve sa ciljem da se ostvari maksimalni kvalitet finalnog proizvoda.

MATERIJALI I METODE RADA

Tokom eksperimentalnog rada korišćeni su: leblebije 55,3%, voda 22,6%, susamova pasta 14%, repičino ulje 4,9%, začini i ekstrakti začina 1,5%, kuhinjska so, limunska kiselina, regulator kiselosti (natrijum bikarbonat), konzervans (kalijum sorbat). Namazi su pripremani u kuhinjskom blenderu usitnjavanjem i homogenizacijom sastavnih komponenata tokom 15 minuta. Nakon toga namazi su izliveni u odgovarajuću polipropilensku ambalažu (PP 5) i hermetički zatvoreni pomoću varilice. Zatim su pasterizovani u vodenom kupatilu na 85°C u trajanju od 20 minuta.

Sastav prva tri uzorka namaza bio je različit. Uzorak 1 činili su sveže kuvane leblebije i bujon dobijen kuvanjem leblebija uz sadržaj preostalih komponenata namaza. Uzorak 2 je napravljen od svežih kuvanih leblebija i vode, a uzorak 3 od zamrznutih kuvanih leblebija i kombinacije voda/led uz preostale zajedničke komponente namaza. Kuvanjem i zamrzavanjem leblebija omogućava se veća i stalna dostupnost sirovine tokom procesa proizvodnje, pa je uticaj primene zamrznutih kuvanih leblebija na osobine namaza ispitan sa ciljem povećanja efikasnosti

proizvodnje namaza. Uzorci 4, 5, 6 i 7 pripremani su samo sa zamrznutim kuvanim leblebijama, a razlikovali su se po sadržaju kombinacije voda/led koja je bila 24%, 28%, 32% i 36%, respektivno. Promena sadržaja vodene faze u sastavu namaza posmatrana je sa ciljem da se otkloni specifično svojstvo namaza da puca po površini nakon faze pasterizacije i tokom hlađenja.

Nakon pripreme uzorci namaza su analizirani reološkim, teksturnim i senzorskim metodama. Reološkim merenjima definisane su krive proticanja namaza i viskoelastična svojstva namaza. Krivama proticanja namaza opisani su reološki parametri prinosni napon τ_0 (Pa) i površina histerezijske petlje A_0 (Pa/s). Viskoelastična svojstva namaza definisana su modulima elastičnosti G' i modulima viskoznosti G'' i njihovim odnosom, veličinom $\tan \delta = G''/G'$. Sva merenja izvedena su na rotacionom viskozimetru Haake RheoStress RS600 (Thermo Electron Corporation, Karlsruhe, Germany) mernim priborom ploča–ploča PP60 Ti (prečnik ploča je 60 mm, a zazor između ploča 1 mm).

Teksturnim merenjima određeni su čvrstoća namaza, rad smicanja, lepljivost i rad adhezije. Primenjena je metoda teksturnog određivanja namaza *Spreadability/Softness of spread*, pomoću uređaja Texture Analyser TA.HD Plus (Stable Micro Systems, Godalming, UK).

Senzorske karakteristike namaza analizirane su kvantitativnom deskriptivnom metodom (QDA metoda) uz adekvatne uslove određivanja definisane ISO standardima. Kodirani uzorci su analizirani u odgovarajućim uslovima (ISO 8589, 2007) od strane šestočlanog ekspertskog panela (ISO 8586-2, 2008) primenom numeričke skale sa sedam nivoa ocena za svaku senzorsku karakteristiku (ISO 4121, 2003). Senzorski parametri za izgled bili su ujednačenost boje, svetloća, intenzitet boje i izgled površine. Senzorski parametri za teksturu namaza bili su tvrdoća, mazivost, adhezivnost i zrnavost. Pored mirisa, ukusa, slanosti i kiselosti, koji su određeni oflaktorno, na kraju senzorske analize ocenjena je i opšta prihvatljivost namaza.

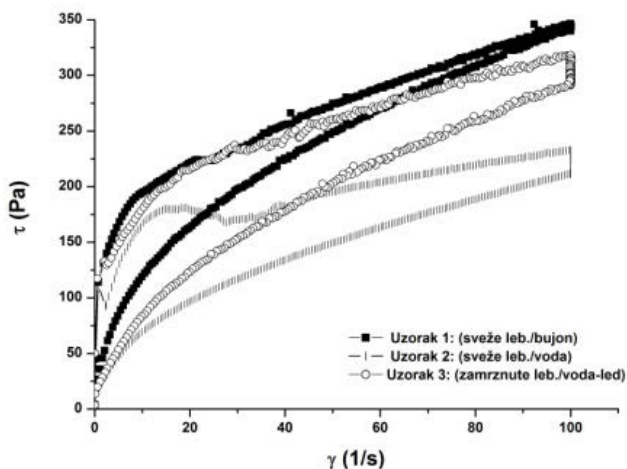
Korišćene statističke metode analize dobijenih rezultata su ANOVA sa pragom značajnosti 0,05%, a statistički značajne razlike utvrđene su primenom Tuckey post hoc testa, takođe sa pragom značajnosti od 0,05 %. Približavanje senzorskih karakteristika namaza optimalnim željenim vrednostima utvrđeno je primenom funkcije rangiranja, koja je formirana na sledeći način:

$$f(\omega_i, s_i) = \sum_{i=1}^{13} \omega_i \cdot s_i \quad (1)$$

gde je ω_i relativna značajnost date karakteristike u odnosu na druge karakteristike (1 je maksimum, a 0 minimum); a s_i je srednje kvadratno odstupanje aritmetičke sredine u odnosu na optimalnu vrednost. Između pojedinih promenljivih određena je i međusobna linearna zavisnost i izražena Pirsonovim koeficijentom korelacije– r , primenom softverskog paketa Statistica 12.0 (Statsoft, Tulsa, USA).

REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom reološke analize uzoraka humus namaza ispitana su prvo svojstva proticanja namaza različitog sastava, uzorci 1, 2 i 3. Krive proticanja ova tri posmatrana uzorka prikazane su na slici 1.



Slika 1. Krive proticanja humus namaza u zavisnosti od sastava
Figure 1. Flow curves of the hummus spreads dependent on composition

Sve tri krive obrazovale su karakterističnu histerezijsnu petlju i ukazale na tiksotropni tip proticanja namaza. Ovaj tip proticanja specifičan je za mazive prehrambene sisteme, čija se struktura postepeno narušava tokom delovanja sile, ali ima izuzetnu sposobnost oporavka sistema nakon prestanka dejstva sile. Površina histerezijsne petlje A_0 ima dimenzije energije potrebne za razrušavanje strukture sistema (Ghannam i Esmail, 1997). Prinosni napon τ_0 je minimalan napon potreban sistemu da bi počeo da protiče (Ghannam i Esmail, 1997) (tabela 1). Kod uzorka 2 se prinosni napon statistički značajno razlikuje od prinosnih napona uzoraka 1 i 3, odnosno ovaj namaz pruža manji otpor proticanju u odnosu na ostala dva namaza. Površina histerezijsne petlje uzorka 3 statistički značajno odstupa od površine petlje uzoraka 1 i 2 i ukazuje na veći stepen uređenosti i na jaču strukturu sistema.

Viskoelastična priroda namaza definisana je parametrom $\tan \delta$ i pokazuje zastupljenost elastičnih, G' , i viskoznih, G'' , komponenti sistema. Kod svih namaza odnos ovih komponenta sistema, odnosno $\tan \delta$ je manji od 1 i ukazuje na dominaciju elastične komponente. Takođe, nije uočena statistički značajna razlika parametra $\tan \delta$ između posmatranih uzoraka namaza.

Na osnovu reološkog posmatranja ova tri uzorka namaza različitog sastava može se uočiti da se radi o mazivim prehrambenim sistemima sa tiksotropnim tipom proticanja, slične viskoelastične prirode u kojoj dominira elastična komponenta.

Tabela 1. Reološki parametri humus namaza različitog sastava**Table 1.** Rheological parameters of hummus spreads with different composition

Uzorak Sample	Prinosni napon, τ_0 (Pa) $\pm$ SD	Površina, A_0 (Pa/s) $\pm$ SD	Tan $\delta \pm$ SD
1	3,91 $\pm$ 0,65 ^a	4914 $\pm$ 259,91 ^a	0,191 $\pm$ 0,005 ^a
2	2,21 $\pm$ 0,26 ^b	5513 $\pm$ 295,24 ^a	0,196 $\pm$ 0,003 ^a
3	3,65 $\pm$ 0,61 ^a	9714 $\pm$ 162,30 ^b	0,190 $\pm$ 0,001 ^a

^{a,b} različita slova u superskriptu označavaju statistički značajnu razliku pri $p=0,05$

Teksturane karakteristike ovih namaza prikazane su u tabeli 2. Statistička analiza nije pokazala izraženu razliku između ovih karakteristika sistema i većina posmatranih parametara je međusobno bliska. Na osnovu toga se može uočiti da način pripreme leblebija nema značajnog uticaja na teksturu namaza, kao ni priprema i sastav vodene faze koja ulazi u recepturu namaza. To znači da se primenom zamrznutih kuvanih leblebija u proizvodnji obezbeđuje elastična, ojačana struktura namaza potvrđena reološkom analizom, a da se pri tome ne umanjuju teksturne karakteristike namaza i istovremeno se povećava efikasnost proizvodnje usled stalne dostupne skuvane leblebije.

Tabela 2. Teksturane karakteristike humus namaza različitog sastava**Table 2.** Textural characteristics of hummus spreads with different composition

Uzorak Sample	Čvrstoća Firmness (g)	Rad smicanja Work of shear (gsec)	Lepljivost Stickiness (g)	Rad adhezije Work of adhesion (gsec)
1	553,23 $\pm$ 65,26 ^a	487,72 $\pm$ 60,45 ^{ab}	-553,67 $\pm$ 59,08 ^a	-176,65 $\pm$ 18,81 ^a
2	451,94 $\pm$ 28,04 ^a	391,91 $\pm$ 25,10 ^a	-442,59 $\pm$ 23,78 ^a	-139,52 $\pm$ 8,23 ^a
3	562,63 $\pm$ 32,26 ^a	529,73 $\pm$ 20,77 ^b	-535,425 $\pm$ 23,92 ^a	-161,13 $\pm$ 11,23 ^a

^{a,b} različita slova u superskriptu označavaju statistički značajnu razliku pri $p=0,05$

Primenom funkcije optimizacije na ocene senzorskih karakteristika namaza uzoraka 1, 2 i 3 prikazanih u tabeli 3 uočava se izdvajanje uzorka 3. Vrednost funkcije rangiranja za ovaj namaz je najmanja ($f=0,3167$) u odnosu na uzorke 1 i 2 ($f=1,9889$ i $f=1,5792$). Manja vrednost funkcije indikuje vrednosti bliže optimalnim vrednostima. Na osnovu toga namaz napravljen od zamrznutih leblebija i kombinacije voda/led uz ostale sastavne komponente namaza ispoljio je najbolje senzorske karakteristike.

Tabela 3. Senzorske osobine humus namaza različitog sastava
Table 3. Sensory properties of hummus spreads with different composition

Senzorske osobine (faktori značajnosti) Sensory properties (factor of significance)	Ocene senzorskih osobina Scores for sensory properties			Optimalne vrednosti Optimal values
	Uzorak Sample			
	1	2	3	
Ujednačenost boje (1)	7	7	7	7
Svetloća (0,5)	3,83	4	4	4
Intenzitet boje (0,5)	3	3,17	3,17	3
Površina (1)	5,83	6,83	6,83	7
Tvrdoća (1)	4	3,42	3,83	4
Mazivost (1)	3,83	3,33	3,83	4
Adhezivnost (0,7)	4	3,83	4	4
Zrnavost*	2	2	2	/
Miris (1)	7	6,67	6,5	7
Ukus (1)	7	6,5	7	7
Slanost (0,7)	4	4	4	4
Kiselost (0,7)	5	4,17	4	4
Prihvatljivost (1)	6,83	6,33	7	7

* zrnavost nema optimalnu vrednost i određena je na skali od 1 (glatko) do 7 (zrnavo)

U daljem radu kao osnovna sirovina u proizvodnji namaza korišćene su zamrznute kuvane leblebije, a varirana je količina vodene faze odnosno kombinacije voda/led, kako bi se utvrdio optimalan sadržaj vodene komponente u namazu koji će sprečiti pojavu pucanja površine namaza tokom vremena.

Tabela 4. Reološki parametri humus namaza sa različitim sadržajem vode
Table 4. Rheological parameters of hummus with different amount of water

Uzorak Sample	Prinosni napon, τ_0 (Pa) $\pm$ SD	Površina, A_0 (Pa/s) $\pm$ SD	Tan $\delta \pm$ SD
4 (24% vode)	3,51 $\pm$ 0,27 ^a	9645 $\pm$ 273,12 ^a	0,212 $\pm$ 0,01 ^a
5 (28% vode)	4,06 $\pm$ 0,26 ^b	4518,33 $\pm$ 121,63 ^c	0,209 $\pm$ 0,011 ^a
6 (32% vode)	3,54 $\pm$ 0,11 ^{ab}	2961 $\pm$ 74,94 ^d	0,201 $\pm$ 0,005 ^a
7 (36% vode)	3,37 $\pm$ 0,16 ^a	4052 $\pm$ 70,08 ^b	0,192 $\pm$ 0,003 ^a

^{a,d} različita slova u superskriptu označavaju statistički značajnu razliku pri p=0,05

Reološke analize ovih namaza sa različitim sadržajem vode pokazale su da se radi takođe o mazivim viskoelastičnim sistemima sa tiksotropnim tipom proticanja i relativno istim odnosom zastupljenosti elastične i viskozne komponente u sistemu. Promena sadržaja vode uticala je na stepen uređenosti sistema i konzistenciju namaza, koja ima tendenciju opadanja sa povećanjem sadržaja vode (tabela 4). Međutim, porast sadržaja vode izuzetno se odrazio na teksturne osobine namaza, odnosno na opadanje njihovih vrednosti (tabela 5).

Tabela 5. Teksturane karakteristike humus namaza sa različitim sadržajem vode
Table 5. Textural characteristics of of hummus with different amount of water

Uzorak Sample	Čvrstoća Firmness (g)	Rad smicanja Work of shear (gsec)	Lepljivost Stickiness (g)	Rad adhezije Work of adhesion (gsec)
4	562,63±32,26 ^a	529,73±20,77 ^a	-535,425±23,92 ^a	-161,13±11,23 ^a
5	385,50±32,55 ^c	356,20±34,06 ^c	-354,07±28,26 ^c	-115,19±8,68 ^c
6	162,92±10,74 ^b	139,05±13,29 ^b	-149,19±9,88 ^b	-53,36±3,54 ^b
7	147,77±10,52 ^b	135,19±14,91 ^b	-133,10±8,76 ^b	-51,40±3,97 ^b

^{a,b} različita slova u superskriptu označavaju statistički značajnu razliku pri p=0,05

Funkcije optimizacije senzorskih svojstava ovih namaza izdvojile su namaz čije su senzorske osobine bile najbliže optimalnim željenim svojstvima. Funkcije rangiranja za posmatrane uzorke su: za uzorak 4 $f=0,2917$, za uzorak 5 $f=0,0694$, za uzorak 6 $f=1,575$, i za uzorak 7 $f=11,9805$. Na osnovu toga izdvojen je uzorak sa 28% vodene faze, jer su njegove senzorske osobine ocenjene najvišim ocenama (tabela 6). Takođe, utvrđena je relativno visoka korelacija između senzorski i instrumentalno određenih parametara teksture namaza ($r=0,7252-0,7615$), što definiše instrumentalno izmerene teksturne veličine uzorka 5 optimalnim (čvrstoća, rad smicanja, lepljivost i rad adhezije). Slična korelacija dobijena je i sa reološkim parametrima ($r=0,6538-0,7415$). Pri ovim tehnološkim parametrima reologije i teksture namaza, definisanim za uzorak 5, mogu se ostvariti optimalne senzorske osobine namaza.

Tabela 6. Senzorske osobine humusa namaza sa različitim sadržajem vode
Table 6. Sensory properties of hummus with different amount of water

Senzorske osobine (faktori značajnosti) Sensory properties (factors of significance)	Ocene senzorskih osobina uzoraka Scores for sensory properties of samples				
	Uzorak Sample				Optimalne vrednosti Optimal values
	4 (24%)	5 (28%)	6 (32%)	7 (36%)	
Ujednačenost boje (1)	7	7	7	6,83	7
Svetloća (0,5)	4	3,83	4	4,33	4
Intenzitet boje (0,5)	3,17	3,33	3,83	3,83	3
Površina (1)	6,83	7	7	7	7
Tvrdoća (1)	3,83	4	3,17	2,33	4
Mazivost (1)	3,83	4	3,17	2,17	4
Adhezivnost (0,7)	4	4	4	3,67	4
Zrnavost*	2	3	2,33	2	/
Miris (1)	6,5	7	7	6	7
Ukus (1)	7	7	7	6,33	7
Slanost (0,7)	4	4	4	4	4
Kiselost (0,7)	4	4	4	4	4
Prihvatljivost (1)	7	7	6,33	4,83	7

* zrnavost nema optimalnu vrednost i određena je na skali od 1 (glatko) do 7 (zrnavo)

ZAKLJUČAK

U proizvodnji humusa se mogu primeniti zamrznute kuvane leblebije sa ciljem povećanja efikasnosti proizvodnje. Udeo vodene faze u recepturi namaza treba da je 28% sa ciljem ostvarivanja adekvatnog kvaliteta finalnog proizvoda nakon svih faza proizvodnje. Time se dobija izuzetno nutritivno i biološki vredan funkcionalni prehrambeni proizvod željenih senzorskih svojstava.

Zahvalnica

*Ovaj rad je urađen u okviru Projekta pod nazivom **Razvoj novih funkcionalnih konditorskih proizvoda na bazi uljarica (TR 31014)** finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoj Republike Srbije. Autori izuzetno zahvaljuju kompaniji DTD Ribarstvo d.o.o., Bački Jarak, na obezbeđenim sirovinama za eksperimentalni rad.*

LITERATURA

1. Alajaji, S.A., El-Adawy, T.A. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 806–812.
2. Attia, R.S., El-Tabey Shehata, A. M., Aman, M. E., Hamza, M. A. (1994). Effect of cooking and decortication on the physical properties, the chemical composition and the nutritive value of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chemistry*, 50, 125-131.
3. Ghannam, M.T., Esmail, M.N. (1997). Rheological properties of carboxymethyl cellulose, *Journal of Applied Polymer Science*, 64 (2), 289–301.
4. ISO 4121 (2003). Sensory analysis—Guidelines for the use of quantitative response scales. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization (ISO).
5. ISO 8586-2 (2008). Sensory analysis—General guidance for the selection, training and monitoring of assessors-Part 2: Expert sensory assessors. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization (ISO).
6. ISO 8589 (2007). Sensory analysis—General guidance for the design of test rooms. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization (ISO).
7. Thavarajah, D., Thavarajah, P. (2012). Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) micronutrient composition: Biofortification opportunities to combat global micronutrient malnutrition. *Food Research International*, 49, 99–104.
8. Wallace, T.C., Murray, R., Zelman, K.M. (2016). The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. *Nutrients*, 8, 766, doi:10.3390/nu8120766.

MASNO KISELINSKI SASTAV MESA SVINJA ČISTE RASE VELIKA BELA I MELEZA BELE MANGULICE SA DUROKOM

Vladimir Tomović¹, Radoslav Šević², Marija Jokanović¹, Branislav Šojić¹,
Snežana Škaljac¹, Mila Tomović³, Maja Ivić¹

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

²Grupa Univerexport, Bačka a.d., Industrija mesa, Bačka Palanka, Srbija

³Tehnička škola Pavle „Savić”, Novi Sad, Srbija

IZVOD

U ovom radu je određen masno kiselinski sastav mesa (*M. longissimus lumborum*) svinja čiste rase Velika Bela (VB, n=20) i meleza Bele Mangulice sa Durokom (BM×D, n = 20). Sve svinje su odgajane u savremenoj farmi do telesne mase od oko 150 kg. Ukupno je određen sadržaj 22 masne kiseline. Meso svinja VB sadrži više kaprinske, undekanske, miristinske, margarinske, stearinske, linolne i arahinske masne kiseline, dok meso meleza BM×D sadrži više elaidinske masne kiseline.

Ključne reči: masne kiseline, meso, Velika Bela, Bela Mangulica × Durok, svinje

ACIDS FATTY COMPOSITION OF MEAT FROM PUREBRED LARGE WHITE AND CROSSBRED OF WHITE MANGULICA WITH DUROC PIGS

ABSTRACT

In this paper fatty acids compositions of meat (*M. longissimus lumborum*) from purebred Large White (LW, n=20) and crossbred of White Mangalica with Duroc (WM×D, n = 20) pigs were determined. All animals were raised in a modern farm and were slaughtered at a body weight of about 150 kg. A total of 22 fatty acids was determined. Pork from LW had higher content of capric, undecanoic, myristic, margaric, stearic, linoleic and arachidic fatty acids, while pork from WM×D had higher content of elaidic fatty acid.

Key words: fatty acids, meat, Large White, White Mangulica × Duroc, Pigs

UVOD

Oplemenjivanje podrazumeva rad čoveka na poboljšanju postojećih i stvaranju novih linija, hibrida i rasa životinja, a s ciljem da se zadovolje potrebe ljudi (Vidović, 1993). Glavna svojstva na koja se vrši oplemenjivanje su: a) oplemenjivanje na povećanje reproduktivne sposobnosti priplodnih životinja u jedinici vremena, b) oplemenjivanje na povećanje proizvodnih sposobnosti kod važnijih kvantitativnih svojstava (meso, mleko, vuna, jaja itd), c) oplemenjivanje u pravcu povećanja otpornosti prema bolestima i stresovima, d) oplemenjivanje na efikasnije tj. ekonomičnije iskorišćavanje hrane i e) oplemenjivanje na stvaranje takvih rekombinacija gena, odnosno genotipova koje su ekstremne (Vidović, 1993). Ukrštanje ili hibridizacija je parenje individua iz različitih populacija koje mogu biti sojevi, linije, rase ili vrste. Životinje koje nastaju kao rezultat ukrštanja zovu se ukrštene životinje ili melezi, a konačan produkt hibridi (Vidović, 1993). Sistematsko, odnosno regularno, ukrštanje oplemenjivači svinja koriste radi: a) proizvodnje heterozisa (različiti tipovi heterozisa i stoga je važno koje šeme ukrštanja odabrati, jer je nivo heterozisa različit), b) proizvodnje varijabilnosti, pre svega genetske varijabilnosti, neophodne za uspeh selekcije tj. genetski progres, c) stvaranja novih linija i rasa neophodnih u proizvodnji svinjskog mesa i d) potrebnih oglada za naučna i stručna istraživanja (Vidović i sar., 1994).

Velika Bela svinja se u svetu, a i kod nas, smatra najznačajnijom plemenitom rasom. Nastala je u grofoviji Jorkšir ukrštanjem stare Keltske svinje s Malim Jorkširom. Rasa je prvi put prikazana na stočarskoj izložbi 1851. godine. Rahelić (1984) za ovu rasu kaže da je to svinja dugačkog, širokog i dubokog trupa, sa dubokim i širokim leđima i sapima, tako da trup uhranjene životinje poprima cilindričan oblik. Sapi su gotovo horizontalne i dugačke, pa su butovi puni, široki i okruglasti i spuštaju se nisko sve do skočnog zgloba. Na tako razvijenim butovima velik je i prinos mišića. Plečke su takođe široke i velike. Vrat je dosta dugačak, ali širok i jak. Glava je relativno krupna s prelomljenim profilom i kratke gubice. Uši su joj velike i štrče prema napred. Noge su joj srednje visine, ali čvrste i snažnih kostiju. Eksterijer rase karakteriše potpuno bela boja kože i bela, ravna, dosta fina i ne odviše gusta čekinja. Plodnost je veoma dobra, a rasa je velike otpornosti. Prasad su pri rođenju relativno sitna, ali vrlo brzo rastu i s dva meseca dostižu masu od 20 kg, kada se stavljaju u tov. Veliku Belu svinju karakteriše brz porast, nizak utrošak hrane za kg prirasta, izvanredan kvalitet polutki i visok prinos mesa. Tov traje najčešće četiri meseca, kada svinje dostižu masu oko 100 kg. U programu oplemenjivanja se koristi uglavnom za proizvodnju F1 nazimica i krmača i to, uglavnom, kao majčina linija. Fertilitnost i majčina sposobnost je veoma dobra (više od deset prasadi u leglu). U kombinaciji sa Landrasom daje izvanredne F1 nazimice i krmače odličnih proizvodnih sposobnosti (Vidović i sar., 1994).

Najraniji opisi Mangulice pominju dva soja: Belu i Crnu Mangulicu, da bi vremenom nastalo pet sojeva: Blond ili Bela, Crna, Lasasta, Braon ili Baris i Crvena Mangulica. Blond ili Bela Mangulica najdominantniji je soj nastao ukrštanjem male stare mađarske Alföldi svinje i srpske svinje Šumadinka, a kasnije se ukrštanje

nastavlja sa Szalonta i Bakony svinjama. Ukrštanjem belog i crnog soja (nastalog ukrštanjem sa hrvatskom Syrmium/Szeremier svinjom) nastaje Lasasta Mangulica. Ovaj dvobojni soj je pokazao veću otpornost na bolesti i manju zahtevnost uslova držanja. Crvena Mangulica je nastala u drugoj polovini 19-tog veka ukrštanjem Bele Mangulice i Szalonta svinje. Kvalitet mesa i performanse tova su poboljšane, a karakteristike su ostale veoma slične Beloj Mangulici. Osnovne odlike Mangulice su da im je glava srednje duga, profil njuške pomalo savijen, uši srednje velike, padaju napred prekrivajući predeo lica oko očiju. Linija leđa može biti ili prava ili blago savijena. Tipično za ovu rasu je obraslost gustim, dugačkim i uvijenim čekinjama. Na osnovu karakteristične prekrivenosti čekinjama u germanskom govornom području je nazivaju Wollschwein ili „Vunasta svinja”. Koža životinja je sivo crna, nešto svetlija kod belog soja, a spoljni delovi tela, usta i ivice nosa, grudi i papci su crno pigmentisani. Mangulicu odlikuju snažne kosti, snažna muskulatura, minduše na vratu i kuštrav rep sa kičankom. Prasići su obeleženi prugama sličnim prasićima divljih svinja, a pruge se gube posle 10. dana kod belog soja i posle 3-4 nedelje kod Lasaste Mangulice. Mangulica je kasnostasna rasa, sporog prirasta i relativno visoke konverzije hrane. Bez dodatne prehrane dostižu masu od oko 80 kg za godinu dana. Adekvatnim prehranjivanjem životinje dostižu masu od 200 kg i više. Mangulica je jedna od masnijih rasa svinja na svetu jer čak 65-70% polutke čini masno tkivo. Krto meso čini svega 30-35% u poređenju sa više od 50% koliko čini kod savremenih (modenih) rasa svinja. Takođe, meso Mangulica spada u grupu mesa sa većim sadržajem masti. Međutim, kvalitet mesa, ukus i tekstura su na veoma visokom nivou. Debljina masnog tkiva na leđima je oko 6 cm, ali nakon dostizanja telesne mase od 120 kg kod krmača i 140 kg kod nerastova dalji prirast se ostvaruje prevashodno stvaranjem masnih naslaga i tada pri ograničenom kretanju dostižu i do 250-300 kg, a debljina masnog tkiva na leđima dostigne i do 25 cm (Egerszegi i sar., 2003; http://www.tt-group.net/fotogalerije/etno_kuca_Ivanov/mangulice.htm).

Durok je rasa svinja koja potiče iz SAD, odakle je uvezena u većinu evropskih zemalja. Srpski Durok poreklom je iz Velike Britanije, SAD, Kanade i Danske (Vidović i sar., 1994). Rasa je karakteristična po crvenkasto mrkoj boji čekinja, različitih nijansi. Dlaka ovih svinja je ravna, glatka i sjajna. Uši us kratke, uspravne i u prednjem delu malo povijene napred. Glava je dosta široka i kratke njuške (Radović i Radović, 2000). Svinje rase Durok odlikuju se izvanredno visokim prinosom mesa u polutkama, visokom efikasnošću iskorišćavanja hrane, snažnom konstitucijom, visokim i jakim nogama i velikom dužinom trupa (Vidović i sar., 1994). Durok se u programima oplemenjivanja koristi kao terminalna rasa nerastova, pri parenju sa F1 krmačama, ili za proizvodnju hibridnih, tzv. sintetskih F1 nerastova i to uglavnom sa Hempširom, Velikom Belom i Pietrenom (ali veoma obazrivo usled stres osetljivosti koju rasa Pietren poseduje i svakako mogućih posledica). Takvi tovljenici brže rastu, manje troše hrane, imaju više mesa u polutkama i otporniji su na bolesti (Vidović i sar., 1994). Ukrštanje primitivnih rasa svinja (Mangulice) sa svinjama rase Durok predstavlja jedno od najpolularnijih ukrštanja primitivnih (autohtonih) rasa svinja sa modernim rasama svinja (Robina i sar., 2013; Franco i sar., 2014), s obzirom da

Durok, u poređenju sa drugim modernim rasama svinja, ima primetno visok sadržaj masti u mesu u odnosu na količinu potkožne masti (Wood i sar., 2008).

Masti se u mesu nalaze: intramuskularno (unutar mišića) - u vidu masnih kapljica (inkluzija) u sarkoplazmi, između mišićnih vlakana u endomizijumu i između mišićnih snopova u perimizijumu (mramoriranost) i ektramuskularno (između mišića) (Rede i Petrović, 1997). Triacilglicerol, koji se sastoji od masnih kiselina i glicerola, je forma u kojoj se masti uglavnom javljaju u životinjskim tkivima. Fosfolipidi su uglavnom sadržani u strukturnim mastima. Takođe, masti sadrže i manje količine drugih komponenata, na primer, slobodne masne kiseline, voskove, mono- i diacilglicerole, sterole i vitamine rastorljive u mastima (Leth, 2004). Generalno, glavni izvori varijabilnosti kvaliteta mesa su velika raznolikost zemljišta i klimatskih uslova (geografska varijabilnost), sezona, fiziološko stanje i starost životinje, kao i vrsta i rasa (Greenfield i Southgate, 2003). Takođe, značajan uticaj na kvalitet mesa imaju i pol, ishrana, anatomska regija trupa, uslovi i način držanja na farmi, zdravstveno stanje, uslovi predklanja, postupak omamljivanja, uslovi na liniji obrade trupa, hlađenje i uslovi skladištenja (Rede i Petrović, 1997; Rosenvold i Andersen, 2003; Olsson i Pickova, 2005; Lawrie i Ledward, 2006). Od svih navedenih faktora, na sastav masti, odnosno na masno kiselinski sastav svinjskog mesa najveći uticaj imaju ishrana i starost životinja, kao i rasa, odnosno genotip (Smith i sar., 2004; Wood i sar., 2008). Biološka vrednost masti u mesu zavisi prvenstveno od sadržaja esencijalnih masnih kiselina (linolna, alfa-linolenska, arahidonska) (Rede i Petrović, 1997). Sadržaj i sastav masti utiče i na senzorski kvalitet, odnosno na miris, ukus i teksturu mesa (Smith i sar., 2004).

Cilj ovog rada je bio da se utvrdi uticaj genotipa svinja (čista rasa: Velika Bela - plemenita rasa i melezi Bele Mangulice sa Durokom), odgajanih u istim intenzivnim farmskim uslovima do telesne mase od oko 150 kg, na masno kiselinski sastav jednog od najreprezentativnijih mišića (*M. longissimus lumborum*) svinja.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovom radu obavljena su ispitivanja na dva različita genotipa svinja (čista rasa: Velika Bela - VB, n=20, i melezi Bele Mangulice sa Durokom, n=20) čija je starost pre žrtvovanja prosečno bila: 244 i 364 dana, redom. Svinje su odgajane (hranjene) u intenzivnom farmskom sistemu do prosečne telesne mase od oko 150 kg. Sastav i kvalitet upotrebljene hrane u toku toga bio je istovetan za sve životinje (tabela 1).

Svinje su sa mesta uzgoja dopremane u klanicu sredstvima drumskog saobraćaja. Transport je trajao oko desetak minuta (1 km), nakon čega su sva grla odmarana u depou klanice 2 sata. Žrtvovanje i obrada trupova svinja obavljani su standardnim tehnološkim postupkom. Polutke su konvencionalno hladene u toku noći, na 0–4°C. Nakon hlađenja (24 sata post mortem) sa desnih polutki su izdvojeni *Mm. longissimus lumborum* (LL). Sa svih izdvojenih mišića LL uklonjeno je vidljivo spoljašnje masno i vezivno tkivo. Mišići LL su homogenizovani i smrznuti u polietilenskim

kesama na -40°C . Na toj temperaturi uzorci su čuvani do određivanja sadržaja masnih kiselina [dekanska (kaprinska) C10:0, undekanska C11:0, tetradekanska (miristinska) C14:0, cis-5-pentadekanska C15:1cis-5, heksadekanska (palmitinska) C16:0, trans-9-heksadekanska C16:1trans-9, cis-9-heksadekanska (palmitoleinska) C16:1cis-9, heptadekanska (margarinska) C17:0, trans-10-heptadekanska C17:1trans-10, cis-10-heptadekanska C17:1cis-10, oktadekanska (stearinska) C18:0, trans-9-oktadekanska (elaidinska) C18:1trans-9, cis-9-oktadekanska (oleinska) C18:1cis-9, cis,cis-9,12-oktadekadienska (linolna) – C18:2cis-9,12, sve-cis-9,12,15-oktadekatrienska (alfa-linolenska) – C18:3cis-9,12,15, eikozanoinska (arahinska) – C20:0, cis-11-eikozenoinska (gondoiniska) C20:1cis-11, cis,cis-11,14-eikozadienska C20:2cis-11,14, sve-cis-5,8,11,14-eikozatetraenska (arahidonska) C20:4cis-5,8,11,14, dokozenoinska (behenska) C22:0, sve-cis-7,10,13,16,19-dokozapentaenoinska (klupadonska) C22:5cis-7,10,13,16,19, cis-9-tetrakozenoinska (nervonska) C24:1cis-9]. Masnokiselinski sastav intramuskularne masti mišića LL je određen primenom gasne hromatografije. Za pripremu uzoraka korišćena je in situ transesterifikacija (Park i Goins, 1994), koja je modifikovana od strane Polaka i sar. (2008). Sadržaj metil estara masnih kiselina određen je na gasnom hromatografu Agilent Technologies 6890 sa plamenim jonizacionim detektorom i HP-88 kapilarnom kolonom (Agilent Technologies; Cat. No. 112-88A7; $100\text{ m} \times 0,25\text{ mm} \times 2\text{ }\mu\text{m}$). Razdvajanje i detekcija su obavljani pod temperaturnim režimom prikazanim u tabeli 2, i sledećim uslovima: temperatura injektora 250°C ; temperatura detektora 280°C ; split režim 1 : 30; zapremina analita $1\text{ }\mu\text{l}$; gas nosač He; brzina protoka gasa nosača $2,3\text{ ml/min}$. Ukupno vreme analize iznosilo je 85 minuta.

Tabela 1. Ishrana svinja
Table 1. Pig diet

Komponenta (%) Ingredients	Predstarter I Pre-starter I	Predstarter II Pre-starter II	Starter Starter	Grover Grower	Predtov Pre- finisher	Finišer I Finisher I	Finišer II Finisher II
	od rođenja do zalučenja from birth to weaning	prvih 7 dana posle zalučenja first 7 days after weaning	do 15 kg to 15 kg	do 25 kg to 25 kg	do 60 kg to 60 kg	do 120 kg to 120 kg	od 120 kg from 120 kg
Kukuruz/Corn	24	41	57	67	68	70	68
Sojina sačma, 44% (SP)/Soy- bean meal, 44% (CP)	13	21	21	23	15	8	3
Sojin griz/Soybean grits	7						
Sojino ulje/Soybean oil	3	2	2				
Suncokretova sačma, 33% (SP)/Soybean meal, 33% (CP)					5	6	6
Stočno brašno/Wheat meal				3	6	10	15
ActiProt					3	3	5
Mixomel 38	17	12	7				
Fokkamix 80	22	10	4				
Riblje brašno/Fish meal	4	4	4	2			
Dekstroza/Dextrose	5	5					
Premix	5	5	5	5	3	3	3
Hemijski sastav (%) Chemical composition (%)							
Sirovi protein/Crude protein	22,00	21,30	20,50	18,30	16,30	14,30	13,40
Mast/Crude fat	7,00	5,00	5,00	3,50	3,60	3,80	4,00
Celuloza/Celulose	2,70	3,20	3,50	3,90	4,80	4,90	5,10
ME, MJ/kg	15,00	14,50	14,40	13,75	13,55	13,10	13,10
Lizin/Lysine	1,60	1,50	1,40	1,15	0,85	0,70	0,58
Metionin/Methionine	0,40	0,38	0,35	0,30	0,25	0,20	0,22
Treonin/Threonine	0,90	0,85	0,75	0,67	0,55	0,50	0,44
Triptofan/Tryptophan	0,28	0,28	0,25	0,20	0,19	0,16	0,14
Laktoza/Lactose	21,50	10,50	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 2. Temperaturni režim gasnohromatografske analize
Table 2. Temperature regime of gas chromatography analysis

	Brzina zagrevanja Heating rate (°C/min)	Temperatura Temperature (°C)	Vreme zadržavanja Hold time (min)
Početna temperatura Initial temperature		150	10
Stepen 1/Step 1	2	180	40
Stepen 2/Step 2	3	240	15

Standardne smeše GLC-68D i GLC-85 upotrebljene su za određivanje korekcionih faktora (Rfi) za s vaku od masnih kiselina. Korekcionni factor je upotrebljen za određivanje masenog udela metil estara masnih kiselina u uzorku, a potom je ovaj sadržaj preračunat u maseni udeo masnih kiselina u uzorku primenom faktora transformacije. Određivanje pouzdanosti i tačnosti analitičke metode za detekciju masnih kiselina obezbeđeno je korišćenjem CRM 163 sertifikovanog referentnog materijala (mešavina goveđe i svinjske masti). Metil estri masnih kiselina izraženi su kao procenat svake pojedinačne masne kiseline u ukupnim masnim kiselinama. Značajnost razlika između aritmetičkih sredina određena je *t*-testom korišćenjem softverskog paketa Statistica 12.0 (StatSoft, Inc., 2012).

REZULTATI I DISKUSIJA

Masnokiselinski sastav intramuskularne masti mišića LL svinja čiste rase Velika Bela i meleza Bele Mangulice sa Durokom prikazan je u tabeli 3. Od ukupno 22 ispitane masne kiseline, genotip svinja značajno utiče na sadržaj 8 ispitanih masnih kiselina. Sadržaj sledećih zasićenih masnih kiselina: kaprinske, undekanske, miristinske, margarinske, stearinske i arahinske, kao i nezasićene linolne masne kiseline bio je značajno veći ($P < 0,05$ – $0,001$) u mišićima LL svinja čiste rase VB u poređenju sa istim mišićima svinja meleza BMxD. Suprotno, sadržaj elaidinske masne kiseline bio je značajno veći ($P = 0,001$) u mišićima LL svinja meleza BMxD u poređenju sa istim mišićima svinja čiste rase VB. Generalno, mišići LL svinja oba ispitana genotipa najviše sadrže oleinske masne kiseline, prosečno 49,5%, dok su palmitinska, stearinska, linolna i palmitoleinska masna kiselina zastupljene u manjem procentu, prosečno 23,3, 9,75, 6,24 i 4,42%, redom. Dodatno, sadržaj svih zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u mišićima LL oba ispitana genotipa svinja bio je prosečno 34,9, 56,9 i 8,07%. Ispitivanja koja su imala za cilj istovremeno utvrđivanje masno kiselinskog sastava mesa čistih plemenitih rasa svinja, kao i meleza dobijenih ukrštanjem evropskih primitivnih rasa sa plemenitim rasama obavljeno je u velikom broju radova (Coutron-Gambotti i sar., 1998; Andrés i sar., 2001; Tejeda i sar., 2002; Ventanas i sar., 2006; Salvatori i sar., 2008; Juárez i sar., 2009; Luković i sar., 2009; Franco i sar., 2014).

Međutim, utvrđeni su različiti i nekonzistentni rezultati koji su često i kontradiktorni, što je i razumljivo jer su u različitim studijama primenjivani različiti načini ishrane, koja, pored genotipa svinja, od svih ostalih premortalnih faktora najviše utiče na masno kiselinski sastav mesa svinja (Tejeda i sar., 2002).

Tabela 3. Masno kiselinski sastav (%) *M. longissimus lumborum* svinja čiste rase Velika Bela (VB) i meleza Bele Mangulice sa Durokom (BM×D)

Table 3. Fatty acids composition (%) of *M. longissimus lumborum* of purebred Large White (LW) and crosbred of White Mangalica with Duroc (WM×D) pigs

Masna kiselina Fatty acid	VB LW	BM×D WM×D	P vrednost P value
C10:0	0,099±0,018 0,060–0,122	0,088±0,005 0,081–0,097	0,003
C11:0	0,085±0,010 0,067–0,097	0,067±0,002 0,062–0,070	0,048
C14:0	1,45±0,15 1,21–1,70	1,26±0,04 1,19–1,33	0,014
C15:1 <i>cis</i> -5	1,23±0,35 0,74–1,82	0,88±0,16 0,65–1,11	0,657
C16:0	24,5±1,3 22,8–27,6	23,2±0,4 22,5–23,8	0,383
C16:1 <i>trans</i> -9	0,22±0,01 0,19–0,24	0,26±0,03 0,23–0,31	0,118
C16:1 <i>cis</i> -9	3,60±0,31 3,24–4,17	4,35±0,15 4,07–4,55	0,238
C17:0	0,106±0,032 0,072–0,156	0,079±0,039 0,058–0,174	0,016
C17:1 <i>trans</i> -10	0,61±0,15 0,42–0,84	0,41±0,09 0,27–0,50	0,429
C17:1 <i>cis</i> -10	0,37±0,08 0,27–0,49	0,31±0,03 0,26–0,36	0,094
C18:0	12,23±0,81 11,13–13,99	10,39±0,48 9,44–11,07	< 0,001
C18:1 <i>trans</i> -9	0,16±0,04 0,09–0,24	0,21±0,03 0,12–0,24	0,001
C18:1 <i>cis</i> -9	44,2±2,1 40,1–48,2	49,7±1,3 47,3–51,6	0,636
C18:2 <i>cis</i> -9,12	7,34±1,31 5,44–9,27	5,68±0,57 4,93–6,51	0,003
C18:3 <i>cis</i> -9,12,15	0,147±0,045 0,093–0,232	0,090±0,012 0,074–0,112	0,569

Masna kiselina Fatty acid	VB LW	BM×D WM×D	P vrednost P value
C20:0	0,127±0,029 0,099–0,183	0,129±0,013 0,097–0,142	0,003
C20:1 <i>cis</i> -11	0,63±0,10 0,38–0,72	0,73±0,03 0,67–0,80	0,352
C20:2 <i>cis</i> -11,14	0,175±0,042 0,082–0,227	0,167 ± 0,013 0,149–0,190	0,060
C20:4 <i>cis</i> -5,8,11,14	1,91±0,42 1,36–2,47	1,48±0,24 1,06–1,85	0,509
C22:0	0,175±0,041 0,125–0,265	0,113±0,025 0,050–0,141	0,758
C22:5 <i>cis</i> -7,10,13,16,19	0,169±0,058 0,078–0,240	0,142±0,028 0,100–0,187	0,085
C24:1 <i>cis</i> -9	0,34±0,07 0,24–0,44	0,16±0,02 0,12–0,19	0,696
ΣZMK/ΣSFA	38,8±2,3 35,6–43,8	35,3±0,8 33,6–36,5	0,127
ΣMNMK/ΣMUFA	51,3±1,8 48,7–54,9	57,0±1,1 54,9–58,6	0,816
ΣPNMK/ΣPUFA	9,74±1,79 7,16–12,26	7,55±0,83 6,31–8,60	0,062

ZMK – zasićene masne kiseline/SFA – saturated fatty acids (C10:0, C11:0; C14:0, C16:0, C17:0; C18:0, C20:0, C22:0); MNMK – mononezasićene masne kiseline/MUFA – monounsaturated fatty acids (C15:1*cis*-5, C16:1*trans*-9, C16:1*cis*-9, C17:1*trans*-10, C17:1*cis*-10, C18:1*trans*-9, C18:1*cis*-9, C20:1*cis*-11, C24:1*cis*-9). PNMK – polinezasićene masne kiseline/PUFA – polyunsaturated fatty acids (C18:2*cis*-9,12, C18:3*cis*-9,12,15, C20:2*cis*-11,14, C20:4*cis*-5,8,11,14, C22:5*cis*-7,10,13,16,19)

ZAKLJUČAK

Ispitivanjem masno kiselinskog sastava intramuskularne masti mesa (*M. longissimus lumborum*) svinja čiste rase Velika Bela i meleza Bele Mangulice sa Durokom može se zaključiti da:

1. genotip svinja značajno ($P<0,05$ – $0,001$) utiče na sadržaj sledećih masnih kiselina: kaprinske, undekanske, miristinske, margarinske, stearinske, elaidinske, linolne i arahinske,

a. je sadržaj sledećih masnih kiselina: kaprinske, undekanske, miristinske, margarinske, stearinske, linolne i arahinske bio značajno veći u mišićima LL svinja čiste rase VB u poređenju sa istim mišićima svinja meleza BM×D,

- b. je sadržaj elaidinske masne kiseline bio značajno veći u mišićima LL svinja meleza BM×D u poređenju sa istim mišićima svinja čiste rase VB,
2. genotip svinja ne utiče značajno ($P>0,05$) na sadržaj sledećih masnih kiselina: *cis*-5-pentadekanska, palmitinska, *trans*-9-heksadekanska, palmitoleinska, *trans*-10-heptadekanska, *cis*-10-heptadekanska, oleinska, alfa-linolenska, gondoinska, *cis,cis*-11,14-eikozadienska, arahidonska, behenska), klupadonska i nervonska.

Zahvalnica

Za realizaciju ovih ispitivanja sredstva je obezbedilo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru projekta broj TR 31032, kao i Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost Autonomne Pokrajine Vojvodine u okviru projekta broj 142-451-3602/2017.

LITERATURA

1. Andrés, A.I., R. Cava, A.I. Mayoral, J.F. Tejeda, D. Morcuende, J. Ruiz (2001). Oxidative stability and fatty acid composition of pig muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic type of muscle fibre of pig muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic type of muscle fibre. *Meat Science*, 59: 39-47.
2. Coutron-Gambotti, C., G. Gandemer, F. Casabianca (1998). Effects of substituting a concentrated diet for chestnuts on the lipid traits of muscle and adipose tissues in Corsican and Corsican x Large White pigs reared in a sylvo-pastoral system in Corsica. *Meat Science*, 50: 163-174.
3. Egerszegi, I., J. Rátky, L. Solti, K.-P. Brüssow (2003). Mangalica - an indigenous swine breed from Hungary (Review). *Archiv Tierzucht Dummerstorf*, 46: 245-256.
4. Franco, D., J.A. Vazquez, J.M. Lorenzo (2014). Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat Science*, 96: 195-202.
5. Greenfield, H., D.A.T. Southgate (2003). Food composition data: Production, management and use (2nd ed.). FAO, Rome.
6. http://www.tt-group.net/fotogalerije/etno_kuca_Ivanov/mangulice.htm
7. Juárez, M., I. Clemente, O. Polvillo, A. Molina (2009). Meat quality of tenderloin from Iberian pigs as affected by breed strain and crossbreeding. *Meat Science*, 81: 573-579.
8. Lawrie, R.A., D.A. Ledward (2006). Lawrie's meat science (7th ed.). Woodhead Publishing Ltd. and CRC Press LLC, Cambridge.
9. Leth, T. (2004). Chemical analysis for specific components/Major meat components. In: Jensen, W.K., D. Carrick, M. Dikeman, M (eds.) *Encyclopedia of meat sciences*. Elsevier Ltd., Oxford, pp. 185-190.
10. Luković, Z., A. Kaić, D. Škorput, D. Karolyi (2009). Effect of breed and rearing system on intramuscular fatty acid profile of M. Semimembranosus in raw Slavonian ham. *Italian Journal of Animal Science*, 8: 255-257.

11. Olsson, V., J. Pickova (2005). The influence of production systems on meat quality, with emphasis on pork. *Ambio*, 34: 338-343.
12. Park, P.W., R.E. Goins (1994). In situ preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *Journal of Food Science*, 59: 1262-1266.
13. Polak, T., A. Rajar, L. Gašperlin, B. Žlender (2008). Cholesterol concentration and fatty acid profile of red deer (*Cervus elaphus*) meat. *Meat Science*, 80: 864-869.
14. Radović, B., B. Radović (2000). Gajenje svinja. D. P. „Grafika”, Kruševac.
15. Rahelić, S. (1984). Uzgoj svinje i meso. Školska knjiga, Zagreb.
16. Rede, R.R., S.Lj. Petrović (1997). Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
17. Robina, A., J. Viguera, T. Perez-Palacios, A.I. Mayoral, J.M. Vivo, M.T. Guillen, J. Ruiz (2013). Carcass and meat quality traits of Iberian pigs as affected by sex and crossbreeding with different Duroc genetic lines. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 11: 1057-1067.
18. Rosenvold, K., H.J. Andersen (2003). Factors of significance for pork quality - a review. *Meat Science*, 64: 219-237.
19. Salvatori, G., F. Filetti, C. Di Cesare, G. Maiorano, F. Pilla, G. Oriani (2008). Lipid composition of meat and backfat from Casertana purebred and crossbred pigs reared outdoors. *Meat Science*: 80, 623-631.
20. Smith, S.B., D.R. Smith, D.K. Lunt (2004). Chemical and physical characteristics of meat/Adipose tissue. In: Jensen, W.K., D. Carrick, M. Dikeman, M (eds.) *Encyclopedia of meat sciences*. Elsevier Ltd., Oxford, pp. 225-238.
21. StatSoft, Inc. (2012). STATISTICA (data analysis software system), version 12.0. <http://www.statsoft.com/>
22. Tejeda, J.F., G. Gandemer, T. Antequera, M. Viau, C. García (2002). Lipid traits of muscles as related to genotype and fattening diet in Iberian pigs: total intramuscular lipids and triacylglycerols. *Meat Science*: 60, 357-363.
23. Ventanas, S., J. Ventanas, Á. Jurado, M. Estévez (2006). Quality traits in muscle biceps femoris and back-fat from purebred Iberian and reciprocal Iberian × Duroc crossbred pigs. *Meat Science*, 73: 651-659.
24. Vidović, S.V. (1993). Principi i metodi oplemenjivanja životinja. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
25. Vidović, V. (1994). Selekcija i ukrštanje svinja. APROSIM, Novi Sad.
26. Wood, J.D., M. Enser, A.V. Fisher, G.R. Nute, P.R. Sheard, R.I. Richardson, S.I. Hughes, F.M. Whittington (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78: 343-358.

ANTIMIKROBNA AKTIVNOST ETARSKOG ULJA KORIJANDERA U BARENIM KOBASICAMA

*Branislav Šojić, Natalija Džinić, Vladimir Tomović, Sunčica Kocić-Tanackov,
Branimir Pavlič, Snežana Škaljac, Marija Jokanović*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

IZVOD

U ovom radu ispitan je uticaj dodatka etarskog ulja korijandera (*Coriandrum sativum* L.) (CO) u koncentracijama od 0,010 do 0,100 $\mu\text{L/g}$ na mikrobiološku stabilnost i aromu barenih kobasica. Dodatak etarskog ulja korijandera u koncentracijama od 0,050 do 0,100 $\mu\text{L/g}$ uticao je statistički značajno ($P < 0.05$) na smanjenje rasta aerobnih mezofilnih bakterija. Aroma kobasica proizvedenih sa dodatim etarskim uljem korijandera u koncentracijama od 0,010-0,075 $\mu\text{L/g}$ nije se statistički značajno ($P > 0.05$) razlikovala u odnosu na aromu kobasica kontrolne grupe. Dobijeni rezultati pokazuju da se etarsko ulje korijandera može koristiti kao antiomikrobni agens u proizvodnji barenih kobasica.

Ključne reči: etarsko ulje korijandera, barene kobasice, mikrobiološka aktivnost, aroma

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF CORIANDER ESSENTIAL OIL IN COOKED SAUSAGE

ABSTRACT

The effect of coriander essential oil (CO) addition on antimicrobial activity and sensory properties of aroma of cooked sausages was examined. Cooked sausages with different concentrations of CO (0.010-0.100 $\mu\text{L/g}$) and control were prepared. The addition of CO (0.050-0.100 $\mu\text{L/g}$) decreased the number of aerobic mesophilic bacteria. The aroma of sausages produced with the addition of CO at concentrations from 0.010 to 0.075 $\mu\text{L/g}$ of CO were not significantly different ($P > 0.05$) compared to control sample. Obtained results showed that coriander essential oil could be used as antimicrobial agents in processing of cooked sausages.

Key words: coriander essential oil, cooked sausage, microbial activity, aroma

UVOD

Barene kobasice su jedni najzastupljenijih proizvoda od mesa u Srbiji. Proizvode se od usitnjenog mesa, mehanički separisanog mesa (MSM-a), masnog tkiva,

vode-leđa, soli, začina i aditiva. Nakon punjenja u prirodne ili veštačke omotače podvrgavaju se procesima kuvanja, pasterizacije ili sterilizacije (Šojić i sar., 2011).

Velika varijabilnost u pogledu upotrebe osnovnih i dodatih sastojaka i ambalažnog materijala, visok stepen dezintegracije mišićnog i masnog tkiva, te različiti načini toplotne obrade, uzročnici su promena kako mikrobiološkog, tako i hemijskog i senzorskog kvaliteta barenih kobasica (Šojić i sar., 2015; Šojić i sar., 2017).

U cilju smanjenja mikrobiološkog rasta i oksidacije lipida u savremenoj industriji mesa koriste se sintetski i prirodni antioksidanti. Zbog potencijalno toksičnog dejstva i opasnosti po zdravlje ljudi, upotreba sintetskih antioksidanata (BHT, BHA, TBHQ) je limitirana. Stoga, u poslednje vreme naglo raste potražnja za prirodnim aditivima, kao alternative za sintetske (hemijske) aditive (Viuda-Martos i sar., 2007; Šojić i sar., 2015; Šojić i sar., 2019). S obzirom da se biljni ekstrakti i začini konvencionalno koriste za postizanje odgovarajuće arome, upotreba etarskih ulja, izolovanih iz lekovitog i začinskog bilja, kao prirodnih antioksidanata i antimikrobnih agenasa u proizvodima od mesa predstavlja dobar izbor (Lorenzo i sar., 2013; Šojić i sar., 2017; Šojić i sar., 2018). Poznato je da su etarska ulja i ekstrakti korijandera vekovima unazad nalazili široku primenu u tradicionalnoj medicini za lečenje različitih infekcija. Pored toga, navedeni ekstrakti imaju široku primenu u farmaciji, ali i u savremenoj prehrambenoj industriji (Illés et al., 2000). Osnovna komponenta etarskog ulja korijandera je linalool (Zeković i sar., 2015). Pored niza pozitivnih efekata, poznato je da veće koncentracije etarskih ulja mogu imati negativan uticaj na formiranje arome proizvoda od mesa.

Iz navedenih razloga, odlučeno je da se u ovom radu ispita uticaj dodatka različitih koncentracija (0,01, 0,025, 0,05, 0,075 i 0,1 $\mu\text{L/g}$) etarskog ulja korijandera na antimikrobnu aktivnost kao i na senzorska svojstva arome barenih kobasica (K, CO1, CO2, CO3, CO4 i CO5).

MATERIJAL I METODE RADA

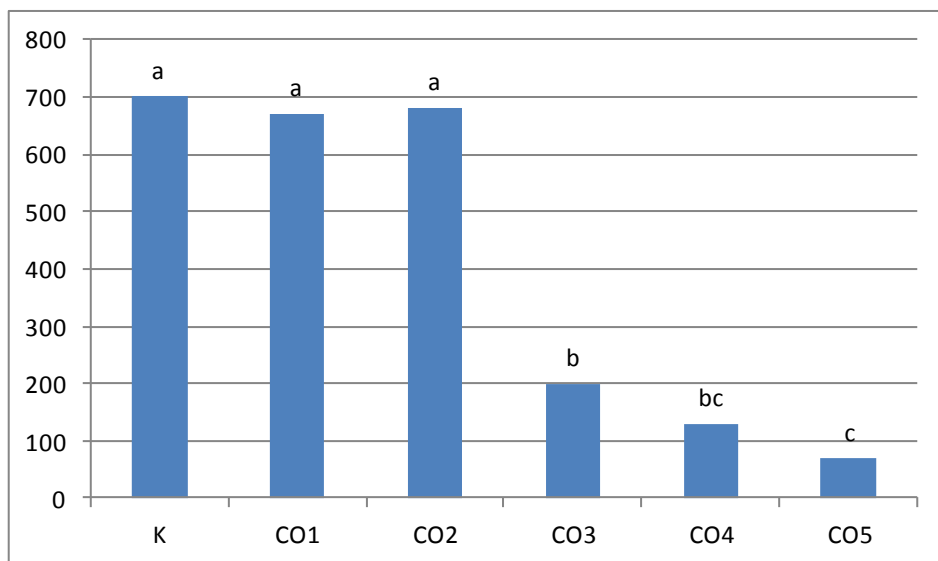
Fino usitnjene barene kobasice proizvedene su u IM „Srem Good”, Sremska Mitrovica po sledećoj recepturi: svinjska plečka (14,00 kg), čvrsto masno tkivo (5,00 kg), suspenzija kože (5,00 kg), led (4,50 kg), izolat soje (0,60 kg), nititna so (0,54 kg), smeša začina i aditiva (Lay Gewurze OHG, Nemačka) (0,25 kg). Prethodno usitnjeno meso i čvrsto masno tkivo mešano je u kuteru (Taifun 200, Nowicki, Poljska) uz dodatak leđa, soli, začina i aditiva do formiranja homogene emulzije temperature od 11°C. U tako formiran nadev dodato je etarsko ulje korijandera (*Coriandrum sativum* L.), u koncentracijama od: 0,010 $\mu\text{L/g}$ (CO1), 0,025 $\mu\text{L/g}$ (CO2), 0,050 $\mu\text{L/g}$ (CO3), 0,075 $\mu\text{L/g}$ (CO4) i 0,100 $\mu\text{L/g}$ (CO5). Etarsko ulje korijandera dobijeno je u postupku hidrodestilacije. Kobasice proizvedene bez dodatog etarskog ulja označene su kao kontrola (K). Tako formirani nadevi punjeni su u poliamidne omotače $\varnothing 40$ i pasterizovani u atmos uređaju na temperaturi od 75°C do postignutih 72°C u termalnom centru proizvoda. Po završetku toplotne obrade kobasice su hladene vodom i čuvane u rashladnoj komori na temperaturi od 4°C.

Mikrobiološki kvalitet barenih kobasica praćen je preko ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, ukupnog broja enterobakterija i ukupnog broja kvasaca i plesni (Šojić i sar., 2015). Dobijeni rezultati izraženi su kao broj kolonija po gramu uzorka (cfu/g).

Senzorska ispitivanja arome izvedena su korišćenjem „difference from control” testa koji se zasniva na utvrđivanju nivoa razlike (od 0-nema razlike do 6-veoma velika razlika) između kobasica proizvedenih sa dodatkom etarskog ulja korijandera u poređenju sa kontrolom, kobasica proizvedena bez dodatka etarskog ulja korijandera (Meilgaard i sar., 1999).

REZULTATI I DISKUSIJA

Mikrobiološki kvalitet barenih kobasica prikazan je grafički na slici 1. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija bio je najmanji u kobasicama CO5 (68,0 CFU/g), a najveći u kobasicama kontrolne grupe (700 cfu/g).



a-c Vrednosti sa različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju ($P < 0,05$)

a-c Values with the same small letter are significantly different ($P < 0.05$)

Slika 1. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u barenim kobasicama

Figure 1. Total number of aerobic mesophilic bacteria in cooked sausage

Dobijeni rezultati pokazuju da sa dodatkom etarskog ulja korijandera u koncentracijama od 0,050-0,100 $\mu\text{L/g}$ dolazi do statistički značajnog ($P < 0,05$) smanjenja rasta aerobnih mezofilnih bakterija. Dobijeni rezultati mogu se dovesti u vezu sa sinergističkim dejstvom bioaktivnih komponenata sadržanih u etarskom ulju

korijandera, kao što su polifenoli, alkoholi, aldehidi. Značajnom inhibitornom dejstvu etarskog ulja korijandera, verovatno doprinose i oksigenovani monoterpeni (linalool, α -pinen, limonen i dr.) (Burt, 2004; Silva i Domingues, 2015). Enterobakterije, kvasci i plesni ni u jednoj od ispitanih grupa kobasica nisu izolovani. Dobijeni rezultati ukazuju na visok nivo higijene u proizvodnji svih eksperimentalnih grupa kobasica.

Senzorska svojstva arome prikazana su u tabeli 1. Dodatak etarskog ulja korijandera u koncentracijama od 0,010 $\mu\text{L/g}$ (CO1) do 0,075 $\mu\text{L/g}$ (CO4) nije doveo do statistički značajnog ($P>0,05$) odstupanja od arome kobasica kontrolne grupe. Sa dodatkom etarskog ulja korijandera u koncentraciji od 0,100 $\mu\text{L/g}$ došlo je do, malo do umerenog, ali statistički značajnog ($P<0,05$) odstupanja u poređenju sa aromom kobasica kontrolne grupe.

Tabela 1. Uticaj dodatka različitih koncentracija etarskog ulja korijandera na senzorska svojstva barenih kobasica

Table 1. Effect of different concentrations of coriander essential oil on sensory properties of cooked sausages

Šarža/Batch	Aroma/Flavour
K/Control	0,33 $\pm$ 0,50 ^b
CO1	0,44 $\pm$ 0,73 ^b
CO2	0,67 $\pm$ 0,71 ^b
CO3	0,56 $\pm$ 0,53 ^b
CO4	1,00 $\pm$ 0,87 ^b
CO5	2,11 $\pm$ 0,78 ^a

^{a-b} vrednost $\pm$ SD sa različitim indeksom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju ($P<0,05$).

^{a-b} means $\pm$ SD with different superscript letters

in the same column are significantly different ($P<0.05$).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je koncentracija dodatog etarskog ulja korijandera u iznosu 0,05 $\mu\text{L/g}$ bila optimalna, jer je dovela do povećanja antimikrobne aktivnosti u barenim kobasicama za oko 40%, bez značajnijeg odstupanja od arome tipične za barene kobasice.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije (Projekat br.TR31032).

LITERATURA

1. Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *Int. J. Food Microbiol.*, 94: 223-253.
2. Illés, V., Daood, H. G., Perneckzi, S., Szokonya, L., Then, M. (2000). Extraction of coriander seed oil by CO₂ and propane at super-and subcritical conditions. *J. Supercrit. Fluids*, 17(2): 177-186.
3. Lorenzo, J.M., González-Rodríguez, R.M., Sánchez, M., Amado, I.R., Franco, D. (2013). Effects of natural (grape seed and chestnut extract) and synthetic antioxidants (buthylatedhydroxytoluene, BHT) on the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of dry cured sausage "chorizo". *Food Res. Int.*, 54: 611-620.
4. Meilgaard, M., Civille, G., Carr, B. (2006): *Sensory evaluation techniques*, Taylor & Francis Group, New York.
5. Silva, F., Domingues, F. C. (2017). Antimicrobial activity of coriander oil and its effectiveness as food preservative. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57: 35-47.
6. Šojić, B., Džinić, N., Tomović, V., Kocić-Tanackov, S., Ikonić, P., Jakanović, M., Ivić, M., Škaljac, S., Okanović Đ., Tasić, T. (2017). Uticaj dodatka etarskog ulja kima na senzorski kvalitet barenih kobasica, 58. Savetovanje industrije ulja sa međunarodnim učešćem „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18-23. Jun, Herceg Novi, Crna Gora, 309-314.
7. Šojić, B., Pavlić, B., Tomović, V., Ikonić, P., Zeković, Z., Kocić-Tanackov, S., Đurović, S., Škaljac, S., Jakanović, M., Ivić, M. (2019). Essential oil versus supercritical fluid extracts of winter savory (*Satureja montana* L.) - Assessment of the oxidative, microbiological and sensory quality of fresh pork sausages. *Food Chem.* 287: 280-286.
8. Šojić, B., Pavlić, B., Zeković, Z., Tomović, V., Ikonić, P., Kocić-Tanackov, S., Džinić, N. (2018). The effect of essential oil and extract from sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust (food industry by-product) on the oxidative and microbiological stability of fresh pork sausages. *LWT*, 89: 749-755.
9. Šojić, B., Petrović, Lj., Pešović, B., Tomović, V., Jakanović, M., Džinić, N., Salitrežić, P. (2011). The influence of inulin addition on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat cooked sausages. *Acta Period. Technol.*, 42: 157-164.
10. Šojić, B., Tomović, V., Kocić-Tanackov, S., Škaljac, S., Ikonić, P., Džinić, N., Živković, N., Tasić, T., Kravić, S. (2015). Effect of nutmeg (*Myristica fragrans*) essential oil on the oxidative and microbial stability of cooked sausage during refrigerated storage. *Food Control*, 54: 282-286.
11. Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A. (2007). Antibacterial activity from different essential oil obtained from spices widely used in Mediterranean Diet. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 43: 526-531.
12. Zeković, Z., Pavlić, B., Cvetanović, A., Đurović, S. (2016). Supercritical fluid extraction of coriander seeds: Process optimization, chemical profile and antioxidant activity of lipid extracts. *Ind. Crops Prod.*, 94: 353-362.

MASTI I ULJA KAO NOVA HRANA

Ljiljana Vujačić, Gordana Nović

SP Laboratorija a.d., Bečej, Srbija

IZVOD

Nova hrana jeste hrana ili sastojak hrane koji se pre maja 1997. nije u značajnoj meri upotrebljavao u ishrani ljudi u zemljama Evropske unije (EU). U našoj zemlji 2018. godine je objavljen Pravilnik koji definiše šta je nova hrana, uslove za njen promet, deklarisanje i način kontrole. U okviru liste nove hrane nalaze se mnoga ulja i/ili ekstrakti, čije su karakteristike i norme kvaliteta takođe definisane ovim Pravilnikom.

Ovaj Pravilnik definiše područja primene i količinski ograničava unos pojedinih namirnica. Na taj način doprinosi sprečavanju mogućih negativnih posledica neadekvatne primene pojedinih sirovina ili hrane, kao i njihovog prekomernog konzumiranja, a sve u cilju zaštite potrošača.

Ključne reči: masti, ulja, nova hrana

FATS AND OILS AS A NOVEL FOOD

ABSTRACT

Novel food is food or a food ingredient that was not significantly used in human nutrition in the European Union (EU) before May 1997. In our country, Regulation, which defines what is novel food, the conditions for its marketing, declaration and control, was published in 2018. Within the list of novel foods there are many oils and/or extracts, whose characteristics and quality standards are also defined in this Regulation.

This Regulation defines the areas of application and quantitatively limits the intake of certain foods. In this way, it contributes to the prevention of possible negative consequences of inadequate application of certain food or raw materials, as well as their excessive consumption, with the aim of protecting consumers.

Key words: fats, oils, novel food

NOVA HRANA

Nova hrana obuhvata namirnice koje se nisu u velikoj meri upotrebljavale pre maja 1997. godine na teritoriji EU. U ovu grupu spadaju tzv. inovativna hrana kao

što je nano hrana, kao i tradicionalna hrana iz drugih delova sveta, recimo insekti. Do skoro nepoznate namirnice na domaćem tržištu – poput čia semenki, godži bobica, raznih vrsta pražitarica i proizvoda od soje, ulja egzotičnih biljaka i dodataka ishrani, postale su svakodnevnica.

U našoj zemlji je u 2018. godini objavljen Pravilnik o novoj hrani („Sl. glasnik RS”, br. 88/2018) koji definiše da je Nova hrana, hrana koja se nije u značajnoj meri upotrebljavala u ishrani ljudi unutar Evropske unije (EU) pre 15. maja 1997. godine, a koja pripada bar jednoj od sledećih kategorija:

1) hrana sa novom ili namerno izmenjenom molekulskom strukturom, ako se ta molekulska struktura nije upotrebljavala kao hrana ili u hrani unutar EU pre 15. maja 1997. godine,

2) hrana koja se sastoji ili je proizvedena od mikroorganizama, gljiva ili algi ili je iz njih izolovana,

3) hrana koja se sastoji ili je proizvedena od mineralnih materija ili je izolovana iz njih,

4) hrana koja se sastoji ili je proizvedena od biljaka, odnosno njenih delova, ili je izolovana iz njih, osim hrane za koju je dokazana višegodišnja bezbedna potreba unutar EU i koja se sastoji, odnosno koja je proizvedena ili izolovana iz biljke ili sorte iste vrste dobijene:

- tradicionalnim tehnikama razmnožavanja koje se nisu upotrebljavale za proizvodnju hrane unutar EU pre 15. maja 1997. godine,

- netradicionalnim tehnikama razmnožavanja koje se nisu upotrebljavale za proizvodnju hrane unutar EU pre 15. maja 1997. godine ukoliko te tehnike ne uzrokuju značajne promene u sastavu ili strukturi te hrane i koje utiču na njenu prehrambenu (nutritivnu) vrednost, metabolizam ili nivo nepoželjnih supstanci,

5) hrana koja se sastoji ili je proizvedena od životinja, odnosno njihovih delova, ili je izolovana iz njih, osim ukoliko su te životinje gajene tradicionalnim tehnikama uzgoja koje su se primenjivale u EU za proizvodnju hrane pre 15. maja 1997. godine i ukoliko je za tu hranu dokazana višegodišnja bezbedna upotreba unutar tržišta EU,

6) hrana koja se sastoji ili je proizvedena od ćelijskih kultura ili tkiva životinja, biljaka, mikroorganizama, gljiva ili algi, odnosno hrana koja je iz njih izolovana,

7) hrana koja je rezultat proizvodnog postupka koji se nije upotrebljavao za proizvodnju hrane unutar EU pre 15. maja 1997. godine, a kojim se uzrokuju značajne promene u sastavu ili strukturi hrane koje utiču na njenu prehrambenu (nutritivnu) vrednost, metabolizam ili nivo nepoželjnih supstanci,

8) hrana koja se sastoji od sintetizovanih nanomaterijala,

9) vitamini, minerali i druge supstance koji se upotrebljavaju u skladu sa propisima koji uređuju oblast dodataka ishrani, obogaćivanja hrane i dijetetskih proizvoda ukoliko je primenjen proizvodni postupak koji se nije upotrebljavao za proizvodnju hrane unutar EU pre 15. maja 1997. godine, a kojim se uzrokuju značajne promene u sastavu ili strukturi hrane koje utiču na njenu prehrambenu (nutritivnu) vrednost, metabolizam ili nivo nepoželjnih supstanci, ili ako njih, osim hrane za koju je dokazana višegodišnja bezbedna upotreba unutar EU i koja se sastoji, odnosno koja

je proizvedena ili izolovana iz biljke ili sorte iste vrste dobijene sadrže sintetizovane nanomaterijale ili se od njih sastoje,

10) hrana koja se pre 15. maja 1997. godine, upotrebljavala unutar EU isključivo u dodacima ishrani, ako je namenjena za upotrebu u hrani koja sama po sebi nije dodatak ishrani u skladu sa propisom koji bliže uređuje oblast dodataka ishrani (suplemenata).

Usklađivanje poslovanja sa ovim Pravilnikom (2018), predviđeno je da se izvrši najkasnije do 31.12.2019. godine (čl. 11). U skladu sa čl. 5 „Nova hrana koja se stavlja u promet na deklaraciji, pored opštih zahteva za deklarisanje i označavanje iz stava 1. ovog člana, sadrži i dodatne podatke u vezi sa označavanjem, posebno u odnosu na opis hrane, njena svojstva, poreklo, sastav ili uslove predviđene upotrebe, kako bi se obezbedilo potpuno informisanje potrošača o prirodi i bezbednosti nove hrane, naročito kada je u pitanju osetljiva populacija stanovništva.”

Na tržište Republike Srbije može da se stavi samo nova hrana koja je kao takva odobrena za stavljanje na tržište Evropske unije od strane Komisije EU. Lista odobrene nove hrane data je u Pravilniku (2018) u Prilogu 1.

U okviru liste odobrene nove hrane nalazi se i mnoštvo ulja raznog porekla (iz biljaka, insekata, mikroorganizama...), tabela 1.

Tabela 1. Masti i ulja - kao nova hrana koja je odobrena u Evropskoj uniji i nalazi se na popisu Unije
Table 1. Fats and oils - like novel foods which is approved in the European Union and is on the Union list

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		Odobrena kategorija hrane Approved food category	Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities	
1	Ulje od algi dobijeno od mikroalge <i>Ulkenia sp.</i>	Odobrena kategorija hrane	Maksimalno dozvoljene količine dokozaheksaenoinske kiseline (u daljem tekstu: DHA)	Neosaponifikovane supstance: ≤ 4,5% Transmasne kiseline: ≤ 1,0% Sadržaj DHA: ≥ 32%
			200 mg/100 g	
			500 mg/100 g	
		Pekarski proizvodi (hleb, pecivo i slatki keksi) Žitne pločice Bezalkoholna pića (uključujući pića na bazi mleka)	60 mg/100 ml	
2	Ulje semenki biljke <i>Atlanblackia</i>	Odobrena kategorija hrane	Maksimalno dozvoljene količine	Laurinska kiselina (C12:0): < 1,0% Miristinska kiselina (C14:0): < 1,0% Palmitinska kiselina (C16:0): < 2,0% Palmitoleinska kiselina (C16:1): < 1,0% Stearinska kiselina (C18:0): 45–58% Oleinska kiselina (C18:1): 40–51% Linolna kiselina (C18:2): < 1,0% γ-linoleinska (C18:3): < 1,0% Arahinska kiselina (C20:0): < 1,0% Transmasne kiseline: najviše 0,5% Jodni broj: < 46 g/100 g
		Žuti masni namazi i namazi na bazi pavlake	20 g/100 g	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uслови pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		Odobrena kategorija hrane Approved food category	Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities	
3	Ulje od Antarktičkog Krila <i>Euphausia superba</i> Ekstrakt lipida od Antarktičkog Krila <i>Euphausia superba</i>	Odobrena kategorija hrane		Neosaponifikovane supstance: najviše 1,0% Saponifikacioni broj: 185–198 mg KOH/g
				Saponifikacioni broj: ≤ 230 mg KOH/g Fosfolipidi: 35–50% Transmasne kiseline: ≤ 1% EPA (eikozapentaenska kiselina): ≥ 9% DHA (dokosaheksaenska kiselina): ≥ 5%
			Maksimalno dozvoljene količine DHA i EPA ukupno	
		Mlečni proizvodi, osim mlečnih napitaka	200 mg/100 g ili za sireve 600 mg/100 g	
		Proizvodi analogni mlečnim proizvodima, osim napitaka	200 mg/100 g ili za analoge sireva 600 mg/100 g	
		Bezalkoholna pića Mlečni napici Napici na bazi mlečnih analoga	80 mg/100 ml	
		Masni namazi i prelivi	600 mg/100 g	
		Masti za kuvanje	360 mg/100 ml	
		Žita za doručak	500 mg/100 g	
		Pekarski proizvod (hleb, pecivo i slatki keksi)	200 mg/100 g	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Hranjive pločice/žitne pločice	500 mg/100 g	
		Dodaci ishrani	3.000 mg dnevno za opštu populaciju 450 mg dnevno za trudnice i dojilje	
		Hrana za posebne medicinske namene	U skladu s posebnim nutritivnim potrebama osoba kojima su proizvodi namenjeni	
		Zamena za kompletnu dnevnu ishranu i zamena za jedan ili više obroka u toku dana za osobe na dijeti za mršavljenje	250 mg po obroku	
		Hrana za odojčad i malu decu	200 mg/100 ml	
		Hrana namenjena osobama s povećanom fizičkom aktivnošću, posebno sportistima		
		Hrana pri čijem se označavanju navodi izjava o odsutnosti ili smanjenoj prisutnosti glutena		

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
4	Ulje od Antarktičkog Krila bogato fosfolipidima dobijeno iz vrste <i>Euphausia superba</i>	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i> DHA i EPA ukupno	Saponifikacioni broj: ≤ 230 mg KOH/g Fosfolipidi: $\geq 60\%$ w/w Transmasne kiseline: $\leq 1\%$ w/w EPA (eikozapentaenska kiselina): $\geq 9\%$ od ukupnih masnih kiselina DHA (dokosaheksaenska kiselina): $\geq 5\%$ od ukupnih masnih kiselina
		Mlečni proizvodi, osim mlečnih napitaka	200 mg/100 g ili za sireve 600 mg/100 g	
		Mlečni analozi, osim napitaka	200 mg/100 g ili za analoge sireva 600 mg/100 g	
		Bezalkoholna pića Mlečni napici Napici na bazi mlečnih analoga	80 mg/100 ml	
		Masni namazi i prelive	600 mg/100 g	
		Masti za kuvanje	360 mg/100 ml	
		Mlečni analozi, osim napitaka	200 mg/100 g ili za analoge sireva 600 mg/100 g	
		Žita za doručak	500 mg/100 g	
		Pekarski proizvodi (hleb, pecivo i slatki keksi)	200 mg/100 g	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Žitne pločice	500 mg/100 g	
		Dodaci ishrani	3.000 mg dnevno za opštu populaciju 450 mg dnevno za trudnice i dojilje	
		Hrana za posebne medicinske namene	U skladu s posebnim nutritivnim potrebama osoba kojima su proizvodi namenjeni	
		Zamena za kompletnu dnevnu ishranu i zamena za jedan ili više obroka u toku dana za osobe na dijeti za mršavljenje	250 mg po obroku	
		Hrana za odojčad i malu decu	200 mg/100 ml	
		Hrana namenjena osobama s povećanom fizičkom aktivnošću, posebno sportistima		
		Hrana pri čijem se označavanju navodi izjava o odsutnosti ili smanjenoj prisutnosti glutena		

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
5	Ulje bogato arahidonskom kiselinom dobijeno iz gljive <i>Mortierella alpina</i>	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Arahidonska kiselina: $\geq 40\%$ ukupnog masenog udela masnih kiselina. Transmasne kiseline: $\leq 0,5\%$ ukupnog sadržaja masnih kiselina Nesaponifikovane supstance: $\leq 1,5\%$
		Početne i prelazne formule za odgojčad	U skladu sa zahtevima Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti djetetskih proizvoda	
		Hrana za posebnu medicinsku namenu za prevremeno rođenu decu	U skladu sa zahtevima Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti djetetskih proizvoda	
6	Arganovo ulje dobijeno iz biljke <i>Argania spinosa</i>	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Palmitinska kiselina (C16:0): 12–15% Stearinska kiselina (C18:0): 5–7% Oleinska kiselina (C18:1): 43–50% Linolna kiselina (C18:2): 29–36% Nesaponifikovane supstance: 0,3–2% Ukupni steroli: 100–500 mg/100 g Ukupni tokoferoli: 16–90 mg/100 g Oleinska kiselost: 0,2–1,5%
		Kao začim	Nije definisano	
		Dodaci ishrani	U skladu s uobičajenom upotrebom biljnih ulja za prehrambene svrhe	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
7	Ulje semena biljke <i>Buglossoides arvensis</i>	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Alfa-linoleinska kiselina: $\geq 35\%$ m/m ukupnih masnih kiselina
		Mlečni proizvodi i analogni proizvodi	250 mg/100 g 75 mg/100 g za pića	Stearidonska kiselina: $\geq 15\%$ m/m ukupnih masnih kiselina
		Sir i proizvodi od sira	750 mg/100 g	Linolna kiselina: $\geq 8,0\%$ m/m ukupnih masnih kiselina
		Maslac i ostale emulzije masti i ulja uključujući namaze (koji nisu za kuvanje i prženje)	750 mg/100 g	Transmasne kiseline: $\leq 2,0\%$ m/m ukupnih masnih kiselina
		Žita za doručak	625 mg/100 g	Sadržaj neosaponifikovanih supstanci: $\leq 2,0\%$
		Dodaci ishrani, osim dodataka ishrani za odojčad i malu decu	500 mg dnevno	Sadržaj belančevina (ukupni azot): $\leq$ 10 µg/ml
		Hrana za posebne medicinske namene, osim hrane za posebne medicinske namene za odojčad i malu decu	U skladu s posebnim nutritivnim potrebama osoba kojima su proizvodi namenjeni	Pirolizidinski alkaloidi: ne mogu se utvrditi ispod granice od 4,0 µg/kg
		Zamena za kompletnu dnevnu ishranu i zamena za jedan ili više obroka u toku dana za osobe na dijeti za mršavljenje	250 mg po obroku	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
8	Ulje dobijeno od račića <i>Calanus</i> <i>finmarchicus</i>	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Estri voska: > 85% Ukupne masne kiseline: > 46% Eikozapentaenska kiselina (EPA): > 3,0% Dokosaheksaenska kiselina (DHA): > 4,0% Ukupni masni alkoholi: > 28% C20:1 n-9 masni alkohol: > 9,0% C22:1 n-11 masni alkohol: > 12% Transmasne kiseline: < 1,0% Estri astaksantina: < 0,1%
		Dodaci ishrani	2,3 g dnevno	
9	Ulje iz semenki biljke <i>chia</i> (<i>Salvia hispanica</i>)	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Alfa-linoleinska kiselina: ≥ 60% Linolna kiselina: 15–20%
		Čisto chia ulje	2 g dnevno	
		Dodaci ishrani	2 g dnevno	
10	Ulje iz semena korijandera <i>Coriandrum sativum</i>	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Sastav masnih kiselina: Palmitinska kiselina (C16:0): 2–5% Stearinska kiselina (C18:0): < 1,5% Petroselinska kiselina (cis-C18:1(n-12)): 60–75% Oleinska kiselina (cis-C18:1 (n-9)): 8–15%
		Dodaci ishrani	600 mg dnevno	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
11	Ulje od diacilglicerola biljnog porekla	<i>Odobrena kategorija hrane</i>		Linolna kiselina (C18:2): 12–19% α -Transmasne kiseline: $\leq 1,0\%$ Indeks refrakcije (20 °C): 1,466–1,474 Jodni broj: 88–110 jedinice Saponifikacioni broj: 186-200 mg KOH/g Neosaponifikovane supstance: ≤ 15 g/kg
		<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>		
		Ulje za kuvanje		
		Masni namazi		
		Prelivi za salate		
		Majonez		
		Zamena za jedan ili više obroka za osobe na dijeti za mršavljenje (u obliku pića)		Diacilgliceroli (DAG): $\geq 80\%$ 1,3-diacilglicerola (1,3-DAG): $\geq 50\%$ Triacilgliceroli (TAG): $\leq 20\%$ Monoacilgliceroli (MAG): $\leq 5,0\%$ Oleinska kiselina (C18:1): 20–65% Linolna kiselina (C18:2): 15–65% Linoleinska kiselina (C18:3): $\leq 15\%$ Zasićene masne kiseline: $\leq 10\%$ Neosaponifikovane supstance: $\leq 2,0\%$ Transmasne kiseline: $\leq 1,0\%$
		Pekarski proizvodi		

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
12	Ulje od biljke <i>Echium Plantagineum</i>	Proizvodi srodni jogurtu		Steroidna kiselina: $\geq 10\%$ m/m ukupnih masnih kiselina Transmasne kiseline: $\leq 2,0\%$ (m/m ukupnih masnih kiselina) Sadržaj neosaponifikovanih supstanci: $\leq 2,0\%$ Sadržaj belančevina (ukupni azot): $\leq 20 \mu\text{g/ml}$ Pirrolizidinski alkaloidi: ne mogu se utvrditi ispod granice od $4,0 \mu\text{g/kg}$
		<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	
		Proizvodi na bazi mleka i tečni proizvodi od jogurta u pakovanju za jednu dozu	250 mg/100 g; 75 mg/100 g za pića	
		Proizvodi od sira	750 mg/100 g	
		Masni namazi i prelive	750 mg/100 g	
		Žita za doručak	625 mg/100 g	
		Dodaci ishrani	500 mg dnevno	
		Hrana za posebne medicinske namene	U skladu sa posebnim prehrambenim potrebama osoba kojima su proizvodi namenjeni	
13	Ulje od	Zamena za kompletnu dnevnu ishranu i zamena za jedan ili više obroka u toku dana za osobe na dijeti za mršavljenje	250 mg po obroku	Sadržaj neosaponifikovanih supstanci:
		<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene</i>	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
	kukuruznih klica bogato neosaponifi- kovanim supstancama		<i>količine</i>	> 9,0 g/100 g tokoferoli: $\geq 1,3$ g/100 g α- tokoferol (%): 10–25% β- tokoferol (%): < 3,0% γ- tokoferol (%): 68 – 89% δ- tokoferol (%): < 7,0% Steroli, triptepenski alkoholi, metilestri: > 6,5 g/100 g Masne kiseline u trigliceridima: Palmitinska kiselina: 10,0 – 20,0% Stearinska kiselina: < 3,3% Oleinska kiselina: 20,0 – 42,2% Linolna kiselina: 34,0 – 65,6% Linoleinska kiselina: < 2,0% Gvožđe (Fe): < 1 500 µg/kg Bakar (Cu): < 100 µg/kg Policiklični aromatični ugljovodonići (Polycyclic aromatic hydrocarbons – PAH), benzo(a) piren: < 2 µg/kg
		Dodaci ishrani	2 g dnevno	
		Žvakaća guma	2%	
14	Ulje obogaćeno fitosterolima /fitostanolima	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Distribucija acilglicerola Slobodne masne kiseline (izražena kao oleinska): $\leq 2,0\%$ Monoacilgliceroli (MAG): $\leq 10\%$
		Mazive masti isključujući ulja za kuvanje i prženje kao i namaze na		

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
15	Ulje ekstrakovano iz lignji	bazi maslaca ili neke druge masti životinjskog porekla		Diacilgliceroli (DAG): $\leq 25\%$ Triacilgliceroli (TAG): preostali udeo Frakcija fitosterola β -sitosterol: $\leq 80\%$ β - sitosterol: $\leq 15\%$ kampesterol: $\leq 40\%$ kamppestanol: $\leq 5,0\%$ stigmasterol: $\leq 30\%$ brasikasterol $\leq 3,0\%$ drugi steroli /stanoli: $\leq 3,0\%$ Transmasne kiseline: $\leq 1\%$ Kontaminacija/nečistoća (GC-FID ili ista metoda) fitosterola/fitostanola:
		Proizvodi na bazi mleka, kao što su proizvodi na bazi delimično obranog i obranog mleka, uz mogućnost dodatka voća i/ili žitarica, proizvodi na bazi fermentisanog mleka kao što su proizvodi na bazi jogurta i sira (sadržaj masti ≤ 12 g u 100 g), pri čemu je možda smanjen udeo mlečne masti, a masti ili belančevine su delimično ili u potpunosti zamenjene biljnom mašću ili belančevinama.		
		Napici od soje		
		Prelivi za salatu, majonez i ljuti umaci		
15	Ulje ekstrakovano iz lignji	Odobrena kategorija hrane	Maksimalno dozvoljene količine	Testiranje hladnoće na $0\text{ }^{\circ}\text{C} \leq 3$ sata Neosaponifikovane supstance: $\leq 5,0\%$ Transmasne kiseline: $\leq 1,0\%$
		Mlečni proizvodi, osim pića na bazi mleka	200 mg/100 g ili za sireve 600 mg/100 g	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Mlečni analozi, osim napitaka	200 mg/100 g ili za analoge sireva 600 mg/100 g	Eikozapentaenska kiselina (EPA): > 20,0% Dokosaheksaenska kiselina (DHA): > 10,0%
		Mazive masti i prelivi	600 mg/100 g	
		Pekarski proizvodi (hleb i peciva)	200 mg/100 g	
		Žitne pločice	500 mg/100 g	
		Bezalkoholna pića (uključujući pića na bazi mleka)	60 mg/100 ml	
		Dodaci ishrani	3.000 mg dnevno za opštu populaciju 450 mg dnevno za trudnice i dojilje	
		Hrana za posebne medicinske namene	U skladu sa posebnim prehrambenim potrebama osoba kojima je proizvod namenjen	
		Zamena za kompletnu dnevnu ishranu za osobe na dijeti za mršavljenje i zamene za jedan ili više obroka pri dijeti za mršavljenje	200 mg po obroku	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
16	Proizvod fosfolipida koji sadrži jednaku količinu fosfatidilsterina i fosfatidne kiseline	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Ukupni fosfolipidi : $\geq 70\%$ Fosfatidilserin: $\geq 20\%$ Fosfatidna kiselina: $\geq 20\%$ Gliceridi: $\leq 1,0\%$ Slobodni L-serin: $\leq 1,0\%$ Tokoferoli: $\leq 0,3\%$ Fioosteroli: $\leq 2,0\%$ Silicijumdioksid se koristi u maksimalnoj količini od 0,1%.
		Žitarice za doručak	80 mg/100 g	
		Žitne pločice	350 mg/100 g	
		Hrana na bazi jogurta	80 mg/100 g	
		Proizvodi slični jogurtu na bazi soje	80 mg/100 g	
		Napici na bazi jogurta	50 mg/100 g	
		Napici slični jogurtu na bazi soje	50 mg/100 g	
		Praškovi na bazi mleka u prahu	3,5 g/100 g (odgovara 40 mg/100 ml proizvoda spremenog za piće)	
	Hrana za posebne medicinske namene	Dodaci ishrani	800 mg dnevno	Upotrebljavati u skladu sa Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti dijetetskih proizvoda

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
17	Fosfolipidi iz žumanca	<i>Odobrena kategorija hrane</i> nije određen	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	85% i 100% čistih fosfolipida iz žumanaca
18	Ulje od koštica sljive	<i>Odobrena kategorija hrane</i> Za prženje i kao začim	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i> U skladu sa uobičajenom upotrebom biljnih ulja za prehrambene svrhe	Oleinska kiselina (C18:1): 68% Linolna kiselina (C18:2): 23% γ-tokoferol: 80% ukupnih tokoferola β-sitosterol: 80–90% ukupnih sterola Triolein: 40–55% ukupnih triglicerida Cijanovodonična kiselina: najviše 5 mg/kg ulja
19	Ulje od uljane repice bogato nesaponifikovanim supstancama	<i>Odobrena kategorija hrane</i> Dodaci ishrani	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i> Preporučeno je dnevni unos od 1,5 g po porciji	Nesaponifikovane supstance: > 7,0 g/100 g Tokoferoli: > 0,8 g/100 g α-tokoferol (%): 30–50% γ-tokoferol (%): 50–70% δ-tokoferol (%): < 6,0% Steroli, triterpensi alkoholi, metilsteroli: > 5,0 g/100 g Masne kiseline u trigliceridima: Palmitinska kiselina: 3–8% Stearinska kiselina: 0,8–2,5%

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
20	Ulje od biljke <i>sacha inchi</i> (<i>Plukenetia volubilis</i>)	<i>Odobrena kategorija hrane</i>		Oleinska kiselina: 50–70% Linolna kiselina: 15–28% Linoleinska kiselina: 6–14% Eruka kiselina: < 2,0% Teški metali: Gvožđe (Fe): < 1.000 µg/kg Bakar (Cu): < 100 µg/kg Nečistoće: Policiklični aromtični ugljovodonici (PAH), benzo(a)piren: < 2 µg/kg Izgled , bistrina sjaj, boja: tečnost koja je na na sobnoj temperaturi bistra, sjajna, žutozltne boje Miris i ukus: ukus voća i povrća bez neprihvatljivih aroma ili mirisa Transmasne kiseline: < 1,0 g/100 g Ukupne nezasićene masne kiseline: > 90% Omega 3alfa linolenska kiselina (ALK): > 45% Zasićene masne kiseline: < 10% Bez trans masnih kiselina (< 0,5%) Bez eruka kiselina (< 0,2%)
		Kao za laneno ulje	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i> U skladu s uobičajenom upotrebom lanenog ulja za prehrambene svrhe	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
				Više od 50% trilinolein i dilinolein triglicerida Bez holesterola (< 5,0 mg/100 g)
21	Salatirimi	<i>Odobrena kategorija hrane</i> Pekarski proizvodi i poslastice	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Opis: bistra tečnost blage boje ćilibara, svetla voštana čvrsta materija na sobnoj temperaturi. Ne sadrži čestice niti ima neuobičajen ili užegao miris. Distribucija glicerol estara: Triacilgliceroli: > 87% Diacilgliceroli: ≤ 10% Monoacilgliceroli: ≤ 2,0% Sastav masnih kiselina MOLE% LCFA (dugolančane masne kiseline): 33–70% MOLE% SCFA (kratkolančane masne kiseline): 30–67% Zasićene dugolančane masne kiseline: < 70% masnog udela Transmasne kiseline: ≤ 1,0% Profil triacilglicerola: Triestri (kratkolančani/ dugolančani od 0,5 do 2,0): ≥ 90%

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
22	Ulje od mikroalge <i>Schizochytrium</i> <i>sp.</i> bogato DHA- om i EPA-om			Triestri (kratkolančani/ dugolančani = 0): ≤ 10% Nesaponifikoane supstance: ≤ 1,0% Pepeo: ≤ 0,1% Boja: ≤ 3,5 crvena (po Lovibondu)
		<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Oksidativna stabilnost: Za sve prehrambene proizvode koji sadrže ulje bogato DHA-om i EPA-om dobijeno od mikroalge <i>Schizochytrium sp.</i> Trebala bi se dokazati oksidativna stabilnost na osnovu odgovarajuće metode
		Dodaci ishrani (kapsule, tablete ili prah) namenjeni odraslima, isključujući trudnice i dojilje	3.000 mg dnevno	ispitivanja priyrate na nacionalnom /meunarodnom nivou (npr. AOAC)
		Dodaci ishrani za trudnice i dojilje	450 mg dnevno	Neosaponifikovane supstance: ≤ 4,5%
		Hrana za posebne medicinske namene	U skladu s posebnim prehrambenim potrebama osoba kojima su proizvodi namenjeni	Transmasne kiseline: ≤ 1% Sadržaj DHA: ≥ 22,5% Sadržaj EPA-a: ≥ 10%
		Zamena za kompletnu dnevnu ishranu za osobe na dijeti za mršavljenje i zamene za jedan ili više obroka pri redukcijskoj dijeti	250 mg po obroku	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Mlečni napici i slični proizvodi namenjeni maloj deci	200 mg/100 g	
		Prerađena hrana na bazi žitarica i dečja hrana namenjena odojčadi i maloj deci		
		Hrana namenjena osobama sa povećanom telesnom aktivnošću, posebno sportistima		
		Hrana pri čijem se označavanju navodi izjava o odsutnosti ili smanjenom prisustvu glutena		
		Pekarski proizvodi (hleb, pecivo i slatki keks)	200 mg/100 g	
		Žitarice za doručak	500 mg/100 g	
		Masti za kuvanje	360 mg/100 g	
		Mlečni analozi, osim napitaka	600 mg/100 g za sir; 200 mg/100 g za proizvode od soje i imitacije mleka (isključujući napitke)	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
23	Ulje od mikroalge <i>Schizochytrium</i> sp. (ATCC PTA-9695)	Mlečni proizvodi, osim mlečnih napitaka	600 mg/100 g za sir; 200 mg/100 g za proizvode od mleka (uključujući proizvode od mleka, fromage frais i jogurt; isključujući napitke)	Neosaponifikovane supstance: $\leq$ 3,5% Transmasne kiseline: $\leq$ 2,0% Dokozpentaenska kiselina (DPK) n- 6: $\leq$ 7,5% Sadržaj DHA: $\geq$ 35%
		<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	
		Mlečni proizvodi, osim mlečnih napitaka	200 mg/100 g ili za sireve 600 mg/100 g	
		Mlečni analozi, osim napitaka	200 mg/100 g ili za analoge sireva 600 mg/100 g	
		Mazive masti i preliv	600 mg/100 g	
		Žitarice za doručak	500 mg/100 g	
		Dodaci ishrani	250 mg DHA dnevno za opštu populaciju	
			450 mg DHA dnevno za trudnice i dojilje	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Zamena za kompletnu dnevnu ishranu za osobe na dijeti za mršavljenje i zamene za jedan ili više obroka pri dijeti za mršavljenje	250 mg po obroku	
		Mlečni napici i slični proizvodi namenjeni maloj deci	200 mg/100 g	
		Prerađena hrana na bazi žitarica i dečija hrana namenjena odojčadi i maloj deci		
		Hrana namenjena osobama sa povećanom fizičkom aktivnošću, posebno sportistima		
		Hrana pri čijem se označavanju navodi izjava o odsutnosti ili smanjenom prisustvu glutena		
		Hrana za posebne medicinske namene	U skladu s posebnim prehrambenim potrebama osoba kojima su proizvodi namenjeni	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane</i> <i>Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Pekarski proizvodi (hleb, pecivo i slatki keksi)	200 mg/100 g	
		Žitne pločice	500 mg/100 g	
		Masti za kuvanje	360 mg/100 g	
		Bezalkoholna pića (uključujući mlečne analoge i mlečne napitke)	80 mg/100 ml	
		Početna I prelazna hrana za odojčad	Upotrebljavati u skladu sa Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti proizvoda	
24	Ulje od mikroalge <i>Schizochytrium sp.</i>	Prerađena hrana na bazi žitarica i dečja hrana namenjena odojčadi i maloj deci	200 mg/100 g	Neosaponifikovane supstance: ≤ 4,5% Transmasne kiseline: ≤ 1,0% Sadržaj DHA: ≥ 32,0%
		<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	
		Mlečni proizvodi, osim mlečnih napitaka	200 mg/100 g ili za sireve 600 mg/100 g	
		Mlečni analozi, osim napitaka	200 mg/100 g ili za analoge sireva 600 mg/100 g	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Mazive masti i preljevi	600 mg/100 g	
		Žitarice za doručak	500 mg/100 g	
		Dodaci ishrani	250 mg DHK dnevno za opštu populaciju	
			450 mg DHK dnevno za trudnice i dojilje	
		Zamena za kompletnu dnevnu ishranu za osobe na dijeti za mršavljenje i zamene za jedan ili više obroka pri dijeti za mršavljenje	250 mg po obroku	
		Mlečni napici i slični proizvodi namenjeni maloj deci	200 mg/100 g	
		Prerađena hrana na bazi žitarica i dečija hrana namenjena odojčadi i maloj deci		
		Hrana namenjena osobama sa povećanom fizičkom aktivnošću, posebno sportistima		

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
25	Ulje od mikroalge <i>Schizo chytrium</i> sp. (T18)	Hrana pri čijem se označavanju navodi izjava o odsutnosti ili smanjenom prisustvu glutena		Neosaponifikovane supstance: 3,5% Transmasne kiseline: ≤ 2,0% Sadržaj DHA: ≥ 35%
		Hrana za posebne medicinske namene	U skladu s posebnim prehrambenim potrebama osoba kojima su proizvodi namenjeni	
		Pekarski proizvodi (hleb, pecivo i slatki keksi)	200 mg/100 g	
		Žitne pločice	500 mg/100 g	
		Masti za kuvanje	360 mg/100 g	
		Bezalkoholna pića (uključujući mlečne analoge i mlečne napitke)	80 mg/100 ml	
		<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	
		Mlečni proizvodi, osim mlečnih napitaka	200 mg/100 g ili za sireve 600 mg/100 g	
		Mlečni analozi, osim napitaka	200 mg/100 g ili za analoge sireva 600 mg/100 g	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		Odobrena kategorija hrane Approved food category	Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities	
		Mazive masti i preljevi	600 mg/100 g	
		Žitarice za doručak	500 mg/100 g	
		Dodaci ishrani	250 mg DHA dnevno za opštu populaciju	
			450 mg DHA dnevno za trudnice i dojilje	
		Zamena za kompletnu dnevnu ishranu za osobe na dijeti za mršavljenje i zamene za jedan ili više obroka pri dijeti za mršavljenje	250 mg po obroku	
		Mlečni napici i slični proizvodi namenjeni maloj deci	200 mg/100 g	
		Hrana namenjena osobama sa povećanom fizičkom aktivnošću, posebno sportistima		
	Hrana pri čijem se označavanju navodi izjava o odsutnosti ili smanjenom prisustvu glutena			

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Hrana za posebne medicinske namene	U skladu sa posebnim prehrambenim potrebama osoba kojima su proizvodi namenjeni	
		Pekarski proizvodi (hleb, pecivo i slatki keksi)	200 mg/100 g	
		Žitne pločice	500 mg/100 g	
		Masti za kuvanje	360 mg/100 g	
		Bezalkoholna pića (uključujući mlečne analoge i mlečne napitke)	80 mg/100 ml	
		Početna i prelazna hrana za odojčad	Upotrebljavati u skladu sa Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti dijetetskih proizvoda	
		Prerađena hrana na bazi žitarica i dečija hrana namenjena odojčadi i maloj deci	200 mg/100 g	
		Kašice od voća i povrća	100 mg/100 g	

R.br. No.	Odobrena nova hrana Approved novel foods	Uslovi pod kojima se nova hrana može upotrebljavati The conditions under which novel foods can be used		IDENTIFIKACIONI PARAMETRI IDENTIFICATION PARAMETERS
		<i>Odobrena kategorija hrane Approved food category</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine Maximum allowed quantities</i>	
		Dodaci ishrani (kapsule, tablete ili prah) namenjeni odrasloj populaciji, isključujući trudnice i dojljke	100 mg dnevno	
26	Ekstrakt suncokretovog ulja	<i>Odobrena kategorija hrane</i>	<i>Maksimalno dozvoljene količine</i>	Oleinska kiselina (C18:1): 20% Linolna kiselina (C18:2): 70% Neosaponifikovane supstance: 8,0% Fitosteroli: 5,5% Tokoferoli: 1,1%
		Dodaci ishrani	1,1 g dnevno	

Ova lista je usklađena sa svim načelima i bitnim zahtevima iz relevantnih evropskih propisa: 1) Uredba Evropskog Parlamenta i Saveta (EU) broj 2015/2283 od 25. novembra, 2015. godine o novoj hrani, o izmeni Uredbe (EU) broj 1169/2011 Evropskog Parlamenta i Saveta i o stavljanju van snage (EZ) broj 258/97 Evropskog Parlamenta i Saveta i Uredbe Komisije (EZ) broj 1852/2001.

U gornjoj tabeli 1 su, između ostalog navedeni i identifikacioni parametri za pojedina ulja i/ili ekstrakte, koje definiše Pravilnik (2018).

Isti Pravilnik definiše i parametre kvaliteta (vlaga i isparljive materije, peroksidni broj, kiselinski broj/slobodne masne kiseline...).

Paralelni prikaz normi kvaliteta definisanih u Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode („Sl. list SCG” br. 23/2006) i Pravilniku o novoj hrani („Sl. glasnik RS”, br. 88/2018) prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Uporedni prikaz normi kvaliteta

Table 2. Comparison of quality parameters

Masti i ulja/ Fats and oils	Parametri kvaliteta (Pravilnik, 2006) / Quality parameters (Regulation, 2006)					
	Vlaga i isparljive materije (%)	Kiselinski broj (mg KOH/g)	Slobodne masne kiseline, kao oleinska (%)	Peroksidni broj (meq/kg ulja)	Anisidinski broj	Sadržaj nerastvorljivih nečistoća (%)
Hladno presovano i devičansko jestivo biljno ulje, jestivo nerafinisano biljno ulje	max 0,2	max 4,0	max 2,0	max 15	-	max 0,05
Jestivo rafinisano biljno ulje	max 0,2	max 0,6	max 0,3	max 10	-	max 0,05
Nova hrana/ Novel foods	Parametri kvaliteta (Pravilnik, 2018) / Quality parameters (Regulation, 2018)					
Ulje od algi dobijeno od mikroalge <i>Ulkenia sp.</i>	≤ 0,05	≤ 0,5	-	≤ 5,0	-	-
Ulje semenki biljke <i>Allanblackia</i>	-	-	najviše 0,1	najviše 0,8	-	-

Masti i ulja/ Fats and oils	Parametri kvaliteta (Pravinik, 2006) / Quality parameters (Regulation, 2006)					
	Vlaga i isparljive materije (%)	Kiselinski broj (mg KOH/g)	Slobodne masne kiseline, kao oleinska (%)	Peroksidni broj (meq/kg ulja)	Anisidinski broj	Sadržaj nerastvorljivih nečistoća (%)
Ulje od Antarktičkog Krila dobijeno od vrste <i>Euphausia superba</i> Ekstrakt lipida od Antarktičkog Krila <i>Euphausia superba</i>	≤ 3,0	-	-	≤ 3,0	-	-
Ulje od Antarktičkog Krila bogato fosfolipidima dobijeno iz vrste <i>Euphausia superba</i>	≤ 3,0	-	-	≤ 3,0	-	-
Ulje bogato arahidonskom kiselinom dobijeno iz gljive <i>Mortierella alpina</i>	< 0,5	-	≤ 0,45	< 5,0	≤ 20	-
Arganovo ulje dobijeno iz biljke <i>Argania spinosa</i>	-	-	0,2-1,5	≤ 10,0	-	-
Ulje semena biljke <i>Buglossoides arvensis</i>	-	≤ 0,6	-	≤ 5,0	-	-
Ulje dobijeno od račića Calanus <i>Calanus finmarchicus</i>	< 1,0	-	-	< 3,0	-	-

Masti i ulja/ Fats and oils	Parametri kvaliteta (Pravinik, 2006) / Quality parameters (Regulation, 2006)					
	Vlaga i isparljive materije (%)	Kiselinski broj (mg KOH/g)	Slobodne masne kiseline, kao oleinska (%)	Peroksidni broj (meq/kg ulja)	Anisidinski broj	Sadržaj nerastvorljivih nečistoća (%)
Ulje iz semenki biljke <i>chia</i> (<i>Salvia hispanica</i>)	-	-	≤ 2,0	≤ 10,0	-	-
Ulje iz semena korijandera <i>Coriandrum sativum</i>	-	≤ 2,5	-	≤ 5,0	-	-
Masti i ulja/ Fats and oils	Parametri kvaliteta (Pravinik, 2006) / Quality parameters (Regulation, 2006)					
	Vlaga i isparljive materije (%)	Kiselinski broj (mg KOH/g)	Slobodne masne kiseline, kao oleinska (%)	Peroksidni broj (meq/kg ulja)	Anisidinski broj	Sadržaj nerastvorljivih nečistoća (%)
Hladno presovano i devičansko jestivo biljno ulje, jestivo nerafinisano biljno ulje	max 0,2	max 4,0	max 2,0	max 15	-	max 0,05
Jestivo rafinisano biljno ulje	max 0,2	max 0,6	max 0,3	max 10	-	max 0,05
Nova hrana/ Novel foods	Parametri kvaliteta (Pravinik, 2018) / Quality parameters (Regulation, 2018)					
	Vlaga i isparljive materije (%)	Kiselinski broj (mg KOH/g)	Slobodne masne kiseline, kao oleinska (%)	Peroksidni broj (meq/kg ulja)	Anisidinski broj	Sadržaj nerastvorljivih nečistoća (%)
Ulje od diacilglicerola biljnog porekla	≤ 0,1	≤ 0,5	-	≤ 1,0	-	-
Ulje od biljke <i>Echium Plantagineum</i>	-	≤ 0,6	-	≤ 5,0	-	-
Ulje od kukuruznih klica bogato neosaponifikovanim supstancama	-	≤ 6,0	-	≤ 10	-	-

Masti i ulja/ Fats and oils	Parametri kvaliteta (Pravinik, 2006) / Quality parameters (Regulation, 2006)					
	Vlaga i isparljive materije (%)	Kiselinski broj (mg KOH/g)	Slobodne masne kiseline, kao oleinska (%)	Peroksidni broj (meq/kg ulja)	Anisidinski broj	Sadržaj nerastvorljivih nečistoća (%)
Ulje obogaćeno fitosterolima / fitostanolima	≤ 0,5		-	≤ 5,0	-	-
Ulje ekstrakovano iz lignji	≤ 0,1	≤ 0,5	-	≤ 5,0	≤ 20	-
Proizvod fosfolipida koji sadrži jednaku količinu fosfati- dilsterina i fosfatidne kiseline	≤ 2,0	-	-	-	-	-
Ulje od uljane repice bogato nesaponi- fikovanim supstancama		≤ 0,6	-	≤ 10	-	-
Ulje od biljke <i>sacha inchi</i> (<i>Plukenetia</i> <i>volubilis</i>)	≤ 0,2		≤ 2,0	≤ 15	-	≤ 0.05
Salatrimi	≤ 0,3		≤ 0,5	≤ 2,0	-	-
Ulje od mikroalge <i>Schizo-</i> <i>chytrium</i> sp. bogato DHA- om I EPA-om	≤ 0,05	≤ 0,5		≤ 5,0	-	-
Ulje od mikroalge <i>Schizo-</i> <i>chytrium</i> sp. (ATCC PTA- 9695)			≤ 0,4	≤ 5,0	-	-
Ulje od mikroalge <i>Schizo-</i> <i>chytrium</i> sp.	≤ 0,05	≤ 0,5		≤ 5,0	-	-

Masti i ulja/ Fats and oils	Parametri kvaliteta (Pravilnik, 2006) / Quality parameters (Regulation, 2006)					
	Vlaga i isparljive materije (%)	Kiselinski broj (mg KOH/g)	Slobodne masne kiseline, kao oleinska (%)	Peroksidni broj (meq/kg ulja)	Anisidinski broj	Sadržaj nerastvorljivih nečistoća (%)
Ulje od mikroalge <i>Schizochytrium sp.</i> (T18)	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 0,4	≤ 5,0	-	-

- Za neke vrste ulja date su vrednosti za vlagu i isparljive materije, one su kod ulja od diacilglicerola biljnog porekla, ulja ekstraktovanog iz lignji i ulja od biljke *sacha inchi* i kod ulja od mikroalgi u skladu sa granicama datim u Pravilniku (2006) (max. 0,2%), a kod ostalih su granice veće (vrednosti se kreću i do 3% kod ulja od Antartičkog Krila).

- Ulja u kojima je data granica za kiselinski broj, se izuzev ulja iz semena korijandera (≤ 2,5 mg KOH/g) koje se uklapa u granice za hladno presovano jestivo biljno ulje (max. 4 mgKOH/g) i ulja od kukuruznih klica bogato neosaponifikovanim supstancama (≤ 6,0 mgKOH/g), uklapaju u granice definisane Pravilnikom (2006) (max. 0,6 mgKOH/g za jestiva rafinisana biljna ulja).

- Kod nekih ulja gde nije data granica za kiselinski broj data je granica za sadržaj slobodnih masnih kiselina i te granice se su manje ili iste kao granice u Pravilniku (2006) (max. 2% kao oleinska za hladno presovana, devičanska ili nerafinisana jestiva biljna ulja).

- Većina ulja koja se nalaze na Listi imaju definisane granice za peroksidni broj koje se uklapaju u granice definisane Pravilnikom (2006) za jestivo rafinisano biljno ulje (max. 10 meq/kg ulja / max. 5 mmol/kg) dok se Ulje od biljke *sacha inchi* kod kog je dozvoljeno max. 15 meq/kg ulja uklapa u granice definisane Pravilnikom (2006) za hladno presovana, devičanska ili nerafinisana jestiva biljna ulja (max. 15 meq/kg ulja / max 7,5 mmol/kg).

- Za ulje bogato arahidonskom kiselinom dobijeno iz gljive *Mortierella alpina* i ulje ekstraktovano iz lignji data je granica za anisidinski broj, dok po Pravilniku (2006) za anisidinski broj nije definisana granična vrednost.

- Samo za ulje od biljke *sacha inchi* data je vrednost za sadržaj nečistoća rastvorljivih u heksanu (max. 0,05%) i ona se uklapa u granice definisane Pravilnikom (2006).

- Za ulje od koštica šljive, ekstrakt suncokretovog ulja i fosfolipide iz žumanca u Pravilniku (2018) se ne navodi nijedan od ovih parametara kvaliteta datih u tabeli 2.

ZAKLJUČAK

1. Pravilnik o Novoj hrani („Sl. glasnik RS”, br. 88/2018) definiše identifikacione parametre kao i bitne parametre kvaliteta, čime se obezbeđuju uslovi za sigurniju i jednostavniju kontrolu tokom proizvodnje, prometa i primene navedenih namirnica.

2. Specifični načini proizvodnje svakog od navedenih ulja kao i specifična priroda sirovine, dovodi do toga da svako od njih ima sebi svojstvene maksimalne vrednosti parametara kvaliteta, koje se razlikuju od maksimalnih vrednosti definisanih Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode („Sl. list SCG”, br. 23/2006)

3. Sva odobrena nova hrana ima definisano područje primene, što sigurno sprečava niz loših posledica primene pojedinih sirovina u neadekvatne svrhe, a sve u cilju zaštite potrošača.

4. Najveći broj navedenih namirnica ima definisanu primenu u smislu maksimalno dozvoljene količine, što ukazuje da njihovo korišćenje u pripremi hrane mora biti ograničeno i kontrolisano.

LITERATURA

1. Pravilnik o novoj hrani („Sl. glasnik RS”, br. 88/2018).
2. Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode („Sl. list SCG”, br. 23/2006).
3. Worrell, J. (2018). Novel Foods, based on ACNFP workshop 22.02.2018.

PROIZVODNJA TEHNIČKE MASNE KISELINE

Žarko Vrbaški, Borislav Umičević, Milana Golušin

UM-ING d.o.o., Zrenjanin, Srbija

IZVOD

U ovom radu je dat prikaz procesa prerade sapunice i sirovih fosfatida do tehničke masne kiseline. To je u suštini modernizovana i kontinualna linija za preradu sekundarne sirovine, sapunice, koja se dobija iz procesa hemijske neutralizacije sirovog ulja. Ova sirovina sadrži pored sapuna masnih kiselina (RCOONa) još i određenu količinu fosfatida. Proces prerade se bazira na dejstvu koncentrovane sumporne kiseline koja prevodi relativno brzo RCOONa u Na_2SO_4 i slobodne masne kiseline (RCOOH) i mnogo sporije razlaže fosfatide do slobodnih masnih kiselina, monoglicerida, diglicerida i niza drugih produkata razgradnje (glicerola, fosforne kiseline, amina, inozitola ...) koji sa Na_2SO_4 odlaze u otpadnu vodu. Veća količina fosfatida u sapunici može da značajno oteža ovu preradu usled nastajanja emulzije. Neke rafinerije koje imaju fizičku rafinaciju nemaju uvek mogućnost da sirove fosfatide ubacuju u hranu za životinje i moraju te fosfatide da prerađuju do tehničkih masnih kiselina u instalacijama za preradu sapunice. Takav način proizvodnje tehničkih masnih kiselina je složen, a mora se predvideti i dodatna mogućnost saponifikacije ili sirovine ili emulzionog sloja koji se može pojaviti u toku procesa.

Ključne reči: sapunica, fosfatidi, emulzija, proizvodnja, saponifikacija

PRODUCTION OF TECHNICAL FATTY ACID

ABSTRACT

This paper presents an overview of the processing of soapstock and raw phosphatides to acid oil. This is essentially a modernized and continuous line for processing of secondary raw materials, soapstock, which is obtained from process of chemical neutralization of crude oil. This raw material contains, in addition to fatty acids soap (RCOONa), a certain amount of phosphatide. Process is based on the fact that concentrated sulfuric acid translates relatively fast RCOONa into Na_2SO_4 and free fatty acids (RCOOH) and slowly breaks down phosphatides to free fatty acids, monoglycerides, diglycerides and a number of other degradation products (glycerol, phosphoric acid, amine, inositol ...) that enter with Na_2SO_4 in wastewater. The amount of phosphatide in the soapstock can significantly slow

down this processing due to formation of an emulsion. Some refineries that have physical refining do not always have an option of spending raw phosphatides in animal feed, and they have to process those phosphates to acid oil in soapstock processing installations. Such a method of producing acid oil is complex, and an additional possibility of saponification or a raw material or an emulsion layer that may occur during the process must be anticipated.

Key words: soapstock, phosphatide, emulsion, processing, saponification

UVOD

Sirovo ulje se skladišti i prodaje posle degumiranja vodom i uklanjanja hidratabilnih fosfatida. Tako pripremljeno ulje još uvek sadrži izvesnu količinu nehidratabilnih fosfatida (NHP). Ovi zaostali fosfatidi se moraju transformisati u hidratabini oblik dejstvom fosforne kiseline (ili limunske kiseline) pre uklanjanja slobodnih masnih kiselina. Ukoliko se slobodne masne kiseline uklanjaju fizičkom rafinacijom tada se izdvojeni fosfatidi odvajaju od ulja pomoću centrifugalnog separatora. Izdvojeni sirovi fosfatidi (GUM) sadrže još i povučeno ulje, procesnu vodu kao i natrijum fosfat (ili natrijum citrat ako je korišćena limunska kiselina). Fabrike koje imaju ekstrakciju nanose izdvojene sirove fosfatide na sačmu. U slučaju da se slobodne masne kiseline iz sirovog ulja uklanjaju neutralizacijom sa rastvorom natrijum hidroksida tada u sastav sapunice ulaze i sirovi fosfatidi. Tako dobijena sapunica sadrži pored sapuna masnih kiselina (RCOONa) još i procesnu vodu, fosfatide, povučeno ulje, eventualno NaOH , kao i natrijum fosfat (ili natrijum citrat ako je primenjena limunska kiselina). U literaturi ima malo podataka o sastavu sapunice, kao i o sastavu sirovih fosfatida.

Sapunica ima polučvrstu konzistenciju, mora se držati topla da ne očvrstne. Literaturni podatak (Creol, 2010) navodi da ima pH vrednost oko 10-11, sadrži oko 32-67% procesne vode, oko 10-28% sapuna masnih kiselina, 12-13% povučenog ulja i oko 5-9% fosfatida. Zavisno od upotrebljene kiseline u procesu uklanjanja nehidratabilnih fosfatida sadrži još i natrijum fosfat ili natrijum citrate, ali sadrži i druge primese u zavisnosti od sastava sirovog ulja.

Neke rafinerije koje uklanjaju slobodne masne kiseline iz sirovog suncokretovog ulja fizičkom rafinacijom imaju degumiranje nehidratabilnih fosfatida kombinovano sa uklanjanjem dela voskova (DE3629243, 1986; EP0269277, 1987; US5239096, 1993). U tom slučaju sirovi fosfatidi sadrže pored sapuna masnih kiselina i voskove. Ovaj proces može da primenjuje rastvore fosforne ili limunske kiseline sa kojima se nehidratabilni fosfatidi transformišu u hidratabilne, a nakon toga se kiseline neutrališu rastvorom NaOH . Dodaje se mali višak NaOH u cilju formiranja oko 1500-2000 ppm sapuna masnih kiselina jer ovi sapuni pomažu kristalizaciju voskova na niskim temperaturama (Mišković, 2011).

Uticaj povišenog sadržaja fosfatida u sapunici se jasno vidi ako se izvrši centrifugiranje reakcione mase nakon dejstva sumporne kiseline. U slučaju sapunice sa niskim sadržajem fosfatida na površini se formira samo sloj tehničke masne kiseline iznad vodene faze. Ali ako u sapunici ima znatno više fosfatida tada se formiraju na

površini četiri sloja: gore sloj tehničke masne kiseline, ispod dva međusloja, a ispod još jedan sloj u kome ima najviše fosfatida (Stahle, 1965).

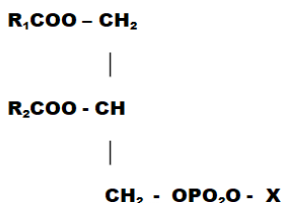
FOSFATIDI U ULJIMA

Postoje značajne razlike među uljima, kako po ukupnoj količini, tako i po sadržaju hidratabilnih i nehidratabilnih fosfatida. Suncokretovo ulje u poređenju sa drugim biljnim uljima ima nizak sadržaj ukupnih fosfatida i povoljan odnos sadržaja hidratabilnih prema nehidratabilnim fosfatidima (tabele 1 i 2). Sadržaj fosfatida u nekim uljima je dat u tabeli 1 (GEA).

Tabela 1. Sadržaj fosfatida u sirovim uljima
Table 1. Phosphatide content in crude oils

Ulje	Sadržaj fosfora (ppm)	Sadržaj fosfatida (%)
Palmino	15 - 40	0,04 - 0,1
Suncokretovo	200 - 500	0,5 - 1,3
Kukuruzne klice	300 - 800	0,7 - 2,0
Repice	200 - 800	0,5 - 2,0
Soje	600 - 1200	1,5 - 3,0

Sastav fosfatida je dosta složen i razlikuje se značajno od sastava triglicerida, jer se pored dva molekula masnih kiselina na trećem atomu ugljenika u glicerolu nalazi vezana fosforna kiselina koja je dalje vezana sa drugim jedinjenjima (slika 1). Jedinjenja koja su vezana za fosforu kiselinu bitno opredeljuju karakter datog fosfatida i imaju znatno veći značaj od toga koja će biti masna kiselina vezana za dva ugljenikova atoma u molekulu.



Slika 1. Hemijska struktura fosfatida
Figure 1. Chemical structure of phosphatide

X = holin	PC Fosfatidil holin
X = etanolamin	PE Fosfatidil etanolamin
X = inozitol	PI Fosfatidil inozitol
X = vodonik	PA Fosfatidna kiselina

Za uklanjanje fosfatida iz sirovih ulja je od posebnog značaja koliko ima hidratabilnih i nehidratibilnih fosfatida. Ovo delom zavisi od sastava semena koje ulazi u process, ali i od tehnoloških uslova. Degumiranjem vodom se uspešno uklanjaju samo hidratabilni fosfatidi što je dovoljno za skladištenje i prodaju sirovog ulja, a zadovoljava i uslove za hemijsku neutralizaciju. Razvoj fizičke rafinacije je zahtevao i da se ukloni i najveći deo nehidratibilnih fosfatida. Iako je fizička rafinacija bila razvijena pre svega za palmino ulje (gde je dovoljna primena adsorbenata) dalji razvoj tehnologije je bio usmeren i na druga sirova ulja, pre svega na suncokretovo ulje. Tabela 2 (Dijkstra, 2010; 2011) pokazuje za tri vrste ulja sadržaj hidratabilnih i nehidratibilnih fosfatida.

Tabela 2. Hemijske karakteristike fosfatida u tri najvažnija ulja
Table 2. Chemical characteristic in three most important oils

	Sojino ulje	Repičino ulje	Suncokretovo ulje
Sadržaj fosfora (ppm)	400 - 1200	200 - 800	300 - 700
Sadržaj fosfatida (%)	1,0 - 2,9	0,5 - 2,3	0,8 - 1,8
PC fosfatidil holin (%) (MW = 784)	32 - 47	27 - 37	29 - 52
PI fosfatidil inositol (%) (MW = 861)	21 - 24	17 - 22	17 - 30
PE fosfatidil etanolamin (%) (MW = 742)	20 - 23	17 - 20	17 - 26
PA fosfatidna kiselina (%) (MW = 699)	9	8 - 39	6 - 30

Hidratibilni fosfatidi

Nehidratibilni fosfatidi

MW = molekulska masa fosfatida

PC i PI

PE (interna so) i PA (Ca, Mg i Fe soli)

DEJSTVO KISELINA I ALKALIJA NA FOSFATIDE

Ako jake kiseline deluju na fosfatide oni se razlažu do slobodnih masnih kiselina, glicerola, fosforne kiseline, kao i na niz drugih jedinjenja (amini, inozitol ...). Dejstvom alkalijsa na fosfatide prvo nastaju sapuni masnih kiselina uz postepeno razlaganje glicerofosfatnog dela (Arjunian, 1986). Zavisno od uslova procesa može doći prvo do odvajanja samo jedne masne kiseline i formiranja lyso - fosfatida koji su bolji emulgatori od fosfatida što pomaže nastajanje i stabilizaciju emulzionih slojeva.

TEHNOLOGIJA PRERADE SAPUNICE I SIROVIH FOSFATIDA DO TEHNIČKIH MASNIH KISELINA

Pored niza kontinualnih tehnoloških rešenja još uvek su u primeni i diskontinualni procesi koji su usavršeni i u tehnološkom smislu kao i po pitanju materijala za uređaje (DeSmet, 2009). Obično se sastoje od tri reaktora u kojima se sapunica ili sirovi fosfatidi razlažu dejstvom sumporne kiseline. Tu se može postići i određena ušteda sumporne kiseline (kao i manje opterećenje otpadne vode sa sulfatima), ako se dva puta koristi vodena faza iz reaktora. Izdvojeni sloj tehničke masne kiseline se prebacuje u gravitacione dekantere u kojima se po potrebi ispiraju toplom vodom.

Ukoliko je važno da tehničke masne kiseline imaju visok sadržaj slobodnih masnih kiselina (preko 90%) tada se radi dodatna saponifikacija sapunice. Tu su literaturni podaci veoma oskudni, a nema ni jasnih podataka o saponifikaciji sirovih fosfatida. Ima različitih podataka u vezi temperature dodatne saponifikacije, neke firme predlažu rešenja sa saponifikacijom ispod 100°C (US4118407; SCM corp., 1987), ali renomirane firme (GEA, Alfa Laval) nude procesne linije u kojima se dodatna saponifikacija radi u cevnim reaktorima na oko 150°C. Više podataka o dodatnoj saponifikaciji sapunice daje firma Alfa Laval u jednoj starijoj publikaciji (Haraldsson, 1979) gde se navodi da se time rešava problem nastajanja emulzije nakon dejstva sumporne kiseline na saponifikovanu sapunicu.

PROCESNA LINIJA ZA PRERADU SAPUNICE ILI SIROVIH FOSFATIDA DO TEHNIČKE MASNE KISELINE (TMK)

Za uspešan rad kontinualne linije koja proizvodi tehničku masnu kiselinu (TMK) potrebno je da i kvalitet i količina sapunice zadovolje određene preduslove. Na bazi iskustva, a to se da i proračunati, osnovni uslov je da količina povučenog ulja u sapunici bude ograničena tako da udeo slobodnih masnih kiselina u produktu bude veći od oko 50%. Naime ukoliko centrifugalni separator koji odvaja sapunicu od neutralisanog ulja nije dobro podešen i u sapunicu ulazi previše ulja, tada je i protok tehničke masne kiseline (TMK) kroz dekantere prevelik. Ovim se proporcionalno skraćuje vreme za razdvajanje vodene faze od TMK što može rezultovati povećanom količinom zaostale vodene faze u produktu. Ova količina vodene faze u produktu je ograničena i propisima i zahtevima kupaca, jer se putem vodene faze unosi i sumporna kiselina.

(R-01) ima ugrađenu reaktorsku cev R u kojoj se mešaju sapunica i koncentrovana sumporna kiselina. Tehnološka linija je potpuno automatizovana u pogledu regulacije temperature i pH vrednosti (u reaktoru R-01 je temperatura $90\pm 5^{\circ}\text{C}$, a pH vrednost vodene faze je podešena na $2\pm 0,2$). Bitno je da su svi delovi tehnološke linije koji su u dodiru sa vodenom fazom izrađeni na bazi poliestra koji može da radi na zadatoj temperaturi, a otporan je na veoma korozivnu vodu. Uvek postoje dva dekantera D-01 i D-02, kao i prihvati emulzionog sloja u T-06 (ovaj emulzioni sloj se povremeno vraća na početak prerade u R-01, ali povremeno i u T-03). U dekanteru D-01 se formiraju dva odvojena toka, jedan za TMK, a jedan za otpadnu vodu. Iz oba dekantera se sa površine, tok tehničke masne kiseline (TMK) usmerava ka horizontalnom dekanteru T-05 gde se definitivno završava odvajanje vodene faze od TMK. Otpadna voda ide u NB-01 na neutralizaciju sa rastvorom NaOH do pH 6-8. Svi uređaji na tehnološkoj liniji su povezani sa deflegmacionom kolonom DK-01 koja uklanja iz vazdušnog toka štetne komponente (i mirise) pre ispuštanja u atmosferu.

Kada se prerađuje sirovina koja se sastoji od sirovih fosfatida (povučenog ulja, voskova i nešto sapuna masnih kiselina) do tehničke masne kiseline, tada se mora ugraditi i dodatni reaktor za povremenu saponifikaciju emulzionog sloja. Ova sirovina se dobija kada se radi uklanjanje slobodnih masnih kiselina iz sirovog suncokretovog ulja putem fizičke rafinacije. Ovaj postupak podrazumeva da se radi degumiranje + uklanjanje većeg dela voskova na niskoj temperaturi. Tehnička masna kiselina koja se dobije od takve sirovine ima relativno nizak sadržaj slobodnih masnih kiselina, jer povučeno ulje i voskovi ostaju nepromenjeni kao komponente tehničke masne kiseline. Firma UM-ING je do sada proizvela dve tehnološke linije koje uspešno rade preradu sirovih fosfatida.

U razvoju je i tehnološka linija koja može da prerađuje i posebno složene sirovine (koje mogu da formiraju i trajne emulzije koje sprečavaju razdvajanje slojeva TMK i vodene faze u dekanterima). Ovo uz uslov da se takve sirovine prvo saponifikuju na povišenoj temperaturi pre ulaska u liniju za preradu sapunice (ili sirovih fosfatida na bazi suncokretovog ulja). Saponifikacijom se veći deo fosfatida prevede u sapune masnih kiselina, a glicerol i drugi produkti razlaganja odlaze u otpadnu vodu. Ovo tehnološko rešenje podrazumeva povećani utrošak hemikalija i veće opterećenje otpadne vode solima i organskim supstancama, ali omogućava i preradu takvih, složenih sirovina.

ZAKLJUČAK

Ovo je prikaz kontinualnog tehnološkog rešenja za preradu sapunice ili sirovih fosfatida (od procesa prerade sirovog suncokretovog ulja) do tehničke masne kiseline. Dat je i kratak, informativan, prikaz fosfatida koji su, ili primesa u sapunici ili glavna komponenta koja se prerađuje. Ukazano je da su fosfatidi glavna smetnja u tehnološkom procesu, jer pogoduju stvaranju emulzije koja otežava razdvajanje tehničke masne kiseline od vodene faze.

LITERATURA

1. Arujunian N.S., Kornena E.P. (1986). Fosfolipidi rastiteljnih masel (knjiga) Agropromizdat, Moskva, Rusija.
2. Brückner, O., GEA Degumming and Refining Technologies.
3. CREOL Project Start Date: 1st June 2008, Project End Date: 31st May 2010.
4. DE3629243 (1986). N.S., Arujunian, Krasnodarskij Politechniceskij Institut.
5. DeSMET (2009). From book: Chemistry and technology of Oils and Fats (by M. M. Chakrabarty).
6. Dijkstra A.J. (2010). 101 AOCS Meeting.
7. Dijkstra A.J. (2011). AOCS Lipid Library.
8. dos Santos, R.R., Macedo Muruci, L.N., Oliveira Santos, L., Antoniassi, R., Lima da Silva, J.P., Triches Damaso, M.C. (2014). Characterization of Different Oil Soapstocks and Their Application in the Lipase Production by *Aspergillus niger* under Solid State Fermentation, Journal of Food and Nutrition Research, 2(9), 561-566,
9. EP0269277 (1987). Kaji, Takashi, Cambrian Engineering Group Ltd.
10. Galhardo, F., Dayton Ch. (2012). AOCS Lipid Library.
11. Mišković, M., Kojčin, A., Avramović, S. (2011). Rekonstrukcija sekcije degumiranja u pogonu rafinerije suncokretovog ulja, Uljarstvo, 42(1-2): 59-62.
12. Neuman, T., Hruschka, S., Zeldenrust, R. (2012). Breakdown and Distribution of Substances in Mechanical Rapeseed/Canola Processing, GEA Mechanical Equipment/GEA Westfalia Separator Group GmbH.
13. Stahle, C.W. (1965). Engineering and economic aspects of continuous soapstock acidulation, JAOCS, 42(6), 566-568.
14. US4118407 (1987). Red, J.F.P., SCM corp.
15. US5239096 (1993). Rodenburg, H.P., Krupp Maschinentechnik GmbH.

SIRAK KAO ENERAGENT - ODLIČNA SIROVINA ZA PROIZVODNJU BIOGORIVA

*Jela Ikanović¹, Nikola Rakaščan², Ljubiša Živanović¹, Gordana Dražić³,
Ljubiša Kolarić¹, Milić Čurović⁴, Vera Popović⁵*

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Srbija

²Biogas Energy, Ilandža, Srbija

³Univerzitet Singidunum, Beograd, Srbija

⁴Univerzitet u Podgorici, Biotehnički fakultet, Podgorica

⁵Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

U radu je ispitivana mogućnost dobijanja biogasa iz biomase sirka, tokom 2018. godine, uzgajanog na zemljištu tipa černoze u Ilandži. Analizirane su morfološke osobine dva hibrida sirka i to: visina biljka, broj listova i prinos biogasa. Rezultati su pokazali nisu postojale statistički značajne razlike u vrednostima ispitivanih parametara između ispitivanih hibrida. Prosečan visina biljaka iznosila je 168,25 cm i varirala je od 158,75 cm (NS Džin) do 177,75 cm (Buldodžer) dok je prosečan prinos biogoriva iznosio je 143,73 kubika / toni i varirao je od 142,70 kubika / toni (Buldodžer) do 144,75 kubika / toni (NS Džin). Sirak je produktivna i isplativa biljna vrsta podesna za korišćenje u energetske svrhe.

Ključne reči: genotip, biomasa, biogorivo, energetske svrhe, sirak

SORGHUM AS ENERAGENT - EXCELLENT RAW MATERIAL FOR BIOGAS PRODUCTION

ABSTRACT

The paper was examined the possibility of obtaining biogas from sorghum biomass, during 2018, grown on Chernozem-like soil in Ilandji. Morphological properties were analyzed two hybrids of sorghum: plant height, number of leaves and biogas yield. The results showed they do not existed statistically significant differences in the values of the tested parameters between the tested hybrids. Average plant height was 168.25 cm ranged from 158.75 cm (NS Džin) to 177.75 cm (Buldodžer) while the average yield is biofuels was 143.73 cubic meters / tonne and ranged from 142.70 cubic / ton (Buldodžer) to 144.75 cubic meters / tonnes (NS Džin). Sorghum is a productive and profitable plant species suitable for use in energy purposes.

Key words: genotype, biomass, biofuel, energy purposes, sorghum

UVOD

Sirak je prosoliko žito poreklom iz centralnih područja Afrike, gde je gajeno i korišćeno u ishrani još pre sedam hiljada godina. Prema podacima FAO u 2017. godini u svetu je gajen na 44.771.056 ha (sve forme), a u Srbiji na oko 2.650 ha, pretežno sorte sirka metlaša. U protekloj deceniji u našoj zemlji farmeri su pokazali sve veći interes za gajenje krmnih sirkova, sudanske trave i njihovih hibrida zbog nadzemne biomase i zrna. Osim glavnog proizvoda sirkova ostaje i značajna količina sporednih proizvoda koji se mogu upotrebiti na različite načine (Ikanovic i sar., 2011; 2014; 2019; Glamočlija i sar., 2015; Popović i sar., 2018; 2019).

Zahvaljujući razvoju novih tehnologija prerade biološkog otpada u energente, stopa porasta upotrebe alternativnih goriva značajno raste. Prema procenama stručnjaka iz oblasti energetike, ona u visokorazvijenim zemljama iznosi oko 15% godišnje. Zahvaljujući velikom polimorfizmu, današnje sorte sirkova imaju mnogostruku primenu (Ikanovic i sar., 2015).

Pored žetvenih ostataka, koji predstavljaju najveću masu sporednih proizvoda u ratarskoj proizvodnji, ostaju značajne količine otpadaka u procesu korišćenja glavnih proizvoda na gazdinstvu, za pripremu hrane za ljude i domaće životinje, zatim u prehrambenoj, farmaceutskoj, kozmetičkoj i hemijskoj industriji. Značajan deo ovih sporednih proizvoda upotrebljava se u daljoj industrijskoj preradi za dobijanje brojnih hemijskih supstanci, takođe se koristi i za proizvodnju biogoriva.

Sa povećanjem opšteg standarda očekuje se sve veći porast svetske populacije, koji je imao značajan rastući trend u prošlom veku. Tokom 21. veka, odnosno u narednom periodu povećanje broja stanovnika predstavljaće veliki problem u iznalaženju rešenja kako obezbediti potrebne količine hrane, ali i energije, budući da su ograničene rezerve osnovnih energetskih izvora, a to su fosilna goriva. Prema predviđanjima stručnjaka iz ovih oblasti do 2050. godine potrošnja hrane i energije će se udvostručiti.

Pored ekonomskih, javljaju se i problemi zaštite životne sredine, jer sve veća upotreba fosilnih goriva značajno povećava količinu štetnih gasova u atmosferi. Posledica povećanja koncentracije ovih gasova u atmosferi (posebno ugljen-dioksida) utiče na promenu klime koja se manifestuje globalnim zagrevanjem planete usled efekta staklenika.

Cilj rada bio je da se ispita uticaj genotipa na produktivnost biogoriva i mogućnost proizvodnje biogoriva kod nas.

MATERIJAL I METODE RADA

Tokom 2018. godine postavljen je poljski mikroogled po slučajnom blok sistemu u 10 ponavljanja sa veličinom osnovnih parcela 10 m² (5 m x 2 m) u Ilandži na zemljištu tipa černoziem. Predmet istraživanja bila su dva hibrida krmnog sirka: NS *Džin* (selekcionisanog u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad) i *Buldodžer*. Primenjena je standardna agrotehnika za gajenje sirka. Kosidba biljaka izvedena je u

početku faze metličenja (druga dekada jula), za analizu morfoloških osobina visina biljka i broj listova uzimani su uzorci iz sveže pokošene biomase. Prinos biogasa određen je analizom silaže sirka u laboratoriji Tehničkog fakulteta u Novom Sadu i preračunat na kubike / toni.

Meteorološki podaci

Klimatski uslovi su vrlo varijabilni (Bojović i sar., 2019; Terzić i sar., 2019, Popović i sar., 2018; 2019). Ukupne padavine u vegetacionom periodu iznosile su 254,3 mm dok su prosečne mesečne temperature vazduha iznosile 19,18 °C, tabela 1.

Tabela 1. Padavina (mm) i srednje mesečne temperature (°C), 2018. godina

Table 1. Precipitation (mm) and average monthly temperature (°C), 2018

Parameter Parametar	Lokalitet Locality	Mesec / Mounth						
Temperatura Temperature (°C)	Ilandža	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
		12,0	18,3	19,4	24,7	23,9	16,8	19,18
Padavine (mm) Precipitation		50,8	110,3	78,3	61,8	22,8	0,3	254.3

REZULTATI I DISKUSIJA

Biomasa sirka, odnosno žetveni ostaci koji preostaju posle berbe sorti za zrno imaju zelene listove i stabla koja sadrže veće količine vode. Ova biomasa je male hranljive vrednosti i sa visokim sadržajem nesvarljivih celuloza. Ukoliko bi se koristila za silažu treba je pokositi silokombajnama i silirati sa kabastom hranom veće hranljive vrednosti.

Drugi način korišćenja je u postrojenjima za dobijanje biogasa. Zaoravanje je korisno za povećanje plodnosti zemljišta, ostatke treba prethodno iseckati tarupima i ravnomernije rasporediti kako bi se lakše tokom oranja uneli u zemljište. Biomasa sirka šećerca, odnosno stabla posle ceđenja šećernog sirupa zajedno sa prethodno odvojenim listovima mogu se iskoristiti na sličan način. U svojim istraživanjima Cardoso i sar. (2013) zaključuju da je, zahvaljujući visokom sadržaju šećera, koji preostaju posle izdvajanja rastvorljivih disaharida, ova biomasa odlična sirovina za proizvodnju bioetanola u sistemu druge generacije, odnosno kada se za biogoriva koriste nejestive biljke i različiti biljni otpaci (Janković i sar., 2017).

Morfološko produktivne osobine ispitivanih genotipova prikazane su u tabeli 2 i 3. Obe sorte su ostvarile odlične performanse i bile su vrlo ujednačene po ispitivanim paramerima, odnosno između ispitivanih sorti nije postojala statistički značajna razlika.

Prosečan broj listova po biljci iznosio je 8,25 i varirao je od 7,75 (NS Džin) do 8,75 (Buldodžer), slika 1. Standardna devijacija u proseku za broj listova iznosila je 0,89 dok je standardna greška iznosila 0,31, tabela 3.

Tabela 2. Anova za testirane parametre
Table 2. Anova for tested parameter

Parametar Parameter	D.F.	SS	MS	F	p
Broj listova / Number of leaf					
Effect	1	544,5000	544,5000	933,4286	0,000000
Intercept	1	2,0000	2,0000	3,4286	0,113532
Sorta/Cultivar	6	3,5000	0,5833		
Greška/Error	7	5,5000			
Visina biljke / Plant height					
Effect	1	226464,5	226464,5	688,5163	0,000000
Intercept	1	722,0	722,0	2,1951	0,188960
Sorta/Cultivar	6	1973,5	328,9		
Greška/Error	7	226464,5	226464,5	688,5163	0,000000
Prinos biogasa, kubika / toni / Biogas yield, cubic / ton					
Effect	1	165255,0	165255,0	17039,53	0,000000
Intercept	1	8,4	8,4	0,87	0,387810
Sorta/Cultivar	6	58,2	9,7		
Greška/Error	7	165255,0			

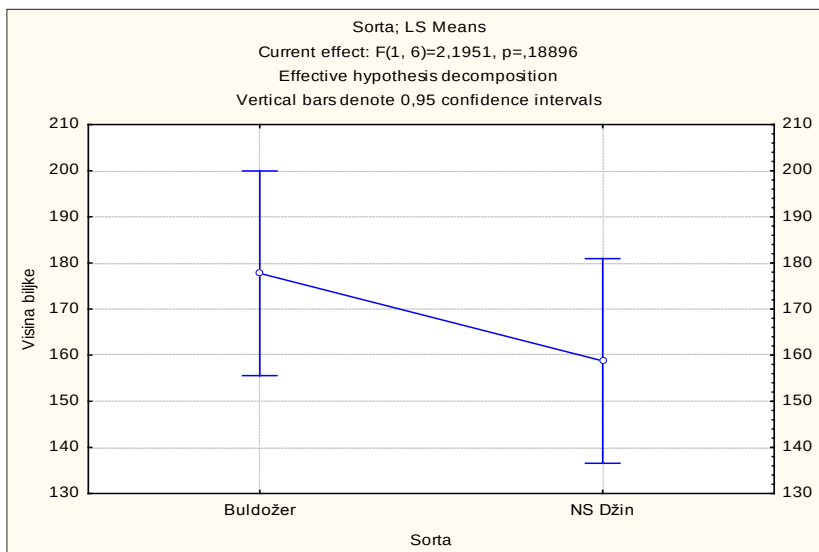
Prosečna visina biljaka iznosila je 168,25 cm i varirala je od 158,75 cm (NS Džin) do 177,75 cm (Buldodžer), slika 2. Standardna devijacija u proseku za broj listova iznosila je 19,62 dok je standardna greška iznosila 6,94, tabela 2 i 3.

Prosečan prinos biogasa iznosio je 143,73 kubika / toni i varirao je od 142,70 kubika / toni (Buldodžer) do 144,75 kubika / toni (NS Džin), tabela 3.

Tabela 3. Deskriptivna statistika za testirane parametre
Table 3. Descriptive statistics for tested parameter

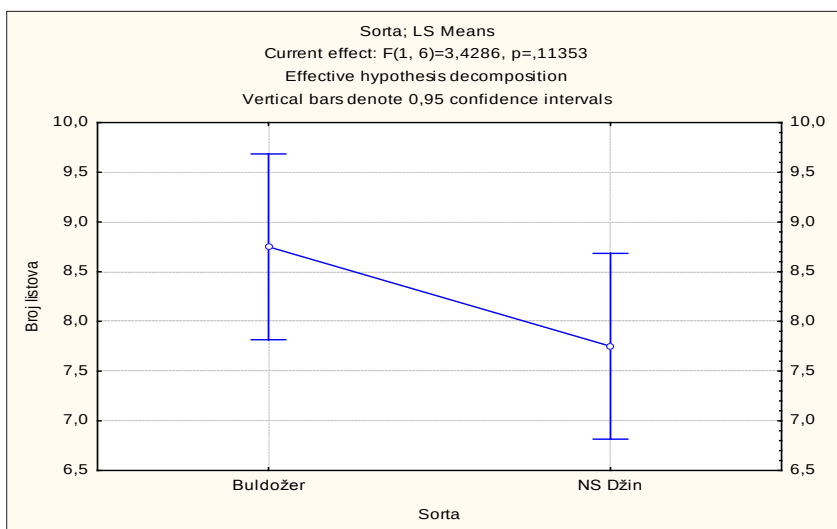
Effect	Factor	No	Mean	Std. Dev.	Std. Error	-95,00%	+95,00%
Broj listova / Number of leaves on the plant							
Total		8	8,25	0,89	0,31	7,51	8,99
Sorta Cultivar	Buldodžer	4	8,75	0,96	0,48	7,23	10,27
	NS Džin	4	7,75	0,50	0,25	6,95	8,55
Visina biljke / Plant height, cm							
Total		8	168,25	19,62	6,94	151,84	184,66
Sorta Cultivar	Buldodžer	4	177,75	15,39	7,69	153,26	202,24
	NS Džin	4	158,75	20,52	10,26	126,10	191,39
Prinos biogasa, kubika / toni / Biogas yield, cubic / ton							
Total		8	143,73	3,084	1,09	141,15	146,31
Sorta Cultivar	Buldodžer	4	142,70	2,89	1,44	138,15	147,29
	NS Džin	4	144,75	3,33	1,66	139,46	150,04

Parametar Parameter		Broj listova Number of leaves	Visina biljke Plant height	Prinos biogasa Biogas yield
LSD	0,5	1,32	5,39	31,38
	0,1	2,00	8,16	47,54



Slika 1. Visina biljaka

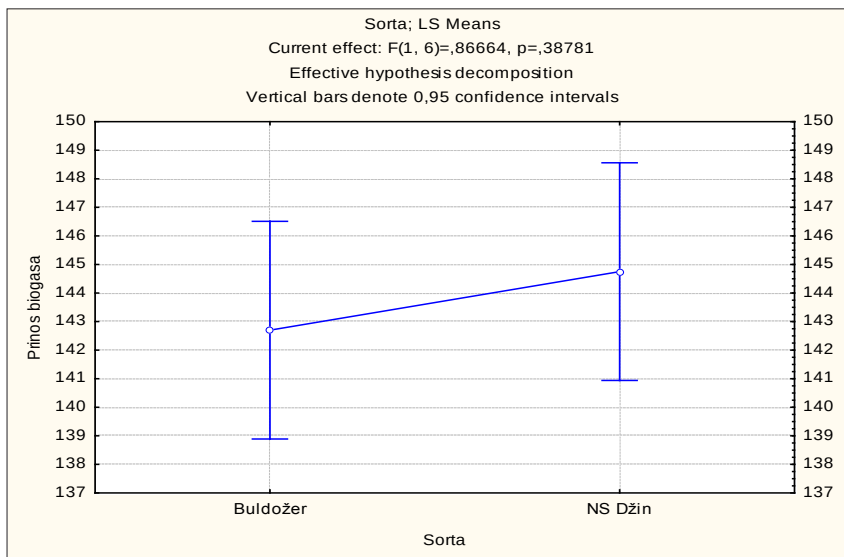
Figure 1. Plant height



Slika 2. Broj listova

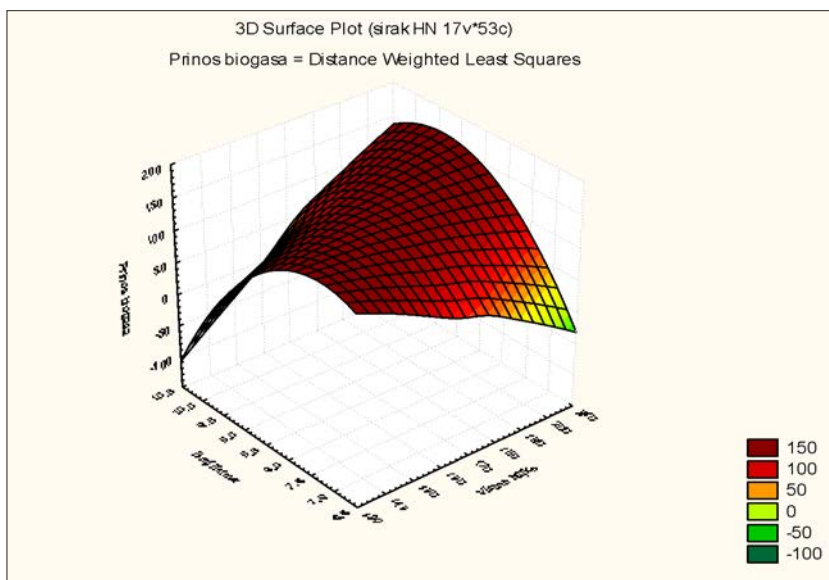
Figure 2. Number of leaves

Standardna devijacija u proseku za prinos biogasa iznosila je 3,08 dok je standardna greška iznosila 1,09, tabela 3. Sorta NS Džin imala je veći prinos biogasa za 2,05 kubika / toni odnosno za 1,44%, tabela 2, slike 3 i 4.



Slika 3. Prinos biogasa (kubika/toni)

Figure 3. Biogas yield (kubika/toni)



Slika 4. Prinos biogasa u odnosu na visinu biljaka i broj listova

Figure 4. Biogas yield in relation to plant height and number of leaves

Usavršavanjem tehnološkog postupka dobijanja biogoriva iz biomase sirka i sekundarnih proizvoda dobiće se energenti, koji imaju daleko širu primenu. Prednost ovih energenata je u činjenici da potiču iz obnovljivih izvora, što značajno umanjuje zavisnost od uvoza fosilnih goriva, kojima veliki broj zemalja ne raspolaže.

Drugi, pozitivan efekat bila bi značajno manja emisija štetnih gasova u atmosferu. Sagorevanjem biogoriva u atmosferu odlazi onoliko ugljen-dioksida, koliko biljke tokom godine potroše za procese fotosinteze, a istovremeno oslobađaju kiseonik. Količine drugih štetnih gasova, koje se oslobađaju sagorevanjem ovih alternativnih goriva mnogo su manje nego iz fosilnih goriva.

Biomasa sirka i drugih biljnih vrsta, koja bi se upotrebila za dobijanje biogoriva, predstavljala bi jedan od načina kojim bi zemlje mogle ostvariti obaveze prema *Kjoto protokolu* o klimatskim promenama, jer bi, u celini, smanjile emisiju štetnih gasova u atmosferu i efekat staklenika, kao osnovi činilac globalnog porasta temperature.

Pored upotrebe svih organskih otpadaka iz biljne proizvodnje, prerade ratarskih proizvoda i voća i različitog komunalnog otpada jedan od načina rešavanja ovog pitanja je usmeravanje poljoprivrednih proizvođača na gajenje biljaka koje u godini proizvodnje mogu dati veliku biomasu visoke energetske vrednosti. Prema tome, cilj gajenja ovih biljaka jeste da se proizvede energija iz obnovljivih izvora i da se smanji emisija CO₂ i drugih štetnih gasova u atmosferu.

Ostaci posle prerade zrna u prehrambenoj industriji

Zrna prosolikih žita gde spada i sirak, koriste se za dobijanje ulja, zatim za proizvodnju piva, vina i žestokih alkoholnih pića. Ostaci posle izdvajanja glavnog proizvoda ulja nazivaju se uljane pogače odnosno trop (masa koja preostaje posle proizvodnje alkohola).

Uljane pogače, koje ostaju posle ceđenja ulja iz zrna sirka, koriste se kao komponenta koncentrovane stočne hrane jer ima visoku hranljivu vrednost. Prema rezultatima istraživanja, koje navode (Janković i sar., 2017) ostaci zrna posle industrijske prerade, mogu se iskoristiti kao zamena za seno u ishrani junadi i krava. Hranljiva vrednost ove biomase zavisi da li se koristi sveža (sa velikim procentom vode) ili osušena. Poredeći sa drugim hranivima ona je znatno jeftinija (INTSORMIL, 2008).

ZAKLJUČAK

- Biomasa sirka i drugih biljnih vrsta, koja bi se upotrebila za dobijanje biogoriva, predstavljala bi jedan od načina kojim bi zemlje mogle ostvariti obaveze prema *Kjoto protokolu* o klimatskim promenama, jer bi, u celini, smanjile emisiju štetnih gasova u atmosferu i efekat staklenika, kao osnovi činilac globalnog porasta temperature.

- Prosečan prinos biogoriva iznosio je 143,73 kubika / toni i varirao je od 142,70 kubika / toni (Buldodžer) do 144,75 kubika / toni (NS Džin). Sorta NS Džin imala je veći prinos biogoriva za 2,05 kubika / toni odnosno za 1,44%.

- Usavršavanjem tehnološkog postupka dobijanja biogoriva iz biomase sirka i sekundarnih proizvoda dobili bi se energenti, koji imaju daleko širu primenu.
- Prednost ovih energenata je u činjenici da potiču iz obnovljivih izvora, što značajno umanjuje zavisnost od uvoza fosilnih goriva kao i smanjenje emisija CO₂ i drugih štetnih gasova u atmosferu.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekata TR 31078 i TR 31025 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije; i bilateralnih projekata: Alternativna žita i uljarice kao izvor zdravstveno bezbedne hrane i važna sirovina za proizvodnju biogoriva (Srbija-Crna Gora) i FAO Projekta: Redesigning the exploitation of small grains genetic resources towards increased sustainability of grain-value chain and improved farmers' livelihoods in Serbia and Bulgaria – GRAINEFIT; FAO Project 2019-2021.

LITERATURA

1. Bojović R., Popović V., Ikanović J., Živanović Lj., Rakašćan N., Popović S., Ugrenović V., Simić D. (2019). Morphological characterization of sweet sorghum genotypes across environments. The Journal of Animal and Plant Sciences. 29, 3, 1-10.
2. Cardoso, G. C. R. Garcia, A. L. de Souza, O. G. Pereira, C. M. de Andrade, S. Pires and F. S. Bernardino (2013). Performance of Simental steers fed sorghum silage, sugar cane and straw rice treated or not with anhydrous ammonia. Rev. Bras. Zootec., 33 (6 Supplement 2), 2132-2139.
3. Glamočlija, Đ., S. Janković i R. Pivić (2012a). Alternativna žita, monografija. Izdavač Institut za zemljište, Beograd.
4. 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.
5. Ikanovic J., Glamočlija Dj., Maletic R., Popović V., Sokolovic D., Spasic M., Rakic S. (2011). Path analysis of the productive traits in *sorghum* species, Genetika, Belgrade, 43, 2, 253-262. DOI: 10.2298/GENSR11022531
6. Ikanović J., Dražić G., Popović M.V., Krsmanović P., Dražić N., Živanović R.Lj., Kolarić Lj. (2018). Найти новые решения применения использования культуры. / Finding new solutions of crops forenergy use. The ecological state of the natural environment and the scientific and practical aspects of modern agricultural technologies " March 22-23.2018, Ryazan. Russia. 139-144.
7. Ikanović J., Janković S., Popović V., Rakić S., Dražić G., Živanović LJ., Kolarić LJ. (2014). Effect of nitrogen fertilizer rates on green biomass and dry matter yield of Sorghum sp. at different growth stages. Biotechnology in Animal Husbandry 30 (4), p. 743-749. DOI: 10.2298/BAH1404743
8. Ikanović J., Živanović Lj., Kolarić Lj. (2015). Agroenergetski crops in service ecoremediation. Ed. Milovanović J., Đorđević S.: Preservation and enhancement of bio-

- logical resources in the service ecoremediation/ Conservation and enhancement of biological resources in the service of ecoremediation. Monograph, Belgrade, ISBN 978-86-86859-41-9; 193-262 . 1-407 .
9. Intsormil (2008): Sorghum lager and stout beer: A boost to the African economy. Intsormil Report No. 17.
 10. Janković, S., Đ. Glamočlija, Prodanović S. (2017). Energetski usevi. Monografija, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd.
 11. Popović V., Mikić S., Jovović Z., Čurović M., Ignjatov M., Rajičić V., Ikanović J., Maksimović L. (2018). Effects of foliar nutrition on production biomass of broom-corn millet (*Panicum miliaceum* L.). Green Room Sessions 2018 International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference, ISBN 978-99406694-09-8, 60-67.
 12. Popović V., Mikić S., Vučković S., Glamočlija Đ., Živanović Lj., Kolarić Lj., Rajičić V., Ikanović J. (2019). Proizvodnja prosa-*Panicum miliaceum* L. i produktivnost NS sorti na černozeu, Zbornik radova Instituta PKB Agroekonomik. 25, 1-2. ISSN: 0354-1320.
 13. Terzic D., Popovic V., Malić N., Ikanović J., Rajičić V., Slobodan Popović, M. Lončar, Lončarević V. (2018). Effects of long-term fertilization on yield of siderates and organic matter content of soil in the process of recultivation. The Journal of Animal and Plant Sciences. 29, 3, 1-10.

ULJE SEMENA SIRKA (*SORGHUM BICOLOR*) KAO SIROVINA ZA DOBIJANJE BIODIZELA

Vlada Veljković¹, Ivica Đalović², Petar Mitrović², Olivera Stamenković¹

¹Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac, Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

IZVOD

U radu su prikazani rezultati istraživanja primene sirka (*Sorghum bicolor*) kao sirovine za proizvodnju biodizela. Najpre je dat kratak pregled o poreklu, botanici i gajenju sirka, zatim su analizirani postupci dobijanja biodizela iz ulja sirka i nusproizvoda iz procesa dobijanja etanola. Dat je pregled reakcionih uslova reakcije alkoholize i ostvareni prinos alkil estara pri optimalnim uslovima reakcije. Cilj rada je bio da se pokaže da sirak može biti pogodna sirovina za proizvodnju biodizela. Međutim, neophodna su dalja istraživanja u cilju definisanja postupka dobijanja biodizela koji će zadovoljiti standard kvaliteta biodizela EN 14214 i tehno-ekonomska analiza ukupnog procesa da bi se procenila njegova isplativost.

Ključne reči: alkil estri masnih kiselina, alkoholiza, biodizel, sirak

THE SORGHUM SEED OIL (*SORGHUM BICOLOR*) AS FEEDSTOCK FOR BIODIESEL PRODUCTION

ABSTRACT

The paper deals with the use of sorghum (*Sorghum bicolor*) as a raw material for the biodiesel production. First, a brief description of the origin, botany and cultivation of sorghum is given. Afterwards, the processes of biodiesel production from sorghum oil and byproducts of the grain sorghum ethanol production were analyzed. An overview of the reaction conditions of the alcoholysis reaction and the alkyl esters yield achieved under optimal reaction conditions are given. The aim of the paper was to show that sorghum can be a suitable feedstock for biodiesel production. Further research is needed to define the overall production process that will provide the product satisfying the biodiesel standard EN 14214.

Key words: alcoholysis, biodiesel, fatty acid alkyl esters, sorghum

UVOD

Sirak (*Sorghum bicolor*) je jednogodišnja zeljasta biljka iz familije trava (Poaceae), koja se uzgaja širom sveta i ima višestruku primenu. Najčešće se koristi u ljudskoj ishrani (zrno ili sirkov sirup) i kao krmno bilje, kao i za dobijanje skroba, alkoholnih pića, glukoze i biogoriva. Po izgledu ima dosta sličnosti sa kukuruzom, ali ne formira klip, već metlicu. Po agronomskoj klasifikaciji, baziranoj na načinu gajenja i upotrebe, vrsta *S. bicolor* se deli na sledeće agronomске forme: sirak za zrno, sirak metlaš, sirak šećerac i sudanska trava. *S. bicolor* se po značaju nalazi među prvih pet žitarica u svetu, zajedno sa kukuruzom, pšenicom, pirinčem i ječmom. Svetska proizvodnja sirka u 2017. godini iznosila je 57.6 miliona tona, a najveći proizvođači su SAD, Nigerija i Indija (FAOSTAT, 2017). Prednost sirka u odnosu na ostale gajene biljke je visoka tolerantnost prema suši i visokim temperaturama i mogućnost gajenja na marginalnom zemljištu. Iako je selekcija sirka započeta pre mnogo godina, tek poslednjih godina je krenula u smeru stvaranja hibrida sa velikom biljnom masom za proizvodnju energije. I pored toga, sirak predstavlja jedinstvenu energetsку kulturu za proizvodnju biogoriva, jer se stabljike i listovi sirka sastoje od šećera, celuloznih i lignoceluloznih materijala, a seme sadrži skrob i ulje. Prema tome, cela biljka se može pretvoriti u biogoriva kao što su bioulje, biogas, biovodonik, bioetanol i biodizel.

U ovom radu dat je pregled upotrebe sirka u proizvodnji biodizela. Cilj rada je da se ukaže na mogućnosti primene sirka kao sirovine za dobijanje biodizela, analizira proces dobijanja biodizela i uporede njegove karakteristika sa standardom kvaliteta biodizela EN 14214.

POREKLO, BOTANIKA I GAJENJE SIRKA

Sirak je poreklom iz Afrike, i prvi zapisi o njemu potiču iz 8000. godine pre nove ere. Njegovo značajnije korišćenje u poljoprivredi je otpočelo u periodu od 4000. do 3000. godine pre nove ere. Gajenje se kasnije širilo i to najpre ka Indiji i Kini, a zatim ka Bliskom Istoku, Sredozemlju i Americi. Danas je sirak široko rasprostranjena kultura koja se gaji na svim kontinentima.

Sirak ima jako dobro razvijen korenov sistem koji može da dostigne od 3 m dubine (Smith i Frederiksen, 2000). Zbog toga, sirak može usvajati vodu i hranljive materije efikasnije od mnogih drugih biljaka. Stabljika ima dužinu od 1,0 do 5,5 m, glatka je, tvrda i čvorovima podeljena na internodije. Listovi su širine 5-10 cm i dužine do 1 m. Stabljika i listovi su prekriveni tankim slojem voska koji ima ulogu u zaštiti od isušivanja i smanjuju potrošnje vode u procesu transpiracije, čime se postiže velika efikasnost iskorišćenja vode (Kumar, 2016). Metlica je duga 10-60 cm i sastoji se od klasića, koji su raspoređeni dvoparno. Zrna (semena) sirka mogu biti različitog oblika, veličine, boje i tvrdoće, a masa 1000 zrna se kreće između 30 i 80 g (Chiremba i sar., 2012). Zrna sirka bogata su skrobom, ali ne sadrže gluten. Generalno, zrna sirka sadrže 70–80% ugljenih hidrata, 7–15% proteina, 2–5% lipida, 1–3% vlakna, i 1–2%

pepela (Ciampitti i Prasad, 2016). Sadržaj ulja u zrnu sirka zavisi od genetskih i ekoloških faktora. Osim toga, on je različit u frakcijama dobijenim vlažnim i suvim mljevenjem zrna, a generalno, najveći sadržaj ulja imaju klice semena (Singh i sar., 2003). Triacilgliceroli (TAG) su najzastupljenija klasa lipida u ulju semenu sirka i njihova količina iznosi 90% od ukupnih lipada. Dominantna masna kiselina je linolna, iza koje slede oleinska i palmitinska kiselina. Sadržaj stearinske i linolenske kiseline u TAG semena sirka je oko 1% (Zhang i Hamaker, 2005).

Iako je sirak biljka tropskog porekla, dobro je adaptiran za gajenje u umerenim klimatskim zonama. Generalno, sirak je termofilna biljka i sporo raste na temperaturama ispod 20 °C (Srinivas Rao i sar., 2015). Za klijanje i nicanje semena potrebna minimalna temperatura je 8–10°C, a optimalna 30–35°C, dok je za rast i razvoj minimalna temperatura oko 25°C, a optimalna 27–30°C. Za razliku od toplote, voda je manje značajan faktor za gajenje sirka. On može podneti dugotrajnu zemljišnu i vazdušnu sušu, što je posledica morfoloških karakteristika biljke: razvijen korenov sistem, mali indeks lisne površine, prekrivenost listova voskom i regulisanje transpiracije. Neophodna količina padavina za postizanje visokih prinosa biomase iznosi u proseku 600–700 mm/m², dok se zadovoljavajući prinos može ostvariti i pri padavinama od 400–500 mm/m² (Vasilakoglou i sar., 2011). Sirak se uspešno gaji na marginalnim zemljištima slabijeg kvaliteta zahvaljujući efikasnom korenovom sistemu kojim usvaja i manje dostupne hranive materije. Osim toga, sirak efikasnije iskorišćava hranljive materije od kukuruza, što se naročito odnosi na azot (Sikora i Berenji, 2011).

Za održivu proizvodnju sirka preporučuje se gajenje u plodoredima, jer ovaj način proizvodnje doprinosi povećanju prinosa gajenih kultura, poboljšanju hemijskih, fizičkih i bioloških osobina zemljišta i smanjuje verovatnoću pojave štetočina, bolesti i korova. U plodoredu sirak može biti glavni ili drugi usev. Posle sirka, preporučuje se gajenje žitarica, a kao kultura koja prethodi sirku - raž. Generalno, pri izboru energetskih kultura za plodored preporučuje se kombinacija C₃ (raž, šećerna repa) i C₄ biljaka (npr. kukuruz, sirak).

PROIZVODNJA BIOGORIVA IZ SIRKA

Sirak je pogodna sirovina za dobijanje različitih vrsta biogoriva. Proces dobijanja biogoriva zavisi od osobina biljnog dela i vrste biogoriva koje treba dobiti. Stabljike i listovi su bogati ugljenim hidratima i lignoceluloznim materijalima, a zrno skrobom i lipidima, koje se odgovarajućim postupcima mogu konvertovati u bioetanol, biodizel, biovodonik, biogas, bioulje i singas. Proces dobijanja biogoriva iz sirka se dele u tri osnovne grupe: hemijski, termohemijski i biološki. Hemijski proces konverzije obuhvata transesterifikaciju ulja zrna sirka, pri čemu se dobija biodizel. Termohemijska konverzija uključuje direktno sagorevanje, gasifikaciju, pirolizu i likvefakciju biomase sirka, a proizvodi su bioulje i singas. Biološka konverzija obuhvata alkoholnu fermentaciju i anaerobnu digestiju, pri čemu su krajnji proizvodi etanol, biovodonik i biogas.

BIODIZEL

Biodizel je biološko gorivo, alternativa dizelu fosilnog porekla. Po hemijskom sastavu je smeša alkil estara viših masnih kiselina i nižih alifatičnih alkohola koji zadovoljavaju propisane standarde kvaliteta biodizela. Biodizel se dobija postupkom alkoholize TAG i/ili esterifikacijom slobodnih masnih kiselina iz različitih obnovljivih izvora sa metanolom ili etanolom, najčešće u prisustvu katalizatora (baze, kiseline ili enzimi). Mešavine biodizela sa fosilnim dizelom mogu se koristiti u postojećim motorima sa unutrašnjim sagorevanjem bez ili sa minimalnim modifikacijama. U poređenju sa dizelom fosilnog porekla, primena biodizela ima brojne ekološke, tehničke, ekonomske, socijalne i političke prednosti (Živković i sar., 2017).

Osnovne sirovine za proizvodnju biodizela su repično, sojino i palmino ulje. S obzirom da njihove raspoložive količine za primenu u proizvodnji biodizela nisu dovoljne, nameće se potreba za drugim, alternativnim uljnim sirovinama. U prvom redu tu spadaju ulja biljnih kultura koje se mogu gajiti na marginalnom zemljištu i/ili koja se ne mogu koristiti u prehrambene svrhe, kao i nusproizvodi i otpad iz postojećih proizvodnih procesa koji su bogati TAG.

DOBIJANJE BIODIZELA IZ ULJA SIRKA

U dosadašnjim istraživanjima proizvodnje biodizela iz sirka uglavnom je korišćeno njegovo ulje. S obzirom da je kiselinski broj ulja sirka manji od 2 mg KOH/g primenjivan je postupak homogene bazno katalizovane alkoholize (Kumar i sar., 2013; Kumar i Kant, 2013, 2014a,b). Pored toga, za dobijanje biodizela primenjivan je i in-situ postupak alkoholize nusproizvoda iz procesa dobijanja etanola iz sirka i to mekinje sirka i suva džibra (DDGS), koji se izdvajaju pre i posle alkoholne fermentacije semena sirka za zrno, redom (Wyatt i sar., 2018).

U dosadašnjim istraživanjima reakcije alkoholize ulja sirka uglavnom je korišćen etanol, ređe metanol, a od katalizatora su korišćeni NaOH, KOH i $\text{Zn}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2$. Vrsta alkohola ima mali, gotovo neznan uticaj na prinos alkil estara. Naime, pri istom molskom odnosu alkohol:ulje (5:1), istoj temperaturi (60°C) i vremenu trajanja (1,5 h) reakcije, dobijen je skoro isti prinos i metil i etil estara (92% i 92,9%, redom) u alkoholizi ulja sirka katalizovanoj NaOH (Kumar i Kant, 2013, 2014b).

Bolje katalitičke osobine u etanolizi ulja sirka ima NaOH u odnosu na KOH (Kumar i Kant, 2014b). Veći prinos estara (92,9% prema 89,5%) je postignut primenom NaOH kao katalizatora u poređenju sa KOH iste koncentracije (1% računato na masu ulja).

Tabela 1. Pregled postupaka sinteze biodizela iz ulja sirka
Table 1. A review the biodiesel synthesis processes from sorghum oil

Uljna sirovina Oil feedstock	Tip, zapremina reaktora, mL / Tip mešalice, intenzitet mešanja, min ⁻¹ Type, volume of reactor, mL / Type of agitator, agitation intensity, rpm	Alkohol Alcohol	Molski odnos alkohol:ulje, mol/mol Molar ratio alcohol:oil	Katalizator / količina, % u odnosu na masu ulja Catalyst / loading, % to the oil	Temperatura, °C Temperature, °C	Prinos, % / optimalni uslovi Yield, % / optimal conditions	Referenca Reference
Ulje sirka, komercijalno Sirovo ulje sirka, komercijalno	Balon, 250 / magnetna, - Balon, - / -, 500	Metanol Etanol	5:1 0,2-0,5 g/g	NaOH / 0,5 NaOH / 0,5-1,5	60 30-60	92 / 1,5 h. 91 / 0,333 g etanol/g ulja, 1% NaOH, 30 °C, 2 h	Kumar i Kant (2013) Kumar i sar. (2013)
Ulje sirka	Balon, - / -, 300	Etanol	3:1, 5:1, 6:1	NaOH, KOH / 0,5-1,5	60	92,9 / 5:1 mol/mol oil, 1% NaOH, 1,5 h	Kumar i Kant (2014b)
Ulje sirka	Balon, 250 / magnetna, -	Etanol	6:1-24:1	Zn(OCH ₂ CH ₃) ₂ / 0,25-1,50 ^a	35-65	92,9 / 18:1 mol /mol, 1% ZnO, 65 °C, 100 min;	Kumar i Kant (2014a)
Nusproizvod i prerade zna sirka:	Bočice sa kapicom / mučkalica, 250	Metanol	65,8:1 - 225,7:1	NaOCH ₃ / 1:1- 1:2 molski odnos	25, 40	NaOCH ₃ :metanol molski odnos 1,0:2,0:131,7, 40 °C, 4,5 h	Wyatt i sar. (2018)
Mekinje DDGS						98,3 % 32,2%	
^a količina ZnO korišćena za pripremu cink etoksida							

Kumar i Kant, (2014b) su ispitivali uticaj količine NaOH i KOH kao katalizatora i molskog odnosa etanol:ulje na prinos estara u etanolizi ulja sirka. Povećanje količine NaOH od 0,5% do 1,0% (prema masi ulja) imalo je pozitivan uticaj na prinos estara, ali pri količini NaOH od 1,5% prinos etil estara je opao zbog trošenja katalizatora u reakciji saponifikacije TAG. Povećanjem molskog odnosa od 3:1 do 5:1 povećan je i prinos etil estara, što je posledica pomeranja ravnoteže reakcije prema formiranju estara. Međutim, dalje povećanje količine etanola (molski odnos etanol:ulje 6:1) imalo je za posledicu smanjenje prinosa estara zbog veće rastvorljivosti glicerola i otežene separacije faza. Veća rastvorljivost reaktanata i teže razdvajanje etilestarske od glicerolne faze su razlozi blagog smanjenja prinosa etil estara na višoj temperaturi reakcije, zbog čega se preporučuje temperatura od 30 °C (Kumar i sar., 2013). Identičan uticaj količine katalizatora i molskog odnosa etanol:ulje zabeležen je i u slučaju etanolize ulja sirka katalizovane cink etoksidom (Kumar i Kant, 2014a). Povećanjem količine katalizatora do 1% (prema masi ulja) i molskog odnosa etanol:ulje do 18:1 prinos etil estara se povećava, dok dalje povećanje oba reakciona uslova ima negativan uticaj na prinos estara.

U sintezi biodizela primenjivan je in situ postupak alkoholize mekinja i DDGS u prisustvu NaOCH_3 kao katalizatora (Wyatt i sar., 2018). Reakcije alkoholize je izvođena na temperaturama 25 i 40°C i pri različitim molskim odnosima metanol:ulje:katalizator. U cilju nesmetane sinteze metil estara, vlažnost uljnih sirovina je pre konverzije smanjena do 2%. Ovim postupkom je ostvaren znatno veći prinos metil estara iz mekinja sirka (98,3%) u odnosu na prinos iz DDGS (32,2%). Nizak prinos estara iz DDGS je pripisan mogućoj brznoj apsorpciji vlage u DDGS, što ukazuje na potrebu daljih istraživanja u cilju poboljšanja procesa dobijanja biodizela. Buduća istraživanja primene sirka kao sirovine za dobijanje biodizela trebalo bi da budu usmerena ka optimizaciji uslova izvođenja reakcije alkoholize, primeni prirodnih i otpadnih materijala kao katalizatora, modelovanje kinetike reakcije i simulacija procesa i razvoj kontinualnih postupaka.

Kako bi se bioduzel na bazi sirka mogao uspešno koristiti kao alternativno gorivo dizelu fosilnog porekla, njegove fizičko-hemijske karakteristike moraju biti u okviru definisanih standarda kvaliteta biodizela. S obzirom da su istraživanja karakteristika biodizela malobrojna, očigledno je da su neophodna potpunija istraživanja. Ispitane karakteristike biodizela uglavnom su u okviru standarda kvaliteta biodizela EN 14214. Potencijalni problem predstavlja sadržaj estara u biodizelu, koji je u nekim slučajevima ispod propisane vrednosti (Kumar i Kant, 2013; 2014b) o čemu treba voditi računa kod optimizacije proizvodnog procesa. Pored toga, neophodna su i istraživanja performansi, emisije i karakteristika sagorevanja biodizela.

ZAKLJUČAK

U radu su prikazani rezultati istraživanja sinteze biodizela iz ulja sirka i nusproizvoda iz procesa dobijanja etanola iz sirka. Zbog male vrednosti kiselinog

broja uljne sirovine, najčešće je primenjivan postupak homogene, bazno katalizovane sinteze alkil estara masnih kiselina. Vrsta alkohola (metanol ili etanol) ima skoro neznatan uticaj na prinos alkil estara. Kao katalizatori reakcije najčešće su korišćeni NaOH i KOH, pri čemu bolje katalitičke osobine u etanolizi ulja sirka ima NaOH u odnosu na KOH. Na prinos alkil estara utiču molski odnos alkohol:ulje, temperatura reakcije i količina katalizatora. U cilju razvoja procesa dobijanja biodizela iz sirka kao sirovine, koji bi zadovoljio zahteve standarda kvaliteta biodizela, neophodna su dalja istraživanja koja bi obuhvatila optimizaciju reakcionih uslova, modelovanje kinetike reakcije alkoholize, simulaciju procesa, kao i istraživanja performansi i karakteristika sagorevanja biodizela.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja na projektu III 45001, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a delom i projekta 0-14-18 Ogranka SANU u Nišu.

LITERATURA

1. Chiremba, C., Taylor J.R.N., Rooney L.W., Beta, T. (2012). Phenolic acid content of sorghum and maize cultivars varying in hardness. Food Chem., 134: 81-88.
2. Ciampitti, I.A., Prasad P.V.V. (2016). Historical synthesis - analysis of changes in grain nitrogen dynamics in sorghum. Front. Plant Sci. 7: Article 275.
3. FAOSTAT (2017). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (pristupljeno 09.03.2019.).
4. Kumar, A.A. (2016). Botany, Taxonomy and Breeding, pp. 27-46. u: Eds., S. Rakhsit, Y. Hong-Wang, The Sorghum Genome. Springer. USA.
5. Kumar, V., Kant, P. (2013). Study of physical and chemical properties of biodiesel from sorghum oil. Res. J. Chem. Sci. 3: 64-68.
6. Kumar, V., Kant, P. (2014a). Biodiesel production from sorghum oil by transesterification using zinc oxide as catalyst. Pet. Coal., 56: 35-40.
7. Kumar, V., Kant, P. (2014b). Differential studies of alkali catalysed production of biodiesel from sorghum oil. Res. J. Chem. Sci. 4: 66-70.
8. Kumar, V., Kant, P., Nigam, G.D. (2013). Factor affecting the preparation of biodiesel from sorghum oil. Pet. Coal., 55: 6-11.
9. Sikora, V., Berenji, J. (2011). Sirak za zrno i sirak metlaš kao alternativne kulture. 45. Savetovanje agronoma Srbije, Zbornik radova, Zlatibor, Srbija, str. 171-180.
10. Singh, V., Moreau, R.A. Hicks, K.B. (2003). Yield and phytosterol composition of oil extracted from grain sorghum and its wet milled fractions. Cereal. Chem. 80: 126-129.
11. Smith, C.W., Frederiksen, R.A. (2000): Sorghum: Origin, History, Technology and Production, John Wiley & Sons, New York, USA.
12. Srinivas Rao, P., Belum, V.S., Nagaraj, N., Upadhyaya, H.D. (2015). Sorghum production for diversified uses, pp. 1-27. u: Editori, Y.H. Wang, H.D. Upadhyaya, C.

Kole, Genetics, genomics and breeding of sorghum. CRC press i Taylor and Francis Group, Boca Raton, USA.

13. Vasilakoglou, I., Dhima, K., Karagiannidis, N, Gatsis, T. (2011). Sweet sorghum productivity for biofuels under increased soil salinity and reduced irrigation. *Field Crops Res.* 120: 38–46.
14. Wyatt, V.T., Jones, K., Johnston, D.B., Moreau, R.A. (2018). Production of fatty-acid methyl esters via the in situ transesterification of grain sorghum bran and sorghum distiller's dried grains and solubles. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 95(6): 743-752.
15. Zhang, G., Hamaker, B.R. (2005). Sorghum (*Sorghum bicolor* L., Moench) flour pasting properties influenced by free fatty acids and proteins. *Cereal. Chem.* 82: 534–540.
16. Živković, S.B., Veljković, M.V., Banković-Ilić, I.B., Krstić, I.M., Konstantinović, S.S., Ilić, S.B., Avramović, J.M., Stamenković, O.S., Veljković, V.B. (2017). Technological, technical, economic, environmental, social, human health risk, toxicological and policy considerations of biodiesel production and use. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 79: 222-247.

DOBIJANJE BIODIZELA IZ SEMENA BELE SLAČICE (*SINAPIS ALBA* L.)

Petar Mitrović¹, Olivera Stamenković², Milan Kostić², Ivica Đalović¹, Vlada Veljković²

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

²Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac, Srbija

IZVOD

U radu su prikazani rezultati istraživanja primene semena bele slačice (*Sinapis alba* L.) kao sirovine za proizvodnju biodizela. Ulje je najpre izolovano iz semena metodom hladnog presovanja i podvrgnuto metanolizi katalizovanoj kalcinisanim negašenim krečom. Cilj rada je bio da se definiše tehnološki postupak za dobijanje biodizela iz semena bele slačice postupkom koji uključuje ekstrakciju ulja iz semena, heterogeno katalizovanu metanolizu ulja i prečišćavanje sirovog biodizela. Karakteristike prečišćenog biodizela su u skladu sa standardom kvaliteta biodizela EN 14214, izuzev sadržaja Ca i Mg, što usmerava dalja istraživanja ka optimizaciji metoda za prečišćavanje sirovog biodizela.

Ključne reči: bela slačica, biodizel, metanoliza, metil estri masnih kiselina

THE BIODIESEL PRODUCTION FROM WHITE MUSTARD (*SINAPIS ALBA* L.) SEEDS

ABSTRACT

The paper deals with the use of white mustard (*Sinapis alba* L.) seeds as a feedstock for the biodiesel production. The oil was recovered from the seeds by cold pressing and subjected to the methanolysis reaction catalyzed by calcined quick lime. The aim of this work was to develop a suitable technology for biodiesel production from white mustard seed using oil extraction followed by heterogeneous catalyzed methanolysis and crude biodiesel purification. The characteristics of the purified biodiesel were in accordance with the biodiesel quality standard EN 14214, except the Ca and Mg content, indicating the need for further investigations towards the optimization of crude biodiesel purification methods.

Key words: biodiesel, fatty acid methyl esters, methanolysis, white mustard

UVOD

Rastuća potražnja za energijom izazvana razvojem industrije i demografskom ekspanzijom, ograničeni resursi i rast cene nafte, kao i problemi zagađenja životne sredine uslovlila su istraživanja u pravcu razvoja biogoriva, među kojima značajno mesto zauzima biodizel. Po hemijskom sastavu, biodizel je smeša alkil estara (najčešće metil ili etil) viših masnih kiselina (MEMK ili EEMK, redom). U odnosu na konvencionalni dizel, biodizel ima niz tehničkih, ekonomskih, ekoloških, socijalnih i političkih prednosti (Živković i sar., 2018). U motorima sa unutrašnjim sagorevanjem biodizel može da se koristi čist ili u mešavini sa konvencionalnim dizel gorivom, pri čemu nisu potrebne obimnije tehničke intervencije na motorima. Međutim, primarna barijera u komercijalizaciji proizvodnje biodizela jeste visoka cena uljnih sirovina, čiji je udeo u postojećim industrijskim procesima oko 70 do 95% (Banković-Ilić i sar., 2012). Efikasan način smanjenja cene biodizela je upotreba jeftinijih sirovina, kao što su nejestiva ulja, korišćena ulja, otpadne masti i otpadne zauljane smeše iz procesa rafinacije jestivih ulja. Primena nejestivih ulja biljaka koje mogu da se gaje na marginalnom zemljištu privlači značajnu pažnju istraživača, pa su u proizvodnji biodizela testirane različite vrste nejestivih biljnih ulja.

Bela slačica (*Sinapis alba* L.) je godišnja biljka iz porodice Brassicaceae, koja se gaji širom sveta. Tolerantna je na toplotu i sušu, što je čini pogodnom za gajenje u toplim i suvim regionima. Zbog kratkog vegetacijskog perioda (oko 85-95 dana) najčešće se gaji u rotaciji sa žitaricama. Nadzemni delovi se koriste u poljoprivredi kao zeleni stajnjak, a mlade sadnice kao krmno bilje (Krstić i sar., 2010). Seme bele slačice (SBS) se odlikuje visokim sadržajem ulja i proteina i niskim sadržajem skroba (Balke i Diosady, 2000). Za dobijanje ulja iz semena najčešće su korišćeni hladno presovanje, ekstrakcija po Soxhletu pomoću *n*-heksana ili petrol-etra, superkritična CO₂ ekstrakcija i ekstrakcija vodom (Stamenković i sar., 2018). Nakon izdvajanja ulja, dobijena filtraciona pogača se koristi kao hrana u živinarstvu (Thacker i Petri, 2009). Najzastupljenije masne kiseline u ulju SMS su oleinska, linolna, linolenska i eručna kiselina. Ulje SBS se koristi u industriji kao lubrikant i aditiv dizel gorivu, u tradicionalnoj medicini kao anti-tumorsko, antivirusno i analgetsko sredstvo i u pripremi hrane kao začim i konzervans (Kostić i sar., 2018). Poslednjih godina, ulje SBS je istraživano i kao sirovina za dobijanje biodizela (Ciubota-Rosie i sar., 2013; Kostić i sar., 2018; Nie i sar., 2016; Sultana i sar., 2014). U alkoholizi ulja je najčešće korišćen metanol pri molskom odnosu prema ulju od 2:1 do 12:1 (najčešće 6:1). Kao katalizatori reakcije uglavnom su korišćeni alkalni hidroksidi u količinama 0,3-1,8% (najčešće oko 1%) u odnosu na masu ulja. Temperatura reakcije je najčešće bila blizu tačke ključanja metanola. U zavisnosti od kvaliteta polaznog ulja, prinos i čistoća dobijenih metil estara su bili različiti. Nizak sadržaj MEMK u estarskoj fazi je, verovatno, posledica korišćena sirovog ulja, koje sadrži primese koje imaju negativan uticaj na odigravanje reakcije alkoholize.

U ovom radu razvijen je postupak dobijanja biodizela iz SBS. Najpre je ulje izolovano iz semena, a zatim podvrgnuto metanolizi u prisustvu negašenog kreča kao

heterogenog katalizatora, koji se dobija iz prirodnog materijala niske cene. Cilj rada je bio da se definiše tehnološki postupak za dobijanje biodizela iz ulja SBS.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijali

SBS „NS Bela”, varijetet *S. alba* L. je nabavljeno iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo (Novi Sad, Srbija) i čuvano u papirnatim vrećama u tamnoj prostoriji. Kao katalizator reakcije metanolize ulja korišćen je negašeni kreč nabavljen na lokalnoj pijaci. Metanol (99,5%) i HCl (36%) su nabavljeni od Zorka-Pharma (Srbija) i Centrohem (Srbija), redom. *n*-Heksan, 2-propanol i metanol (svi HPLC čistoće) su nabavljeni od Lab-Scan (Irska). HPLC standardi metil estara i acilglicerola su obezbeđeni od Sigma Aldrich (SAD).

Izolovanje ulja

Ulje je izolovano iz SBS hladnim presovanjem pomoću prese Komet (Nemačka) sa diznom prečnika 8 mm, a zatim je filtrirano radi uklanjanja čvrstih primesa. Gustina i viskozitet ulja na 20 °C određeni su pomoću piknometra i viskozimetra (Fungilab S.A., Barcelona, Španija), redom. Saponifikacioni, kiselinski i jodni broj ulja su određeni standardnim metodama za masti i ulja. Masno-kiselinski sastav ulja određen je metodom gasne hromatografije prema SRPS EN ISO 12966-2:2011 i SRPS EN ISO 5508: 2009, nakon metilovanja ulja.

Priprema heterogenog katalizatora i metanoliza ulja

Sirovi negašeni kreč je pre primene mleven i prosejan kroz set standardnih sita. Kao katalizator reakcije metanolize korišćena je frakcija negašenog kreča sa česticama veličine manjim od 0,5 mm, nakon kalcinacije na 550°C u trajanju od 4 h (Miladinović i sar., 2014). Nakon hladjenja u eksikatoru (u prisustvu KOH i CaCl₂) kalcinirani negašeni kreč je čuvan u eksikatoru u tamnim, dobro zatvorenim bočicama. Metanoliza ulja je izvedena u troglom balonu (250 mL), termostatiranom u vodenom kupatilu, koji je povezan sa kondenzatorom. Reakcija je izvedena pri molskom odnosu metanol:ulje 12:1 mol/mol, količini katalizatora 10% (prema masi ulja), na temperaturi 60,0±0,1°C. Reakciona smeša je mešana magnetnom mešalicom (900 min⁻¹). Promena sadržaja MEMK, mono-, di- i triacilglicerola (MAG, DAG i TAG) u uljno-estarskoj fazi u toku reakcije praćen je metodom tečne HPLC hromatografije (Veličković i sar., 2016).

Prečišćavanje i karakterizacija biodizela

Nakon završetka reakcije, katalizator je izdvojen filtracijom pod vakuumom, a zatim je izvršeno razdvajanje metilestarske i metanolno-glicerolne faze gravitacionom

separacijom. Sirovi biodizel je prečišćen prema metodi koju su predložili Alba-Rubio i sar. (2012). Fizičke i hemijske osobine prečišćenog biodizela (gustina, viskoznost, jodni broj, kiselinski broj, sadržaj vode, MEMK, MAG, DAG i TAG) određene su standardnim metodama (EN ISO 3675:1988; EN ISO 3104:2003; EN 14111:2003; EN 14104:2003; EN ISO 12937:2000; EN 14103:2003; EN 14105:2003).

REZULTATI I DISKUSIJA

Izolovanje i metanoliza ulja SBS

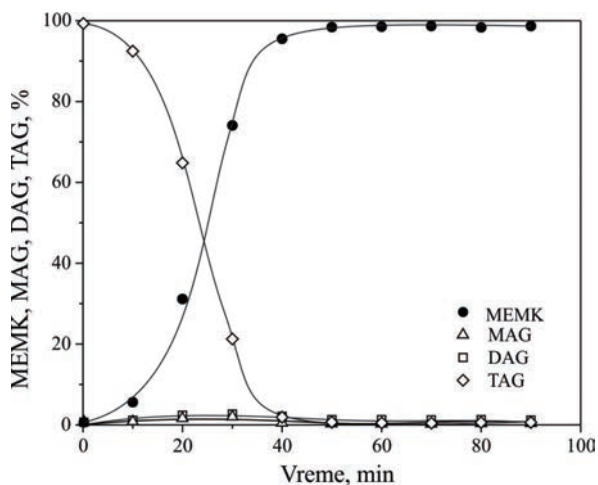
Izolovanjem ulja iz SBS metodom hladnog presovanja ostvaren je prinos ulja od 13,28 g/100 g. Fizičko-hemijske karakteristike ulja prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Fizičko-hemijske osobine ulja semena bele slačice
Table 1. Physico-chemical properties of white mustard seed oil

Osobina Property	Ulje semena bele slačice White mustard seed oil
Gustina (20°C), kg/m ³	913,4±0,4
Viskoznost (20°C), mPas	84,2±2,2
Kiselinski broj, mg KOH/g	1,95±0,03
Jodni broj, g J ₂ /100 g	100,6±1,6
Saponifikacioni broj, mg KOH/g	180,6±2,4

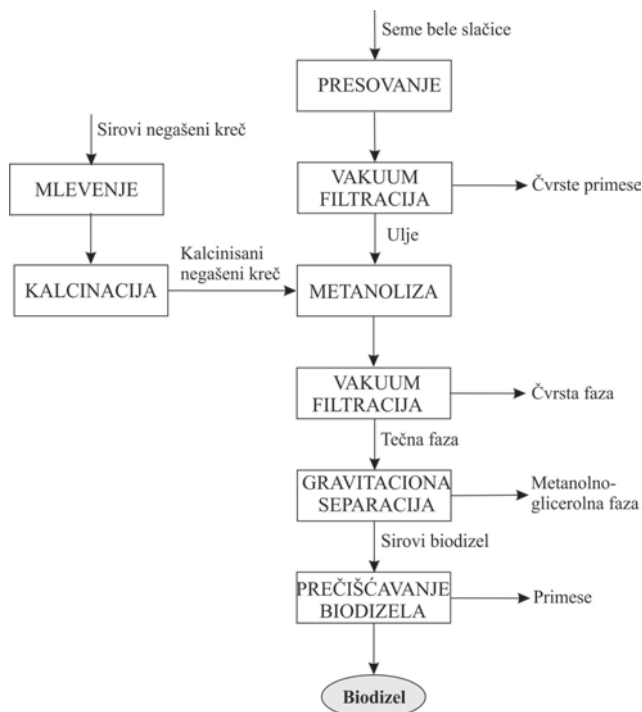
Iako stepen ekstrakcije ulja nije visok (64,3% od maksimalnog prinosa ulja) (Stamenković i sar., 2018), njegova prednost ogleda se u tome što dobijeno ulje ima nizak sadržaj slobodnih masnih kiselina, što omogućava direktno izvođenje metanolize ulja primenom baznog katalizatora. Najzastupljenja masna kiselina u ulju je eručna kiselina (59,98%), zatim slede oleinska (13,95%), eikosenska (7,41%), linolenska (7,37%), linolna (5,98%) i nervonska (2,95%) kiselina.

Metanoliza profiltriranog ulja SBS je izvedena pri molskom odnosu metanol:ulje 12:1 mol/mol, količini kalcinisanog negašenog kreča od 10% (računato na masu ulja) i na temperaturi reakcije 60 °C. Promena sastava uljno-estarde faze u toku reakcije metanolize prikazana je na slici 1. Promena sadržaja MEMK sa vremenom je bila sigmoidna. U početnom periodu reakcije brzina nastajanja MEMK se povećavala sporo, nakon čega dolazi do znatnog povećanja brzine reakcije i, na kraju, do uspostavljanja ravnoteže. Na isti način se smanjivala koncentracija TAG u smeši. Sadržaj MAG i DAG u toku cele reakcije je bio vrlo mali. Kao što se može zaključiti sa slike 1, skoro potpuna konverzija TAG je postignuta za vreme trajanja reakcije od 50 min, što ukazuje na ekonomske pogodnosti procesa u smislu povećanja produktivnosti i smanjenja cene proizvoda.



Slika 1. Promena sastava reakcione smeše sa vremenom u toku metanolize ulja SBS
Figure 1. The variation of the reaction mixture composition with the progress of the white mustard seed oil methanolysis

Postupak dobijanja biodizela iz SBS je šematski prikazan na slici 2.



Slika 2. Šematski prikaz postupka dobijanja biodizela iz SBS
Figure 2. A scheme of the biodiesel production from white mustard seed oil.

Karakteristike prečišćenog biodizela

Karakteristike prečišćenog biodizela dobijenog iz SBS primenom negašenog kreča kao katalizatora, prikazane su u tabeli 2, zajedno sa vrednostima propisanim standardom kvaliteta biodizela EN 14214. Dobijeni biodizel zadovoljava specifikacije standarda, izuzev sadržaja Ca i Mg koji je iznad propisane vrednosti, što ukazuje na potrebu unapređenja postupka prečišćavanja biodizela sa aspekta uklanjanja Ca i Mg.

Tabela 2. Osobine biodizela iz ulja SBS

Table 2. The properties of biodiesel obtained from white mustard seed oil

Osobina Property	Biodizel Biodiesel	Standard EN 14214 Standard EN 14214
Gustina (15°C), kg/m ³	881,1	860-900
Viskozitet (40 °C), mm ² /s	4,15	3,5 – 5,0
Kiselinski broj, mg KOH/g	0,44	0,50 max
Jodni broj, g J ₂ /100 g	103	120 max
Sadržaj vode, mg/kg	235	500 max
MEMK, %	98,5	96,5 min
MAG, %	0,5	0,8 max
DAG, %	0,1	0,2 max
TAG, %	0,2	0,2 max
Metali II grupe (Ca + Mg), mg/kg	15,5	5 max

ZAKLJUČAK

U radu su prikazani rezultati istraživanja dobijanja biodizela iz SBS. Ulje je izolovano iz semena hladnim presovanjem. Zbog niskog sadržaja slobodnih masnih kiselina u ulju, primenjen je postupak direktne bazno katalizovane metanolize. Kao katalizator reakcije korišćen je negašeni kreč, prirodni materijal niske cene, koji je pre reakcije termički aktiviran. Nakon izdvajanja iz reakcione smeše, dobijena metilestarska faza je prečišćena. Karakteristike biodizela su u skladu sa propisima standarda kvaliteta biodizela EN 14 214, izuzev sadržaja metala II grupe (Ca i Mg) koji je nešto viši. Ulje SBS je pogodna sirovina za proizvodnju biodizela, a buduća istraživanja trebaju biti usmerena ka razvoju pogodne metode za prečišćavanje biodizela.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja na projektu III 45001, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a delom i projekta 0-14-18 Ogranka SANU u Nišu.

LITERATURA

1. Alba-Rubio, A.C., Alonso Castillo, M.L., Albuquerque, M.C.G., Mariscal, R., Cavalcante, Jr C.L., López Granados, M. (2012). A new and efficient procedure for removing calcium soaps in biodiesel obtained using CaO as a heterogeneous catalyst. *Fuel* 95: 464-470.
2. Balke, D.T., Diosady, L.L. (2000). Rapid aqueous extraction of mucilage from whole white mustard seed. *Food Res. Int.* 33: 347-356.
3. Banković-Ilić, I.B., Stamenković, O.S., Veljković, V.B. (2012). Biodiesel production from nonedible plant oils. *Renew. Sust. Energy. Rev.* 16: 3621-3647.
4. Ciubota-Rosie, C., Macoveanu, M., Fernández, C.M., Ramos, M.J, Pérez, A., Moreno, A. (2013). *Sinapis alba* seed as a prospective biodiesel source. *Biomass Bioenerg.* 51: 83-90.
5. Kostić, M.D., Djalović, I.G., Stamenković, O.S., Mitrović, P.M., Adamović, D.S., Kulina, M.K., Veljković, V.B., (2018). Kinetic modeling and optimization of biodiesel production from white mustard (*Sinapis alba* L.) seed oil by quicklime-catalyzed transesterification. *Fuel* 223: 125-139.
6. Krstić, Đ., Čupina, B., Antanasović, S., Erić, P., Čabilovski, R., Manojlović, M., Mikić, A. (2010). Potential of white mustard (*Sinapis alba* L. subsp. *alba*) as a green manure crop. *Crucif. Newslett.* 29: 12-13.
7. Miladinović, M.R., Krstić, J.B., Tasić, M.B., Stamenković, O.S., Veljković, V.B. (2014). A kinetic study of quicklime-catalyzed sunflower oil methanolysis. *Chem. Eng. Res. Des.* 92: 1740-1752.
8. Nie, J., Wang, S., Emami, S., Falk, K., Shen, J., Reaney, M.J.T. (2016). Unusually low pour point of fatty acid methyl esters with low saturated fatty acid content. *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.* 118: 1486-1494.
9. Stamenković, O.S., Djalović, I.G., Kostić, M.D., Mitrović, P.M., Veljković, V.B. (2018). Optimization and kinetic modeling of oil extraction from white mustard (*Sinapis alba* L.) seeds. *Ind. Crop. Prod.* 121: 132-141.
10. Sultana, S., Khalid, A., Ahmad, M., Zuhairi, A.A., Teong, L.K., Zafar, M., i sar. (2014). The production, optimization, and characterization of biodiesel from a novel source: *Sinapis alba* L. *Int. J. Green Energ.* 11: 280-291.
11. Thacker, P.A., Petri, D. (2009). The effects of canola or mustard biodiesel press cake on nutrient digestibility and performance of broiler chickens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22: 531-539.
12. Veličković, A.V., Avramović, J.M., Stamenković, O.S., Veljković, V.B. (2016). Kinetics of the sunflower oil ethanolysis using CaO as catalyst. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.* 22: 409-418.
13. Živković, S.B., Veljković, M.V., Banković-Ilić, I.B., Krstić, I.M., Konstantinović, S.S., Ilić, S.B., Avramović, J.M., Stamenković, O.S., Veljković, V.B. (2017). Technological, technical, economic, environmental, social, human health risk, toxicological and policy considerations of biodiesel production and use. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 79: 222-247.

INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS

- Aćimović M. 107
Aleksić S. 217
- Babec B. 55
Balalić I. 27, 41
Balešević-Tubić S. 71
Basić M. 179
Bauer A. 137
Bekavac G. 121
Bulut S. 203, 211
- Cvejić S. 27, 41, 49
Cvetković D. 191
Cvijanović G. 63, 79, 87
Cvijanović M. 79
Cvijanović V. 79
- Čakarević J. 251
Čeran M. 63, 87
Čurović M. 347
Čurović O. 9
- Dedić B. 27, 41
Demin M. 179
Dokić Lj. 265, 275
Doroslovac J. 243
Dozet G. 63, 71, 79, 87
Dražić G. 347
Dušanić N. 27, 33
Džinić N. 297
- Đalović I. 121, 357, 365
Đukić V. 63, 71, 79, 87
Đurić N. 79, 87
Đurkić S. 233
- Golušin M. 339
Gragovac N. 41
Grahovac N. 49, 95, 101, 107
Grujić M. 191
Gvozdenac S. 27
Gvozdenović M. 149, 155
- Hladni N. 27, 55
Hromiš N. 203, 211
- Ikanović J. 107, 347
Ivić M. 285
- Jocić S. 27, 33, 41, 49, 55
Jocković M. 27, 41, 55
Jokanović M. 285, 297
Jokić G. 33
Jugović-Knežević Z. 233
- Kancko D. 129
Kocić-Tanackov S. 191, 297
Kolarić Lj. 347
Koruga M. 137
Kostić M. 362
Kravić S. 49, 169
- Lazić V. 203, 211
Lekić S. 155
Lončarević I. 217, 225, 259, 265
Lukić J. 243
Lužaić T. 21, 49
- Maravić N. 265, 275
Marinković J. 71
Marjanović Jeromela A. 27, 55, 95, 101, 107
Mihailović V. 107
Miklić V. 27, 33, 41, 55, 95
Miladinović D. 27, 41, 55
Miladinović J. 71
Miladinov Z. 63, 71, 87
Milovac Ž. 95
Miranović Drobnjak T. 15
Mitrović P. 357, 365
- Nastić N. 259
Nedić Grujin K. 161
Nikolić I. 275
Nikolovski B. 161

Nikolovski Z. 217, 225
Nović G. 303

Ostojić B. 33
Ovuka J. 27, 33

Pajić A. 265
Pajin B. 217, 225, 259
Parenta G. 149
Pavlić B. 297
Petrić A. 137
Petrović J. 217, 225, 265
Petrović K. 63
Popović LJ. 251
Popović S. 203, 211
Popović V. 107, 347
Purić M. 179

Rabrenović B. 179
Rac V. 179
Radanović A. 27, 41
Radeka I. 41
Radić B. 169
Radić V. 27, 33
Radivojević J. 191
Rajković D. 27, 95
Rakašćan N. 347
Randelović P. 63
Romanić R. 21, 49, 149, 161, 169, 191,
203, 211

Sakač Z. 95
Sandić Z. 155
Sedlar T. 251
Sikora V. 107

Sovtić F. 179
Stamenković O. 357, 365
Stepić V. 79
Stojanović D. 41, 71, 107
Stojanović Z. 49
Stojanović Z. 129
Stojkov V. 169
Subotić M. 275

Takači A. 169, 275
Terzić S. 27
Tomović M. 285
Tomović V. 285, 297
Trzin D. 129

Umićević B. 339

Vasiljević M. 87
Veljković V. 357, 365
Vrbaški Ž. 339
Vujačić LJ. 243, 303

Šarac V. 101, 129, 217
Šereš Z. 265, 275
Šević R. 285
Ševo M. 137, 233, 243
Škaljac S. 285, 297
Šojić B. 285, 297
Šoronja-Simović D. 265, 275
Šuput D. 203, 211
Švarc-Gajić J. 259

Zarić D. 217

Živanović Lj. 347

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

633.85(082)

665.3(082)

САВЕТОВАЊЕ Производња и прерада уљарица (60 ; 2019 ; Херцег Нови)

Zbornik radova = Proceedings / 60. jubilarno savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi = 60th Jubilee Conference Production and Processing of Oilseeds with international participation, Herceg Novi, 16-21. jun 2019. - Novi Sad : Tehnološki fakultet : Institut za ratarstvo i povrtarstvo : Industrijsko bilje, 2019 (Novi Sad : Feljton). - 375 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 200. - Bibliografija uz svaki rad. - Rezime na engl. jeziku uz svaki rad. - Registar.

ISBN 978-86-6253-099-8

а) Уљарице - Производња - Зборници б) Уљарице - Прерада - Зборници

COBISS.SR-ID 329415431



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



THE EFFICIENT PRESSING SINCE 1986



EXPERIENCE • INNOVATION • PERFORMANCE

More than 250 satisfied end users worldwide

www.screw-presses.com

