



Proizvodnja i

Prerada

Uljarica

Zbornik radova

62. Savetovanje industrije ulja

Production and Processing of Oilseeds

Proceedings of the 62nd Oil Industry Conference



The most productive lines in the business

Processing Lines from GEA for the Edible Oil Industry



GEA offers process technology for the recovery and refining of nearly all vegetable and animal oils and fats. In oil refining our know how comprises press oil clarification, degumming, neutralization, dewaxing, fractionation soapstock splitting and deodorization. Our technologies are also used for the production of high-quality biodiesel.

GEA 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



JJ-Lurgi

Engineered for you

The nucleus of our technologies is our people. With our rich heritage and wealth of experience, JJ-Lurgi has inculcated in its people a strong culture of commitment, professionalism and good business ethics to create values and help our clients grow their business.



Visit us at

62. SAVETOVANJE
62nd CONFERENCE

PROIZVODNJA I PRERADA
ULJARICA

sa međunarodnim učesćem

PRODUCTION AND
PROCESSING OF OILSEEDS

with international participation

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS

Herceg Novi, Crna Gora
27. jun - 2. jul 2021.

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., Vladimir Šarac,
dipl. inž., Gordana Parenta, dipl. inž., Nada Grbić, dipl. inž., Milan Ševo, dipl. inž.,
Dragan Trzin, 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, Dimitrija Tucovića 2A, Srbija
Tel/fax. +381 21 66 16 633, +381 21 66 24 311, +381 21 66 12 135
e-mail: office@indbilje.co.rs

ŠTAMPA
PRINT



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

SADRŽAJ

CONTENTS

Dr Olga Čurović

AGRAR, PROIZVODNJA I TRŽIŠTE U VREME

PANDEMIJE COVID 19 SA OSVRTOM NA INDUSTRIJSKO BILJE

AGRAR, PRODUCTION AND MARKET DURING

THE COVID 19 PANDEMIC WITH REFERENCE ON INDUSTRIAL CROPS9

Vladimir Miklič, Siniša Jocić, Sandra Cvejić, Milan Jocković, Nedjeljko Klisurić,

Igor Balalić, Nada Hladni, Nemanja Ćuk, Sreten Terzić, Dragana Miladinović

PRINOS I KVALITET NOVOSADSKIH

HIBRIDA SUNCOKRETA U 2020. GODINI

YIELD AND QUALITY OF NOVI SAD SUNFLOWER HYBRIDS IN 2020 15

Igor Balalić, Vladimir Miklič, Jovan Crnobarac, Nedjeljko Klisurić, Velimir Radić

EFEKAT ROKA SETVE NA SADRŽAJ

I PRINOS ULJA NS HIBRIDA SUNCOKRETA

EFFECT OF SOWING DATE ON OIL

CONTENT AND OIL YIELD OF NS SUNFLOWER HYBRIDS23

Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Biljana Kiproviski, Simona Jaćimović, Milan Jocković,

Jelena Jocković, Ilija Radeka, Nada Hladni, Vladimir Miklič

VARIJABILNOST NUTRITIVNOG

KVALITETA SEMENA HIBRIDA SUNCOKRETA

VARIABILITY OF NUTRITIONAL QUALITY OF

SUNFLOWER HYBRID SEEDS31

Nada Hladni, Milan Jocković, Siniša Jocić, Sandra Cvejić, Brankica Babec,

Vladimir Miklič, Ilija Radeka, Veljko Petrović, Ana Marjanović Jeromela,

Dragana Miladinović

VISOKOPROTEINSKI HIBRIDNI

SUNCOKRETA POGODNI ZA RAZLIČITE NAMENE

HIGH PROTEIN SUNFLOWER HYBRIDS

SUITABLE FOR VARIOUS PURPOSES39

Nada Grbić, Neđeljko Lučić, Šandor Bicok, Milan Đukić

ISKUSTVA U SUŠENJU ULJARICA NA SUŠARI „POBEDA” TIP IVSZ-9 U

FABRICI ULJA „BANAT” NOVA CRNJA

EXPERIENCES IN DRYING OILSEEDS AT THE DRYER

“POBEDA” TYPE IVSZ-9 IN OIL FACTORY “BANAT” NOVA CRNJA47

Zoran Sandić, Slobodan Lekić UTICAJ VLAGE ZRNA NA PROCES LJUŠTENJA SEMENA SUNCOKRETA INFLUENCE OF SUNFLOWER SEED MOISTURE CONTENT ON DEHULLING PROCESS	57
Ranko Romanić, Tanja Lužaić, Nada Grahovac, Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Nada Hladni ISKORIŠĆENJE HLADNO PRESOVANOG ULJA SEMENA SUNCOKRETA HIBRIDA ULJANOG I KONZUMNOG TIPa IZ DVE GODINE GAJENJA COLD-PRESSED OIL YIELD OF SUNFLOWER SEED OF OILY AND NON-OILY HYBRIDS FROM TWO-YEAR CULTIVATION.....	61
Zlatica Miladinov Mamlić, Jegor Miladinović, Vojin Đukić, Gordana Dozet, Marija Bajagić, Dimitrije Dozet, Milan Dozet PRINOS I KVALITET ZRNA NS SORTI SOJE U 2020. GODINI YIELD AND QUALITY NS SOYBEAN VARIETIES IN 2020 YEAR	71
Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Miladinov Mamlić, Marina Čeran, Ivica Đalović, Gordana Dozet, Miladin Kostić PRINOS I KVALITET NS SORTI SOJE U MREŽI MAKROOGLEDA 2020. GODINE YIELD AND COMPOSITION GRAIN OF NS SOYBEAN VARIETIES IN THE MACRO TRIALS IN 2020. YEAR.....	77
Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Danijela Stojanović, Zlatica Miladinov Mamlić, Vuk Đorđević, Predrag Randelović, Vojin Cvijanović KVALITET NOVOPRIZNATIH NS SORTI SOJE U 2021. GODINI QUALITY NEWLY RELEASED NS VARIETIES SOYBEAN IN 2021	85
Zlatica Miladinov Mamlić, Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Gordana Dozet, Gorica Cvijanović, Marija Bajagić, Vojin Cvijanović UTICAJ LOKALITETA NA PRINOS I NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE INFLUENCE OF LOCATION ON YIELD, PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEAN GRAIN	93
Gordana Dozet, Zlatica Miladinov Mamlić, Vojin Đukić, Nenad Đurić, Jegor Miladinović, Marijana Jovanović Todorović, Gorica Cvijanović UTICAJ VREMENA PRIMENE NPK ĐUBRIVA NA SADRŽAJ ULJA U ZRNU SOJE THE IMPACT OF NPK FERTILIZER APPLICATION PERIOD ON THE SOYBEAN OIL CONTENT	101

Marija Bajagić, Gorica Cvijanović, Vojin Đukić, Zlatica Miladinov Mamlić, Gordana Dozet, Nenad Đurić, Vojin Cvijanović EFEKAT ELEKTROMAGNETNOG POLJA I ŽIVINSKOG STAJNJAKA NA PRINOS I HEMIJSKI KVALITET SOJE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC FIELD AND POULTRY MANURE ON SOYBEAN YIELD AND CHEMICAL QUALITY	109
Dragana Rajković, Ana Marjanović Jeromela, Dragosav Mutavdžić OCENA STABILNOSTI PRINOSA ULJA ULJANE REPICE UPOTREBOM AMMI MODELA ASSESSING OIL YIELD STABILITY OF RAPESEED USING AMMI MODEL	117
Vera Popović, Zoran Jovović, Maja Ignjatov Vojislav Mihailović, Jela Ikanović, Vera Rajičić, Nataša Ljubičić NOVA SORTA ULJANOG LANA - <i>Linum usitatissimum</i> L.: NS PRIMUS NEW VARIETY OF OIL FLAX - <i>Linum usitatissimum</i> L.: NS PRIMUS	125
Senka Popović, Danijela Šput, Jovana Ugarković, Nevena Hromiš, Ranko Romanić, Snežana Kravić UTICAJ AMBALAŽE NA BAZI POGAČE ULJANE TIKVE GOLICE NA KVALITET LANENOG ULJA INFLUENCE OF PACKAGING BASED ON PUMPKIN OIL CAKE ON THE QUALITY OF FLAXSEED OIL	135
Aleksandar Takači, Viktor Stojkov, Ranko Romanić PRIMENA MATEMATIČKIH MODELA ZA DOBIJANJE OPTIMALNOG OKSIDATIVNOG STATUSA MEŠANOG ULJA SUNCOKRETA I LANA APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS FOR OBTAINING THE OPTIMAL OXIDATIVE STATUS OF BLENDED SUNFLOWER AND FLAXSEED OIL	147
Vesna Vujasinović, Sanja Dimić Biljana Rabrenović, Ivana Janković ZNAČAJ SEMENA INDUSTRIJSKE KONOPLJE I NJEGOVIH PROIZVODA U ISHRANI – SAVREMENI ASPEKTI THE IMPORTANCE OF INDUSTRIAL HEMP SEEDS AND ITS PRODUCTS IN NUTRITION - CONTEMPORARY ASPECTS.....	159
Jela Ikanović, Vera Popović, Nikola Rakašćan, Nataša Ljubičić, Gordana Dražić, Milena Aćimić Remiković, Zdravka Petković EKONOMSKI ZNAČAJ ŠAFRANJIKE I UTICAJ GENOTIPA NA PRODUKCIJU BIOMASE THE ECONOMIC IMPORTANCE OF SAFFLOWER AND THE INFLUENCE OF GENOTYPE ON BIOMASS PRODUCTION	169

Simona Jačimović, Ana Marjanović Jeromela, Biljana Kiprovski, Tijana Zeremski, Nada Grahovac, Milica Aćimović NUTRITIVNI KVALITET KORIJANDRA IZ KOLEKCIJE INSTITUTA ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO NUTRITIONAL QUALITY OF CORIANDER FROM THE COLLECTION OF THE INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLES.....	179
Biljana Rabrenović, Seddiq Mrihil Esalami, Vesna Vujasinović, Mirjana Demin ALBINO MASLINA ALBINO OLIVE	187
Suzana Aleksić, Branka Adamović, Jelena Škrbić, Marina Nikolin, Sonja Muc, Marija Andrić, Ivan Petrović, Marija Manojlović, Svetlana Jeremić, Smilja Ivić RAZVOJ „PALM FREE” INTERESTERIFIKOVANE MASTI NA BAZI SOJINOG ULJA KAO STRATEŠKE SIROVINE ZA MASTI I MASNE NAMAZE DEVELOPMENT OF „PALM FREE” INTERESTERIFIED FAT BASED ON SOYBEAN OIL AS A STRATEGIC RAW MATERIALS FOR FAT AND FAT SPREADS.....	195
Ivana Lončarević, Biljana Pajin, Jovana Petrović, Suzana Aleksić, Danica Zarić, Tamara Rutić UTICAJ RAZLIČITIH NAMENSKIH MASTI NA FIZIČKE KARAKTERISTIKE MASNIH PUNJENJA NAMENJENIH PROIZVODNJI ČOKOLADNIH PROIZVODA THE IMPACT OF DIFFERENT EDIBLE FATS ON PHYSICAL CHARACTERISTICS OF FAT FILLINGS INTENDED FOR PRODUCTION OF CHOCOLATE PRODUCTS	203
Jovana Petrović, Ivana Lončarević, Biljana Pajin, Suzana Aleksić, Ranko Romanić, Danica Zarić, Branislav Šojić UTICAJ RAZLIČITIH NAMENSKIH MASTI NA SENZORSKE KARAKTERISTIKE MASNIH PUNJENJA NAMENJENIH PROIZVODNJI ČOKOLADNIH PROIZVODA THE INFLUENCE OF DIFFERENT FATS ON THE SENSORY CHARACTERISTICS OF FAT FILLINGS FOR THE PRODUCTION OF CHOCOLATE PRODUCTS.....	213
Jovana Doroslovac, Dragana Šoronja Simović, Jana Zahorec, Vladimir Šarac PRIMENA SOJINIH PROTEINSKIH KONCENTRATA U PROIZVODNJI TESTENINE APPLICATION OF SOY PROTEIN CONCENTRATES IN PASTA PRODUCTION.....	221

Ljiljana Popović, Jelena Čakarević, Tea Sedlar NOVI PRIRODNI EMULGATORI NA BAZI PROTEINA IZ NUSPROIZVODA PRERADE ULJARICA NEW NATURAL EMULSIFIERS BASED ON PROTEINS OBTAINED FROM OIL PROCESSING BY-PRODUCTS	229
Ivana Nikolić, Milica Popović, Ljubica Dokić, Ranko Romanić, Snežana Kravić, Tanja Lužaić MOGUĆNOST PRIMENE ULJA IZ PIRINČANIH MEKINJA U PROIZVODNJI PREHRAMBENIH EMULZIJA POSSIBILITY OF APPLICATION OF RICE BRAN OIL IN THE PRODUCTION OF FOOD EMULSIONS	237
Biljana Pajin, Jovana Petrović, Ivana Lončarević, Aleksandar Fišteš, Antun Jozinović, Dragana Šoronja Simović, Zita Šereš POREĐENJE UTICAJA DODATKA OBEZMAŠĆENE I EKSTRUDIRANE PŠENICNE KLICE NA OSOBINE KEKSA COMPARISON OF THE INFLUENCE OF DEFATTEN AND EXTRUDED WHEAT GERM ON THE COOKIES CHARACTERISTICS	245
Vladimir Šarac, Zoran Nikolovski, Dušica Gombošev, Marko Abramović, Dragoljub Cvetković ADAPTACIJA I OPREMANJE INTERNE LABORATORIJE SOJAPROTEINA INTERNA VALIDACIJA UREĐAJA VIDAS® UP Salmonella (SPT) ADAPTATION AND EQUIPPING SOJAPROTEIN INTERNAL LABORATORY INTERNAL VALIDATION OF VIDAS® UP <i>Salmonella</i> (SPT).....	253
Ljiljana Vujačić, Gordana Nović, Jovana Doroslovac AKTIVNOST VODE (A_w VREDNOST) KAO FAKTOR STABILNOSTI PREHRAMBENIH PROIZVODA I SIROVINA WATER ACTIVITY (A _w VALUE) AS A FACTOR OF STABILITY OF FOOD PRODUCTS AND RAW MATERIALS.....	271
INDEX AUTORA	283
IN MEMORIAM - Mr Bogdan Berić	285
PRILOG - PREDSTAVLJANJE	286
PRILOG - NAJAVA SKUPOVA	287

AGRAR, PROIZVODNJA I TRŽIŠTE U VREME PANDEMIJE COVID 19 SA OSVRTOM NA INDUSTRIJSKO BILJE

Dr Olga Čurović

IZVOD

Cilj ovoga rada je da ukaže na uticaj drugih faktora na poljoprivredno prehrambeni sektor u veoma važnom segmentu proizvodnje, a to je tržište. Ovo još jednom hoću da potkrepim, da na poljoprivrednu i prehrambenu proizvodnju utiče pored osnovnih faktora, kao što je plodno zemljište, klima sa mikroklimom, ljudskim resursom, podjednako važan faktor, društveno-političke prilike i događaji u zemlji i svetu.

Uslovi u kojima se danas posluje su različiti od prethodnih godina. Pojavom gripa Covid 19 koji je prešao u pandemiju unapred najavljivanu, promenili su se odnosi na tržištu. Poljoprivredna i prehrambena proizvodnja su se odvijale nesmetano u zavisnosti od vremenskih uslova.

U radu su izneti osnovni podaci za nekoliko godina unazad o proizvodnji uljanih useva u svetu, Evropi, kao i našoj proizvodnji u Srbiji.

Ključne reči: proizvodnja, tržište, cene, pariteti, pandemija

AGRAR, PRODUCTION AND MARKET DURING THE COVID 19 PANDEMIC WITH REFERENCE ON INDUSTRIAL CROPS

ABSTRACT

The aim of this paper is to point out the influence of other factors on the agri-food sector in a very important segment of production, and that is the market. I want to support this once again, to influence agricultural and food production in addition to basic factors such as fertile land, climate with microclimate, human resources, equally important factor, socio-political circumstances and events in the country and the world.

The conditions in which we operate today are different from previous years. With the appearance of the Covid 19 flu, which turned into the pandemic announced in advance, market relations changed. Agricultural and food production proceeded smoothly depending on weather conditions.

The paper presents the basic data for several years ago on the production of oilseeds in the world, Europe, as well as our production in Serbia.

Key words: production, market, prices, parities, pandemic

UVOD

Rezultati u proizvodnji industrijskog bilja

Poljoprivredna proizvodnja je značajna za opstanak stanovništva. Sve zemlje sveta o svom resursu poljoprivredne i prehrambene proizvodnje u kriznim vremenima moraju, a i vode posebnu pažnju. Veoma je bitan faktor samodovoljnosti. U protekle dve godine, krajem 2019. i 2020., pa i 2021. godine svedoci smo koliko je pandemija Covid 19 hranila pohlepu za zadovoljenje sopstvenih potreba u svemu, počev od respiratora, vakcina, pa sve do važnih prehrambenih proizvoda. Ovakav stav je stvorio uslove za poremećaj tržišta. Poremećeni su odnosi u ponudi iako je proizvodnja zadovoljavala svetske potrebe kada je 2018. godina imala najveću, do tada proizvodnju u ukupnim uljanim biljnim vrstama, od 600 miliona tona. Naredna 2019. godina je imala manju ukupnu uljanu proizvodnju za 4,5% u kojoj je još uvek tržište stabilno bez naglih skokova cena. Sa pojavom Covida 19 krajem 2019. i pandemijskim naletom 2020. godine situacija se na tržištu menja i dolazi do skoka cena.

Cilj ovog rada je da ukaže na uticaj drugih faktora na poljoprivredno prehrambeni sektor u veoma važnom segmentu proizvodnje, a to je tržište. Ovo još jednom hoću da istaknem, da na poljoprivrednu i prehrambenu proizvodnju utiče pored osnovnih faktora, kao što je plodno zemljište, klima sa mikroklimom, ljudskim resursom, podjednako važan faktor, društveno-političke prilike i događaji u zemlji i svetu.

Dugo godina se prati svetska proizvodnje uljanih useva. Posebno se sagledava domaća proizvodnja suncokreta, soje, uljane repice. Analizira se otkup ovih proizvoda, domaća prerada i izvoz. Važno je analizirati proizvodnju u okruženju i njihov uticaj na domaće tržište i proizvodnju. U tabeli 1 dati su podaci o proizvodnju uljanih useva u svetu, prema podacima USDA.

Table 1. Proizvodnja uljanih useva u svetu (u milionima tona) prema USDA

Table 1. World oilseed production (in millions of tons) according to USDA

Production Oilseed	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22*
Copra	5,51	5,92	5,97	5,84	5,72	5,98
Cottonseed	38,98	45,09	43,10	44,42	41,70	43,67
Palm Kernel	17,30	18,68	19,38	19,15	19,12	19,76
Peanut	45,93	47,12	46,81	48,09	48,99	49,17
Rapeseed	69,49	75,15	72,51	68,98	71,42	73,21
Soybean	350,18	344,18	361,28	339,42	362,95	385,53
Sunflowerseed	48,33	47,93	50,64	54,72	49,70	54,92
Total	575,72	584,07	599,69	580,60	599,60	632,23

Sagledavanjem evropske proizvodnje uljanih useva, kao i Evropske unije i njihove procene za budućnost daje nam jasnu sliku doprinosa naše proizvodnje na evropsko tržište. Značajna je proizvodnja soje u Srbiji jer proizvodi oko 20% evropske proizvodnje u kojoj su 33 zemlje, i sve zajedno proizvode 3,2-3,9 miliona tona. U Evropi jedino Italija ima proizvodnju soje 1.250 hiljada tona veću od srpske koja proizvodi poslednjih godina oko 650-700 hiljada tona. I Francuska je značajna u proizvodnji soje sa 450-500 hiljada tona.

Proizvodnja suncokreta u Evropskoj uniji se kreće preko 9 miliona tona, dok sa ostatkom evropskih zemalja ide preko 10-10,5 miliona tona. Polovina proizvodnje suncokreta vanevropske unije pripada Srbiji. Evropa proizvodi oko 20% svetske proizvodnje suncokreta, dok Srbija proizvodi oko 1,5% svetske proizvodnje. Najveći proizvođači u EU su Rumunija, Mađarska, Bugarska, Francuska, zemlje koje nas okružuju i vrše pritisak na naše tržište. U svetu su Ukrajina i Rusija najveći proizvođači suncokreta, zajedno proizvode preko 50% svetske proizvodnje.

Proizvodnja uljane repice u svetu se, u zavisnosti od povoljne godine, kreće od oko 70-75 miliona tona, sa oko 35 miliona hektara. U Evropi je značajna proizvodnja uljane repice na 5,7 miliona hektara i proizvodnjom od oko 17,5-18 miliona tona ili 25% svetske proizvodnje, od čega na EU otpada oko 22%. Srbija u proizvodnji uljane repice još uvek nije dostigala nivo koji bi bio značajan na svetskom tržištu.

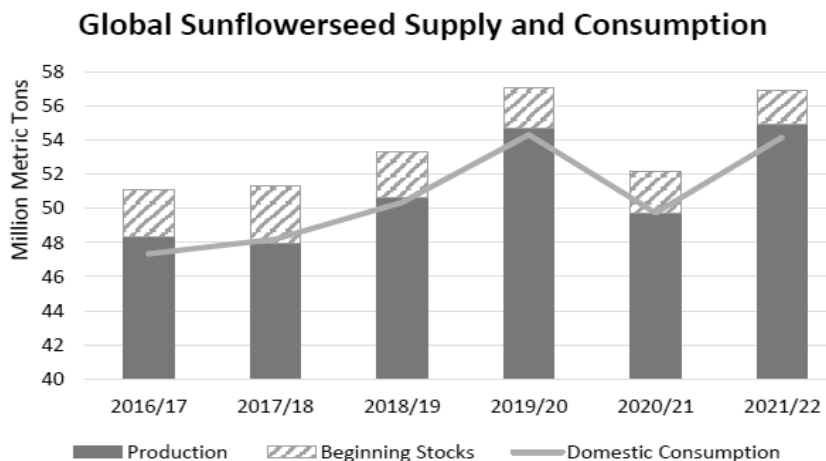
Rezultati na tržištu

Ukratko prikazana proizvodnja u svetu i Evropi ukazuje da je proizvodnja uljanih useva poslednjih nekoliko godina na uzlaznom trendu, s tim što je u pojedinim godinama bilo oscilacija, nikako drastičnih, u proizvodnji koje bi mogle dovesti do nestašica. Problem je nastajao sa pojavom gripa Covid 19 koji je ubrzo prešao u pandemiju počev od Kine, Italije i ostalih zemalja. Poljoprivredna proizvodnja je i nadalje 2019/20. i 2020/21. godine, kao i ove 2021/22. nesmetano odvijana uprkos zahuktavanju pandemije. Proizvodnja suncokreta u svetu 2019/20. godine je iznosila 55 miliona tona, 5 miliona ili 10% više od prethodne godine. Jedini razlog manje proizvodnje su vremenski uslovi koji mogu da pogoduju ili ne. Tako je naredne godine 2020/21. ostvarena manja proizvodnja u dve najveće zemlje (Rusija i Ukrajina) sa proizvodnjom suncokreta 28,5 miliona tona od ukupnih 50 miliona tona u svetu. Ova proizvodnja je manja od rekordne 2019/20. godine, ali viša nego svih prethodnih godina. Očekivanja su zaista bila daleko veća u Ukrajini (17 miliona tona) od ostvarenih 15 miliona tona, ali ipak isto kao pre dve godine, slika 1.

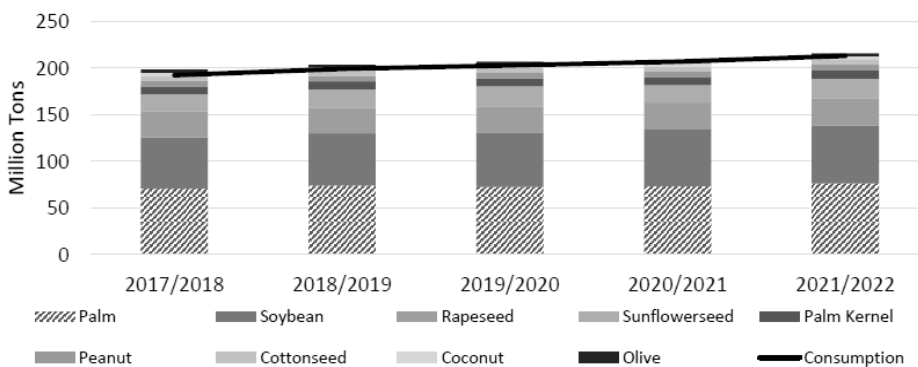
Procene proizvodnje uljanih useva su zanimljive jer se očekuju novi rekordi u narednoj godini soje, suncokreta, palme. Šta je uzrok, i šta gura proizvodnju naviše. Jedini pokretač pored samoodržanja su cene proizvoda na tržištu.

Proizvodnja uljanih useva u pojedinim regionima i državama varira pre svega zbog klimatskih uslova, ali na globalnom nivou proizvodnja raste. U Evropi proizvodnja suncokreta je stabilna od preko 10,9 miliona tona koliko je bila i prethodne godine, pa je ipak cena suncokreta i ulja rasla sa pojavom pandemije Covid 19. Kod soje je

to naročito izraženo, jer se soja kotira na tržištu tokom cele godine, a količine imaju respekta, slika 2.



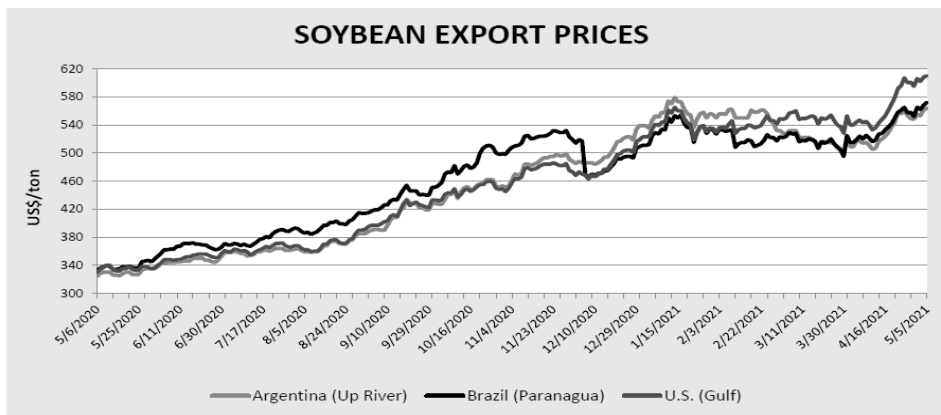
Slika 1. Globalna ponuda i potrošnja semena suncokreta
Figure 1. Global sunflowerseed supply and consumption



Slika 2. Globalna proizvodnja i potrošnja semena uljarica
Figure 2. Global oilseed production and consumption

Pandemija Covid 19 je u najvećoj meri uticala na skok cena na tržištu. Ograničenja nastala ovom pandemijom, najpre ograničenjem u komunikaciji, fizičkoj udaljenosti, zatim sve većoj bolesti stanovništva, zabrani kretanja i drugim epidemiološkim merama stvorile su psihološki momenat koji je doveo do toga da su države pravile barijere na svojim granicama za promet ljudi pa i robe. U takvim uslovima logistika distribucije i alokacije roba se nije mogla obaviti. Tada je nastao nedostatak roba na pojedinom tržištu, mada ih je bilo, ali nedostupno sa drugog regiona. U momentu takve potražnje sa ograničenom ponudom, cene su počele da rastu. To je najpre počelo

sa kukuruzom i nastavilo se sa ostalim poljoprivrednim proizvodima, suncokretom, posebno sojom, biljnim uljem i drugim, slika 3.

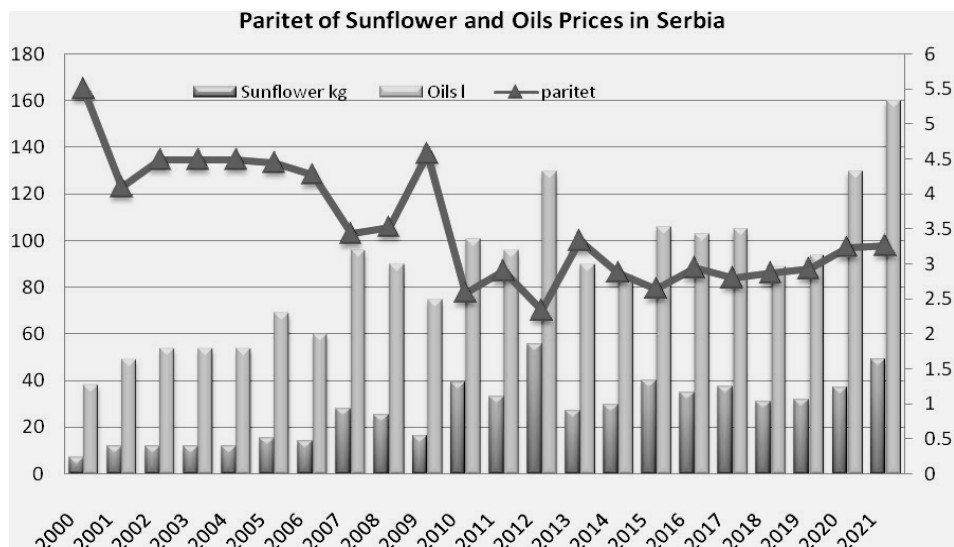


Slika 3. Izvozne cene soje
Figure 3. Soybean export prices

Otkupne cene na domaćem tržištu (u Srbiji) su pod uticajem svetskih cena dobile svoj rastući trend. Tokom prethodne dve sezone otkupne cene suncokreta su mirovale i kretale su se oko 31 dinar/kg, da bi u 2020. godini u proseku iznosile 37 dinara/kg. I cene soje su imale slična kretanja sa 37 dinara/kg u 2019. godini, u 2020. iznosile u proseku 44 dinara/kg. Ono što zabrinjava je ova 2021. godina, jer se već najavljuju otkupne cene za suncokret od 415 €/toni, a za soju oko 730 €/toni. Rastući trend cena sirovine na svetskom i domaćem tržištu je takođe uticao na rast cena jestivog ulja. Ne pamti se toliki rast cena u reprolancu uljanih kultura i ulja, koji je zabeležen u ovom periodu, pogođenom Covidom 19.

U okolnostima pandemije važni proizvodi prehrambene industrije su ulje i proizvodi od ulja koji su glavna delatnost fabrika ulja. Rast cena prehrambenih proizvoda je u fokusu šire javnosti. Pažnja je usmerena na cenu ulja. Porast cena sirovine uslovio je rast cena ulja, i poboljšao njihov partitet (odnos), ali još uvek fabrike imaju lošiji položaj od onog koji su imale u prvih deset godina ovog veka, slika 4.

Postavlja se pitanje da li će se ovaj rast zadržati, nastaviti i do kada će trajati. Postoji veliki rizik za fabrike da otkupe skupo sirovinu, a da se nakon nekog vremena cene i sirovine i ulja vrate na prethodni nivo. Ukoliko se sa jenjavanjem pandemije situacija na tržištu promeni i cene ulja vrate na one pre Covida 19, fabrike će biti u ozbiljnim problemima.



Slika 4. Paritet cena suncokreta i ulja u Srbiji
Figure 4. Paritet of sunflower and oils prices in Serbia

ZAKLJUČAK

- Proizvodnja uljanih useva u svetu najviše zavisi od klime, s tim što se podrazumeva plodno zemljište, adekvatna agrotehnika i stručni ljudski resursi;
- U Evropi proizvodnja uljanih useva je bila na nivou iz prethodnih godina i nije to izazvalo promene skoka cena na tržištu;
- Tržište zavisi od proizvodnje, ali i drugih faktora vezanih za društvena zbivanja i događaje, kao što je danas pandemija Covida 19.
- Cena ulja je u direktnoj korelaciji sa otkupnom cenom sirovine. Odnos otkupnih cena suncokreta i cena ulja je odnos njihovih pariteta koji određuje ponaosob ekonomski položaj;
- Nagle promene cena na tržištu predstavljaju veliki rizik, u ovom slučaju za uljare, ukoliko bi krenuo silazni trend cena na svetskom tržištu.

LITERATURA

1. COCEREAL Crop 2020/21.
2. Proizvodnja i prerada industrijskog bilja (2021). Poslovna zajednica „Industrijsko bilje” Novi Sad.
3. Republički zavod za statistiku, Beograd.
4. USDA (2021). Global Market Analysis.

PRINOS I KVALITET NOVOSADSKIH HIBRIDA SUNCOKRETA U 2020. GODINI

*Vladimir Miklič, Siniša Jocić, Sandra Cvejić, Milan Jocković, Nedjeljko Klisurić,
Igor Balalić, Nada Hladni, Nemanja Ćuk, Sreten Terzić, Dragana Miladinović*

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

IZVOD

Ispitivani su prinos semena i sadržaj ulja NS hibrida suncokreta u mikroogledima u Srbiji u 2020. godini. Najveći prosečni prinos semena ostvarili su hibridi Providens i NS Kiril (4,31 t/ha odnosno 4,30 t/ha) a najmanji hibrid NS Admiral (3,43 t/ha). Najveći prosečan prinos semena ostvaren je na lokalitetu Rimski šančevi (4,71 t/ha) a najmanji na lokalitetu Vršac (3,14 t/ha). Najveći sadržaj ulja ostvario je hibrid NS Ilija (51,42%) a najmanji hibrid NS Veles (42,74%). Najveći sadržaj ulja utvrđen je na lokalitetu Gakovo (50,78%), a najmanji na lokalitetu Kikinda (42,23%). Novi NS hibridi nadmašili su stariji sortiment po prinosu semena i sadržaju ulja.

Ključne reči: suncokret, mikroogledi, prinos semena, sadržaj ulja

YIELD AND QUALITY OF NOVI SAD SUNFLOWER HYBRIDS IN 2020

ABSTRACT

Seed yield and oil content of NS sunflower hybrids in microexperiments in Serbia in 2020 were examined. The highest average seed yield was achieved by hybrids Providence and NS Kiril (4.31 t / ha and 4.30 t / ha, respectively), and the lowest by the hybrid NS Admiral (3.43 t / ha). The highest average seed yield was achieved at the locality Rimski šančevi (4.71 t / ha) and the lowest at the locality Vršac (3.14 t / ha). The highest oil content was achieved by the hybrid NS Ilija (51.42%) and the lowest by the hybrid NS Veles (42.74%). The highest oil content was determined at the Gakovo locality (50.78%), and the lowest at the Kikinda locality (42.23%). The new NS hybrids surpassed the older assortment in terms of seed yield and oil content.

Key words: sunflower, microexperiments, seed yield, oil content

UVOD

U svetu se suncokret gaji na oko 27,4 miliona hektara, sa proizvodnjom od 56,1 miliona tona i prosečnim prinosom od 2,03 t/ha (FAOSTAT, 2019). Po površinama suncokret zauzima četvrto mesto među uljaricama, posle soje, uljane palme i uljane repice (Jocić i sar., 2015, Kaya i sar., 2015). U Srbiji se suncokret gaji na preko 200000 ha, u 2019. je gajen na 220000 ha a proizvedeno je 729000 tona sa prosečnim prinosom od 3,3 t/ha. Najvažnije područje gajenja je Vojvodina gde se u 2019. godini suncokret gajio na 193748 ha, što iznosi 88,3% ukupne proizvodnje u Srbiji (Zavod za statistiku Republike Srbije).

Prinos semena je složena kvantitativna osobina koja pokazuje značajne razlike između hibrida, godina i lokaliteta na kojima se gaji suncokret (Balalić i sar., 2017).

Ulje je glavni cilj proizvodnje suncokreta. Prinos ulja zavisi od prinosa semena i sadržaja ulja u semenu. Oba svojstva uslovljena su genetskim faktorima, uslovima spoljašnje sredine, kao i njihovom interakcijom. Značajnu ulogu u determinaciji ove osobine imaju srednje dnevne temperature i nivo vlažnosti u periodu nalivanja semena (Škorić, 2012; Kaya, 2016). Veoma je važan i uticaj primenjene agrotehnike, tipa zemljišta i drugih faktora.

U skladu sa trenutnim prognozama scenarija porašta ljudske populacije i klimatskih promena, na svetskom nivou, pretpostavlja se da je trenutna proizvodnja šuncokreta nedovoljna za buduće potrebe (Radanovic i sar., 2018). Stoga je dalji rad na povećanju prinosa semena i ulja suncokreta od ključnog značaja za obezbeđenost ljudske populacije, posebno u uslovima limitiranih površina i globalne promene klime.

Cilj ovog rada je ocena novosadskih hibrida suncokreta na osnovu prinosa semena i sadržaja ulja u mreži mikroogleda u Srbiji 2020. godine.

MATERIJAL I METODE RADA

Ispitivano je 20 hibrida suncokreta, stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. U toku 2020. godine u Srbiji su postavljeni mikroogledi na 14 lokaliteta.

Veličina osnovne parcele bila je 28 m². Dva srednja reda (isključujući rubne biljke) su se koristila za berbu. Veličina neto parcele iznosila je 13,3 m² (0,7 × 0,25 × 76). Ogledi su postavljeni po slučajnom blok sistemu u 4 ponavljanja. Primenjene su optimalne agrotehničke mere. Analizirana su dva glavna parametra produktivnosti i kvaliteta: prinos semena (t/ha) i sadržaj ulja (%).

Prinos semena suncokreta preračunat je u t/ha sa 11% vlage. Sadržaj ulja u semenu određen je metodom NMR (nuklearno - magnetna rezonanca), prema Granlund i Zimmerman (1975). Za statističku obradu podataka korišćen je program GenStat, izdanje 12.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prinos semena NS hibrida suncokreta u mreži mikroogleda u Srbiji 2020. godine prikazan je u tabeli 1. Najveći prosečni prinos semena ostvario je hibrid Providens (4,31 t/ha), slede ga hibridi NS Kiril (4,30 t/ha) i NS Ronin (4,19 t/ha). Najmanji prinos ostvario je hibrid NS Admiral (3,43 t/ha). Hibridi novije generacije nadmašili su starije hibride, razlike su uglavnom bile visoko značajne, sličan odnos utvrdili su i Balalić i sar., 2018. Najveći prosečan prinos ostvaren je na lokalitetu Rimski šančevi (4,71 t/ha) a najmanji na lokalitetu Vršac (3,14 t/ha). U 2020. godini zabeležene su velike i visoko značajne razlike između lokaliteta što ukazuje na specifične klimatske uslove sa visokim temperaturama i nedostatkom padavina u pojedinim fazama razvoja (Hidrometeorološki zavod Republike Srbije, 2020). Razlike su naravno bile uslovljene i tipom zemljišta.

Sadržaj ulja NS hibrida suncokreta u Srbiji u 2020. godini prikazan je u tabeli 2. Najveći sadržaj ulja ostvario je hibrid NS Ilija (51,42%) a najmanji hibrid NS Veles (42,74%), razlike su bile statistički visoko značajne. Najveći prosečan sadržaj ulja utvrđen je na lokalitetima Gakovo i Vršac (50,78% odnosno 48,21%), a najmanji na lokalitetu Kikinda (42,23%), razlike su bile visoko značajne. Značajan uticaj lokaliteta na prinos ulja potvrđuju i rezultati Gunduz i Goksoy (2016), koji su između tri lokaliteta u Turskoj ustanovili značajne razlike u prinosu ulja. Razlika između prosečnog sadržaja ulja između pojedinih lokaliteta se iz godine u godinu povećava, a u 2020. je iznosila čak 8,55% što ukazuje i na sve ekstremnije klimatske razlike po lokalitetima.

Tabela 1. Prinos semena (t/ha) NS hibrida suncokreta u mreži mikroogleda u Srbiji 2020. godine

Table 1. Seed yield (t/ha) of NS sunflower hybrids in the network of microexperiments in Serbia in 2020

Hibridi Hybrids	Lokaliteti/Localities														
	Rimski Šančevi	Vrbas	Senta	Šupljak	Karavu-kovo	Grakovo	Kikinda	Novo Miloševo	Zrenjanin	Pančevo	Vršac	Sremska Mitrovica	Neštin	Kula kod Požarevca	Prosek Average
DUŠKO	4,52	3,66	3,84	3,70	3,37	2,80	3,62	3,77	3,28	3,43	3,01	3,41	3,47	3,35	3,52
NS OSKAR	3,78	4,23	4,41	3,89	3,40	2,95	3,89	3,44	3,33	3,22	2,77	3,90	3,40	3,08	3,55
NS KONSTANTIN	4,67	4,96	4,39	4,10	3,62	3,23	4,24	3,62	3,57	3,89	2,78	3,95	3,73	3,67	3,89
NS ROMEO	4,07	4,85	4,12	3,88	2,78	3,50	4,09	3,39	3,55	3,51	3,11	4,29	3,78	3,37	3,74
NS FANTAZIJA	3,97	3,61	3,85	4,17	3,50	2,87	3,38	3,51	3,22	3,25	2,79	3,80	3,21	3,64	3,48
NS LEONARDO	4,52	4,16	3,99	3,99	3,40	3,51	3,82	3,36	3,35	3,43	2,97	4,07	3,72	3,59	3,71
NS ADMIRAL	4,20	3,69	3,55	4,16	3,13	3,07	3,71	3,41	2,74	2,82	2,81	3,67	3,84	3,21	3,43
NS ILIJA	4,53	3,89	3,99	3,72	3,75	3,10	3,93	3,51	3,34	3,83	2,90	4,09	4,02	3,66	3,73
NS RONIN	4,96	4,63	4,30	4,34	3,42	3,45	4,30	4,44	3,91	3,85	3,40	4,68	4,96	4,04	4,19
NS KRUNA	4,50	4,15	4,35	3,92	3,08	3,35	4,05	3,69	3,32	3,74	2,79	4,39	4,34	3,90	3,83
NS KIRIL	5,44	4,63	4,34	4,08	3,82	3,92	4,26	4,42	3,29	4,57	3,40	5,02	4,99	3,99	4,30
NS VELES	4,39	4,06	3,40	3,49	3,19	3,15	3,75	3,92	3,33	3,34	3,28	3,82	4,01	3,80	3,64
PROVIDENS	5,69	4,66	4,00	4,61	3,60	3,41	4,47	4,12	3,62	4,31	3,28	5,19	4,81	4,56	4,31
NS ZMAJ	4,89	4,80	4,34	4,14	3,72	3,72	4,09	4,20	3,65	4,20	3,16	4,70	5,06	3,51	4,16
NS DOSITEJ	4,85	4,79	4,17	4,16	3,28	3,60	4,49	4,26	3,38	3,98	2,98	4,77	5,20	3,87	4,13
NS DANUBIUS	5,32	4,91	4,17	4,27	3,36	3,66	4,09	4,16	3,47	4,39	3,35	4,78	4,53	4,02	4,18
NS TRIFUN	4,86	4,37	4,15	4,20	3,17	3,22	4,23	4,35	3,47	4,30	3,61	4,69	4,90	3,94	4,10
NS H 7740	4,97	4,63	3,98	3,51	3,38	3,91	4,00	4,01	3,28	4,38	3,94	4,54	4,57	4,80	4,14
NS H 8625	5,02	4,80	4,41	4,05	3,44	3,24	4,34	3,87	3,45	4,42	3,29	4,77	4,85	4,20	4,15
NS ZMAJ PL	5,13	4,55	3,94	4,73	3,16	3,13	4,05	4,58	3,33	4,03	3,18	4,49	3,96	3,73	4,00
Prosek/ Average	4,71	4,40	4,08	4,06	3,38	3,34	4,04	3,90	3,39	3,84	3,14	4,35	4,27	3,80	3,91
NZR/LSD (0,05)	H	0,23													
	L	0,16													

Tabela 2. Sadržaj ulja u semenu (%) NS hibrida suncokreta u mreži mikroogleda u Srbiji 2020. godine

Table 2. Oil content in seeds (%) of NS sunflower hybrids in the network of microexperiments in Serbia in 2020

Hibridi Hybrids	Lokaliteti/Localities														Prosek Average
	Rimski Šančevi	Vrbas	Senta	Šupljak	Karavu -kovo	Gakovo	Kikinda	Novo Miloševo	Zrenjanin	Pančevo	Vršac	Sremska Mitrovica	Neštin	Kula kod Požarevca	
DUŠKO	45,33	43,59	43,41	44,66	42,89	50,28	41,51	46,09	45,29	48,91	48,08	42,94	43,45	41,04	44,82
NS OSKAR	49,07	46,46	50,32	50,54	48,06	51,15	47,79	50,32	49,56	50,58	50,08	47,50	47,07	45,87	49,11
NS KONSTANTIN	46,21	46,46	45,42	45,11	43,31	50,60	42,69	46,28	45,99	47,53	46,33	43,41	43,22	42,82	45,38
NS ROMEO	44,30	44,27	45,13	46,19	44,21	50,83	42,26	45,62	46,72	45,17	46,30	41,87	41,54	40,99	44,67
NS FANTAZIJA	43,31	42,85	42,60	44,59	43,96	50,38	41,48	45,29	46,20	46,56	46,74	42,08	42,22	41,08	44,24
NS LEONARDO	45,99	47,30	44,66	46,84	46,13	50,30	43,21	48,61	49,65	47,38	48,65	44,30	44,97	42,56	46,47
NS ADMIRAL	48,00	48,60	49,19	48,70	49,78	50,68	46,00	48,00	48,53	48,29	48,44	46,88	44,91	46,05	48,19
NS ILIJA	50,81	51,28	51,18	52,61	50,29	51,73	50,23	53,22	53,67	53,48	54,55	49,32	49,41	48,12	51,42
NS RONIN	45,30	47,31	45,21	46,17	46,01	50,50	43,27	47,71	47,60	48,62	47,66	43,84	45,94	43,10	46,30
NS KRUNA	44,22	45,82	44,74	44,89	43,01	50,88	41,07	45,60	48,20	47,86	46,95	41,98	43,24	42,12	45,04
NS KIRIL	45,82	44,62	45,88	45,86	43,40	50,88	40,06	46,20	46,90	47,91	49,32	43,26	44,07	40,91	45,36
NS VELES	43,04	41,65	42,48	42,93	41,21	48,70	37,45	43,47	45,83	44,71	43,83	40,75	41,84	40,45	42,74
PROVIDENS	45,60	45,42	46,07	44,86	45,88	50,40	42,21	44,94	47,74	42,90	46,43	42,39	43,31	43,39	45,11
NS ZMAJ	48,40	47,93	46,67	48,63	49,16	52,03	42,18	48,56	49,97	49,25	50,43	45,40	47,04	43,57	47,80
NS DOSITEJ	44,79	44,50	45,63	44,40	45,13	50,65	38,62	45,89	47,25	45,98	46,62	42,51	44,12	40,40	44,75
NS DANUBIUS	44,57	44,06	42,38	44,61	45,10	51,05	37,44	45,57	44,85	45,92	46,79	42,13	43,96	42,11	44,32
NS TRIFUN	47,94	48,81	46,55	46,13	48,13	51,33	42,34	48,14	49,22	49,22	48,87	44,22	45,44	43,93	47,16
NS H 7740	43,83	42,80	42,95	41,96	41,58	51,25	38,36	45,28	45,49	46,50	47,33	39,29	40,83	40,87	43,45
NS H 8625	47,57	47,02	47,32	46,00	46,74	50,90	42,90	47,99	49,56	49,69	50,00	44,78	44,49	44,86	47,13
NS ZMAJ PL	47,76	48,70	47,81	49,76	48,59	51,00	43,49	49,14	48,95	48,18	50,88	45,09	46,14	44,77	47,88
Prosek/Average	46,09	46,13	45,78	46,27	45,63	50,78	42,23	47,10	47,86	47,73	48,21	43,70	44,49	42,95	46,07
NZR/LSD (0,05)	H	1,15													
	L	0,79													

U Vojvodini su u proseku dobijeni bolji rezultati prinosa semena i sadržaja ulja u odnosu na centralnu Srbiju. Opšti prosek prinosa ulja u Vojvodini (1,83 t/ha) bio je značajno viši u odnosu na lokalitete u centralnoj Srbiji (1,36 t/ha) u 2013. godini, saopštili su Miklič i sar. (2014). 2019. godina nije bila povoljna u periodu nalivanja zrna u Srbiji i ostvareni su niži rezultati sadržaja i prinosa ulja od višegodišnjih proseka, ali 4 ispitivana komercijalna novosadska hibrida (NS Kruna, NS Ronin, NS Romeo i NS Konstantin), ostvarili su na 15 lokaliteta prosečan prinos od 4,17 t/ha (znatno iznad republičkog proseka) (Balalić i sar., 2020). Kod istih hibrida u 2020. godini ostvaren je prosečan prinos od 3,91 t/ha ali je prosečan sadržaj ulja bio za oko pola procenta viši (Jocković i sar., 2021).

Utvrđen je značajan napredak u povećanju, pre svega prinosa semena novog sortimenta. Najnoviji hibridi Providens i NS Kiril ostvarili su za gotovo 900 kg/ha veći prinos od nekih hibrida starijeg sortimenta koji su nedavno povučeni sa tržišta, a bili su u proseku za oko 100 kg/ha prinrodniji čak i od najprinosnijeg NS hibrida na tržištu - NS Ronina. To ukazuje na korist od brze izmene sortimenta koju poslednjih godina kod suncokreta vrši novosadski Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Na osnovu uporednih oglada Chigeza i sar. (2012) su utvrdili da su ulaganja u stvaranje novih hibrida opravdana jer je genetička dobit za prinos semena na godišnjem nivou od 1,5%, a u komercijalnoj proizvodnji 1,9% godišnje.

ZAKLJUČAK

Najveći prosečni prinos semena ostvarili su hibridi Providens i NS Kiril (4,31 odnosno 4,30 t/ha), a najmanji hibrid NS Admiral (3,43 t/ha). Najveći prosečan prinos semena ostvaren je na lokalitetu Rimski šančevi (4,71 t/ha) a najmanji na lokalitetu Vršac (3,14 t/ha). Najveći sadržaj ulja ostvario je hibrid NS Ilija (51,42%) a najmanji hibrid NS Veles (42,74%). Najveći sadržaj ulja utvrđen je na lokalitetu Gakovo (50,78%), a najmanji na lokalitetu Kikinda (42,23%). Novi NS hibridi nadmašili su stariji sortiment po prinosu semena i sadržaju ulja.

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. 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, 48-57.
2. Balalić, I., Jocić, S., Cvejić, S., Jocković, M., Miladinović, D., Hladni, N., Miklič, V. (2018). NS hibridi suncokreta veoma uspešni u ogledima i proizvodnji, šta sejati u

2018. godini? Zbornik referata 52. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 5-13.
3. Balalić, I., Jocić, S., Cvejić, S., Jocković, M., Miladinović, D., Hladni, N., Klisurić, N., Miklič, V. (2020). Rezultati mikroogleda NS hibrida suncokreta i preporuka sortimenta za 2020. godinu. 54. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) Zlatibor 26-30.01.2020. Zbornik refer. 10-16
 4. Chigeza, G., Mashingaidze, K., Shanahan, P. (2012): Seed yield and associated trait improvements in sunflower cultivars over four decades of breeding in South Africa, *Field Crops Research* 130, 46-56.
 5. FAO (2019). FAOSTAT, Preuzeto april 2021 sa site-a www.fao.org/faostat.
 6. 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.
 7. Gunduz, O., Goksoy, A.T. (2016). Determination of superior hybrid combinations in sunflower and testing of their resistance to broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in infested areas. 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 353-370.
 8. Jocić, S., Miladinović, D., Kaya, Y. (2015). Breeding and genetics of sunflower. In: *Sunflower: Chemistry, Production, Processing and Utilization* (Eds. Force, E.M., Dunford, N.T., Salas, J.J.). AOCS Monograph Series of Oilseeds, AOCS Press, Urbana, Illinois, USA, 1-26.
 9. Jocković, M., Jocić, S., Cvejić, S., Balalić, I., Hladni, N., Miladinović, D., Klisurić, N., Miklič, V. (2021). Produktivnost NS hibrida suncokreta u mikroogledima i preporuka za uspešnu proizvodnju u 2021. godini. Zbornik referata sa 55. Savetovanja agronoma Srbije, 40-48.
 10. Kaya, Y., Balalic, I., Miklic, V. (2015). Eastern Europe Perspectives on Sunflower Production and Processing. In: Force EM, Dunford NT, Salas JJ (Eds): *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*, AOCS Press, Urbana, Illinois USA 617-637.
 11. Kaya, Y. (2016). Sunflower. In: *Breeding Oil Seed Crops for Sustainable Production. Opportunities and Constraints* (Ed: Gupta SK), Academic Press, Elsevier Inc, USA, 55-88.
 12. Miklič, V., Balalić, I., Jocić, S., Marinković, R., Cvejić, S., Miladinović, D., Jocković, M., Hladni, N. (2014). Rezultati ispitivanja NS hibrida suncokreta u mikroogledima i preporuka za setvu u 2014. godini. 48. Savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor 26.01-01.02.2014. Zbornik referata 4-24.
 13. Radanovic, A., Miladinovic, D., Cvejic, S., Jockovic, M., Jocic, S. (2018). Sunflower Geneticš from Anceštorš to Modern Hybridš - a review. *Geneš* 9(11): 1-19.
 14. RHZ, novembar 2019., <http://www.hidmet.gov.rs/podaci/agro/godina.pdf>.
 15. RZS, <https://www.stat.gov.rs/oblasti/poljoprivreda-sumarstvo-i-ribarstvo/biljna-proizvodnja/>.
 16. STATISTICA 12.0, StatSoft. University Licence, IFVC, Novi Sad, Serbia.
 17. Škorić, D. (2012). Sunflower breeding. In: *Sunflower genetics and breeding. International Monography* (eds: Škorić D, Sakač Z), 165.

EFEKAT ROKA SETVE NA SADRŽAJ I PRINOS ULJANS HIBRIDA SUNCOKRETA

Igor Balalić¹, Vladimir Miklič¹, Jovan Crnobarac², Nedjeljko Klisurić¹, Velimir Radić¹

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

IZVOD

U cilju ocene uticaja roka setve na sadržaj i prinos ulja NS hibrida suncokreta analizirani su rezultati ogleada koji su izvedeni tokom 2020. godine na lokalitetu Rimski šančevi. Ispitivana su tri NS hibrida (NS Sanol, NS H 7749, NS Kiril). Zasejani su u osam rokova setve počev od 20.03. sa razmakom od 10 dana (R1 20.03., R2 01.04., R3 10.04., R4 20.04., R5 01.05., R6 10.05., R7 20.05., R8 01.06). Između ispitivanih hibrida, kao i između rokova setve postojale su značajne razlike u sadržaju i prinosu ulja. Na sadržaj ulja, kao i na prinos ulja najveći uticaj imao je rok setve (preko 50%), zatim interakcija hibrid × rok setve i najmanji uticaj pokazao je hibrid. Svi izvori varijacije bili su visoko značajni za obe ispitivane osobine. Prosečan sadržaj ulja za sve hibride i rokove setve iznosio je 44,88%, a za prinos ulja 1,83 t/ha. Najveći prosečan sadržaj ulja dao je hibrid NS Sanol (45,98), a prinos ulja NS Kiril (2,01 t/ha). U rokovima setve R1, R2, R4 i R5 bile su najveće srednje vrednosti sadržaja ulja, Prinos ulja bio je najveći u dva srednja roka setve u R4 (2,22 t/ha) i R5 (2,15 t/ha). Varijabilnost sadržaja ulja iznosila je 1,8%, a prinosa ulja 12,1%.

Ključne reči: NS hibridi, rok setve, sadržaj ulja, prinos ulja, suncokret

EFFECT OF SOWING DATE ON OIL CONTENT AND OIL YIELD OF NS SUNFLOWER HYBRIDS

ABSTRACT

In order to assess the impact of the sowing date on the oil content and oil yield in NS sunflower hybrids, the experiment was carried out in 2020 at the locality Rimski šančevi. Three NS hybrids (NS Sanol, NS H 7749, NS Kiril) were tested. They were sown in eight sowing dates starting from March 20th with an interval of 10 days (R1 20.03., R2 01.04., R3 10.04., R4 20.04., R5 01.05., R6 10.05., R7 20.05., R8 01.06.). There were significant differences in oil content and oil yield between the examined hybrids, as well as between sowing dates. The sowing date (over 50%), had the greatest influence on the oil content and oil yield followed by the hybrid ×

sowing date interaction and the least influence was shown by the hybrid. All sources of variation were highly significant for both examined traits. The average oil content for all hybrids and sowing dates was 44.88%, and for oil yield 1.83 t/ha. The highest average oil content showed the hybrid NS Sanol (45.98), and the average oil yield was stated by NS Kiril (2.01 t/ha). The sowing dates R1, R2, R4 and R5 had the highest mean values for oil content. Oil yield was the highest in the two sowing dates in R4 (2.22 t/ha) and R5 (2.15 t/ha). The variability of the oil content was 1.8% and of the oil yield 12.1%.

Key words: NS hybrids, sowing date, oil content, oil yield, sunflower

UVOD

U svetu suncokret se gaji na preko 27,3 miliona hektara u više od 60 zemalja sveta (FAOSTAT, 2019). Po zasejanim površinama i produkciji zauzima četvrto mesto među uljaricama, posle soje, uljane palme i uljane repice (Jocić i sar., 2015, Kaya, 2016, Papatheohari i sar., 2016, Miklič i sar. 2020). U Srbiji površine pod suncokretom variraju zavisno od godine i kreću se između 160000 i 230000 hektara. Poslednjih nekoliko godina iznosile su između 220000 i 230000 hektara. U 2020 bilo je zasejano 220000 ha. Prosečni prinosi semena u Srbiji su se kretali između 2,2 i 2,4 t/ha (Kaya i sar., 2015).

Cilj oplemenjivača je stvaranje hibrida koji će postići što veći prinos ulja po jedinici površine. Stvaranje rodnijih hibrida sa boljim, kvalitetnijim i stabilnijim osobinama, uz primenu odgovarajućih agrotehničkih mera koje utiču na smanjenje uticaja limitirajućih faktora u proizvodnji, doprinose povećanju prinosa ove značajne uljane kulture.

Rok setve je jedan od značajnih faktora koji utiče na sadržaj i prinos ulja suncokreta (Crnobarac, 2006, Balalić, 2010, Demir, 2019).

Cilj ovog rada je ocena uticaja rokova setve na sadržaj i prinos ulja NS hibrida suncokreta u ogledu koji je izveden tokom 2020. godine na lokalitetu Rimski šančevi.

MATERIJAL I METODE RADA

Ekspiriment u cilju analize sadržaja i prinosa ulja postavljen je na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim šančevima. Odabrana su tri hibrida (NS Sanol, NS H 7749, NS Kiril) stvorena u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Ovi hibridi zasejani su u osam rokova setve, počev od 20.03. sa razmakom od 10 dana (R1 20.03., R2 01.04., R3 10.04. R4 20.04., R5 01.05., R6 10.05., R7 20.05., R8 01.06). Ogled je izveden u toku 2020. godine. Postavljen je po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja. Seme hibrida posejano je u četiri reda sa razmakom 70 × 25 cm. Dužina reda je bila 10 m. Prvi i četvrti red služili su kao zaštitni, dok su se za analize koristila dva unutrašnja reda. Tokom vegetacije primenjene su optimalne agrotehničke mere. Analizirane su sledeće osobine: sadržaj

ulja (%) i prinos ulja (t/ha). Sadržaj ulja u zrnu određen je metodom NMR (nuklearno - magnetna rezonanca), prema Granlund i Zimmerman (1975). Prinos ulja, dobijen je kao proizvod prinosa semena i sadržaja ulja.

Za statističku obradu podataka (ANOVA dvofaktorijalnog ogleda) korišćen je program STATISTICA 12.0.

REZULTATI I DISKUSIJA

Sadržaj ulja je osobina koja je određena genetskim potencijalom određeneog hibrida uz značajno variranje pod uticajem spoljašnje sredine, kao i njihove interakcije. Akumulacija ulja počinje relativno rano, već nekoliko dana posle oprašivanja, čim se formira prostor za skladištenje ulja. Visoke temperature u stadijumu nalivanja semena dovode do smanjenja nakupljanja ulja (Škorić, 2012).

Rezultati analize varijanse (ANOVA) za sadržaj ulja pokazuju da su svi izvori varijacije bili visoko signifikantni. Najveći udeo u formiranju sadržaja ulja imao je rok setve (53,4%), zatim interakcija hibrid \times rok setve (29,0%) i na kraju hibrid (17,6%), tabela 1.

Tabela 1. ANOVA sadržaja ulja NS hibrida suncokreta
Table 1. ANOVA for oil content in NS sunflower hybrids

Izvor varijacije	df	SS (%)	MS	<i>P</i>
Hibrid (H)	2	17,6	18,72	< 0,001**
Rok setve (R)	7	53,4	16,26	< 0,001**
H \times R	14	29,0	4,42	< 0,001**
Pogreška (E)	46		0,64	

P* < 0,05; *P* < 0,01

Rok setve je pokazao visoku značajnost u odnosu na sadržaj ulja, kako navodi Demir (2019) na osnovu svojih rezultata. Prema navodima Balalić i sar (2010) sadržaj ulja bio je u najvećoj meri pod uticajem hibrida (69,6%), godine ispitivanja (10,3%) i roka setve (6,8%).

Sadržaj ulja u proseku iznosio je 44,88%. Hibrid NS Sanol odlikovao se značajno najvišim sadržajem ulja (45,98%), tabela 2. Na osnovu ispitivanja devet NS hibrida suncokreta Balalić i sar. (2019) su saopštili da je prosečan sadržaj ulja bio 45,75%, što je rezultat povoljnih vremenskih uslova u periodu nakupljanja ulja u semenu, kako autori navode.

Tabela 2. Srednje vrednosti sadržaja ulja (%) NS hibrida suncokreta
Table 2. Mean values of oil content (%) in NS sunflower hybrids

Hibrid Hybrid (H)	Rok setve Sowing date (R)								Prosek Mean
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
NS Sanol	46,39	46,12	45,91	46,61	46,98	45,10	45,80	44,89	45,98
NS H 7749	46,07	47,09	42,03	44,24	45,70	44,30	41,31	44,12	44,36
NS Kiril	45,11	45,08	45,07	45,63	46,57	43,27	41,87	41,87	44,31
Prosek Mean	45,86	46,10	44,34	45,49	46,42	44,22	42,99	43,63	44,88

V (%) = 1,8

LSD	H	R	H×R
0,05	0,46	0,26	1,32
0,01	0,62	1,01	1,75

Između rokova setve postojale su značajne razlike u sadržaju ulja, s tim da je u proseku u R1, R2, R4 i R5 došlo do najvećeg nakupljanja ulja, zatim vrednosti opadaju u R6, R7 i R8 (tabela 2). Što se tiče uticaja rokova setve na sadržaj ulja, naši rezultati su u saglasnosti sa saopštenjem Crnobarac i sar. (2006) da sadržaj ulja kod ispitivanih hibrida raste do srednjih rokova setve, a zatim se smanjuje.

Varijabilnost sadržaja ulja je bila 1,8% (tabela 2). Nisku varijabilnost za ovu osobinu (V=2,1%) dobili su Balalić i sar. (2018).

Dobijanje što veće količine ulja po jedinici površine predstavlja osnovni cilj gajenja suncokreta. Prinos ulja zavisi od prinosa semena i sadržaja ulja u semenu. Na ovu osobinu osim genetskih faktora veliki uticaj imaju i faktori spoljašnje sredine, kao i njihova interakcija. U determinaciji ove osobine značajnu ulogu imaju srednje dnevne temperature i nivo vlažnosti u periodu nalivanja semena. Visoke temperature u vreme nalivanja semena, naročito one preko 25°C, dovode do smanjenja prinosa ulja (Škorić, 2012, Kaya, 2016).

ANOVA za prinos ulja je pokazala visoku značajnost sva tri izvora varijacije. Prinos ulja bio je pod uticajem glavnih efekata (hibrid i rok setve), kao i njihove interakcije. Mada su svi izvori varijacije bili visoko značajni, rokovi setve su imali najznačajniji udeo u formiranju prinosa ulja (53,02 %). Interakcija H × R je sa 27,80% doprinela prinosu ulja, a hibrid sa 19,18% (tabela 3).

Tabela 3. ANOVA prinosa ulja NS hibrida suncokreta
Table 3. ANOVA for oil content in NS sunflower hybrids

Izvor varijacije	df	SS (%)	MS	P
Hibrid (H)	2	19,18	0,82	< 0,001**
Rok setve (R)	7	53,02	0,65	< 0,001**
H × R	14	27,80	0,17	< 0,001**
Pogreška (E)	46		0,05	

*P < 0,05; **P < 0,01

Prinos ulja značajno viši u odnosu na opšti prosek (1,83 t/ha) postigao je hibrid NS Kiril (2,01 t/ha). Hibridi NS Sanol i NS H 7749 imali su srednje vrednosti prinosa ulja na nivou opšte sredine (tabela 4). Prinos ulja za devet NS hibrida u proseku bio je 1,80 t/ha u 2018, kako ističu Balalić i sar. (2019).

Tabela 4. Srednje vrednosti prinosa ulja (t/ha) NS hibrida suncokreta
Table 4. Mean values for oil yield (t/ha) in NS sunflower hybrids

Hibrid Hybrid (H)	Rok setve Sowing date (R)								Prosek Mean
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
NS Sanol	1,70	1,60	1,70	2,05	2,09	1,63	1,46	1,73	1,75
NS H 7749	2,12	2,12	1,21	2,10	1,99	1,49	1,29	1,59	1,74
NS Kiril	2,42	1,87	2,14	2,52	2,36	1,74	1,54	1,46	2,01
Prosek Mean	2,08	1,86	1,68	2,22	2,15	1,62	1,43	1,59	1,83

V (%) = 12,1

LSD	H	R	H×R
0,05	0,12	0,20	0,36
0,01	0,17	0,27	0,48

Posmatrajući rokove setve može se videti da su rokovi R1, R4 i R5 postigli značajno višu srednju vrednost u odnosu na opšti prosek (1,83 t/ha). U tim rokovima setve utvrđen je najviši prinos ulja. Od roka R6 do R8 prinos ulja naglo je opadao. Ti kasniji rokovi setve (R6, R7 i R8) su bili sa značajno nižim srednjim

vrednostima u odnosu na opšti prosek (tabela 4). Naši rezultati su u saglasnosti sa navodima Demir (2019), koji saopštava da sa kašnjenjem roka setve dolazi do opadanja prinosa semena i prinosa ulja.

Varijabilnost prinosa ulja iznosila je 12,1% (tabela 4). Sličnu varijabilnost za ovu osobinu saopštavaju Miklič i sar. (2020). Za region Bačke varijabilnost je bila 10,7%, a za region Banata 12,7%. Nešto nižu vrednost varijabilnosti (10,8%) za prinos ulja u odnosu na naše rezultate saopštali su Balalić i sar. (2018).

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata ispitivanja sadržaja i prinosa ulja tri NS hibrida suncokreta gajenih u ogledima na lokalitetu Rimski šančevi, zasejanih u osam rokova setve tokom 2020. godine, mogu se doneti sledeći zaključci:

- Rezultati ANOVA-e pokazali su visoku značajnost svih izvora varijacije za sadržaj i prinos ulja, kako glavnih efekata (hibrid, rok setve) tako i njihove interakcije. Najveći doprinos sadržaju ulja i prinosu ulja pripalo je roku setve, zatim interakciji hibrid \times rok setve i na kraju hibridu.
- Prosečan sadržaj ulja za tri hibrida i osam rokova setve iznosio je 44,88%. Hibrid NS Sanol dao je najveći sadržaj ulja (45,98%)
- U rokovima R1, R2, R4 i R5 došlo je do najvećeg nakupljanja ulja, zatim vrednosti opadaju u R6, R7 i R8.
- Prosečan prinos ulja u u 2020. godini za tri ispitivana hibrida i osam rokova setve iznosio je 1,83 t/ha. Značajno najvišu vrednost prinosa ulja pokazao je NS Kiril (2,01 t/ha).
- Rokovi setve R4 (2,22 t/ha) i R5 (2,15 t/ha) bili su sa značajno najvišim prinosom ulja.
- Varijabilnost sadržaja ulja iznosila je 1,8%, a prinosa ulja 12,1%.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva za obrazovanje, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije - Ugovor o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2021. godini: Evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. Balalić, I., Crnobarac, J., Zorić, M. (2010). Uticaj rokova setve na sadržaj ulja suncokreta. 51. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, 27.06-02.7.2010, Zbornik radova, pp. 45-51.
2. Balalić, I., Jocić, S., Cvejić, S., Jocković, M., Miladinović, D., Hladni, N., Miklič, V. (2018). NS hibridi suncokreta veoma uspešni u ogledima i proizvodnji, šta sejati u

2018. godini? Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 21-27.01.2018., pp. 5-13.
3. Balalić, I., Jocić, S., Cvejić, S., Jocković, M., Miladinović, D., Hladni, N., Klisurić, N., Miklič, V. (2019). Produktivnost NS hibrida suncokreta u 2018. godini i preporuke za setvu. Zbornik referata 53. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije, Zlatibor 27-31.01.2019., pp. 11-17.
 4. Crnobarac, J., Dušanić, N., Balalić, I., Jaćimović, G. (2006). Upporedna analiza proizvodnje suncokreta u 2004 i 2005. godini. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 42: 75-86.
 5. Demir, I. (2019). The effects of sowing date on growth, seed yield and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars under rainfed conditions. Fresenius Environmental Bulletin 28(9): 6849-6857.
 6. FAO (2019). FAOSTAT www.fao.org/faostat, pristupljeno: mart 2021.
 7. 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
 8. Jocić, S., Miladinović, D., Kaya, Y. (2015). Breeding and genetics of sunflower. In: Sunflower: Chemistry, Production, Processing and Utilization (Eds. Force, E.M., Dunford, N.T., Salas, J.J.). AOCs Monograph Series of Oilseeds, AOCs Press, Urbana, Illinois, USA, 1-26.
 9. 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 617-637.
 10. Kaya, Y. (2016). Sunflower. In: Breeding Oil Seed Crops for Sustainable Production. Opportunities and Constraints (Ed: Gupta SK), Academic Press, Elsevier Inc., USA, 55-88.
 11. Miklič, V., Balalić, I., Jocić, S., Cvejić, S., Jocković, M., Miladinović, D., Hladni, N., Klisurić, N., Terzić, S. (2020). NS hibridi suncokreta u ogledima u Bačkoj i Banatu 2019. godine. Zbornik radova, 61. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 13-20.
 12. Papatheohari, Y., Ilias, S., Travlos, I.S., Papastylianou, P., Argyrokastritis, I.G., Dimitrios, J., Bilalis, D.J. (2016). Growth and yield of three sunflower hybrids cultivated for two years under Mediterranean conditions. Emirates Journal of Food and Agriculture (EJFA) 28(2): 136-142.
 13. STATISTICA 12.0, *StatSoft*. University Licence, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia.
 14. Škorić, D. (2012). Sunflower breeding. In: Sunflower genetics and breeding. International Monography (eds. Škorić, D., Sakač, Z.), 165.

VARIJABILNOST NUTRITIVNOG KVALITETA SEMENA HIBRIDA SUNCOKRETA

*Sandra Cvejić¹, Siniša Jocić¹, Biljana Kiprovski¹, Simona Jaćimović¹, Milan Jocković¹,
Jelena Jocković², Ilija Radeka¹, Nada Hladni¹, Vladimir Miklič¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, Srbija

IZVOD

Cilj rada je bio da se ispita sadržaj ulja i proteina u semenu deset komercijalnih hibrida suncokreta kako bi se utvrdio njihov nutritivni kvalitet. Na osnovu dobijenih rezultata, hibrid NS Oliva je izdvojen kao potencijalni hibrid za dvostruku namenu, zbog visokog sadržaja oleinske kiseline i dodatnog, visokog sadržaja proteina, u poređenju sa ostalim, testiranim hibridima. Analizom glavnih komponenata (PCA) u posebne grupe su se izdvojili hibridi sa visokim sadržajem ulja (NS Kiril i NS Ronin), hibridi sa visokim sadržajem oleinske kiseline (NS Oliva i NS Sanol) i hibrid sa visokim sadržajem proteina u oljuštenom semenu (NS Leviathan).

Ključne reči: suncokret, hibrid, sadržaj ulja, oleinska kiselina, proteini

VARIABILITY OF NUTRITIONAL QUALITY OF SUNFLOWER HYBRID SEEDS

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the oil and protein contents in the seeds of ten commercial sunflower hybrids to determine the nutritional and functional potential of their seeds. Based on the results, the hybrid NS Oliva was singled out as potential dual-purpose hybrid, due to the high content of oleic acids and additional high protein content, compared to other tested hybrids. The principal component analysis (PCA) singled out hybrids with high oil content (NS Kiril and NS Ronin), hybrids with a high content of oleic acid (NS Oliva and NS Sanol) and a hybrid with a high protein content in dehulled seed (NS Leviathan).

Key words: sunflower, hybrid, oil content, oil composition, oleic acid, proteins

UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) spada među četiri najvažnije biljne vrste u svetu koje se gaje radi proizvodnje ulja. Kao i kod ostalih biljnih ulja, nutritivni kvalitet suncokretovog ulja je karakteristika koja zavisi od njegove upotrebe i određuje se njegovim masnokiselinskim sastavom. Suncokretovo ulje ima važnu ulogu u ishrani ljudi, zbog svoje visoke energetske i biološke vrednosti. Zbog visokog sadržaja mono- i polinezasićenih masnih kiselina, kao i vitamina E, suncokretovo ulje je omiljena vrsta ulja u ishrani ljudi u Evropi. Zbog toga se, za razliku od ostalih biljnih ulja, približno 90% celokupne proizvodnje suncokretovog ulja koristi u ishrani, dok se samo 10% koristi za proizvodnju biodizela i u industrijske svrhe (Radanović i sar., neobjavljeni podaci). U ljudskoj ishrani suncokretovo ulje se koristi za kuvanje, prženje i pripremu salata, dok se u industriji koristi u procesu prženja i za proizvodnju margarina. Seme suncokreta sadrži 35–55% ulja i prirodno je bogato linolnom kiselinom (55–70%), a posledično siromašan oleinskom kiselinom (20–25%). Sastav masnih kiselina suncokretovog ulja je genetski kontrolisano, ali je i pod uticajem faktora spoljne sredine (Fernandez-Martinez i sar. 2004). Zahvaljujući napretku u oplemenjivanju, genotipove suncokreta možemo podeliti na osnovu sadržaja oleinske kiseline ulju semena na: standardne genotipove suncokreta sa niskim sadržajem oleinske kiseline (14–40%), genotipove suncokreta srednjim sadržajem oleinske kiseline (41–75%) i visokooleinske genotipove suncokreta koji sadrže 75–91% oleinske kiseline (Cvejić i sar., 2014). Značaj oleinskog tipa suncokreta ogleda se u tome što ulje ima četiti puta veću održivost nego ulje standardnog tipa (Demurin i sar., 1996).

Seme suncokreta se uglavnom koristi za ulje, međutim, kao i kod ostalih uljarica, nakon ekstrakcije ulja ostaje suncokretova sačma koja je dragoceni izvor proteina (Gonzalez-Perez, 2015). U semenu suncokreta ima 10–27% proteina, dok je u oljuštenom semenu sadržaj proteina 20–40%. Suncokretova sačma je sporedni proizvod nakon ekstrakcije ulja iz semena, celog ili oljušćenog, i sadrži preko 40% proteina (Stringhini i sar., 2000). Zbog visokog sadržaja proteina, može se koristiti i kao sirovina u proizvodnji stočne hrane. Protein dobijen iz suncokretovih semenki može biti odličan dodatak hlebovima, slanim i slatkim pecivima i sve popularnijim smutijima, sokovima i kašama. U odnosu na sojinu sačmu, odlikuje se manjim sadržajem lizina i većim sadržajem metionina i cisteina, ali ima i visok sadržaj nerastvorljivih vlakana što smanjuje svarljivost (Silva i sar., 2002). Takođe, postoje genotipovi sa prirodno visokim sadržajem proteina u semenu i zovu se konzumni suncokret. Za dobijanje proteinskog (konzumnog) tipa hibrida suncokreta, sa poželjnim svojstvima, veoma je važan izbor početnog materijala za stvaranje inbred linije sa povećanim sadržajem proteina i smanjenim sadržajem ulja u semenu (Jovanović, 2001).

Savremeni programi oplemenjivanja suncokreta usmereni su na razvoj hibrida suncokreta korišćenjem fenomena heterozisa (Jocić i sar., 2015). Glavne prednosti hibrida u odnosu na sorte su veći potencijal prinosa u proizvodnji, ujednačenost useva, lakše unošenje gena otpornosti, itd. Hibridi suncokreta moraju pokazati dobre agronomске

performanse i široku adaptabilnost u različitim proizvodnim sistemima. Pored toga, moraju da ispunjavaju zahteve tržišta i potrošačke preference, zbog čega je neophodno da postoji varijabilnost u pogledu sadržaja ulja i proteina, kao i sastava masnih kiselina.

Glavni cilj ovog istraživanja bio je da se ispita sadržaj ulja i proteina u semenu deset komercijalnih hibrida suncokreta da bi se utvrdio nutritivni i funkcionalni potencijal njihovog semena.

MATERIJAL I METODE RADA

U radu je ispitano seme 10 hibrida suncokreta različitih tipova, stvorenih u procesu oplemenjivanja u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Seme potiče iz semenske proizvodnje hibrida suncokreta, rod 2020. godine. Hibridi NS Ronin i NS Kiril spadaju u grupu standardnih, uljanih visokoproduktivnih hibrida, NS Dukat i NS H 7749 su vrlo rani hibridi, NS Pegaz i NS Sumo Sjaj su hemijski tolerantni hibridi, NS Oliva i NS Sanol su visokooleinski hibridi, NS Leviathan je konzumni hibrid, dok je NS Labud hibrid za ptičiju ishranu belog semena.

Seme suncokreta je prosušeno u sušnici na 50 °C, 24h. Analiza ulja u semenu suncokreta određena je primenom nuklearno magnetne rezonancije (Maran Ultra Resonance NMR instrument, Resonance Instruments Ltd., Witney, UK) prema proizvođačkoj specifikaciji instrumenta koja je u skladu sa standardom ISO 10565 (1998). Za analizu je korišćeno oko 10 g celog semena suncokreta. Za razvijanje kalibracionog modela korišćeno je 15 uzoraka suncokreta, različitih genotipova iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. Navedeni broj kalibracionih uzoraka zadovoljava statističke varijacije, a kalibraciona kriva pokriva raspon od 17 do 58% ulja. Kao referentne vrednosti sadržaja vlage i ulja, korišćeni su rezultati laboratorijskih analiza sprovedenih na Institutu za ratarstvo i povrtarstvo (referentna analiza vlage urađena je gravimetrijski, a sadržaj ulja određen je metodom po Soxhlet-u).

Za određivanje sadržaja oleinske kiseline korišćen je NMR Bruker minispec mq20 spektrometar (Bruker, Germany). Za analizu je korišćeno oko 10 g celog semena suncokreta. Za razvijanje kalibracionog modela korišćeno je 18 uzoraka različitih genotipova suncokreta iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo poznatog sadržaja oleinske kiseline koji je određen primenom gasnohromatografske metode (Dimitrijević et al., 2017). Kalibracija pokriva raspon od 20 do 94% oleinske kiseline. Vrednosti sadržaja ulja i oleinske kiseline u celom semenu suncokreta izražene su kao % u odnosu na vazdušno suhu materiju (sadržaj vlage oko 8%).

Nakon nedestruktivnih analiza, seme suncokreta, celo i oljušteno, samleveno je u laboratorijskom mlinu (IKA®, A11 basic, Germany), prosejano kroz laboratorijsko sito sa otvorima veličine 1 mm, i dalje korišćeno za analize. Sadržaj vlage određen je gravimetrijski, sušenjem na 103 °C, 3h (ISO 665). Sadržaj proteina određen je metodom po Kjeldahl-u (proizvođačka specifikacija instrumenta Gerhardt, 2003), a sadržaj pepela prema metodi opisanoj u farmakopeji (EUPh 2.4.16. 2013). Dobijene vrednosti za sadržaj vlage, proteina, pepela u celom i oljuštenom semenu suncokreta izražene su kao % u odnosu na suhu materiju.

Rezultati su statistički obrađeni u programu Statistika 12. Poređenje prosečnih vrednosti ispitivanih osobina hibrida utvrđena je pomoću Dankanovog višestrukog testa intervala za nivo značajnosti $p \leq 0,05$. Međuzavisnost ispitivanih osobina hibrida suncokreta određivana je analizom glavnih komponenata (PCA - Principal Component Analysis). PCA analizom je omogućena vizuelizacija razlika između hibrida i klasifikacija u potencijalne grupe.

REZULTATI I DISKUSIJA

Nedestruktivne metode, kojima je određen sadržaj ulja i sadržaj oleinske kiseline, ukazale su da ispitivani uzorci hibrida suncokreta imaju visok stepen varijabilnosti u sadržaju ulja i sadržaju oleinske kiseline (tabela 1). Prosečna vrednost sadržaja ulja ispitivanih hibrida bila je 43,94%, a sadržaja oleinske kiseline 53,70%. Sadržaj ulja je varirao od 32,59% kod hibrida NS Leviathan do 48,74% kod hibrida NS Kiril. Najmanji sadržaj oleinske kiseline zabeležen je kod hibrida NS Sumo Orfej (37,40%), a najveći kod hibrida NS Sanol (89,35%). S obzirom da sadržaj ulja u semenu i sastav masnih kiselina u ulju zavise od genetskih faktora ovakvi rezultati su očekivani kod ispitivanih hibrida. U ranim istraživanjima o uticaju gena na formiranje sadržaja ulja utvrđeno je da se radi o osobini poligenetskog karaktera sa izraženim aditivnim efektom. Stoga se smatra da se selekcija na sadržaj ulja može početi u ranim generacijama oplemenjivanja (Jocković i sar., 2018). Nasuprot sadržaju ulja, sadržaj oleinske kiseline se kvalitativno nasleđuje, što znači da njima upravlja jedan ili nekoliko gena. Njena fenotipska ekspresija je, stoga, manje pod uticajem spoljašnje sredine, a više genetski određena (Cvejić i sar., 2020).

Nakon mlevenja uzoraka utvrđen je sadržaj proteina u celom i oljuštenom semenu. Sadržaj proteina varirao je kod 10 ispitivanih hibrida suncokreta (tabela 2). Prosečna vrednost sadržaja proteina u celom semenu bila je 21,89%, a u oljuštenom 26,38%. Najmanju vrednost sadržaja proteina u celom semenu imao je hibrid NS Leviathan (18,86%). Međutim, sadržaj proteina u oljuštenom semenu kod istog hibrida bio veći u odnosu na prosek (28,02%) ukazujući na veliki udeo ljuške u semenu, što je karakteristično za konzumne hibride. Najveći procenat proteina, u celom i u oljuštenom semenu, zabeležen je kod hibrida NS Oliva (25,80 i 30,05%). Interesantno je što hibrid NS Oliva, pored visokog sadržaja oleinske kiseline, ima i visok sadržaj proteina u odnosu na druge ispitivane hibride što omogućava da se ovaj hibrid koristi za gajenje u dvostruke namene: i kao visokooleinski i za proteine. Obzirom na rast brojnosti ljudske populacije, potreba za alternativnim izvorima proteina, koji se koriste u ishrani, postala je izraženija tokom poslednje decenije. Uz povećane tržišnih zahteva za proteinima, hibridi suncokreta bi bili odličan izvor proteina zbog velikog obima proizvodnje, kao i nutritivnih i funkcionalnih kvaliteta proteina (Gonzalez-Perez, 2015).

Tabela 1. Vrednosti sadržaja ulja i oleinske kiseline u celom semenu suncokreta izražene su kao % u odnosu na vazdušno suhu materiju (vlaga oko 8%)

Table 1. Values of oil and oleic acid content in whole sunflower seeds are expressed as % of dry matter (moisture about 8%)

Hibrid Hybrid	Sadržaj ulja Oil content	Sadržaj oleinske kiseline Oleic acid content
NS Ronin	47,40b	40,29g
NS Kiril	48,74a	40,53g
NS H 7749	45,39d	58,30c
NS Dukat	46,56c	47,70f
NS Oliva	44,71e	76,88b
NS Sanol	43,44g	89,35a
NS Pegaz	44,92de	38,99h
NS Sumo Orfej	44,11f	37,40i
NS Leviathan	32,59i	49,93e
NS Labud	41,56h	57,61d
Prosek/Mean	43,94	53,70

Vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno prema Dankanovom testu višestrukih intervala za $p \leq 0,05$.

Values marked with the same letter are not significantly different according to Duncan multiple range test for $p \leq 0,05$.

Tabela 2. Vrednosti za sadržaj vlage, proteina i pepela u celom i oljuštenom semenu suncokreta izražene u % u odnosu na suhu materiju

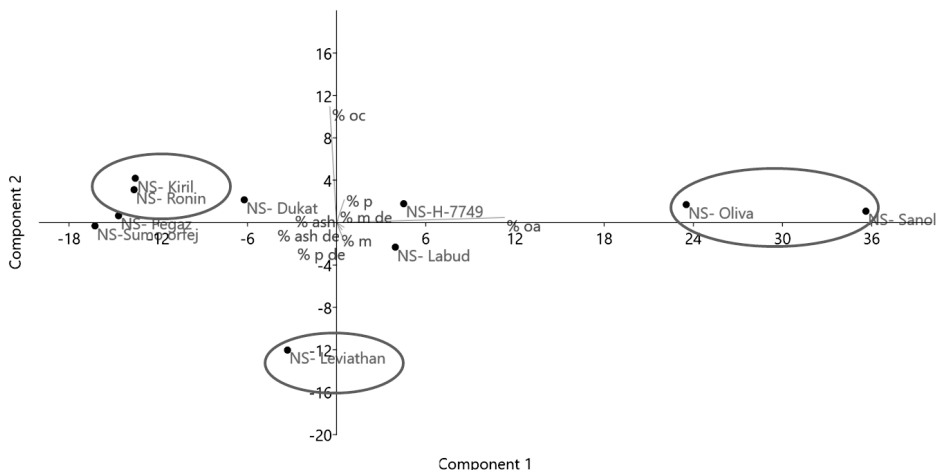
Table 2. Values for the content of moisture, protein and ash in whole and dehulled sunflower seeds expressed as a % of dry matter

Hibrid Hybrid	Celo seme-samleveno Whole seed - milled			Oljušteno seme-samleveno Dehulled seed - milled		
	Vlaga Moisture	Sadržaj proteina Protein content	Pepeo Ash	Vlaga Moisture	Sadržaj proteina Protein content	Pepeo Ash
NS Ronin	5,17	21,89d	3,07	3,93	24,77g	3,53
NS Kiril	5,35	20,12f	2,77	4,30	23,96h	3,19
NS H 7749	6,38	22,11d	3,75	4,97	25,26f	4,30
NS Dukat	5,72	20,04f	3,57	5,04	24,95g	4,39
NS Oliva	7,23	25,80a	4,02	6,05	30,05a	4,75
NS Sanol	6,22	22,80c	3,54	5,26	26,85d	3,64
NS Pegaz	5,49	23,38b	3,58	3,36	26,53de	3,93
NS Sumo Orfej	4,63	23,05bc	3,81	2,55	27,32c	4,01
NS Leviathan	6,66	18,86g	3,00	5,21	28,02b	4,06
NS Labud	6,13	20,83e	3,19	5,11	26,06e	3,89
Prosek/Mean	5,90	21,89	3,43	4,58	26,38	3,97

Vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno prema Dankanovom testu višestrukih intervala za $p \leq 0,05$.

Values marked with the same letter are not significantly different according to Duncan multiple range test for $p \leq 0,05$.

Analiza glavnih komponentata (PCA) izdvojila je hibride koji su se u većoj meri razlikovali od ostalih hibrida prema sledećim osobinama (slika 1): hibridi sa visokim sadržajem ulja izdvojili su se u posebnu grupu (NS Kiril i NS Ronin), hibridi sa visokim sadržajem oleinske kiseline (NS Oliva i NS Sanol) i hibrid sa visokim sadržajem proteina u oljuštenom semenu (NS Leviathan). Čuk i sar. (2020) ispitivali su varijabilnost 110 inbred linija suncokreta za devet različitih osobina i iz dobijenih rezultata izdvojili inbred linije koje se ističu na osnovu ispitivanih osobina, te se mogu koristiti za različite pravce oplemenjivanja.



Slika 1. PCA grafik ispitivanih hibrida i osobina
Figure 1. PCA graphic of tested hybrids and traits

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata, ustanovljen je visok stepen varijabilnosti ispitivanih osobina hibrida suncokreta stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Vrednosti sadržaja ulja ispitivanih hibrida kretala se 32,59-48,74%, sadržaja oleinske kiseline 37,40-89,35%, sadržaja proteina u neoljuštenom semenu 18,86-25,80%, a u oljuštenom 23,96-30,05%. Izdvojen je hibrid NS Oliva koji se može gajiti za dvostruku namenu: kao visokooleinski i za proteine. Ispitivani hibridi se mogu grupisati i razlikovati prema visokom sadržaju ulja (NS Kiril i NS Ronin), visokom sadržaju oleinske kiseline (NS Oliva i NS Sanol) i visokom sadržaju proteina u oljuštenom semenu (NS Leviathan). Poboljšanjem nutritivnog kvaliteta semena i ulja suncokreta omogućiće se širi razvoj proizvoda za potrebe kako prehrambene, tako i drugih industrija.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat projekta finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. Cvejić, S., Miladinović, D., Jocić, S., (2014). Mutation breeding for changed oil quality in sunflower. In *Mutagenesis: exploring genetic diversity of crops*, Tomlečkova, N.B., Kozgar, M.I. and Wani, M.R. (eds.), Wageningen Academic Publishers, pp. 77-96.
2. Cvejić, S., Jocić, S., Jocković, M., Radanović, A., Ćuk, N., Grahovac, N., Miladinović, D., Miklič, V., (2020). Oplemenjivanje suncokreta na poboljšan sadržaj i kvalitet ulja. *Zbornik radova 61. Savetovanja „Proizvodnja i prerada uljarica”*, pp. 21-30.
3. Ćuk, N., Cvejić, S., Mladenov, V., Babec, B., Miklič, V., Miladinović, D., and Jocić, S., (2020). Variability of morphological traits in sunflower inbred lines, *Genetika*, 52 (3): 901-914.
4. Demurin, Y., Škorić, D. and Karlović, D., (1996). Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds as a basis of breeding for improved oil quality. *Plant breeding*, 115(1), pp. 33-36.
5. Dimitrijević, A., Imerovski, I., Miladinović, D., Cvejić, S., Jocić, S., Zeremski, T. and Sakač, Z., (2017). Oleic acid variation and marker-assisted detection of Pervenets mutation in high- and low-oleic sunflower cross. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17(3), pp. 235-241.
6. EU Ph, 2.8.14., (2013). *European Pharmacopoeia - 8th Edition (Ph. Eur. VIII) Vol. 1.* (2013). *European Pharmacopoeia Commission, and the European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare. (EDQM), Strasbourg, France. 2.8.16. Methods of analysis 01/2008:20814.*
7. Fernandez-Martinez, J.M., Velasco, L. and Perez-Vich, B., (2004). Progress in genetic modification of sunflower oil quality. *16th International Sunflower Conference*, Fargo, ND, USA, 1-14.
8. González-Pérez, S., (2015). Sunflower proteins. In *Sunflower*. AOCS Press. pp. 331-393.
9. ISO 10565, (1998). *Oilseeds - Simultaneous determination of oil and water contents - Method using pulsed nuclear magnetic resonance spectrometry identičan sa SRPS EN ISO 10565:2008.*
10. Jocić, S., Miladinović, D. and Yalcin, K., (2015). Breeding and Genetics of Sunflower. In *Sunflower Chemistry, Production, Processing and Utilization*. Martinez-Force, E., Dunford, N.T. and Salas, J.J. (eds.), Urbana, Illinois, AOCS Press, pp.1-25.
11. Jocković, M., Jocić, S., Cvejić, S., Miladinović, M., Terzić, S., Marjanović-Jeromela, A., Ovuka, J., Prodanović, S, and Miklič, V., (2018). Stvaranje nove genetičke varijabilnosti u cilju povećanja prinosa semena i ulja suncokreta. *Selekcija I semenarstvo*, 24(1): 37-45.
12. Jovanović, D., (2001). Mogućnosti korišćenja suncokreta i oplemenjivanje na posebne namene. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Sveska 35*, pp. 209-221.

13. Manufacturer's specifications Gerhardt., (2003). Crude proteins in seed and products. ICC-Standard No. 105 i AOAC Official Method 979,09, Protein in Grain.
14. Silva, D.J., and Queiroz, C., (2002). Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: UFV.
15. SRPS EN ISO 665, (2008). Oilseeds - Determination of moisture and volatile matter content.
16. Stringhini, J.H., Café, M.B., Fernandes, C.M., Andrade, M.L., Rocha, P.T., Leandro, N.S.M., (2000). Scientific report: evaluation of the nutritional value of sunflower meal for poultry. *Ciência Animal Brasileira*, 1 (2): 123-126.

VISOKOPROTEINSKI HIBRIDNI SUNCOKRETA POGODNI ZA RAZLIČITE NAMENE

*Nada Hladni¹, Milan Jocković¹, Siniša Jocić¹, Sandra Cvejić¹, Brankica Babec¹,
Vladimir Miklič¹, Ilija Radeka¹, Veljko Petrović², Ana Marjanović Jeromela¹,
Dragana Miladinović¹*

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

IZVOD

Visokoproteinski suncokret se koristi za ishranu ljudi, ptica i domaćih životinja. Hibridni suncokreta visokoproteinskog konzumnog tipa pored proteina sadrže i značajne količine ulja od koga se dobija hladno presovano ulje i uljana pogača kao sporedni proizvod. NS visokoproteinski hibridi dobrih su tehničko-tehnoloških svojstava semena, ujednačene boje i krupnoće, lake ljuštivosti, a pogodni su i za mašinsko ljuštenje semena. Koriste se za ishranu ljudi, ishranu ptica, u pekarskoj i prehrambenoj industriji. U radu je ispitivano trinaest visokoproteinskih NS hibrida suncokreta, koji su podeljeni u grupe na osnovu načina korišćenja, boje semena i krupnoće semena. Utvrđeno je da najniži prosečan sadržaj ulja i prinosa ulja ima grupa jako krupnih šarenih konzumnih hibrida (30,3%, 1225 kg/ha) namenjenih za ishranu ljudi, dok najviši prosečan sadržaj ulja i prinosa ulja ima grupa visokoproteinskih belih hibrida namenjenih za ishranu ptica (43,1%, 1959 kg/ha).

Ključne reči: suncokret, konzumni hibridi, prinosa ulja, masa 1000 semena

HIGH PROTEIN SUNFLOWER HYBRIDS SUITABLE FOR VARIOUS PURPOSES

ABSTRACT

High protein sunflower is used in human, bird, and farm animal nutrition. High protein confectionery sunflower hybrids apart from proteins also contain significant oil quantities used to obtain cold press oils and oil cake as a by-product. NS high-protein hybrids have good technical and technological seed traits. They are uniform in color and size, easily dehulled, and are adequate for machine dehulling. They are used in human and bird nutrition in both baking and food production. In this paper, twelve high-protein NS sunflower hybrids have been used, and they were divided into groups based on their purpose, seed color, and size. It has been determined

that the lowest average oil content and oil yield was in the group of large, colorful confectionery hybrids (30.3%, 1225 kg/ha) meant for human nutrition. While the highest average oil content and oil yield were in the group of high protein white hybrids meant for bird nutrition (43.1%, 1959 kg/ha).

Key words: sunflower, confectionery sunflower, oil yield, mass of 1000 seeds

UVOD

Gajeni suncokret (*Helianthus annuus* L.) je jedna od najznačajnijih uljanih biljnih vrsta u svetu. Uglavnom se koristi za proizvodnju ulja iz semena, ali se koristi i kao proteinska kultura za ishranu ljudi i ptica (Hladni i Miladinović, 2019). Visokoproteinski konzumni suncokret je prisutan u skoro svim državama gde uspeva suncokret. Gajenje visokoproteinskog konzumnog suncokreta karakteriše činjenica da različita tržišta imaju različite zahteve kada su u pitanju veličina, boja oblik semena i druge osobine, što otežava i poskupljuje proces oplemenjivanja (Hladni, 2016). Srbija spada u veće evropske proizvođače suncokreta (Miklić i sar., 2018) i jedna je od vodećih zemalja na Balkanu u proizvodnji i oplemenjivanju visokoproteinskog suncokreta (Hladni i Miladinović, 2019).

U skladu sa zahtevima srpskog i svetskog tržišta u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada (IFVCNS), kontinuirano se stvaraju hibridi za posebne namene visokoproteinskog konzumnog tipa odličnog kvaliteta. Ovi hibridi se gaje na manjim poljoprivrednim gazdinstvima u Srbiji i imaju značajno veći prinos semena od stranooplodnih sorti i veću otpornost na biotičke i abiotske stresove (Hladni i sar., 2018). Pored toga, NS konzumni hibridi imaju savremenu arhitekturu biljke prilagođenu različitim agroekološkim uslovima gajenja, ujednačene su visine, uniformi i pogodni za mašinsku berbu tako da se lako kombajniraju. Kvalitet semena, boja i krupnoća odgovaraju zahtevima srpskog tržišta, dobrih su tehničko-tehnoloških svojstava semena, ujednačene boje i krupnoće, lake ljuštivosti, pogodni za ishranu ljudi, pekarsku i prehrambenu industriju. (Hladni i sar., 2017). Zbog svega navedenog, NS konzumni hibridi se sve više šire u proizvodnji, prerađivačkoj industriji i malim fabrikama koje kupuju krupne frakcije semena, peku i pakuju u posebnu ambalažu, a sitnije frakcije semena koriste za hladno presovano ulje (Hladni i sar., 2019).

Proizvodnja hladno prsovanih ulja ne zahteva hemijsku obradu, ova ulja sadrže značajne količine bioaktivnih komponenti sa blagotvornim zdravstvenim dejstvom (Romanić i sar., 2021a). Iako nisu prvenstveno namenjeni za proizvodnju ulja, hibridi konzumnog tipa suncokreta pored proteina sadrže značajne količine ulja, tako da se od njih proizvodnjom dobija hladno presovano ulje i uljana pogača kao sporedni proizvod. Ispitivanjem mogućnosti korišćenja NS konzumnih hibrida suncokreta za dobijanje hladno presovanog ulja Romanić i saradnici (2020) su potvrdili da se od NS konzumnih hibrida suncokreta mogu dobiti značajne količine jestivog nerafinisanog hladno presovanog ulja. Očekuje se da će daljom primenom modela ANN koji je korišćen za predviđanje prinosa ulja pre mehaničkog ekstrahovanja na osnovu karakteristika semena radi lakšeg odabira novih NS hibrida konzumnog suncokreta,

a istovremeno će dobijeni rezultati ovim modelom pomoći proizvođačima semena, pogače i jestivih ulja u izboru uljanih i konzumnih NS hibrida suncokreta (Romanić i sar., 2021b). Primenom modela veštačke neuronske mreže ANN omogućilo bi se veće korišćenje konzumnih hibrida za dobijanje hladno presovanog ulja i uljanih pogača.

Zahvaljujući dobroj dugogodišnjoj saradnji IFVCNS sa poljoprivrednim proizvođačima, malim kompanijama koje se bave ljuštenjem, pečenjem konzunog suncokreta, dobijanjem od sitinijih frakcija hladno presovano ulje kao i sa proizvođačima hrane za ptice uspeali smo da odaberemo i plasiramo na tržište novi sortiment visoko proteinskih NS hibrida suncokreta. Cilj rada je da predstavi sortiment NS visokoproteinskih hibrida i olakša proizvođačima i prerađivačima odabir u zavisnosti od namene korišćenja.

MATERIJAL I METODE RADA

Ogled sa trinaest NS visokoproteinskih hibrida (tabela 1) postavljen je 2020. godine na lokalitetu Rimski Šančevi po slučajnom blok sistemu u 3 ponavljanja sa osnovnom parcelicom od 28 m² (70 cm × 28 cm gustina biljaka) po 4 reda. U toku vegetacije su rađena fenološka opažanja, a u fazi fiziološkog zrenja je ocenjena otpornost na dominantne bolesti. Za berbu su korišćene biljke iz dva srednja reda bez prvih biljaka u redu. Ocena hibrida je urađena na osnovu sledećih svojstava: prinos semena, masa 1000 semena, sadržaj ulja i prinos ulja. Prinos semena je izmeren na vagi i preračunat na 9% sadržaja vlage u semenu. Određen je sadržaj ulja u semenu (%) iz apsolutno čistog i vazdušno suvog semena na NMR-analizatoru prema Granlund i Zimmerman (1975). Masa 1000 semena određena je na slučajnom uzorku apsolutno čistog i vazdušno suvog semena. Prinos ulja je dobijen na osnovu sadržaja ulja i prinosa semena.

REZULTATI I DISKUSIJA

Visokoproteinski NS hibridi su podeljeni u grupe na osnovu osnovne namene korišćenja, boje i krupnoće semena. NS Gricko, NS Slatki, NS Garavi, NS Leviathan, NS Goliat, NS Vitez namenjeni su za ishranu ljudi, NS Argonaut i Cepko za ishranu ljudi i ptica, a NS Papageno, NS Kanarino, Labud i novi eksperimentalni hibridi NS H B1 i NS H B 5 za ishranu ptica. Na osnovu boje semena NS visokoproteinski hibridi su podeljeni tamne, šarene i bele, a na osnovu krupnoće na veoma krupne, srenje krupne, krupne i srednje sitne (tabele 1 i 2). U tabelama 1 i 2, prikazan je sadržaj ulja, masa 1000 semena, prinos semena, kao i prinos ulja NS visokoproteinskih hibrida suncokreta različite boje semena, krupnoće i namene.

Najniži sadržaj ulja i prinos ulja je imala grupa hibrida jako krupnog semena (30,3%, 1225 kg/ha), dok je najviši sadržaj ulja i prinos ulja imala grupa hibrida belog zrna (43.1%, 1959 kg/ha) (tabela 1).

Tabela 1. Sadržaj i prinos ulja NS visoko proteinskih hibrida suncokreta
Table 1. Oil content and yield of NS high protein sunflower hybrids

Hibridi/Hybrids	SUS/SOC %	R	PR	PU/OY kg/ha	R	PR
NS Gricko	35,6	2		1563	2	
NS Slatki	35,1	3		1467	3	
NS Garavi	44,5	1		1953	1	
Prosek/Average	38,4		3	1661		2
NS Goliat	31,1	2		1242	2	
NS Leviathan	32,3	1		1269	1	
NS Vitez	27,4	3		1164	3	
Prosek/Average	30,3		5	1225		5
NS Argonaut	35,6	2		1533	2	
Cepko	42,7	1		1723	1	
Prosek/Average	39,2		2	1628		3
NS Kanarino	38,0	1		1631	1	
NS Papageno	32,6	2		1393	2	
Prosek	35,3		4	1512		4
NS H B 1	44,6			2077	2	
NS H B 5	43,4			2116	1	
NS Labud	41,3			1684	3	
Prosek/Average	43,1		1	1959		1

SUS/SOC - sadržaj ulja u semenu/seed oil content

PU/OY - prinos ulja/oil yield

R - rang/rank

PR/AR - prosečan rang/average rank

Na osnovu prosečne mase 1000 semena konstatovano je da hibridi bele boje semena namenjeni za ishranu ptica imaju najmanju prosečnu masu 1000 semena 78,3 g i najviši prinos semena dok krupni hibridi šarene ljuske imaju najveću masu 1000 semena 136,7 g i najniži prinos semena (tabela 2). Najniži sadržaj ulja uočen je kod hibrida NS Vitez, a najviši sadržaj ulja kod hibrida NS H B1. Najniži prinos semena ustanovljen je kod hibrida Cepko, a najviši kod hibrida NS H B 5, dok je najniži prinos ulja konstatovan kod hibrida NS Vitez, a najviši kod hibrida NS H B5. Masa 1000 semena se kretala od 77 g kod hibrida Labud do 145 g kod hibrida NS Leviathan.

Tabela 2. Prinos semena i masa 1000 semena NS visoko proteinskih hibrida suncokreta
Table 2. Seed yield and mass of 1000 seeds NS high protein sunflower hybrids

Hibridi Hybrids	PS/SY (kg/ha)	R	PR/AR	MHS/TSM (g)	R	PR/AR
NS Gricko	4383	2		120	1	
NS Slatki	4181	3		115	2	
NS Garavi	4393	1		110	3	
Prosek Average	4319		2	115		2
NS Goliat	4127	2		130	3	
NS Leviathan	3932	3		145	1	
NS Vitez	4247	1		135	2	
Prosek Average	4102		5	136,7		1
NS Argonaut	4302	1		110	1	
Cepko	4035	2		88	2	
Prosek Average	4169		4	99		3
NS Kanarino	4288	1		100	1	
NS Papageno	4272	2		95	2	
Prosek Average	4280		3	97,5		4
NS H B 1	4653	2		80	1	
NS H B 5	4881	1		78	2	
Labud	4081	3		77	3	
Prosek Average	4538		1	78,3		5

PS/SY - prinos semena/seed yield

MHS/TSM - masa 1000 semena/1000 seed mass

R - rang/rank

PR/AR - prosečan rang/average rank

Gore navedeni rezultati su potvrdili da NS sortiment visoko proteinskih hibrida suncokreta po svom kavalitetu i nameni može da zadovolji zahteve srpskog i svetskog tržišta. Srednje krupni hibridi tamne boje semena: NS Gricko, NS Slatki, NS Garavi, krupni hibridi šarene boje semena: NS Leviathan, NS Goliat, NS Vitez, srednje krupni hibridi šarene boje semena: NS Argonaut i Cepko su hibridi dobrih tehničko-tehnoloških svojstava semena, ujednačene boje i krupnoće, lake ljuštivosti, pogodni su za mašinsko ljuštenje semena, koriste se za ishranu ljudi, pekarsku i prehrambenu industriju. Hibridi sitnijeg semena šarene boje: NS Papageno, NS Kanarino i hibridi bele boje semena: Labud kao i novi eksperimentalni hibridi NS H B 1 i NS H B 5,

dobrih su tehničko-tehnoloških svojstava semena, ujednačene boje i krupnoće, lake ljuštivosti, pogodni za ishranu ptica. Sitnije frakcije semena svih hibrida se mogu koristiti za dobijanje hladno presovanog ulja.

ZAKLJUČAK

NS visokoproteinski hibridi suncokreta pored proteina sadrže i značajne količine ulja. Iako nisu prvenstveno namenjeni za proizvodnju ulja, od sitnijih frakcija semena se proizvodnjom dobija hladno presovano ulje i uljana pogača kao sporedni proizvod. Istraživanja u ovom radu potvrđuju da se NS visokoproteinski hibridi mogu koristiti za različite namene, odnosno za ishranu ljudi i ptica i proizvodnju visokokvalitetnog, hladno presovanog ulja.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat projekta finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. 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.
2. Hladni, N. (2016). Present status and future prospects of global confectionery sunflower production, In: Plenary lectures, Proceedings, 19th International Sunflower Conference, May 29 - June 3rd, Edirne, Turkey, pp, 45-59.
3. Hladni, N., Jocić, S., Miklič, V., Miladinović, D., Radić, V., Marjanović-Jeromela, A., Jocković, M., Dedić, B. (2017). Novi NS konzumni hibridi suncokreta NS Garavi i NS Leviathan za ishranu ljudi i hladno ceđeno ulje, Zbornik radova, 58. Savetovanje industrije ulja : Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, p. 59-65.
4. 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.
5. Hladni, N., Babec, B., Miklič, V. Jocić, S., Miladinović, D., Marjanović Jeromela, A., Jocković, M. (2019). NS konzumni hibridi suncokreta u organskoj i konvencionalnoj proizvodnji u Selenči, Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, 16-21.06.2019., Herceg Novi, Crna Gora, str. 55-61.
6. Hladni, N., Miladinović, D. (2019). Confectionery sunflower breeding and supply chain in Eastern Europe, OCL 26: 29, doi: 10.1051/ocl/2019019.
7. Lužaić, T., Grahovac, N., Hladni, N., Romanić, R. (2021a) Evaluation of oxidative stability of new cold-pressed sunflower oils during accelerated thermal stability, Food Science and Technology, 1-8, DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.67320>.

8. Lužaić, T., Romanić, R., Grahovac, N., Jocić, S., Cvejić, S., Hladni, N., Pezo, L. (2021b). Prediction of mechanical extraction oil yield of new sunflower hybrids: artificial neural network model. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi:10.1002/jsfa.11234.
9. Miklič, V., Balalić, I., Jocić, S., Cvejić, S., Jocković, M., Miladinović, D., Hladni, N. (2018). NS hibridi suncokreta u ogledima u Srbiji 2017, godine, Zbornik radova sa 59. Savetovanja industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 17-23.
10. Romanić, R., Lužaić, T., Grahovac, N., Cvejić, S., Jocić, S., Hladni, N. (2020). Poređenje prinosa hladno presovanih ulja semena uljanih i konzumnih hibrida suncokreta, Zbornik radova sa 61. Savetovanja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 109-115.

ISKUSTVA U SUŠENJU ULJARICA NA SUŠARI „POBEDA” TIP IVSZ-9 U FABRICI ULJA „BANAT” NOVA CRNJA

Nada Grbić, Nedeljko Lučić, Šandor Bicok, Milan Đukić

Fabrika ulja „Banat” AD, Nova Crnja

IZVOD

U radu su prikazani rezultati sušenja suncokreta i soje u periodu 2016-2020. godine na sušari „Pobeda”. U Fabrici ulja „Banat” instalirana je sušara Pobeda tip IVSZ-9 koja ispunjava zahteve i potrebe Silosa velikih kapaciteta prijema, sušenja i skladištenja. U toku otkupa uljarica, a naročito suncokreta, optimalno funkcionisanje sušare „Pobeda” i povezanih tehnoloških linija predstavlja osnovni uslov za uspešan odgovor Silosa na zahteve vezane za prijem sirovine u Fabricu. Rad sadrži podatke vezane za rezultate sušenja suncokreta izražene na nivou otkupa u periodu 2016-2020. godine, kao i specifične slučajeve sušenja suncokreta i soje. Analizirani su odnosi specifične potrošnje energije i ulazne vlage pri okvirno istim uslovima sušenja. Takođe, troškovi sušenja dati su za svaki konkretan slučaj s ciljem da se prikaže odnos ekonomske i energetske efikasnosti rada sušare „Pobeda”.

Ključne reči: Suncokret, soja, sušenje, specifična energija.

EXPERIENCES IN DRYING OILSEEDS AT THE DRYER “POBEDA” TYPE IVSZ-9 IN OIL FACTORY “BANAT” NOVA CRNJA

ABSTRACT

The paper presents the results of drying sunflower and soybeans in the period 2016-2020. years at the “Pobeda” dryer. In the “Banat” Oil Factory, the “Pobeda” type IVSZ 9 dryer has been installed, which meets the requirements and needs of the Silos with large reception, drying and storage capacities. During the purchase of oilseeds, and especially sunflowers, the optimal functioning of the dryer “Pobeda” and related technological lines is the basic condition for a successful response of Silos to the requirements related to the receipt of oilseeds in the Factory. The paper contains data related to the results of sunflower drying expressed at the level of purchase in the period 2016-2020, as well as specific cases of sunflower and soybean drying. The ratios of specific energy consumption and input moisture under approximately the same drying conditions were analyzed. Also, the costs of drying are given for

each specific case in order to show the relationship between economic and energy efficiency of the dryer “Pobeda”.

Key words: Sunflower seed, soybean, drying, specific energy

UVOD

Sušara „Pobeda” (IVSZ-9) je indirektna dvotoranjska sušara koja za zagrevanje radnog fluida koristi prirodni gas. Razmena toplote između gasa i radnog fluida odigrava se posredstvom izmenjivača bubnjastog tipa sa ukupno 6 gorionika snage 2,3 MW/gorioniku što sušari omogućuje rad u različitim uslovima vezanim za sirovinu koja se suši, kapacitet, ciljanu izlaznu vlažnost itd. Konstruktivno, karakteriše je ispuna u obliku krovića, ulazna i izlazna struja vazduha su postavljene od uglom od 90°. Instalirana su 2 snažna ventilatora između izlazne struje iz tornjeva i plevarnika koji usisavaju vazduh preko izmenjivanja toplote, koji zatim prolazi kroz tornjeve i zatim ga uduvavaju u plevarnike.

Pri sušenju suncokreta temperatura radnog fluida treba da je što niža a kreće se u opsegu od 50 do 75°C. Dosadašnja iskustva su pokazala da za optimalno sušenje na sušari „Pobeda” temperatura radnog fluida iznosi oko 70°C (Grbić i sar., 2020). Protivpožarna zaštita podrazumeva, pored što niže temperature radnog fluida, postavljene zaštitne mreže pre izmenjivača, pravilno podešavanje ventilatora a samim tim i rada plevarnika kako bi se količina prašine oko sušare svela na minimum. Korišćenje recirkulacije je strogo zabranjeno. U praksi izbegava se korišćenje gorionika koji su bliži tornju sušare. Važan korak u startovanju sušare je pranje i palenje gorionika dok su ventilatori u stajanju.

MATERIJAL I METODE RADA

Adekvatno upravljanje procesom sušenja podrazumeva niz uslova koje je potrebno ispuniti kao i nekoliko indikatora koje je potrebno održavati u optimalnom odnosu.

Osnovni uslovi za optimalno sušenje su:

1. Kontinualni rad
2. Visoke spoljne temperature
3. Ulazna vlažnost
4. Izlazna vlažnost

Indikatori su:

1. Kapacitet
2. Specifična potrošnja energije
3. Troškovi

Za vreme otkupa sirovine teži se postizanju kontinualnog rada sušare što je prvi uslov za optimalan odnos indikatora. Zastoje sušare neophodno je svesti na minimum jer česte promene režima rada nepovoljno utiču na ukupne rezultate sušenja. Visoke spoljne temperature značajno smanjuju potrošnju prirodnog gasa zbog manje razlike u temperaturama spoljnog vazduha i ciljane temperature radnog fluida kao i potrošnju električne energije kroz dostizanje optimalnog kapaciteta sušenja.

Početak otkupa ulazna vlažnost bude visoka. Specifična potrošnja energije, specifični i ukupni troškovi takođe budu najviši u ovom periodu. Kada se dostigne kontinualan režim rada, potrošnja energije i troškovi opadaju brže nego ulazna vlažnost. Zbog opadanja specifične potrošnje energije, kapacitet sušenja, takođe, raste brže nego što opada ulazna vlažnost. U takvom odnosu indikatora, uz visoke spoljne temperature, dešava se da goričnici budu ugašeni određeno vreme zbog količine toplote koja je akumulirana u celokupnom sistemu. Veoma je važno da izlazna vlažnost materijala bude adekvatna i da se ne dozvoli presušivanje izlazne sirovine koje je ozbiljan uzročnik drastičnog pada kapaciteta sušenja i rasta potrošnje energije i ukupnih troškova (Rac, 1964; Romanić i sar., 2018; Romanić i sar., 2020). Ciljane izlazne vlažnosti sa sušenja zavise od toga šta se planira sa sušenom sirovinom. U toku perioda otkupa suncokreta izlazne vlažnosti će zavistiti od toga da li se pripremaju podovi ćelija za prijem uslovno suvog zrna, i od planirane dužine skladištenja sušenog suncokreta. Specifični slučajevi sušenja suncokreta pokazuju rezultate sušenja kada jedan ili više uslova za optimalno sušenje nisu ispunjeni.

Kada je u pitanju soja, ravnotežna i kritična vlažnost obično je veća nego što to zahteva prerada, tako da se izlazna vlažnost soje usaglašava sa zahtevom prerade. Sušenje se ne mora obavezno vršiti pri prijemu već se može odložiti do povoljnijih uslova ili do samog početka prerade što daje potencijalne mogućnosti za optimalno razvrstavanje soje na prijemu ili umešavanje ukoliko je poželjno.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 su prikazani rezultati sušenja suncokreta u periodu 2016-2020. godine na nivou otkupa što obuhvata period pokretanja sušare na početku otkupa, kontinualan rad i sušenje zaostalih količina sa češćim zastojsima.

Tabela 1. Rezultati sušenja suncokreta na sušari „Pobeda” 2016-2020.

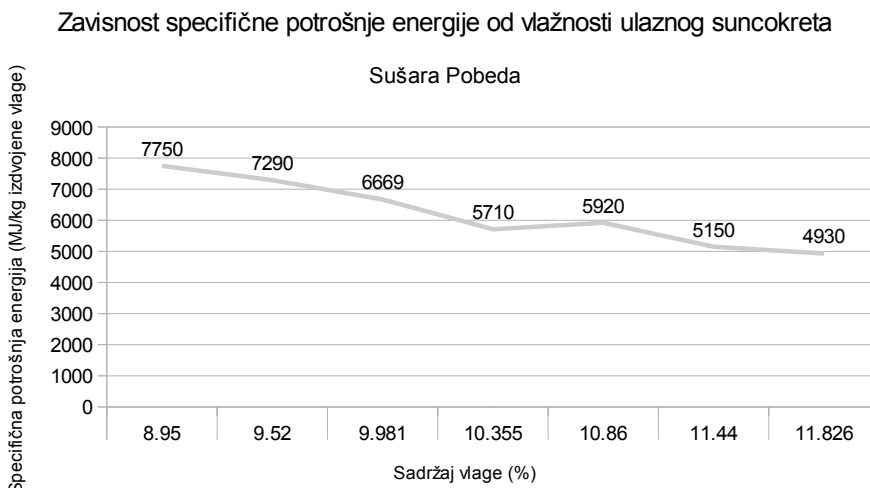
Table 1. Results of drying sunflowers at the dryer “Pobeda” 2016-2020.

Godina	Ulaz na sušenje (t)	Vlaga na ulazu (%)	Vlaga na izlazu (%)	Specifična potrošnja energije (kJ/kg)
2016	22.418	9,52	6,67	7.290
2017	29.892	11,72	6,69	4.700
2018	24.411	9,84	6,77	7.999
2019	28.440	10,10	6,93	5.870
2020	18.337	9,98	6,861	6.669

Količine suncokreta na ulazu na sušenje variraju u zavisnosti od karakteristika roda i uslova otkupa. Razvrstavanje ulaznog suncokreta vršeno je po principu da se na sušaru „Pobeda” usmeri zrno veće vlažnosti. Tabela pokazuje tendenciju pada specifične potrošnje energije sa povećanjem ulazne vlažnosti. Izuzetak je sušenje suncokreta rod 2018. koju je okarakterisao niz dužih zastoja zbog kvarova na opremi

Silosa. Izlazne vlage su određene u skladu sa aktuelnim potrebama. U periodu 2016-2018. godine ukupne količine primljenog suncokreta kretale su se oko 80.000 t/ godini što podrazumeva potrebu da se uskladišten suncokret pripremi za skladištenje u dužem vremenskom periodu, odnosno niže ciljane izlazne vlažnosti. U periodu 2019-2020. godine primljena količina suncokreta kretala se < 65.000 t. zbog čega su izlazne vlažnosti bile nešto veće.

Grafik koji sledi (slika 1) pokazuje odnos specifične potrošnje energije i ulazne vlage pri okvirno istim uslovima sušenja.



Slika 1. Zavisnost potrošnje specifične energije od vlažnosti ulaznog suncokreta na sušari „Pobeda”
Figure 1. Dependence of specific energy consumption on humidity of incoming sunflower on the dryer “Pobeda”

Troškovi sušenja mogu se izraziti kroz ukupnu cenu sušenja u odnosu na količinu primljenog suncokreta ali taj način ne obuhvata sve navedene indikatore. Sa aspekta sušenja trošak je potrebno izraziti kao vrednost jedinice energije potrebne za izdvajanje kilograma vode ili visinu troška koji je neophodan da se u 1 toni ulaznog suncokreta vlažnost spusti za 1 %, odnosno kao specifičan trošak sušenja.

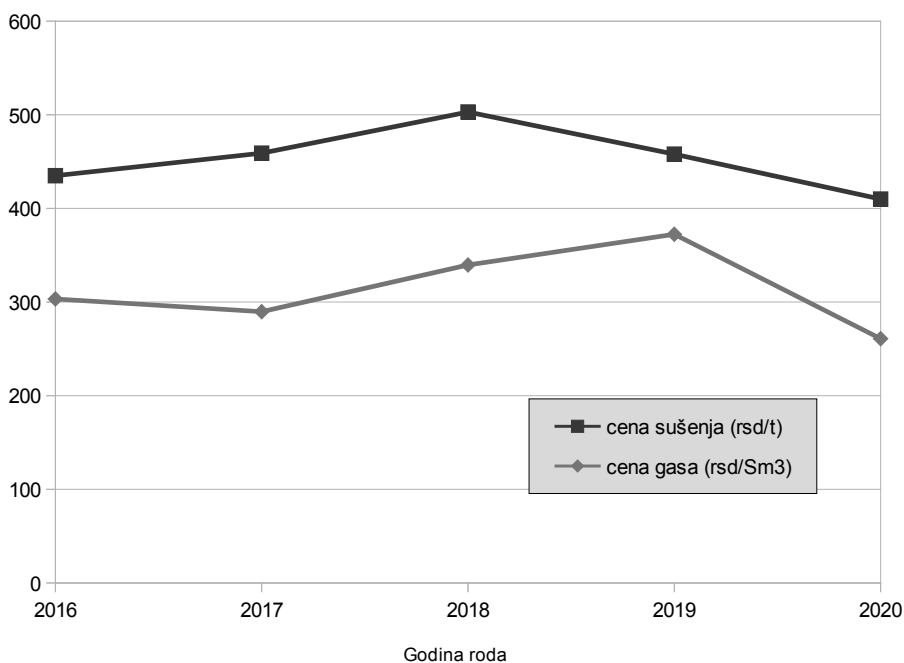
Tabela 2 prikazuje ukupne i specifične troškove sušenja za period 2016-2020. god.

Tabela 2. Troškovi sušenja suncokreta na sušari „Pobeda” 2016-2020. godine
Table 2. Costs of drying sunflowers at the dryer “Pobeda” 2016-2020.

Godina	Cena prirodnog gasa (RSD/Sm ³)	Ukupan trošak sušenja (RSD/t)	Isušak (%)	Specifičan trošak sušenja (RSD/% t)
2016	30,33	436	3,75	116,26
2017	28,97	459	5,39	85,16
2018	33,96	503	3,30	152,42
2019	37,24	458	3,40	134,70
2020	26,09	410	3,35	122,38

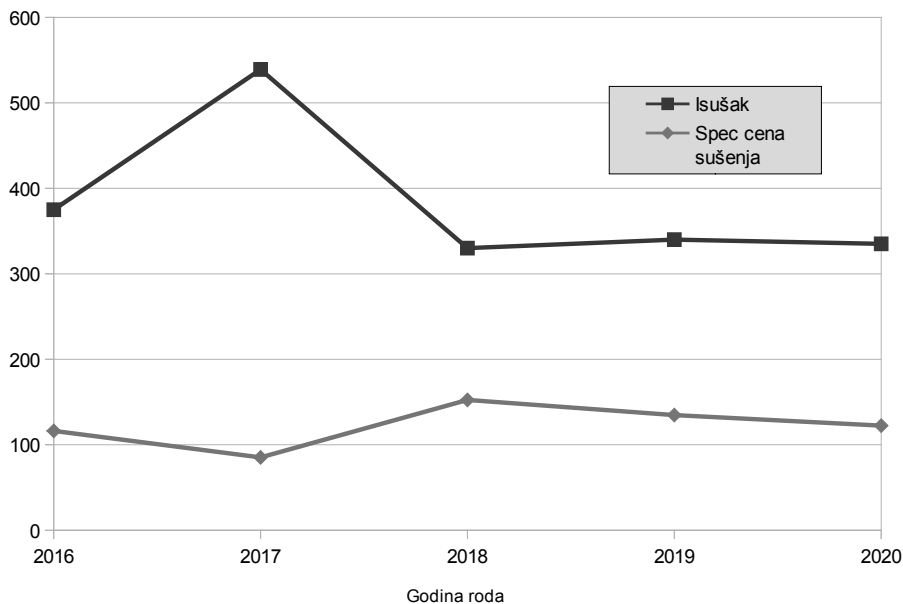
Tabele 1 i 2 pokazuju da odnosi između cene prirodnog gasa, ukupnih i specifičnih troškova nisu uvek direktno proporcionalni, a ni linearni, slike 2 i 3. Količina izdvojene vode sušenjem, kao i specifična potrošnja energije su faktori koji značajno utiču na ove odnose.

Prikaz troška sušenja i cene prirodnog gasa



Slika 2. Prikaz troška sušenja i cene prirodnog gasa 2016-2020. godine
Slika 2. Overview of drying costs and natural gas prices 2016-2020. years

Prikaz Specifične cene sušenja i % isuška tokom sušenja



Slika 3. Prikaz specifične cene sušenja i isuška

Slika 3. Display of specific drying price and percentage of released moisture

Tabela 3 koja sledi prikazuje specifičan slučaj sušenja male količine suncokreta na sušari „Pobeda” sa visokom vlagom pri niskoj spoljnoj temperaturi vazduha (16 °C) i temperaturi radnog fluida od 65 do 70°C.

Tabela 3. Specifičan slučaj sušenja suncokreta na sušari „Pobeda“ sa visokom ulaznom vlagom

Table 3. A specific case of drying sunflowers at the “Pobeda” dryer with high input moisture

Količina sirovog semena (kg)	Vlaga semena pre sušenja (%)	Vlaga semena nakon sušenja (%)	Specifična utrošena energija (kJ/kg izdvojene vlage)	Specifičan trošak sušenja (RSD/t%)
173.080	12,73 %	6,783	8.484	103,24

Utrošena količina gasa iznosi: 2.810 Sm³.

Sušenje male količine vlažnog (>12%) suncokreta na sušari „Pobeda” pri niskim spoljnim temperaturama dovodi do smanjenja kapaciteta sušenja i povećanja potrošnje specifične energije, međutim ustanovljeno je da će sušenje suncokreta sa ulaznom

vlagom ispod 9% pri istim uslovima dovesti do drastičnog povećanja potrošnje specifične energije bez značajnog povećanja kapaciteta sušenja. Takođe, sušenje suncokreta niže vlažnosti dodatno otežava podešavanje rada sušare što povećava rizik od pojave presušenog zrna na izlazu sa sušenja (tabela 4).

Tabela 4. Specifičan slučaj sušenja suncokreta na sušari „Pobeda” sa niskom ulaznom vlagom

Table 4. A specific case of drying sunflowers at the “Pobeda” dryer with low input moisture

Količina osušenog semena (kg)	Vlaga semena pre sušenja (%)	Vlaga semena nakon sušenja (%)	Specifična utrošena energija (kJ/kg izdvojene vlage)	Specifičan trošak sušenja (RSD/t%)
815.060	8,92	6.29	13.550	207,19

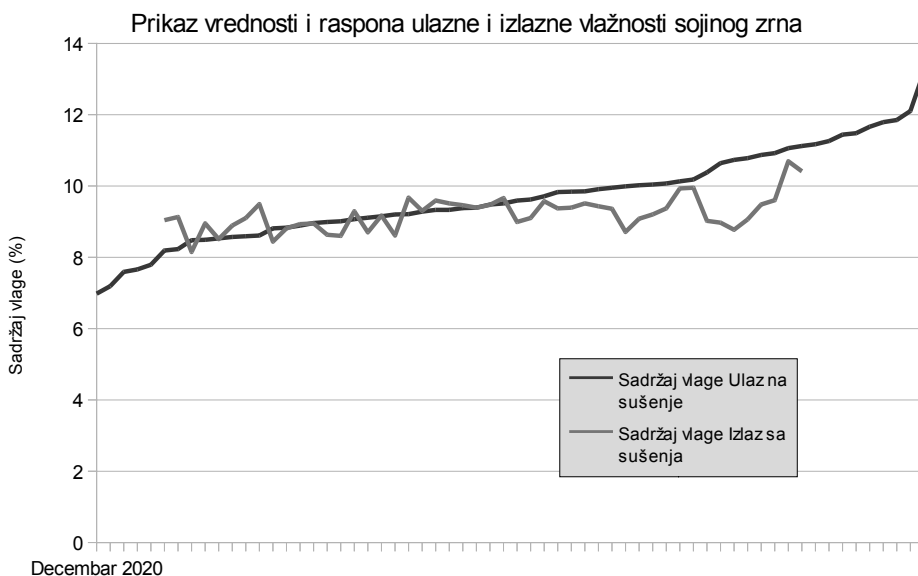
Utrošena količina gasa iznosi: 9.297 Sm³.

Sušenje soje se odvijalo u zimskom periodu (decembar i februar) sa veoma nepovoljnim karakteristikama spoljnog vazduha (niska temperatura i visoka vlažnost), tabela 5. U decembru ponderisana vlažnost soje je zadovoljavala zahteve prerade, ali je raspon ulaznih vlaga u Fabriku bio nepovoljan (slika 4). Celokupna količina sojinog zrna je sušena na niskoj temperaturu uz maksimalan kapacitet. U februaru ulazna vlažnost soje bila je viša i sušenje je izvedeno odmah po prijemu u Fabriku.

Tabela 5. Sušenje soje rod 2020 na sušari „Pobeda”

Table 5. Drying of soybeans 2020 at the dryer “Pobeda”

Stavka	Decembar 2020.	Februar 2021.
Količina sojinog zrna na ulazu	2.006.520 kg	366.460 kg
Ulazna/izlazna vlaga (ponder)	9,669 %/9,217 %	10,40 % / 9,10 %
Isušak	0,497 %	1,43 %
Utrošeno gasa (ukupno)	8.482 Sm ³	2.221 Sm ³
Utrošeno gasa po toni sojinog zrna	4,227 Sm ³ /t	6,06 Sm ³ /t
Cena gasa	23,91 RSD/Sm ³	
Kapacitet	40.710 kg/h	36.650 kg/h
Specifična potrošnja energije	28.365 kJ/kg	14.128 kJ/kg
Specifičan trošak sušenja	676,05 RSD/t%	263,04 RSD/t%
Trošak sušenja	336,07 RSD/t	379,91 RSD/t



Slika 4. Prikaz vrednosti i raspona vlažnosti soje (decembar 2020.)
Slika 4. Display of soybean moisture values and ranges (december 2020.)

Sušenje u zimskim uslovima podrazumeva veoma veliku potrošnju specifične energije, a sami tim i specifičan trošak sušenja. Međutim, ukoliko je količina vode koju je potrebno izdvojiti iz zrna dovoljno mala, postupak sušenja može biti ekonomski prihvatljiv. Rezultati koji su prikazani u tabeli 5 pokazuju da, iako je specifična potrošnja energije drastično prevazilazi uobičajene vrednosti, ukupan trošak sušenja po toni ulazne soje ne povećava značajno cenu ulazne soje.

ZAKLJUČAK

Sušara „Pobeda” IVSZ-9 predstavlja značajnu kariku u proizvodnom lancu Fabrike ulja „Banat”. Adekvatno vođenje procesa sušenja obezbeđuje zadovoljavajuću brzinu prijema sirovine u Fabriku i kvalitet osušene sirovine koji zadovoljava zahteve za skladištenjem u dužem vremenskom periodu. Prikazani rezultati pokazuju da kod procesa sušenja treba pratiti sve neophodne indikatore i težiti njihovom optimalnom odnosu. Prilikom odabira modela sušenja neophodno analizirati ekonomsku i energetska opravdanost i imati na umu da ne moraju uvek biti u saglasnosti.

LITERATURA

1. Grbić, N., Lučić, N., Bicok, Š., Đukić, M. (2020). Čišćenje i sušenje suncokreta roda 2019. godine u fabrici ulja „Banat” a.d. Nova Crnja, Uljarstvo, 51 (1): 49-54.

2. Rac, M. (1964). Ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd.
3. Romanić, R., Lužaić, T., Grahovac, N., Hladni, N., Kravić, S., Stojanović, Z. (2018). Composition Investigation of the Sunflower Seeds of the Latest NS Confectionary Hybrids, Book of Proceedings, International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference, Podgorica, Montenegro, str. 68-72.
4. Romanić, R., Lužaić, T., Grahovac, N., Cvejić, S., Jocić, S., Hladni, N. (2020). Poređenje prinosa hladno presovanih ulja semena uljanih i konzumnih hibrida sun-cokreta, Zbornik radova, Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, str. 109-115.

UTICAJ VLAGE ZRNA NA PROCES LJUŠTENJA SEMENA SUNCOKRETA

Zoran Sandić, Slobodan Lekić

Dijamant A.D., Zrenjanin, Srbija

IZVOD

Ljuštenje, kao deo procesa prerade suncokretovog zrna, je odvajanje ljuske semena od jezgra. Ljuska semena suncokreta sadrži veoma malu količinu masti (1,10 - 2,15%), a isto tako ima i malo drugih hranjivih sastojaka. Tokom prerade suncokretovog semena u ulje, iz ljuske se ne mogu dobiti nikakvi korisni sastojci i zato bi njena prerada istim mašinama predstavljala tehnički i ekonomski neopravdanu operaciju. U ovom radu je opisan uticaj vlage semena suncokreta na sam proces ljuštenja i rezultati koje smo dobili pri različitim procentima vlage zrna suncokreta a pri različitim brojevima obrtaja mašina za ljuštenje - ljuštilica tipa Bühler.

Ključne reči: ljuštenje semena, ljuska semena, sadržaj vlage, proces

INFLUENCE OF SUNFLOWER SEED MOISTURE CONTENT ON DEHULLING PROCESS

ABSTRACT

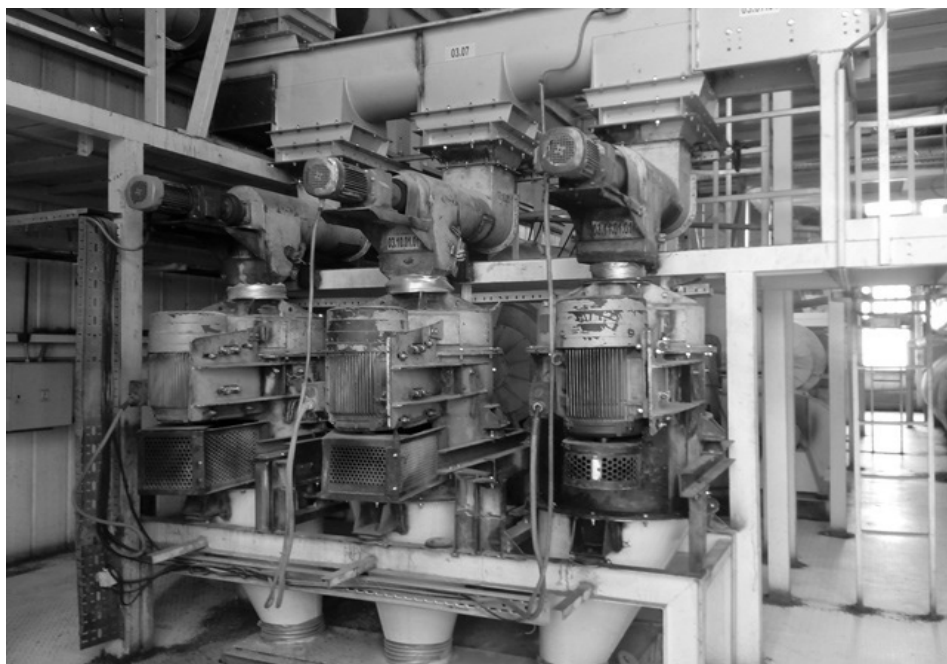
Dehulling, as part of processing of sunflower seed mean separating hulls from kernel. Sunflower seed hull contains small amount of fat (1,10 - 2,15%) and few other nutrients. During processing sunflower seed to oil one can not obtain much usefull ingredients from hulls so it is technically and economicalally unjustified to process large amount of hulls on machines. This paper describe influence of moisture content in sunflower seed on dehulling process and results we obtain with different percentage of moisture and by adjusting number of revolutions on machine for dehulling type Bühler.

Key words: seed dehuling, seed hull, contents of moisture, process

UVOD

Cilj ovog rada je da se predstavi mogućnost i prednost brzog reagovanja i podešavanja ljuštenja semena suncokreta pomoću frekventnog regulatora ljuštilica, slika 1. Blagovremenim podešavanjem broja obrtaja ljuštilica, u zavisnosti od ulazne

vlage zrna suncokreta, dobijamo tehnološki kvalitetniji materijal za sam dalji proces prerade, odnosno materijal sa što manjim procentom neoljuštenog semena.



Slika 1. Ljuštilice
Figure 1. Dehulling machine

Posle rekonstrukcije pogona ljuštione - presaone 2007. godine i ugradnje centrifugalnih ljuštilica tipa Bühler na liniji ljuštenja semena suncokreta povećan je kapacitet dnevne prerade, olakšan je proces praćenja kvaliteta samog ljuštenja semena i podešavanja mašina na liniji ljuštenja. Na slici 1 vidi se tri ljuštilice na jednoj liniji a isto tako i tri ljuštilice na drugoj liniji. Dve odvojene linije ljuštenja semena sa po tri ljuštilice na svakoj liniji, što nam omogućava da radimo maksimalnim kapacitetom sa obe linije ili u slučaju eventualnog mehaničkog - elektro kvara na jednoj liniji, pogon nesmetano radi smanjenim kapacitetom sa drugom linijom. Zrno suncokreta koje je pripremljeno za preradu, se pneumatskim transportom iz ćelija silosa doprema do ciklona zrna u pogon presaone-ljuštione i odatle preko izuzimača i pužnog transportera do samih ljuštilica. Svaka ljuštilica ima svoj dozator sa šuberom za podešavanje samog dotoka semena na ljuštilicu i sistem aspiracije masne prašine iz ljuštilice. Ljuštilica se sastoji od plašta i rotirajuće ploče na kojima se nalaze lopatice. Seme koje dolazi do lopatica udara u plašt ljuštilice i dolazi do odvajanja ljuske od jezgra semena. Tako oljušteno seme dalje odlazi na proces prosejavanja i provejavanja u čistilicu gde dolazi do odvajanja ljuske semena od jezgra. Pri samom tehnološkom procesu ljuštenja semena, usled promena parametara pre svega vlage

zrna i nečistoće u zrnju, važno je blagovremeno reagovati i podesiti ljuštilice kako bi proces ljuštenja bio što bolji odnosno da sam procenat neoljuštenog semena bude što manji što smo i analizirali u ovom radu. U tabeli 1 i tabeli 2 vidimo prikaz promene procenta neoljuštenog semena pri istoj frekvenciji odnosno broju obrtaja ljuštilica a pri različitoj vlažnosti zrna suncokreta. U tabeli 1 za parametar ulazne vlage zrna prikazana je povećana vrednost vlage zrna (7 - 8%) dok je u tabeli 2 optimalna ulazna vlaga semena (6 - 7%).

Tabela 1. Procenat vlage zrna i konstantna frekvencija ljuštilica i dobijeni rezultati na osnovu tih parametara

Table 1. Results obtain on different percentage of seed moisture and constant frequency of revolution on seed dehuller

Vlaga zrna (%)	7,20	7,50	7,70
Frekvencija ljuštilica (Hz)	56	56	56
Neoljušteno zrno (%)	29	31	34
Masna prašina (%)	1,20	1,00	0,90

Tabela 2. Procenat vlage zrna i konstantna frekvencija ljuštilica i dobijeni rezultati na osnovu tih parametara

Table 2. Results obtain on different percentage of seed moisture and constant frequency of revolution on seed dehuller

Vlaga zrna (%)	6,30	6,50	6,70
Frekvencija ljuštilica (Hz)	56	56	56
Neoljušteno zrno (%)	22	25	26
Masna prašina (%)	1,60	2,20	2,50

Po rezultatima koje smo dobili laboratorijskim analizama, a što možemo da vidimo u tabeli 1, pri konstantnom broju obrtaja ljuštilica sa povećanjem vlage zrna dolazi do povećanja procenta neoljuštenog semena. Ako je vlaga ulaznog semena, kao što vidimo u tabeli 1, povećana a ljuštilice rade pri nižem broju obrtaja procenat neoljuštenog semena se povećava dok se procenat masne prašine smanjuje. U takvim situacijama neophodno je povećati preko frekventnog regulatora broj obrtaja ljuštilice, kako bi se seme bolje oljuštilo, dobio se kvalitetniji materijal i olakšali dalji tehnološki proces aspiracije, kondicioniranja i presovanja. U tabeli broj 2 vidimo da pri identičnom broju obrtaja a pri nižim ulaznim vlagama zrna nego što je to prikazano u tabeli 1 dobijamo znatno manji procenat neoljuštenog semena a samim tim i bolji materijal za dalji tehnološki proces. Možemo slobodno da kažemo da pri optimalnom procentu vlage za preradu (6 - 7%) i ljuštilicama podešenim na 54 - 56 Hz dobijamo zadovoljavajući procenat (20 - 25%) neoljuštenog semena i neznatno povećanje procenta masne prašine. Iz prakse i iskustva možemo da kažemo da se procenat vlage

ulaznog zrna često menja u toku prerade a neretko i u toku jedne smene (osmočasovni rad) i zbog toga je jako bitno blagovremeno reagovanje i podešavanje centrifugalnih ljuštilica pomoću frekventnog regulatora kako bi procenat neoljuštenog semena bio na nivou zadovoljavajućih parametara (tabela 3).

Tabela 3. Procenat vlage zrna i promenljiva frekvencija ljuštilica i dobijeni rezultati na osnovu tih parametara

Table 3. Results obtain on different percentage of seed moisture and adjusting frequency of revolution on seed dehuller

Vlaga zrna (%)	6,80	6,50	6,10
Frekvencija ljuštilica (Hz)	58	56	53
Neoljušteno zrno (%)	22	21	20
Masna prašina (%)	1,10	1,05	0,90

ZAKLJUČAK

1. Brz i jednostavan način podešavanja ljuštilica.
2. Sa povećanom ulaznom vlagom semena radi se sa većim brojem obrtaja.
3. Sa nižom ulaznom vlagom semena ljuštilice rade sa nižim brojem obrtaja.
4. Kada dolazi do oscilacije vlage zrna, brzo se i na jednostavan način podešavaju mašine.

LITERATURA

1. Laboratorijske analize Dijamant A.D., Zrenjanin.
2. Rac, M. (1964). Ulja i masti. Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd.
3. Tehnička dokumentacija Dijamant A.D., Zrenjanin.

ISKORIŠĆENJE HLADNO PRESOVANOG ULJA SEMENA SUNCOKRETA HIBRIDA ULJANOG I KONZUMNOG TIPA IZ DVE GODINE GAJENJA

*Ranko Romanić¹, Tanja Lužaić¹, Nada Grahovac²,
Sandra Cvejić², Siniša Jocić², Nada Hladni²*

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

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

IZVOD

Suncokret spada u prvih pet najzastupljenijih uljarica na svetu, kao i suncokretovo ulje u grupi jestivih ulja. Sve veća pažnja posvećuje se hladno presovanom suncokretovom ulju jer nije uključena dalja prerada ulja, a sama tehnologija hladnog presovanja pomoću pužne prese ne koristi rastvarač. Danas su zastupljene dve grupe hibrida suncokreta: uljani čija je prvenstvena namena proizvodnja ulja i konzumni, koji se prvenstveno koriste za direktnu konzumaciju. Cilj ovog rada bio je da se ispita iskorišćenje ulja i semena uljanih i konzumnih hibrida suncokreta prilikom presovanja na pužnoj presi. Značajno veće vrednosti iskorišćenja ulja i semena utvrđene su kod uljanih hibrida suncokreta (od $64,05 \pm 2,48$ do $75,61 \pm 1,99$ % i od $51,76 \pm 1,94$ do $64,41 \pm 1,67$ %, redom) u odnosu na konzumne (od $24,21 \pm 4,88$ do $52,73 \pm 0,30$ % i od $19,26 \pm 3,84$ do $41,86 \pm 0,21$ %).

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

COLD-PRESSED OIL YIELD OF SUNFLOWER SEED OF OILY AND NON-OILY HYBRIDS FROM TWO-YEAR CULTIVATION

ABSTRACT

Sunflower seed is one of the top five most abundant oilseeds in the world, as well as sunflower oil in the group of edible oils. Increasing attention is being paid to cold-pressed sunflower oil because no further oil processing is involved and the cold-pressing technology itself using a screw press does not use a solvent. Today, two groups of sunflower hybrids are represented: oily hybrid seeds whose primary purpose is oil production and confectionary hybrids, primarily used for direct

consumption. The aim of this study was to examine the oil and seed yield of oily and confectionary sunflower hybrids pressed on a screw press. Significantly higher values of oil and seed yield were found in oily hybrids (from 64.05 ± 2.48 to $75.61 \pm 1.99\%$ and from 51.76 ± 1.94 to $64.41 \pm 1.67\%$, respectively) compared with confectionary sunflower hybrids (from 24.21 ± 4.88 to $52.73 \pm 0.30\%$ and from 19.26 ± 3.84 to $41.86 \pm 0.21\%$).

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

UVOD

Mehanička ekstrakcija je jedan od najstarijih načina izdvajanja ulja. Prednosti mehaničke ekstrakcije ulja u odnosu na hemijsku su dobar kvalitet ulja i veća mogućnost upotrebe pogače u poređenju sa sačmom koja sadrži tragove rastvarača. Ekstrakcija ulja mehaničkim putem podrazumeva upotrebu hidrauličnih presa ili pužnih presa koje pokreće motor (Bhuiya i sar., 2015; Guédé i sar., 2017). Prednosti pužne u odnosu na hidrauličnu presu su njeni neznatno poboljšani prinosi i sposobnost kontinualnog prilagođavanja obrade. Prinos ulja zavisi od predtretmana semena (tj. ljuštenja, sušenja i enzimske obrade) i parametara procesa koji se primenjuju prilikom proizvodnje hladno presovanih ulja (Çakaloğlu i sar., 2018). Mehanička ekstrakcija ulja zahteva niže početne troškove ulaganja, ali i obučeno osoblje za upravljanje ovakvim uređajima.

Kritični parametri prilikom proizvodnje hladno presovanog ulja su karakteristike sirovine tj. materijala za presovanje (vrsta sirovine, prisustvo ljuske, sadržaj ulja i sadržaj vlage), napajanje prese materijalom za presovanje, temperatura, brzina rotacije puža, prečnik na izlazu iz prese, predtretman materijala za presovanje (Çakaloğlu i sar., 2018). Mnoga dosadašnja istraživanja bavila su se uticajem procesnih parametara na prinos hladno presovanog ulja od raznih sirovina. Na primer, Burg i sar. (2017) ispitivali su iskorišćenje presovanja semenki 3 bele i 2 crvene sorte grožđa. Autori su utvrđivali prinos ulja pri različitim brzinama rotacije puža (20, 40, 60 i 80 o/min). Rezultati su potvrdili da se pri povećanju brzine obrtaja puža od 20 do 80 o/min, efikasnost prese povećava za više od 100 %. Međutim, pri istim obrtajima, prinos ulja opada u proseku za približno 46 %. Rezultati ove studije takođe su pokazali da se presovanjem 1 kg semena može proizvesti 67,5 - 98,5 g ulja, a na dobijeni prinos ulja utiče i sorta grožđa od koje je seme dobijeno. Rombaut i sar. (2015) istraživali su uticaj procesnih parametri kao što su prečnik dizne na izlazu iz prese, temperatura predgrevanja, brzina rotacije puža, na prinos ulja i sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja u dobijenom hladno presovanom ulju semenki grožđa. Zaključeno je da je vrsta semenki grožđa imala najveći uticaj na prinos ulja i sadržaj ukupnih fenola u ulju.

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je uljarica koja predstavlja značajan izvor biljnog ulja (Gupta i Das, 1997; De Figueiredo i sar., 2011). Napredak u oplemenjivanju doveo je do promena u karakteristikama semena. Tako, između ostalog, hibridizacija suncokreta je išla u pravcu povećanja sadržaja ulja u semenu (kreiranje uljanih

hibrida), kao i u pravcu smanjenja sadržaja ulja i povećanja sadržaja proteina u semenu, za ishranu ljudi, živine i ptica (kreiranje konzumnih hibrida). Do sada su postignuti značajni rezultati u ovom području, naime sadržaj ulja uljanih semena suncokreta generalno kreće se od 45 % do 50 %, a najveći prijavljen sadržaj ulja je iznosio 60–65 % (Vear, 2010; Jocić i sar., 2015). Masa 1000 zrna uljanih hibrida iznosi oko 80 g, a sadržaj ljuske je manji od 25 %. Konzumni hibridi imaju veći sadržaj ljuske, uglavnom 40-50 % (Ergen i Saglam, 2005; Sincik i Goksoy, 2014), dok je masa 1000 zrna uglavnom veća od 100 g (Kholghi i sar., 2011; Hladni i sar., 2016). Posebni zahtevi u proizvodnji konzumnih hibrida suncokreta su povećani sadržaj proteina u semenu do preko 25 % i smanjenje sadržaja ulja na manje od 40 % (Lužaić i sar., 2021).

Kako dostupna literatura ne pruža dovoljno informacija sličnih onim iz pregledane literature za druge sirovine (semenke grožđa i sl.), ovaj rad ima za cilj da se uporedi iskorišćenje ulja i semena prilikom presovanja na pužnoj presi šest novih hibrida suncokreta od kojih polovina pripada grupi uljanih, a druga polovina grupi konzumnih hibrida. Presovanje je vršeno pri istovetnim uslovima, a razlike u iskorišćenju ulja i semena ispitanih hibrida isključivo su posledica fizičkih i hemijskih karakteristika semena. Rezultati su pokazali značajnu različitost u iskorišćenju između uljanih i konzumnih hibrida suncokreta, što dalje ukazuje na njihove međusobne različitosti u fizičkim i hemijskim karakteristikama semena, što je potvrđeno i podacima iz literature (Jocić i sar., 2015; Hladni i sar., 2016; Romanić i sar., 2020; Lužaić i sar., 2021).

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Za ispitivanje su korišćena semena i pogače tri odabrana hibrida (NS Konstantin, NS Ronin i NS Taurus) suncokreta uljanog i tri hibrida (NS-H-6320, NS-H-6311 i NS-H-6488) konzumnog tipa, gajenih u uslovima dvogodišnjih mikroogleda na teritoriji Republike Srbije (AP Vojvodine) 2017. i 2018. godine. Nakon žetve, seme je osušeno i očišćeno i skladišteno 6 meseci do presovanja. Za presovanje po 5 kg semena svakog ispitivanog hibrida je korišćena pužna presa, projektovanog kapaciteta 20-25 kg/h i frekvencije 27,5 Hz (SZR Mikron, Temerin, Srbija). Temperatura ulja na izlazu iz prese se kretala od 49,2°C do 59,0°C kod uljanih hibrida i od 62,0°C do 66,0°C kod konzumnih hibrida.

Metode

Sadržaj ulja u polaznom materijalu (semenu) koje je presovano (Us) i dobijenoj pogači (Up) određen je metodom ekstrakcije po Soxhlet-u (SRPS EN ISO 659:2011), dok je iskorišćenje hladno presovanog ulja računato na osnovu dobijenih rezultata za sadržaj ulja u semenu i pogači, pomoću jednačine (1) (Karaj i Müller, 2011):

$$I_u = \left[1 - \frac{U_p \times (100 - U_s)}{U_s \times (100 - U_p)} \right] \quad (1)$$

gde je:

I_u - iskorišćenje hladno presovanog ulja, % (m/m)

U_p - sadržaj ulja u pogači, % (m/m)

U_s - sadržaj ulja u polaznom materijalu (semenu), % (m/m)

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

$$I_s = 100 - \frac{U_p}{U_s} \times 100 \quad (2)$$

gde je:

I_s - iskorišćenje semena, % (m/m)

U_p - sadržaj ulja u pogači, % (m/m)

U_s - sadržaj ulja u polaznom materijalu (semenu), % (m/m)

REZULTATI I DISKUSIJA

Mnogi faktori, kao što su genotip, površina uzgoja, vrsta tla, primena agrotehničkih mera, klimatski uslovi i uslovi obrade, utiču na hemijski sastav i stoga na hranljivu vrednost uljarica (Garcia-Rebollar i sar., 2016). Romanić i sar. (2020) su u ispitanim hibridima gajenim 2017. godine utvrdili značajno veći sadržaj ulja u semenima uljanih u odnosu na konzumne hibride suncokreta, dok je sadržaj ulja u pogačama uljanih hibrida suncokreta bio značajno niži u odnosu na konzumne hibride, te je i iskorišćenje ulja uljanih hibrida suncokretra bilo značajno veće. Rezultati Romanića i sar. (2020) sadržaja ulja u semenima i pogačama ispitanih hibrida suncokreta kao i iskorišćenja ulja dopunjeni su rezultatima iskorišćenja semena u 2017. godini uzgoja i ispitivanjima iz 2018. godine i sumirani su u tabelama 1 i 2.

U drugoj godini ispitivanja (2018. godina) takođe je utvrđen značajno veći ($p < 0,05$) sadržaj ulja u semenima uljanih hibrida (od $39,83 \pm 1,80$ do $42,51 \pm 0,66$ %) u odnosu na konzumne hibride suncokreta (od $33,35 \pm 1,76$ do $35,44 \pm 0,22$ %), dok su značajno veće vrednosti sadržaja ulja u pogači utvrđene kod konzumnih (od $20,60 \pm 0,05$ do $22,50 \pm 0,08$ %) u odnosu na uljane hibride suncokreta (od $17,44 \pm 0,02$ do $19,92 \pm 0,22$ %). Značajno veći sadržaj ulja utvrđen je u semenima konzumnih hibrida u drugoj godini ispitivanja (prosečno $34,14 \pm 1,13$ %) u odnosu na 2017. godinu (prosečno $25,91 \pm 0,89$ %) što je verovatno posledica različitih, prethodno pomenutih faktora prema Garcia-Rebollar i sar., 2016. Sadržaj ulja kod uljanih

hibrida suncokreta nije se značajno menjao u drugoj godini ispitivanja. Sadržaj ulja u pogači konzumnih hibrida uglavnom se u drugoj godini ispitivanja nije značajno menjao, dok je kod uljanih hibrida došlo do značajnog smanjenja sadržaja ulja u pogači, verovatno usled promena u karakteristikama semena, budući da su uslovi presovanja bili istovetni (tabela 1).

Tabela 1. Sadržaj ulja u semenima i pogačama ispitivanih hibrida suncokreta u dvogodišnjem uzgoju (rezultati Romanić i sar. (2020) dopunjeni drugom godinom ispitivanja)

Table 1. The oil content of the seed and cake of the tested sunflower hybrids in two-year cultivation (results of Romanić et al. (2020) supplemented by the second cultivation year)

Hibrid Hybrid	Godina gajenja/Growth year			
	2017		2018	
	Sadržaj ulja/Oil content		Sadržaj ulja/Oil content	
	Seme/Seed Us (%)	Pogača/Cake Up (%)	Seme/Seed Us (%)	Pogača/Cake Up (%)
Uljani/Oily				
NS Konstantin	41,66 ± 2,08 ^{cA}	14,80 ± 0,05 ^{aA}	41,63 ± 0,90 ^{bA}	17,44 ± 0,02 ^{aB}
NS Ronin	36,93 ± 1,36 ^{bA}	16,46 ± 0,01 ^{bA}	39,83 ± 1,80 ^{bA}	19,19 ± 0,10 ^{bB}
NS Taurus	40,98 ± 1,20 ^{cA}	17,17 ± 0,34 ^{cA}	42,51 ± 0,66 ^{bA}	19,92 ± 0,22 ^{cB}
Prosek	39,86 ± 1,55	16,14 ± 0,13	41,33 ± 1,37	34,14 ± 1,13
Konzumni/Non-oily (confectionary)				
NS-H-6320	26,90 ± 0,88 ^{aA}	20,40 ± 0,21 ^{dA}	35,44 ± 0,22 ^{aB}	20,60 ± 0,05 ^{dA}
NS-H-6311	25,63 ± 0,27 ^{aA}	20,11 ± 0,01 ^{dA}	33,35 ± 1,76 ^{aB}	20,60 ± 0,21 ^{dA}
NS-H-6488	25,20 ± 1,29 ^{aA}	20,30 ± 0,13 ^{dA}	33,63 ± 1,38 ^{aB}	22,50 ± 0,08 ^{eB}
Prosek	25,91 ± 0,81	20,27 ± 0,12	18,85 ± 1,28	21,24 ± 1,10

Vrednost iskorišćenja je izuzetno bitan ekonomski parametar. Naime, Karaj i Müller (2011) su računali iskorišćenje ulja semena *Jatropha curcas* L. pod različitim eksperimentalnim uslovima presovanja (pužne prese različite konstrukcije, različit prečnik izlaza iz prese, različit broj obrtaja puža) i dobili vrednosti u rasponu od 32,2 do 89,3 %. U ovom radu ispitano je iskorišćenje ulja i semena različitih hibrida suncokreta bez varijacija u uslovima presovanja, a glavni uzrok različitosti dobijenih

vrednosti je različit sadržaj ulja u semenu. Uljani hibridi su imali značajno veće vrednosti iskorišćenja ulja mehaničkom ekstrakcijom na pužnoj presi (od $64,05 \pm 2,48$ do $75,61 \pm 1,99$ %) u odnosu na konzumne (od $24,21 \pm 4,88$ do $52,73 \pm 0,30$ %), što je i bilo očekivano obzirom na sadržaj ulja određen u ovim semenima u poređenju sa semenima konzumnih hibrida, ali i sadržaja ulja u dobijenim pogačama (tabela 1). Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 2 i na slici 1a.

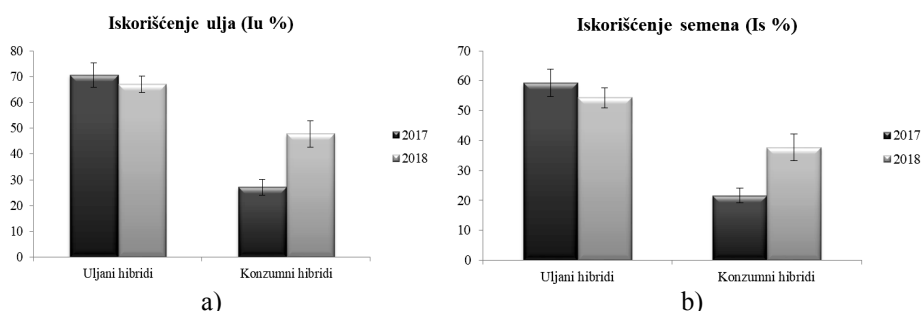
Tabela 2. Iskorišćenje ulja i semena ispitivanih hibrida suncokreta u dvogodišnjem uzgoju (rezultati Romanić i sar. (2020) dopunjeni iskorišćenjem semena i drugom godinom ispitivanja)

Table 2. The oil yield and seeds yield of the tested sunflower hybrids in two-year cultivation (results of Romanić et al. (2020) supplemented by the seeds yield and second cultivation year)

Hibrid Hybrid	Godina gajenja/Growth year			
	2017		2018	
	Iskorišćenje/Yield		Iskorišćenje/Yield	
	Ulja/Oil Iu (%)	Semena/Seed Is (%)	Ulja/Oil Iu (%)	Semena/Seed Is (%)
Uljani/Oily				
NS Konstantin	$75,61 \pm 1,99^{cA}$	$64,41 \pm 1,67^{cA}$	$70,37 \pm 1,06^{cB}$	$58,10 \pm 0,86^{dB}$
NS Ronin	$66,31 \pm 1,97^{bA}$	$55,39 \pm 1,65^{bA}$	$64,05 \pm 2,48^{dA}$	$51,76 \pm 1,94^{cA}$
NS Taurus	$70,08 \pm 2,19^{b^{cA}}$	$58,05 \pm 2,05^{bA}$	$66,35 \pm 0,45^{deB}$	$53,13 \pm 0,21^{cB}$
Prosek	$70,67 \pm 4,68$	$59,29 \pm 4,64$	$66,93 \pm 3,20$	$54,33 \pm 3,34$
Konzumni/Non-oily (confectionary)				
NS-H-6320	$30,32 \pm 2,76^{aA}$	$24,11 \pm 2,22^{aA}$	$52,73 \pm 0,30^{cB}$	$41,86 \pm 0,21^{bB}$
NS-H-6311	$26,94 \pm 1,02^{aA}$	$21,52 \pm 0,82^{aA}$	$48,04 \pm 3,45^{abB}$	$38,13 \pm 2,64^{bB}$
NS-H-6488	$24,21 \pm 4,88^{aA}$	$19,26 \pm 3,84^{aA}$	$42,62 \pm 3,29^{aB}$	$33,03 \pm 2,52^{aB}$
Prosek	$27,15 \pm 3,06$	$21,63 \pm 2,42$	$47,79 \pm 5,06$	$37,67 \pm 4,44$

U ispitanim hibridima izračunato je i iskorišćenje semena (Is) koje ukazuje na udeo polazne mase semena iz kojeg je ulje izdvojeno u potpunosti u postupku hladnog presovanja. Ova vrednost predstavlja teorijsku vrednost, budući da je poznato da je nemoguće da pogača koja zaostane nakon presovanja ne sadrži ulje. Naime, iskorišćenje semena uljanih hibrida suncokreta je takođe značajno veće u odnosu

na iskorišćenje semena konzumnih hibrida. Kod uljanih hibrida ove vrednosti su se kretale od $51,76 \pm 1,94$ do $64,41 \pm 1,67$ %, u poređenju sa konzumnim hibridima gde su te vrednosti iznosile od $19,26 \pm 3,84$ do čak $41,86 \pm 0,21$ %. Kao i kod iskorišćenja ulja, značajno veće vrednosti iskorišćenja semena konzumnih hibrida su prijavljene u drugoj godini ispitivanja (slika 1b), što je, kako je i pomenuto, posledica većeg sadržaja ulja u semenu.



Slika 1. Poređenje prosečnih vrednosti a) iskorišćenja ulja (Iu) i b) iskorišćenja semena (Is) uljanih i konzumnih hibrida suncokreta u dve godine ispitivanja

Figure 1. Comparison of average values of a) oil yields (Iu) and b) seed yields (Is) of oily and confectionary sunflower hybrids in two-year cultivation

ZAKLJUČAK

Poređenjem uljanih i konzumnih hibrida suncokreta utvrđeno je značajno veće iskorišćenje ulja i semena uljanih hibrida suncokreta u odnosu na konzumne u obe ispitane godine gajenja. Do sličnih zaključaka došli su i Romanić i sar. (2020) i Lužaić i sar. (2021). U drugoj godini ispitivanja semena konzumnih hibrida suncokreta utvrđen je značajno veći sadržaj ulja u poređenju sa prvom godinom, što je dovelo i do značajno većih vrednosti iskorišćenja ulja i semena, dok su kod uljanih hibrida utvrđene nešto niže vrednosti pomenutih iskorišćenja. Uzrok nešto nižih vrednosti iskorišćenja uljanih hibrida je veći sadržaj ulja zaostalog u pogači u drugoj godini ispitivanja u odnosu na prvu, što je verovatno posledica različitih karakteristika semena budući da su uslovi presovanja bili isti.

Zahvalnica

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

Takođe, ovaj rad je podržan od strane Ministarstva poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Uprave za agrarna plaćanja u okviru projekta: „Tehnološki postupak valorizacije sporednih proizvoda prerade žitarica, šećerne repe, voća i uljarica kroz razvoj konditorsko pekarskih proizvoda”, rešenje br. 680-00-00054/4/2020-02 od 14.07.2020. godine.

Autori se zahvaljuju gospodinu Miroslavu Đurki, vlasniku i direktoru kompanije SZR Vitastil, Erdevik, na pruženoj pomoći i omogućenom pripremanju uzoraka.

LITERATURA

1. Bhuiya, M.M.K., Rasul, M.G., Khan, M.M.K., Ashwath, N., Azad, A.K., Mofijur, M. (2015). Optimisation of Oil Extraction Process from Australian Native Beauty Leaf Seed (*Calophyllum inophyllum*). *Energy Procedia*, 75: 56–61.
2. Burg, P., Mašán, V., Rutkowski, K. (2017). Evaluation of the pressing process during oil extraction from grape seeds. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 11(1): 1–6.
3. Çakaloğlu, B., Özyurt, V.H., Ötleş, S. (2018). Cold press in oil extraction. A review. *Ukrainian Food Journal*, 7(4): 640–654.
4. De Figueiredo, A.K., Bäumlér, E., Riccobene, I.C., Nolasco, S.M. (2011). Moisture-dependent engineering properties of sunflower seeds with different structural characteristics. *Journal of Food Engineering*, 102(1): 58-65.
5. Ergen, Y., Sağlam, C. (2005). Yield and yield characters of different confectionary sunflower varieties in conditions of Tekirdag. *Journal of Tekirdag Agriculture Faculty*, 2:221–227.
6. García-Rebollar, P., Cámara, L., Lázaro, R.P., Dapoza, C., Pérez-Maldonado, R., Mateos, G.G. (2016). Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals, *Animal Feed Science and Technology*, 221: 245–261.
7. Guédé, S.S., Soro, Y.R., Kouamé, A.F., Brou, K. (2017). Optimization of Screw Press Extraction of *Citrullus Lanatus* Seed Oil and Physiochemical Characterization. *European Journal of Food Science and Technology*, 5(4): 35–46.
8. Gupta, R.K., Das, S.K. (1997). Physical properties of sunflower seeds. *Journal of Agricultural and Engineering Research*, 66 (1): 1-8.
9. Hladni, N., Jocić, S., Miklič, V., Miladinović, D., Zorić, M. (2016). Interrelationship between 1000 seed weight with other quantitative traits in confectionary sunflower. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 2(1): 51–56.
10. Jocić, S., Miladinović, D., Kaya, Y. (2015). Breeding and Genetics of Sunflower, pp. 1-25. u: Editori, E. Martínez-Force, N.T. Dunford, J. J. Salas, *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*, AOCS Press Urbana, Illinois.
11. Karaj, S., Müller, J. (2011). Optimizing mechanical oil extraction of *Jatropha curcas* L. seeds with respect to press capacity, oil recovery and energy efficiency. *Industrial Crops and Products*, 34: 1010-1016.
12. Kholghi, M., Bernousi, I., Darvishzadeh, R., Pirzad, A. (2011). Correlation and path-coefficient analysis of seed yield and yield related traits in iranian confectionary sunflower populations. *African Journal of Biotechnology*, 10(61), 13058–13063.
13. Lužaić, T., Romanić, R., Grahovac, N., Jocić, S., Cvejić, S., Hladni, N., Pezo, L. (2021). Prediction of Mechanical Extraction Oil Yield of New Sunflower Hybrids

- Artificial Neural Network Model. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11234>.
14. Romanić, R., Lužaić, T., Grahovac, N., Cvejić, S., Hladni, N., Jocić, S. (2020). Usporedno ispitivanje iskorišćenja hladno presovanog ulja semena uljanih i konzumnih hibrida suncokreta. *Uljarstvo*, 51(1): 25-30.
 15. Rombaut, N., Savoire, R., Thomasset, B., Castello, J., Van Hecke, E., Lanoisellé, J.L. (2015). Optimization of oil yield and oil total phenolic content during grape seed cold screw pressing, *Industrial Crops and Products*, 63: 26–33.
 16. Sincik, M., Goksoy, A.T. (2014). Investigation of correlation between traits and path analysis of confectionary sunflower genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(1): 227–231.
 17. Srpski standard SRPS EN ISO 659 (2011). Seme uljarica - Određivanje sadržaja ulja (Referentna metoda), Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.

PRINOS I KVALITET ZRNA NS SORTI SOJE U 2020. GODINI

*Zlatica Miladinov Mamlić¹, Jegor Miladinović¹, Vojin Đukić¹,
Gordana Dozet², Marija Bajagić³, Dimitrije Dozet⁴, Milan Dozet⁴*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija
³Univerzitet u Bijeljini, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
⁴Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, Srbija

IZVOD

Sorte soje mogu se razlikovati po morfološkim osobinama, dužini vegetacionog perioda, prinosu i kvalitetu zrna. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine NS sorti soje u 2020. godini na lokalitetu Rimski Šančevi. Sorta soje NS Fantast ostvarila je najviši prinos zrna (4402 kg ha⁻¹). Najviši prinos proteina po jedinici površine ostavrila je sorta soje NS Kolos (1756 kg ha⁻¹). Sorta NS Kaća imala je najviši sadržaj proteina (46,21), sorta NS Atlas najviši sadržaj ulja (22,73%), dok je najviši prinos ulja po jedinici površine ostvaren sa sortom soje NS Fantast (961 kg ha⁻¹) i NS Hogar (954 kg ha⁻¹).

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

YIELD AND QUALITY NS SOYBEAN VARIETIES IN 2020 YEAR

ABSTRACT

Soybean varieties can vary according to morphological characteristics, vegetation period length, yield and grain quality. The aim of this paper is to analyze the yield, protein and oil content, as well as protein and oil yield per unit area of NS soybean varieties in 2020 at the Rimski Šančevi locality. The NS Fantast soybean cultivar had the greatest grain yield (4402 kg ha⁻¹). The NS Kolos cultivar had the greatest protein yield per unit area (1756 kg ha⁻¹). The NS Kaća cultivar had the greatest protein content (46.21), the NS Atlas cultivar had the greatest oil content (22.73%), while the greatest oil yield per unit area was achieved with the NS Fantast soybean variety (961 kg ha⁻¹), and NS Hogar variety (954 kg ha⁻¹).

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

UVOD

Rad na selekciji soje Institutu za ratarstvo i povrtarstvo počinje od sredine sedamdesetih godina prošlog veka i do sada je registrovano 160 NS sorte soje u našoj zemlji, različite dužine vegetacije, morfoloških osobina, kvaliteta zrna i različite tolerancije na stresne uslove (Đukić i sar., 2015). Rezultati nedavnih populacionih studija sugerišu da soja ima blagotvorno ili neutralno dejstvo na različita zdravstvena stanja. Verovatno će doneti zdravstvene koristi - posebno kada se jede kao alternativa crvenom i prerađenom mesu (<https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/soy/>). Sojina hrana je odavno prepoznata kao izvor visokokvalitetnih proteina i zdravih masti, ali tokom poslednjih 25 godina ta hrana je strogo istražena zbog njihove uloge u prevenciji i lečenju hroničnih bolesti (Messina, 2016). Novije sorte soje su prinostnije i često boljeg kvaliteta u odnosu na standardne sorte (Miladinov i sar., 2017). Institut proizvođačima soje nudi visokoprinosne sorte soje, od veoma ranih sorti koje su pored redovne setve pogodne za zakasnelu setvu, postrnu setvu ili setvu na većim nadmorskim visinama, srednjestasne sorte optimalne za naše agroekološke uslove do kasnih sorti soje pune vegetacije. Gajenjem sorti soje različitih grupa zrenja najkritičnije faze razvoja protiču u različitim periodima, što dovodi do sigurnije proizvodnje i ostvarivanju zadovoljavajućih prinosa (Miladinov i sar., 2017). Cilj testiranja genotipova soje na različitim lokalitetima i u različitim agroekološkim uslovima upravo je pravilna rejonizacija, kako bi se odabrale sorte soje koje ostvaruju najviši prinos i najbolji kvalitet za pojedine regione gajenja (Miladinov i sar., 2019).

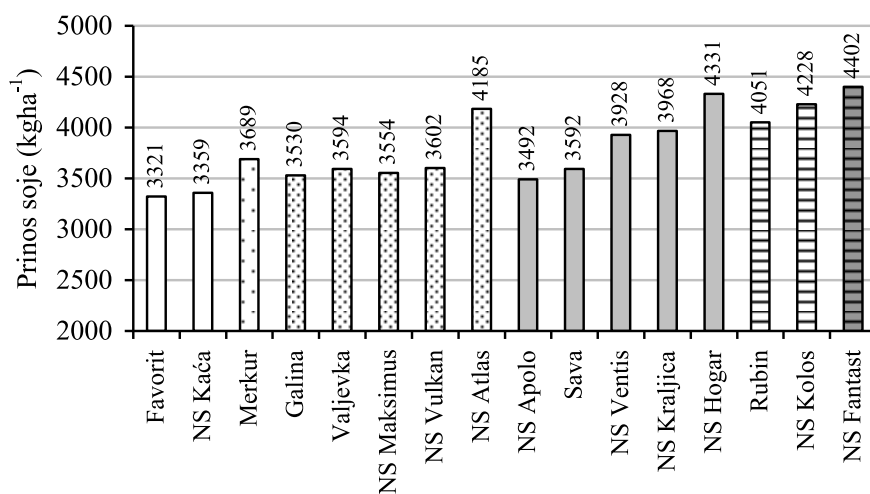
MATERIJAL I METODE RADA

U ovom radu analiziran je prinos, sadržaj proteina i sadržaj ulja NS sorti soje u 2020. godini na lokalitetu Rimski Šančevi. Ogled je bio postavljen na dobro obezbeđenom zemljištu hranivima, tipa karbonatni černozem, veličina svake parcele je iznosila 300 m² (6 redova soje sa međurednim rastojanjem od 50 cm i 100 m dužina). Sve agrotehničke mere primenjene su u optimalnom agrotehničkom roku, a u fazi tehnološke zrelosti pojedinih sorti soje vršena je žetva i obračun prinosa. Sadržaj proteina i ulja u zrnu soje određivan je u laboratoriji odeljenja za soju. Rezultati su prikazani grafički i tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

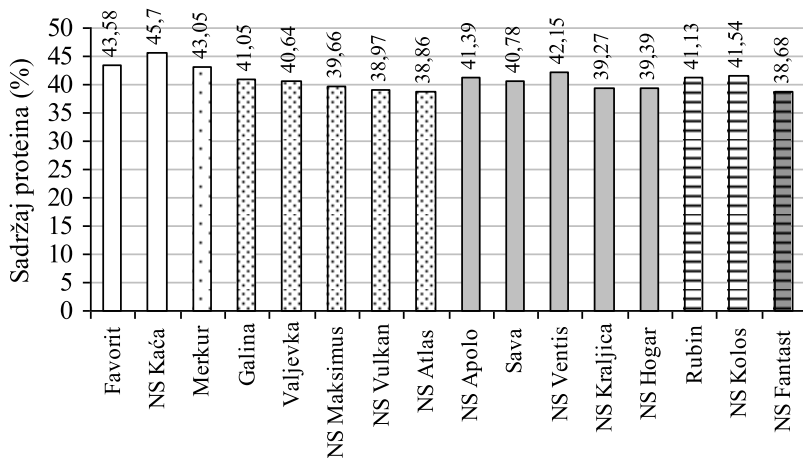
Prinos soje prikazan je grafički na slici 1. Veoma rane sorte soje, grupe zrenja 000 i 00 (Favorit 3321 kg ha⁻¹, NS Kaća 3359 kg ha⁻¹, Merkur 3689 kg ha⁻¹) ostvarile su niže prinose u odnosu na sorte sa dužim vegetacionim periodom. Srednjerane sorte, grupe zrenja 0 (Galina 3530 kg ha⁻¹, Valjevka 3594 kg ha⁻¹, NS Maximus 3554 kg ha⁻¹, NS Vulkan 3602 kg ha⁻¹ i NS Atlas 4185 kg ha⁻¹) ostvarile su viši prinos u odnosu na veoma rane sorte soje i niži prinos u odnosu na srednjestasne sorte soje.

Sorte soje I grupe zrenja ostvarile su više prinose u odnosu na ranije sorte soje (NS Apolo 3492 kg ha⁻¹, Sava 3592 kg ha⁻¹, NS Ventis 3928 kg ha⁻¹, NS Kraljica 3968 kg ha⁻¹, NS Hogar 4331 kg ha⁻¹). Ovde primećujemo da novije sorte soje NS Ventis, NS Kraljica i NS Hogar imaju veći potencijal za prinos u odnosu na standardne sorte Sava i NS Apolo. Srednjekasne sorte soje, II grupe zrenja ostvarile su u 2020. godini najviše prinose u odnosu na sorte sa kraćim vegetacionim periodom (Rubin 4051 kg ha⁻¹, NS Kolos 4228 kg ha⁻¹, Fantast 4402 kg ha⁻¹). 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).



Slika 1. Prosečan prinos NS sorti soje
Figure 1. Average yield of NS soybean varieties

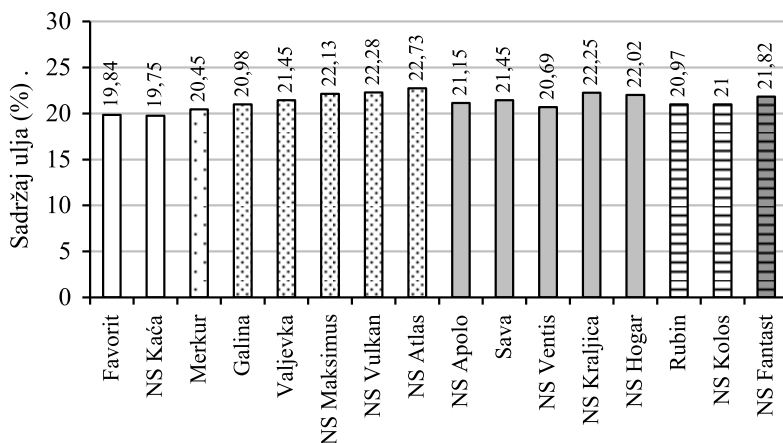
Sadržaj proteina u zrnju pojedinih NS sorti soje prikazan je grafički na slici 2. Zavisno od dužine vegetacionog perioda sadržaj proteina u ogledu kretao se u intervalu od 38,68% do 45,70%. Veoma rane sorte soje odlikuju se visokim sadržajem proteina u zrnju (Favorit 43,58%, NS Kaća 45,70%, Merkur 43,05%). Kod srednjeranih sorti, 0 grupe zrenja sadržaj proteina se kretao od 38,86% do 41,05% (Galina 41,05%, Valjevka 40,64%, NS Maximus 39,66%, NS Vulkan 38,97%, NS Atlas 38,86%). Sadržaj proteina kod srednjestasnih sorti soje kretao se u intervalu od 39,27% do 42,15% (NS Apolo 41,39%, Sava 40,78%, NS Ventis 42,15%, NS Kraljica 39,27%, NS Hogar 39,39%). Kod srednjekasnih sorti soje u 2020. godini sadržaj proteina kretao se od 38,68% do 41,54% (Rubin 41,13%, NS Kolos 41,54%, NS Fantast 38,68%).



Slika 2. Prosečan sadržaj proteina NS sorti soje (%)

Figure 2. Average protein content of NS soybean variety (%)

Sadržaj ulja u zrnu NS sorti soje prikazan je grafički na slici 3. Veoma rane sorte soje odlikuju se nižim sadržajem ulja u zrnu (Favorit 19,84%, NS Kaća 19,75%, Merkur 20,45%). Kod srednjeranih sorti soje, 0 grupe zrenja sadržaj ulja se kretao u intervalu od 20,98% do 22,73% (Galina 20,98%, Valjevka 21,45%, NS Maximus 22,13%, NS Vulkan 22,28%, NS Atlas 22,73%). Sadržaj ulja kod srednjestasnih sorti soje kretao se u intervalu od 20,69% do 22,25% (NS Apolo 21,15%, Sava 21,45%, NS Ventis 20,69%, NS Kraljica 22,25%, NS Hogar 22,02%). Kasne sorte soje u 2020. godini imale su sadržaj proteina u zrnu u intervalu od 20,97% do 21,82% (Rubin 20,97%, NS Kolos 21,00%, NS Fantast 21,82%).



Slika 3. Prosečan sadržaj ulja NS sorti soje (%)

Figure 3. Average oil content of NS soybean variety (%)

Prinos proteina i prinos ulja po jedinici površine NS sorti soje prikazan je u tabeli 1. Prinos proteina u 2020. godini kretao se u intervalu od 1404 kg ha⁻¹ kod srednjerane sorte soje NS Vulkan do 1756 kg ha⁻¹ kod sorte soje iz II grupe zrenja NS Kolos. Visoka vrednost za prinos proteina po jedinici površine zabeležena je i kod srednjestasne sorte soje NS Hogar 1706 kg ha⁻¹, srednjekasnih sorti NS Fantast 1703 kg ha⁻¹, Rubin 1666 kg ha⁻¹, srednjestasne sorte NS Ventis 1656 kg ha⁻¹ i rane sorte soje NS Atlas 1626 kg ha⁻¹. Da je najviši prinos proteina po jedinici površine ostvaren sa sortama koje su imale i najviši prinos zrna u svojim istraživanjima su ustanovili i Miladinov i sar. (2019). Prinos ulja kretao se u intervalu od 659 kg ha⁻¹ kod veoma rane sorte soje NS Favorit do 961 kg ha⁻¹ kod sorte soje sa najdužim vegetacionim periodom NS Fantast. Visok prinos ulja zabeležen je i kod srednjestasne sorte soje NS Hogar 954 kg ha⁻¹, rane sorte NS Atlas 951 kg ha⁻¹, srednjekasne sorte NS Kolos 888 kg ha⁻¹ kao i kod srednjestasne sorte soje NS Kraljica 883 kg ha⁻¹.

Tabela 1. Prosečan prinos proteina i prosečan prinos ulja NS sorti soje (kg ha⁻¹)
Table 1. Average protein and average oil yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta soje Soybean variety	Prinos proteina Protein yield	Prinos ulja Oil yield
000	Favorit	1447	659
000	NS Kaća	1535	663
00	Merkur	1588	754
0	Galina	1449	741
0	Valjevka	1461	771
0	NS Maximus	1410	787
0	NS Vulkan	1404	803
0	NS Atlas	1626	951
I	NS Apolo	1445	739
I	Sava	1465	770
I	NS Ventis	1656	813
I	NS Kraljica	1558	883
I	NS Hogar	1706	954
II	Rubin	1666	849
II	NS Kolos	1756	888
II/III	NS Fantast	1703	961

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznešenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Najviši prinos zrna zabeležen je kod kasne sorte soje NS Fantast (4402 kg ha⁻¹), a prinosi preko 4000 kg ha⁻¹ ostvareni su i sa sortama NS Hogar (4331 kg ha⁻¹), NS Kolos (4228 kg ha⁻¹), NS Atlas (4185 kg ha⁻¹) i Rubin (4051 kg ha⁻¹).

Sorta soje NS Kaća imala je najviši sadržaj proteina u zrnu (45,70%), a pored ove sorte, povišen sadržaj proteina zabeležen je i kod sorti soje Favorit 43,58%, Merkur 43,05%, NS Ventis 42,15%, NS Kolos.41,54% i NS Apolo 41,39%.

Povišen sadržaj ulja zabeležen je kod sorti NS Atlas 22,73%, NS Vulkan 22,28%, NS Kraljica 22,25%, NS Maximus 22,13% i NS Hogar 22,02%.

Najviši prinos proteina po jedinici površine zabeležen je kod sorte soje NS Kolos 1756 kg ha⁻¹, a visoke vrednosti bile su i kod sorti NS Hogar 1706 kg ha⁻¹, NS Fantast 1703 kg ha⁻¹, Rubin 1666 kg ha⁻¹, NS Ventis 1656 kg ha⁻¹ i NS Atlas 1626 kg ha⁻¹.

Najviši prinos ulja po jedinici površine zabeležen je kod sorte soje NS Fantast 961 kg ha⁻¹, a visoke vrednosti bile su i kod sorti NS Hogar 954 kg ha⁻¹, NS Atlas 951 kg ha⁻¹ i NS Kolos 888 kg ha⁻¹.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo istraživanja finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Ugovorom o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2021. godini, evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/soy/> (04.02.2021.: 17:20h)
2. 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: „Proizvodnja i prerada uljarica”, Herceg Novi, Crna Gora, 87-91.
3. Messina M. (2016). Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature. *Nutrients*, 8(12):754.
4. Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017). Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18-23. jun 2017, Herceg Novi, Crna Gora, 75-82.
5. Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 17-22. jun 2018, Herceg Novi, Crna Gora, 73-78.
6. Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, M., Petrović, K., Randelović, P., Cvijanović, G. (2019). Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, Crna Gora, 63-69.

PRINOS I KVALITET NS SORTI SOJE U MREŽI MAKROOGLEDA 2020. GODINE

*Vojin Đukić¹, Jedor Miladinović¹, Zlatica Miladinov Mamlić¹, Marina Čeran¹,
Ivica Đalović¹, Gordana Doze², Miladin Kostić¹*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija

IZVOD

Rejonizacija sorti soje ima cilj da se za pojedine lokalitete gajenja odaberu one sorte koje će u datim agroekološkim uslovima ostvariti maksimalne prinose uz minimalna variranja u različitim godinama. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine NS sorti soje u 2020. godini. Sorta soje NS Kraljica ostvarila je najviši prinos zrna (3641 kg ha⁻¹), sorta Rubin najviši sadržaj proteina (40,4%), a sorte NS Atlas i NS Kraljica najviši sadržaj ulja (22,2%), dok je najviši prinos proteina (1403 kg ha⁻¹) i ulja (801 kg ha⁻¹) po jedinici površine ostvaren sa sortom soje NS Kraljica.

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

YIELD AND COMPOSITION GRAIN OF NS SOYBEAN VARIETIES IN THE MACRO TRIALS IN 2020. YEAR

ABSTRACT

The zoning of soybean varieties aims to select individual cultivation sites those varieties that will achieve maximum yields in the given agro-ecological conditions with minimal variations in different years. 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 varieties in 2020. The NS Kraljica variety had the greatest grain yield (3641 kg ha⁻¹), the Rubin variety had the greatest protein content (40.4%), the NS Atlas, and NS Kraljica variety was the greatest oil content (22.2%), while the highest protein yield (1403 kg ha⁻¹) and oil (801 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

Kao rezultat rada na oplemenjivanju soje u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo do sada je u Srbiji registrovano 160 NS sorti soje, različite dužine vegetacije, morfoloških osobina, kvaliteta zrna i različite tolerancije na stresne uslove (Đukić i sar., 2015). O kvalitetu NS sorti soje dovoljno govori podatak da se one uspešno gaje od Francuske do Kazahstana i od južnog Sibira do Irana (Đukić i sar., 2019). Mikroklimatski uslovi pojedinih lokaliteta i pojedinih parcela imaju veliki uticaj na ostvareni prinos i kvalitet soje, zbog čega je veoma bitno odabrati odgovarajuću sortu za svaku parcelu (Đukić i sar., 2020). Najvažnije agronomске i hemijske osobine svake sorte soje pod jakim su uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013), zbog čega je važno da odabrane sorte budu ne samo dobro prilagođene konkretnim agroekološkim uslovima, već i da zbog promenljivosti ovih uslova imaju dobru adaptabilnost, kao i stabilnost prinosa (Miladinović i sar., 2017). Nove NS sorte soje su prinosnije i često boljeg kvaliteta u odnosu na standardne sorte (Miladinov i sar., 2017). Prednost pri odabiru sortimenta treba dati novostvorenim sortama soje, koje su nastale i testirane u uslovima promenjene klime, odnosno onim sortama koje zadovoljavajuće prinose ostvaruju i u povoljnim i u sušnim godinama (Đukić i sar., 2018). Cilj testiranja genotipova soje u mreži 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 (Miladinov i sar., 2019).

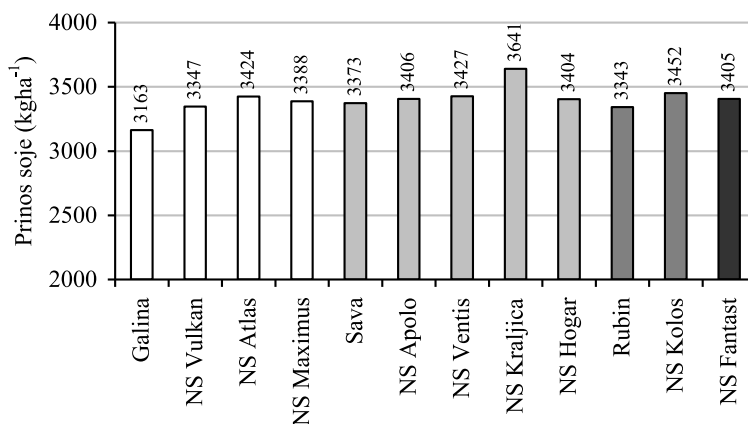
MATERIJAL I METODE RADA

Makroogledi soje u 2020. godini postavljeni su na 15 lokaliteta: Rimski Šančevi, Subotica, Bačka Topola, Sombor, Karavukovo, Vrbas, Vajska, Maglič, Kikinda, Zrenjanin, Pančevo, Vršac, Ruma, Šabac i Loznica. U makroogledu su zastupljene sorte soje iz 0, I i II grupe zrenja (Galina, NS Vulkan, NS Atlas i NS Maximus iz 0 grupe zrenja, Sava, NS Apolo, NS Ventis, NS Kraljica i NS Hogar iz I grupe zrenja i Rubin, NS Kolos i NS Fantast iz II grupe zrenja). Makrooglede izvode poljoprivredne stručne službe po standardnoj metodici za izvođenje makroogleda, uz kontrolu stručnjaka iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. U fazi tehnološke zrelosti obavlja se žetva, a nakon merenja mase uzoraka i vlage zrna vrši se obračun prinosa po jedinici površine sa 14% vlage. Uzorci semena se dostavljaju u Odeljenje za soju, gde se vrši određivanje sadržaja proteina i ulja u zrnu soje. Rezultati za prinos, sadržaj proteina i ulja, kao i za prinos proteina i ulja po jedinici površine prikazani su grafički.

REZULTATI I DISKUSIJA

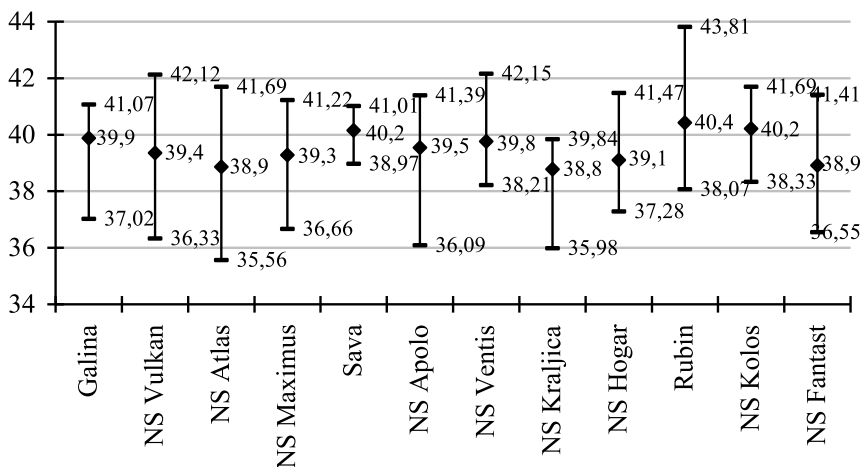
Prosečan prinos NS sorti soje prikazan je grafički na slici 1. Belim stubićima obeležene su rane sorte soje, 0 grupe zrenja, svetlo sivom bojom sorte soje I grupe

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 15 lokaliteta imala je nova sorta soje NS Kraljica (3641 kg ha⁻¹), dok je najniži prosečan prinos ostvaren sa ranom sortom soje Galina (3163 kg ha⁻¹).



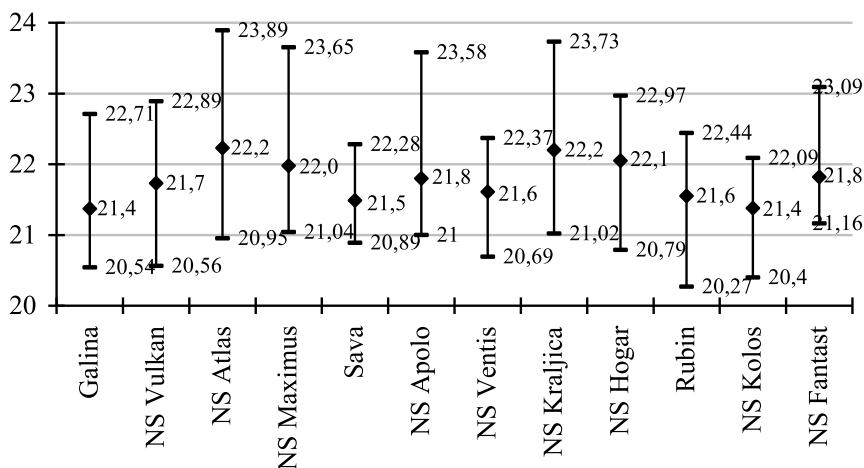
Slika 1. Prosečan prinos NS sorti soje u mreži makroogleda
Figure 1. Average yield of NS soybean varieties in the macro trial

Posmatrano po grupama zrenja vidi se da se među sortama iz 0 grupe zrenja po prinosu izdvajaju novija sorte soje NS Atlas (3424 kg ha⁻¹), NS Maximus (3388 kg ha⁻¹) i NS Vulkan (3347 kg ha⁻¹), u odnosu na sortu Galina (3163 kg ha⁻¹) 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 (3641 kg ha⁻¹), NS Ventis (3427 kg ha⁻¹), NS Apolo (3406 kg ha⁻¹) i NS Hogar (3404 kg ha⁻¹) u odnosu na sortu Sava (3373 kg ha⁻¹) koja je standard za ovu grupu zrenja. Od kasnih sorti soje izdvajaju se po prinosu sorte NS Kolos (3452 kg ha⁻¹) i NS Fantast (3405 kg ha⁻¹), u odnosu na sortu Rubin (3343 kg ha⁻¹) koja je i standard za II grupu zrenja.



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

Prosečan sadržaj proteina u zrnu (slika 2) veoma je varirao između pojedinih sorti soje i kretao se u rasponu od 38,8% (NS Kraljica) do 40,4% (Rubin). Po povišenom sadržaju proteina u zrnu izdvajaju se sorte Rubin (40,4%), NS Kolos, Sava (40,2%) i Galina (39,9%). Ovi rezultati su u saglasnosti sa istraživanjima Miladinov i sar., (2019) u kojima su utvrdili da sorte soje NS Kolos, NS Ventis, NS Vulkan, Sava i Rubin imaju povećan sadržaj proteina u zrnu. Još veća variranja u sadržaju proteina bila su kod iste sorte, a na različitim lokalitetima. Najveća variranja sadržaja proteina zabeležena su kod sorte NS Atlas, kod koje je najniži sadržaj proteina bio na lokalitetu Sombor (35,6%), a najviši sadržaj proteina na lokalitetu Zrenjanin (41,7%). Velike razlike bile su i kod sorti NS Vulkan kod koje je najniži sadržaj proteina zabeležen na lokalitetu Sombor (36,3%), dok je najviši sadržaj proteina bio na lokalitetu Zrenjanin (42,1%) i kod sorte Rubin kod koje je najniži sadržaj proteina zabeležen na lokalitetu Šabac (38,1%), dok je najviši sadržaj proteina bio na lokalitetu Zrenjanin (43,8 %). Na lokalitetu Sombor zabeležen je najniži sadržaj proteina u zrnu soje i u proseku za sve sorte u ogledu je iznosio 37,9%, dok je na lokalitetu Zrenjanin zabeležen najviši prosečan sadržaj proteina za sve sorte u makroogledu (41,3%).

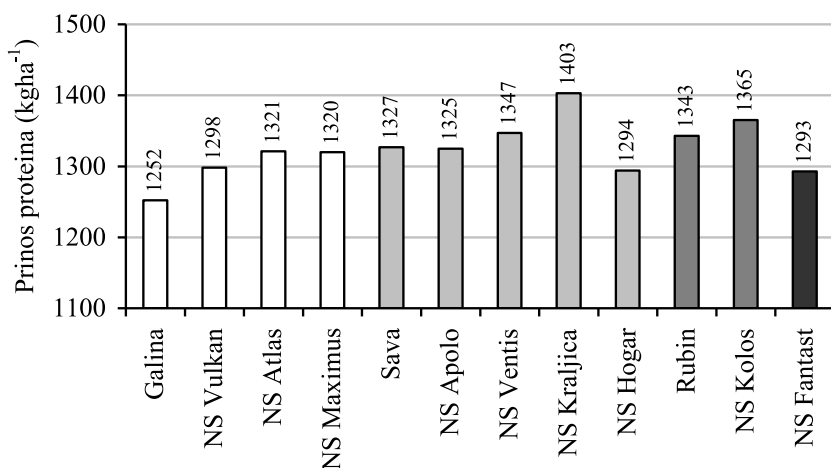


Slika 3. Prosečne vrednosti, minimalni i maksimalni sadržaj ulja NS sorti soje
Figure 3. Average amounts, minimum and maximum oil content NS variety

Prosečan sadržaj ulja u zrnu soje prikazan je grafički na slici 3. Najniži sadržaj ulja bio je kod Rane sorte Galina i kasne sorte NS Kolos (21,4%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod rane sorti soje NS Atlas i srednjestasne sorte NS Kraljica (22,2%). Sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu soje su vezana svojstva i nalaze se u negativnoj korelaciji, odnosno ako se povećava sadržaj proteina, smanjuje se sadržaj ulja u zrnu i obrnuto (Dozet i sar., 2018). Visok sadržaj ulja zabeležen je i kod sorti NS Hogar (22,1%) i NS Maximus (22,0%), dok je nizak sadržaj ulja zabeležen kod sorti Galina i NS Kolos (21,4%), kao i kod sorte Sava (21,5%). Po podacima Mildinov i sar., (2019) sorte soje NS Atlas i NS Hogar imaju povišen sadržaj ulja, dok se sorte NS Kolos i NS Ventis odlikuju smanjenim sadržajem ulja u zrnu. Prosečne vrednosti za sadržaj ulja za sve sorte soje u ogledu kretale su se od 21,0% na lokalitetima Zrenjanin do 22,5% na lokalitetu Sombor. Najveća variranja u sadržaju ulja između različitih lokaliteta bila su kod sorti soje NS Atlas (21,0% na lokalitetu Zrenjanin i 23,9% na lokalitetima Sombor) i NS Kraljica (21,0% na lokalitetu Maglić i 23,7% na lokalitetu Kikinda).

Prosečan prinos proteina po jedinici površine prikazan je grafički na slici 4.

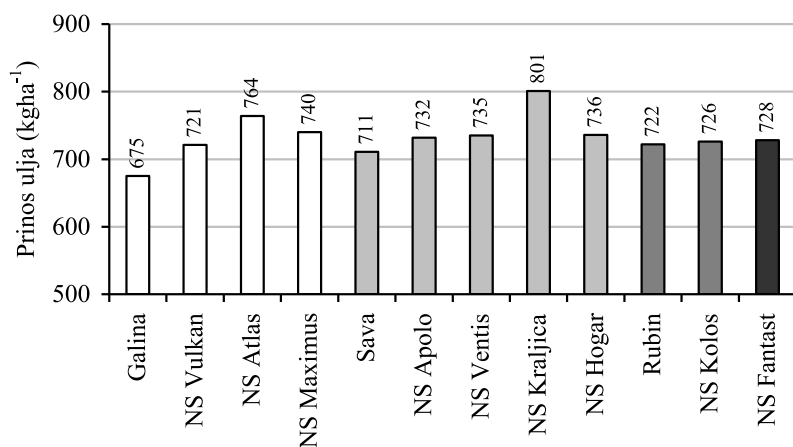
Najviši prinos proteina ostvaren je sa sortom Kraljica (1403 kg ha⁻¹) koja je imala najviši prinos zrna, a visok prinos proteina ostvaren je i sa sortama NS Kolos (1365 kg ha⁻¹), Ventis (1347 kg ha⁻¹) i sa sortom Rubin (1343 kg ha⁻¹) koja je imala najviši sadržaj proteina u zrnu. Po prinosu proteina u proseku za sve posmatrane lokalitete izdvajaju se i sorte Sava (1327 kg ha⁻¹) i NS Apolo (1325 kg ha⁻¹). Najniži prinos proteina ostvaren je sa sortom Galina (1252 kg ha⁻¹). Najmanji prinos proteina, za sve sorte soje u ogledu, ostvaren je na lokalitetu Zrenjanin (763 kg ha⁻¹), kao i na lokalitetu Kikinda (838 kg ha⁻¹) dok je najviši prosečan prinos proteina bio na lokalitetima Loznica (1783 kg ha⁻¹) i Sombor (1648 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 grafički na slici 5.

Prosečan prinos ulja kretao se od 675 kg ha⁻¹ kod sorte soje Galina do 801 kg ha⁻¹ kod sorte NS Kraljica. Pored sorte soje NS Kraljica, po visini prinosa ulja po jedinici površine izdvajaju se i sorte NS Atlas (764 kg ha⁻¹) i NS Maximus (740 kg ha⁻¹). Najmanji prosečan prinos ulja po jedinici površine, za sve sorte soje u makroogledu, ostvaren je na lokalitetima Zrenjanin (389 kg ha⁻¹) i Kikinda (481 kg ha⁻¹) dok je najviši prosečan prinos proteina bio na lokalitetima Sombor (976 kg ha⁻¹) i Loznica (969 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 zrnu izdvajaju se sorte Rubin, NS Kolos i Sava, dok se po povišenom sadržaju ulja izdvajaju sorte NS Atlas, NS Kraljica i NS Hogar.

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

Zahvalnica

Ovaj rad je deo istraživanja finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Ugovorom o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2021. godini, evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. 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.
2. 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.
3. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Dozet, G., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Marinković, J. (2019). Kvalitativne osobine NS sorti soje registrovanih u 2019. Godini. Zbornik radova 60. Savetovanje industrije ulja, Herceg Novi, Crna Gora, 71-78.
4. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Jaćimović, S. (2020). Prinos i kvalitet NS sorti soje u mreži makroogleda 2019. godine. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja. Herceg Novi, Crna Gora, 39-45.
5. Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017). Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18-23. jun 2017, Herceg Novi, Crna Gora, 75-82.
6. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V. (2013). Soja u 2012. godini. Zbornik referata 47. Savetovanja agronoma Srbije, Zlatibor, 3-9. februar 2013., 79-86.
7. Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2017). Soja u 2016. godini, Zbornik referata 51. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), 22.01.-28.01. 2017., Zlatibor, 11-20.

KVALITET NOVOPRIZNATIH NS SORTI SOJE U 2021. GODINI

*Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹, Danijela Stojanović², Zlatica Miladinov Mamlić¹,
Vuk Đorđević¹, Predrag Ranđelović¹, Vojin Cvijanović³*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

²Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Srbija

³Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Srbija

IZVOD

U Odeljenju za soju, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada do sada je registrovano 160 NS sorte soje, različitih grupa zrenja. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, najnovijih NS sorti soje priznatih u 2021 godini. U dvogodišnjim ogledima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, na pet lokaliteta, najviši prinos imala je sorta soje NS Deneris (4574 kg ha⁻¹). Najviši sadržaj proteina imala je sorta NS Pavle (40,53%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod sorti NS Zmaj (23,04%) i NS Deneris (23,01%).

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

QUALITY NEWLY RELEASED NS VARIETIES SOYBEAN IN 2021

ABSTRACT

The Department of soybean, Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad has so far registered 160 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 2021. In the two-year trials of the Ministry of Agriculture and Environmental Protection, at five locations, the highest yield had late soybean NS Deneris (4574 kg ha⁻¹). The highest protein content was early variety NS Pavle (40.53%), while the highest oil content was recorded in varieties NS Zmaj (23.04%) and NS Deneris (23.01%).

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

UVOD

Soja je veoma značajna industrijska biljka, leguminoza koja živi u simbiozi sa kvržičnim bakterijama koje usvajaju azot iz vazduha i prevode ga u oblik dostupan biljkama, proteinsko-uljana biljka koja u svetu zauzima sve veće površine. 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 160 NS sorti soje, a 200 sorti registrovano je u inostranstvu. Prednost Instituta za ratarstvo i povrtarstvo je u širokoj paleti sorti soje, od veoma ranih, do veoma kasnih sorti (Randelović i sar., 2020). Institut za ratarstvo i povrtarstvo je lider u selekciji soje u ovom delu Evrope, a o kvalitetu NS sorti soje dovoljno govori podatak da se naše sorte soje gaje na području od Francuske do Kazahstana i Uzbekistana, odnosno od južnog Sibira do Irana (Đukić i sar., 2019).

Prednost pri izboru sortimenta treba dati novim sortama soje, koje su nastale i testirane u uslovima promenjene klime, odnosno sortama koje zadovoljavajuće prinose ostvaruju i u povoljnim i u sušnim godinama (Đukić i sar., 2018a). Gajenjem sorti soje različitih grupa zrenja najkritičnije faze razvoja protiču u različitim periodima, što dovodi do sigurnije proizvodnje i ostvarivanju zadovoljavajućih prinosa (Miladinov i sar., 2017). Cilj ovoga rada je da se sagleda kvalitet najnovijih NS sorti soje, registrovanih u 2021. godini i uporedi sa standardnim sortama za pojedine grupe zrenja.

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 šest novopriznatih sorti soje (NS Valantis, 00 grupa zrenja, NS Viseris, 0 grupa zrenja, NS Deneris, NS Belma, NS Pavle i NS Zmaj, I grupe zrenja), kao i sorti koje predstavljaju standarde za upoređivanje u procesu testiranja novih genotipova (Merkur, 00 grupa zrenja, Galina i NS Maximus, 0 grupa zrenja, Sava i NS Apolo, I grupa zrenja). Ovi ogledi se izvode na pet lokaliteta: Karavukovo, Rimski Šančevi, Pančevo, Sremska Mitrovica i Sombor i analizirani su podaci za 2019. i 2020. godinu. U radu je analiziran prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Tokom vegetacionog perioda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a nakon žetve sadržaj proteina i ulja u zrnu soje sa svih lokaliteta određivan je u PSS Sombor. Rezultati su prikazani tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

U 2021. godini registrovano je šest NS sorti soje i to jedna veoma rana sorta (NS Valantis), jedna rana sorta (NS Viseris) i četiri srednjestasne sorte soje (NS Deneris,

NS Belma, NS Pavle i NS Zmaj). Pošto su promenjene standardne sorte za 0 i I grupu zrenja, prikazani su rezultati za stare standardne sorte (Galina i Sava) i za nove standarde (NS Maximus i NS Apolo), kao i standard za 00 grupe zrenja sorta Merkur.

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

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	3594	3980	3478	4327	3992	3874
00	NS Valantis	3636	4320	3916	4688	4023	4117
0	Galina	3436	4131	3818	4866	4393	4129
0	NS Maximus	3590	4263	3850	4619	4461	4156
0	NS Viseris	3637	4351	4008	5075	4752	4365
I	Sava	3667	3740	3709	4368	4194	3936
I	NS Apolo	3726	3787	3725	4368	4820	4085
I	NS Deneris	3589	5372	4202	4740	4967	4574
I	NS Belma	3738	4265	4027	5010	4551	4318
I	NS Pavle	3391	4331	4216	4345	4819	4220
I	NS Zmaj	3987	4492	4209	5045	5064	4559

Najviši prinos zrna (tabela 1), u proseku za dve godine i sve lokalitete, ostvaren je sa novopriznatom sortom soje I grupe zrenja NS Deneris (4574 kg ha⁻¹), dok je najviši prinos standardnih sorti zabeležen kod standarda za 0 grupu zrenja, sorte NS Maximus (4156 kg ha⁻¹).

Novopriznate sorte soje moraju ostvariti bolje rezultate u poređenju sa standardnim sortama u dvogodišnjem periodu na pet lokaliteta tokom testiranja u komisijским ogledima, a razlika u prinosu mora biti veća od 3% (Đukić i sar., 2018). Novopriznata sorta soje iz 00 grupe zrenja, NS Valantis ostvarila je prinos za 6,27% veći u odnosu na standardnu sortu soje Merkur, novopriznata sorta soje iz 0 grupe zrenja, NS Viseris veći prinos za 5,03% u odnosu na standardnu sortu NS Maximus, dok su novopriznate srednjestasne sorte soje iz I grupe zrenja u odnosu na standardnu sortu NS Apolo imale veći prinos za 11,97% (NS Deneris), 11,60% (NS Zmaj), 5,70% (NS Belma) i 3,30% (NS Pavle). Manje variranje prinosa na različitim lokalitetima i pri različitim agroekološkim uslovima proizvodnje ukazuju na stabilnost sorte (Đukić i sar., 2015).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina NS sorti soje (%), (2018-2019)
Table 2. Average protein content of NS soybean variety (%), (2018-2019)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	37,9	39,3	44,1	39,9	39,0	40,03
00	NS Valantis	37,7	39,7	39,6	41,4	38,4	39,32
0	Galina	36,5	39,7	38,8	42,6	37,3	38,95
0	NS Maximus	39,1	37,6	39,4	38,7	37,2	38,37
0	NS Viseris	37,8	39,9	39,0	39,6	34,8	38,18
I	Sava	36,8	37,9	41,5	39,9	37,5	38,69
I	NS Apolo	37,4	37,9	38,5	38,3	36,4	37,70
I	NS Deneris	39,7	39,8	40,8	37,4	37,5	39,00
I	NS Belma	38,8	41,2	40,8	38,0	39,3	39,60
I	NS Pavle	39,4	40,7	44,1	40,0	38,5	40,53
I	NS Zmaj	37,4	37,1	40,1	39,3	36,7	38,08

Rane sorte soje imaju veći sadržaj proteina, međutim selekcijom su stvorene i mnoge sorte sa dužim vegetacionim periodom sa povišenim sadržajem proteina. U ovim ispitivanjima (tabela broj 2) najveća prosečna vrednost za sadržaj proteina na pet lokaliteta u trajanju od dve godine zabeležena je kod sorte soje iz I grupe zrenja NS Pavle (40,53%), dok je najniži sadržaj proteina zabeležen kod standardne sorte za I grupu zrenja NS Apolo (37,70%). Visok sadržaj proteina zabeležen je i kod veoma rane sorte iz 00 grupe zrenja, Merkur (40,03%), kao i kod srednjestasne sorte iz I grupe zrenja, NS Belma (39,60%). 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 (Đukić i sar., 2018).

Najviši sadržaj ulja u zrnu soje (tabela 3), u proseku za dve godine i pet lokaliteta, zabeležen je kod sorti soje iz I grupe zrenja, NS Zmaj (23,04%), NS Deneris (23,01%) i NS Apolo (22,93%) a najniži sadržaj kod rane sorte iz 0 grupe zrenja, Galina (22,31%). Lokalitet gajenja, kao i pojedine godine imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte (Đukić i sar., 2017), zbog čega je veoma bitno odabrati odgovarajuću sortu za svaku parcelu (Đukić i sar., 2020).

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja NS sorti soje (%), (2018-2019)
Table 3. Average oil content of NS soybean variety (%), (2018-2019)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	22,6	24,0	22,9	22,4	22,7	22,88
00	NS Valantis	22,3	21,6	24,8	22,2	23,3	22,82
0	Galina	22,6	22,1	22,7	21,5	22,9	22,31
0	NS Maximus	22,0	23,6	23,3	21,7	23,1	22,72
0	NS Viseris	22,9	22,2	23,0	22,6	23,6	22,83
I	Sava	22,6	22,1	22,7	23,8	22,8	22,76
I	NS Apolo	22,5	23,0	23,1	23,3	22,8	22,93
I	NS Deneris	23,0	22,9	23,4	23,1	22,8	23,01
I	NS Belma	22,2	21,4	22,2	23,2	24,5	22,68
I	NS Pavle	22,3	21,6	21,8	23,2	24,5	22,68
I	NS Zmaj	22,9	22,5	23,0	23,4	23,5	23,04

Najviši prosečan prinos proteina (tabela 4) u dvogodišnjem testiranju imala je sorta soje iz I grupe zrenja, NS Deneris (1781 kg ha⁻¹), kod koje je zabeležen i najviši prinos zrna, a visoki rezultati zabeleženi su i kod srednjestasnih sorti soje iz I grupe zrenja NS Zmaj (1735 kg ha⁻¹), NS Pavle (1710 kg ha⁻¹) i NS Belma (1708 kg ha⁻¹). Najniži prinos proteina bio je kod standardnih sorti iz I grupe zrenja, Sava (1523 kg ha⁻¹), NS Apolo (1537 kg ha⁻¹) i veoma rane sorte koja je standard za 00 grupe zrenja, Merkur (1548 kg ha⁻¹). Od novopriznatih sorti najniži prinos proteina zabeležen je kod veoma rane sorte iz 00 grupe zrenja, NS Valantis (1623 kg ha⁻¹). Da je najviši prinos proteina po jedinici površine ostvaren sa sortama koje su imale i najviši prinos zrna u svojim istraživanjima su ustanovili i Miladinov i sar. (2019); Miladinov i sar. (2020).

Tabela 4. Prosečan prinos proteina NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2018-2019)
Table 4. Average protein yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2018-2019)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	1362	1562	1534	1726	1557	1548
00	NS Valantis	1369	1715	1549	1939	1543	1623
0	Galina	1254	1638	1479	2070	1639	1616
0	NS Maximus	1402	1601	1517	1787	1657	1593
0	NS Viseris	1373	1734	1561	2007	1654	1666
I	Sava	1349	1416	1539	1741	1571	1523
I	NS Apollo	1392	1433	1434	1671	1755	1537
I	NS Deneris	1423	2135	1714	1770	1860	1781
I	NS Belma	1450	1755	1643	1904	1786	1708
I	NS Pavle	1334	1763	1859	1738	1855	1710
I	NS Zmaj	1489	1664	1688	1980	1856	1735

Tabela 5. Prosečan prinos ulja NS sorti soje (kg ha⁻¹), (2018-2019)
Table 5. Average oil yield of NS soybean variety (kg ha⁻¹), (2018-2019)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Lokalitet / Location					Prosek Average
		Karavukovo	Rimski Šančevi	Pančevo	Sremska Mitrovica	Sombor	
00	Merkur	810	953	795	967	906	886
00	NS Valantis	809	933	971	1038	937	938
0	Galina	775	911	865	1044	1004	920
0	NS Maximus	790	1004	897	1002	1028	944
0	NS Viseris	831	964	922	1147	1119	997
I	Sava	827	825	840	1040	954	897
I	NS Apollo	838	871	859	1018	1099	937
I	NS Deneris	826	1227	983	1093	1130	1052
I	NS Belma	830	911	894	1160	1115	982
I	NS Pavle	756	935	919	1006	1125	948
I	NS Zmaj	913	1011	968	1178	1187	1051

Najviši prosečan prinos ulja (tabela 5) po jedinici površine zabeležen je kod sorti soje iz I grupe zrenja, NS Deneris (1052 kg ha⁻¹), koja je imala i najviši prinos zrna, NS Zmaj (1051 kg ha⁻¹) i kod rane sorte iz 0 grupe zrenja, NS Viseris (997 kg ha⁻¹), dok je najniži prinos ulja zabeležen kod veoma rane sorte koja je standard za 00 grupu zrenja, Merkur (886 kg ha⁻¹) i sorte koja je standard za I grupu zrenja Sava (897 kg ha⁻¹).

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Novopriznate sorte soje imaju viši prinos u odnosu na standardne sorte soje.

Visok sadržaj proteina zabeležen je kod sorti soje NS Pavle, Merkur i NS Belma, visok sadržaj ulja kod sorti NS Deneris, NS Zmaj i NS Apollo.

Prinosi 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 zabeležen kod sorti soje NS Deneris i NS Zmaj koje su ostvarile najviši prinos zrna.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo istraživanja finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Ugovorom o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2021. godini, evidencionni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, 1-127
2. Đukić, V., Cvijanović, M., Dozet, G., Popović, V., Valan, D., Petrović, K., Marinković, J. (2015). Prinos i kvalitet NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 56. Savetovanje industrije ulja. Herceg Novi, 2015. 87-91.
3. 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.
4. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017). Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18.-23. jun, 2017., Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
5. Đukić, V., Stojanović, Danijela, Miladinov, Zlatica, Miladinović, J., Balešević-Tubić, Svetlana, Dozet, Gordana, Merkulov-Popadić, Larisa (2018). Sadržaj proteina i ulja u novim NS sortama soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 65-71.
6. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018a). Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52.

- Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 21-27. januar 2018., 34-44.
7. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Dozet, G., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Marinković, J. (2019). Kvalitativne osobine NS sorti soje registrovanih u 2019. godini. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, 71-78.
 8. Đukić, V., Miladinov, Zlatica, Balešević-Tubić, Svetlana, Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, Dragana, Jaćimović, Simona (2020): Prinos i kvalitet NS sorti soje u mreži makroogleda 2019. godine. Zbornik radova 61. Savetovanje idustrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12.-17. jul 2020, Herceg Novi, Crna Gora, 39-45.
 9. Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017): Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18.-23. jun, 2017., Herceg Novi, Crna Gora, 75-82.
 10. Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, M., Petrović, K., Randelović, P., Cvijanović, G. (2019): Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica“, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, Crna Gora, 63-69.
 11. Miladinov, Zlatica, Đukić, V., Randelović, P., Dozet, Gordana, Merkulov-Popadić, Larisa, Čeran, Marina, Krsmanović, S. (2020): Sadržaj ulja i proteina aktuelnog NS sortimenta soje. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12.-17. jul 2020, Herceg Novi, Crna Gora, 31-37.
 12. Randelović, P., Stojanović, Danijela, Đukić, V., Petrović, Kristina, Dozet, Gordana, Vasiljević, Marjana, Miljaković, S. (2020): Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2020. godini. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12.-17. jul 2020, Herceg Novi, Crna Gora, 47-54.

UTICAJ LOKALITETA NA PRINOS I NA SADRŽAJ PROTEINA I ULJA U ZRNU SOJE

*Zlatica Miladinov Mamlić¹, Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹,
Gordana Dozet², Gorica Cvijanović³, Marija Bajagić⁴, Vojin Cvijanović⁵*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija
²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija
³Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac, Srbija
⁴Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
⁵Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Srbija

IZVOD

Lokalitet gajenja soje sa svojim zemljišnim i klimatskim specifičnostima ima veoma veliki uticaj na ostvareni prinos, ali i na hemijski sastav zrna soje. Cilj ovoga rada je sagledavanje uticaja lokaliteta na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. Sorta soje NS Kraljica ostvarila je najviši prinos zrna (4215 kg ha⁻¹), sorta NS Kolos imala je najviši sadržaj proteina (40,4%), a sorta NS Atlas najviši sadržaj ulja (22,8%). Najviši prinos zrna (4409 kg ha⁻¹) i najviši sadržaj ulja (22,6%) zabeleženi su na lokalitetu Sombor, dok je najviši sadržaj proteina (40,3%) bio na lokalitetu Rimski Šančevi.

Ključne reči: prinos soje, sadržaj proteina, sadržaj ulja, sorta, lokalitet gajenja

INFLUENCE OF LOCATION ON YIELD, PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEAN GRAIN

ABSTRACT

The location of soybean cultivation with its soil and climatic specifics has a very large impact on the yield, but also on the chemical composition of soybeans. The aim of this paper is to consider the influence of localities on yield, protein and oil content in soybean grain. NS Kraljica soybean variety achieved the highest grain yield (4215 kg ha⁻¹), NS Kolos variety had the highest protein content (40.4%), and the variety NS Atlas has the highest oil content (22.8%). The highest grain yield (4409 kg ha⁻¹) and the highest oil content (22.6%) were recorded at the Sombor site, while the highest protein content (40.3%) was at the Rimski Sancevi site.

Key words: soybean yield, protein content, oil content, variety, cultivation site

UVOD

Sorte soje NS Instituta su visokoprinosne i razlikuju se međusobno po dužini vegetacionog perioda, morfološkim osobinama, kvalitetu zrna i toleranciji na stresne uslove (Đukić i sar., 2015). Ove razlike su veoma bitne za prilagođavanje pojedinih sorti soje različitim agroekološkim uslovima (Miladinov i sar., 2019). U prosečnim godinama sorte soje sa dužim vegetacionim periodom daju i veće prinose, međutim u nepovoljnim godinama sa izraženim sušnim periodom, ranije sorte mogu dati veće prinose, pošto kod ovih sorti cvetanje, formiranje mahuna i nalivanje zrna protiče u periodu kada u zemljištu još ima vlage (Đukić i sar., 2019). 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., 2018b). Nove NS sorte soje su prinossnije i često boljeg kvaliteta u odnosu na standardne sorte (Miladinov i sar., 2017). Sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu soje su vezana svojstva i nalaze se u negativnoj korelaciji, odnosno ako se povećava sadržaj proteina, smanjuje se sadržaj ulja u zrnu i obrnuto (Dozet i sar., 2018). Različiti lokaliteti gajenja soje svojim zemljišnim i klimatskim uslovima imaju veliki uticaj kako na ostvareni prinos soje, tako i na sadržaj proteina u ulja u zrnu.

MATERIJAL I METODE RADA

Da bi proučili uticaj lokaliteta na prinos, sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu soje postavljen je ogled na pet lokaliteta sa šest NS sorti soje (po dve sorte iz 0, I i II grupe zrenja). Lokaliteti u ogledu su bili Rimski Šančevi, Vrbas, Sombor, Karavukovo i Ruma, a sorte u ogledu NS Vulkan, NS Atlas (0 grupa zrenja), NS Ventis, NS Kraljica (I grupa zrenja), Rubin i NS Kolos (II grupa zrenja). Setva je obavljena u prvoj polovini aprila, tokom vegetacije primenjene su standardne agrotehničke mere za proizvodnju soje, a u fazi tehnološke zrelosti obavljena je žetva, merenja mase uzoraka i vlage zrna, obračun prinosa po jedinici površine sa 14% vlage. U laboratoriji Odeljenja za soju određivan je sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. Rezultati za prinos, sadržaj proteina i ulja prikazani su tabelarno i grafički.

REZULTATI I DISKUSIJA

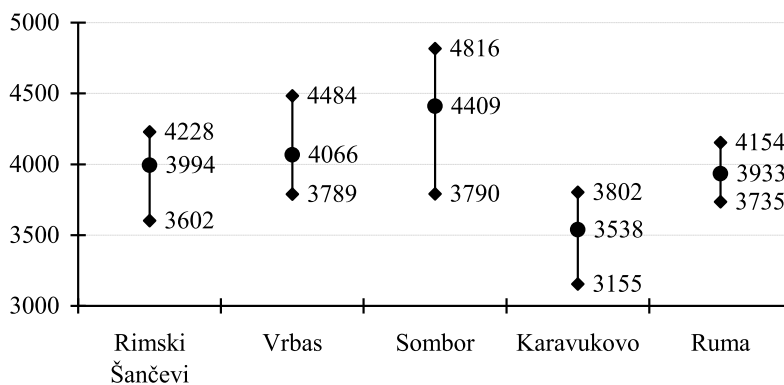
Prosečan prinos NS sorti soje prikazan je u tabeli 1. Posmatrano po sortama, uočava se da je najviši prinos u proseku za svih pet lokaliteta zabeležen kod sorte NS Kraljica (4215 kg ha⁻¹), a najniži prinos kod sorte NS Vulkan (3776 kg ha⁻¹). Na lokalitetu Sombor ostvaren je najviši prinos zrna soje u proseku za svih šest sorti u ogledu (4409 kg ha⁻¹), dok je na lokalitetu Karavukovo prosečan prinos bio najniži (3538 kg ha⁻¹). Posmatrajući pojedinačno prinose pojedinih sorti po lokalitetima uočavamo da se prinos u ogledu kretao od 3155 kg ha⁻¹ (sorta NS Kolos na lokalitetu Karavukovo)

do 4816 kg ha⁻¹ (sorta NS Kraljica na lokalitetu Sombor). Najveće variranje prinosa po pojedinim sortama soje zabeleženo je kod sorte NS Kolos (od 3155 kg ha⁻¹ na lokalitetu Karavukovo do 4547 kg ha⁻¹ na lokalitetu Sombor). Kod sorte NS Vulkan zabeleženo je najmanje variranje prinosa u odnosu na pojedine lokalitete (od 3602 kg ha⁻¹ na lokalitetu Rimski Šančevi do 3948 kg ha⁻¹ na lokalitetu Vrbas).

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

Sorte Lokaliteti	NS Vulkan	NS Atlas	NS Ventis	NS Kraljica	Rubin	NS Kolos	Prosek
Rimski Šančevi	3602	4185	3928	3968	4051	4228	3994
Vrbas	3948	3930	4189	4484	3789	4054	4066
Sombor	3790	4387	4639	4816	4275	4547	4409
Karavukovo	3693	3802	3529	3793	3257	3155	3538
Ruma	3845	3735	4154	4013	4039	3809	3933
Prosek	3776	4008	4088	4215	3882	3959	

Variranje prinosa soje po pojedinim lokalitetima prikazano je grafički na slici 1. Najveće variranje u prinosu soje zabeleženo je na lokalitetu Sombor (od 3790 kg ha⁻¹ sa sortom NS Vulkan do 4816 kg ha⁻¹ sa sortom NS Kraljica). Najmanje variranje u prinosu soje bilo je na lokalitetu Ruma (od 3735 kg ha⁻¹ sa sortom NS Atlas do 4154 kg ha⁻¹ sa sortom NS Ventis). Iz ovih rezultata uočava se da su veća variranja prinosa soje kod iste sorte na različitim lokalitetima, nego kod istog lokaliteta u odnosu na različite sorte soje.



Slika 1. Prosečne vrednosti, minimalni i maksimalni prinos soje po pojedinim lokalitetima
Figure 1. Average values, minimum and maximum soybean yield by individual localities

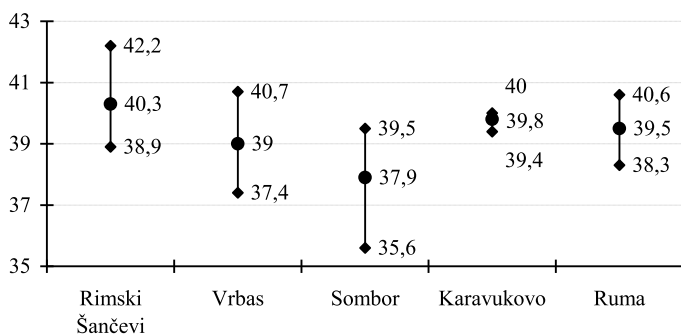
Prosečan sadržaj proteina NS sorti soje prikazan je u tabeli 2.

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

Sorte Lokaliteti	NS Vulkan	NS Atlas	NS Ventis	NS Kraljica	Rubin	NS Kolos	Prosek
Rimski Šančevi	39,0	38,9	42,2	39,3	41,1	41,5	40,3
Vrbas	38,5	37,4	38,4	38,6	40,6	40,7	39,0
Sombor	36,3	35,6	38,7	38,0	39,5	39,4	37,9
Karavukovo	40,0	39,8	39,8	39,4	39,8	39,8	39,8
Ruma	39,4	38,3	39,5	39,8	39,1	40,6	39,5
Prosek	38,6	38,0	39,7	39,0	40,0	40,4	

Posmatrano po sortama, uočava se da je najviši sadržaj proteina u proseku za svih pet lokaliteta zabeležen kod sorte NS Kolos (40,4%), a najniži sadržaj proteina kod sorte NS Atlas (38,0%). Na lokalitetu Rimski Šančevi ostvaren je najviši sadržaj proteina u zrnju soje u proseku za svih šest sorti u ogledu (40,3%), dok je na lokalitetu Sombor prosečan sadržaj proteina bio najniži (37,9%). Posmatrajući pojedinačno sadržaj proteina kod pojedinih sorti po lokalitetima uočavamo da se sadržaj proteina u ogledu kretao od 35,6% (sorta NS Atlas na lokalitetu Sombor) do 42,2% (sorta NS Ventis na lokalitetu Rimski Šančevi). Najveće variranje sadržaja proteina po pojedinim sortama soje zabeleženo je kod sorte NS Atlas (od 35,6% na lokalitetu Sombor do 39,8% na lokalitetu Karavukovo). Kod sorte NS Kraljica zabeleženo je najmanje variranje sadržaja proteina u odnosu na pojedine lokalitete (od 38,0% na lokalitetu Sombor do 39,8% na lokalitetu Ruma).

Variranje sadržaja proteina po pojedinim lokalitetima prikazano je grafički na slici 2. Najveće variranje u sadržaju proteina u zrnju soje zabeleženo je na lokalitetu Sombor (od 35,5% sa sortom NS Atlas do 39,5% sa sortom Rubin). Najmanje variranje u sadržaju proteina bilo je na lokalitetu Karavukovo (od 39,4% sa sortom NS Kraljica do 40,0% sa sortom NS Vulkan). Kao i kod prinosa zrna po jedinici površine i za sadržaj proteina može se reći da su veća variranja kod iste sorte na različitim lokalitetima, nego kod istog lokaliteta u odnosu na različite sorte soje.



Slika 2. Prosečne vrednosti, minimalni i maksimalni sadržaj proteina po pojedinim lokalitetima

Figure 2. Average values, minimum and maximum protein content by individual localities

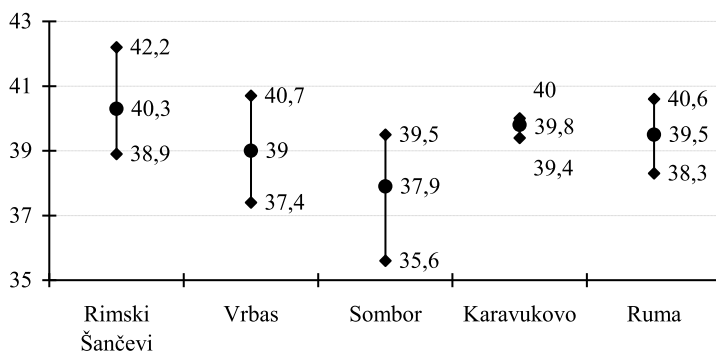
Prosečan sadržaj ulja u zrnu NS sorti soje prikazan je u tabeli 3. Posmatrano po sortama, uočava se da je najviši sadržaj ulja u proseku za svih pet lokaliteta zabeležen kod sorte NS Atlas (22,8%), a najniži sadržaj ulja kod sorte NS Kolos (21,4%). Na lokalitetu Sombor ostvaren je najviši sadržaj ulja u zrnu soje u proseku za svih šest sorti u ogledu (22,6%), dok je na lokalitetu Rimski Šančevi prosečan sadržaj ulja bio najniži (21,7%). Posmatrajući pojedinačno sadržaj ulja kod pojedinih sorti po lokalitetima uočavamo da se sadržaj ulja u ogledu kretao od 20,07% (sorta NS Ventis na lokalitetu Rimski Šančevi) do 23,9% (sorta NS Atlas na lokalitetu Sombor). Najveće variranje sadržaja ulja po pojedinim sortama soje zabeleženo je kod sorte NS Atlas (od 21,7% na lokalitetu Karavukovo do 23,9% na lokalitetu Sombor). Kod sorte NS Kolos zabeleženo je najmanje variranje sadržaja ulja u odnosu na pojedine lokalitete (od 21,0% na lokalitetima Rimski Šančevi i Ruma do 21,9% na lokalitetu Karavukovo).

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja NS sorti soje (%), (2018-2019)

Table 3. Average oil content of NS soybean variety (%), (2018-2019)

Lokaliteti \ Sorte	Sorte						Prosek
	NS Vulkan	NS Atlas	NS Ventis	NS Kraljica	Rubin	NS Kolos	
Rimski Šančevi	22,3	22,7	20,7	22,3	21,0	21,0	21,7
Vrbas	22,2	23,0	22,4	22,7	22,0	21,4	22,3
Sombor	22,9	23,9	22,1	22,7	22,1	21,8	22,6
Karavukovo	21,7	21,7	21,8	21,9	22,4	21,9	21,9
Ruma	21,5	22,6	21,7	21,6	22,1	21,0	21,8
Prosek	22,1	22,8	21,7	22,2	21,9	21,4	

Variranje sadržaja ulja po pojedinim lokalitetima prikazano je grafički na slici 3. Najveće variranje sadržaja ulja u zrnu soje zabeleženo je na lokalitetu Sombor (od 22,1% sa sortama NS Ventis i Rubin do 23,9% sa sortom NS Atlas). Najmanje variranje u sadržaju ulja bilo je na lokalitetu Karavukovo (od 21,7% sa sortama NS Vulkan i NS Atlas do 22,4% sa sortom Rubin). I za sadržaj ulja može se reći da su veća variranja kod iste sorte na različitim lokalitetima, nego kod istog lokaliteta u odnosu na različite sorte soje.



Slika 3. Prosečne vrednosti, minimalni i maksimalni sadržaj ulja po pojedinim lokalitetima
Figure 3. Average amounts, minimum and maximum oil content by individual localities

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznešenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Lokalitet gajenja ima veoma veliki uticaj na prinos i kvalitativne osobine zrna soje.

Veće su razlike u prinosu zrna, sadržaju proteina i sadržaju ulja u zrnu soje između pojedinih lokaliteta, nego između različitih sorti soje, iako su u ogledu bile zastupljene rane, srednjestasne i kasne sorte soje.

Sorte soje NS Kraljica i NS Ventis ostvarile su najviši prinos zrna u ogledu, sorte NS Kolos i Rubin imale su najviši sadržaj proteina, a sorte NS Atlas i NS Kraljica najviši sadržaj ulja u zrnu.

Na lokalitetu Sombor ostvaren je najviši prinos soje, kao i najviši sadržaj ulja u zrnu, dok je najviši sadržaj proteina u zrnu ostvaren na lokalitetu Rimski Šančevi.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo istraživanja finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Ugovorom o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2021. godini, evidencionni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, D., Đurić, N., Jakšić, S. (2018). Primena vodenog ekstrakta koprive u organskoj proizvodnji soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 17-22. jun 2018, Herceg Novi, Crna Gora, 79-84.
2. 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.
3. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018b). Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 21-27. januar 2018., 34-44.
4. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinović, J., Miladinov, Z., Đorđević, V., Dozet, G., Petrović, K. (2019). Sadržaj proteina i ulja i NS sortama soje registrovanim u 2019. godini. Uljarstvo, 50(1): 19-23.
5. Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017). Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18-23. jun 2017, Herceg Novi, Crna Gora, 75-82.
6. Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, M., Petrović, K., Randelović, P., Cvijanović, G. (2019). Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, Crna Gora, 63-69.

UTICAJ VREMENA PRIMENE NPK ĐUBRIVA NA SADRŽAJ ULJA U ZRNU SOJE

*Gordana Dozet¹, Zlatica Miladinov Mamlić², Vojin Đukić², Nenad Đurić¹,
Jegor Miladinović¹, Marijana Jovanović Todorović³, Gorica Cvijanović¹*

¹Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

³Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd, Srbija

IZVOD

U trogodišnjem ogledu ispitivana je jesenja i prolećna primena NPK đubriva na prinos, sadržaj ulja u zrnu i prinos ulja po jedinici površine. Na osnovu rezultata vidljivo je da jesenja primena NPK đubriva uz predsetvenu primenu azotnog đubriva AN ima najveći efekat na povećanje prinosa zrna i povećanje prinosa ulja po jedinici površine. Prihrana soje azotnim đubrivom u toku vegetacije ima veoma mali efekat na povećanje prinosa zrna i prinosa ulja, dok prolećna primena NPK đubriva i AN-a u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva povećava sadržaj ulja u zrnu soje, ali smanjuje prinos zrna i prinos ulja po jedinici površine.

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

THE IMPACT OF NPK FERTILIZER APPLICATION PERIOD ON THE SOYBEAN OIL CONTENT

ABSTRACT

In a three-year research, the autumn and winter application of NPK fertilizer on yield, grain oil content and oil yield per area unit was examined. Following the results, it is obvious that the autumn NPK fertilizer application with the pre-sowing nitrogen fertilizer application AN, has the greatest effect on the grain yield increase and oil yield per unit area increase. soybean nitrogen fertilizing during vegetation has a very small effect on the grain and oil yield increase, while the spring NPK fertilizer and AN application, in regard to autumn NPK fertilizer application, increases the soybean oil content, but decreases the grain yield and oil yield per unit area.

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

UVOD

Soja je biljna vrsta poreklom iz humidnih predela, zbog čega joj za visoke prinose treba obezbediti dovoljnu količinu vlage. Fizičke osobine i kvalitet zemljišta, kvalitet i vreme osnovne obrade i predsetvene pripreme zemljišta, primena agrotehničkih mera tokom vegetacionog perioda, primena organskih i mineralnih đubriva, meteorološki uslovi u periodu vegetacije, a naročito pojava i dužina trajanja suše, kao i ostali stresni uslovi imaju veoma izražen uticaj na visinu ostvarenog prinosa (Dozet i sar., 2019). Mnogi proizvođači su smatrali da soju ne treba đubriti, da ona uspešno iskorištava hraniva koja ostaju u zemljištu iza preduseva, međutim za visoke prinose u intenzivnoj biljnoj proizvodnji neophodno je đubrenju posvetiti posebnu pažnju. Primena đubriva treba da se zasniva na principu kontrole plodnosti zemljišta, odnosno održavanju ili poboljšanju plodnosti zemljišta u cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa (Đukić i Dozet, 2014).

Kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama (Miladinov i sar., 2018). Давыденко i sar. (2004) preporučuje da se za postizanje visokih prinosa, pod osnovnu obradu zemljišta za soju unese 40-60 kg fosfora i 60-80 kg kalijuma, zavisno od rezultata analize zemljišta. Fosforna i kalijumova đubriva unose se u zemljište sa osnovnom obradom zemljišta u jesen, dok se azotna đubriva primenjuju u proleće, sa prvim prohodom u predsetvenoj pripremi (Đukić i Dozet, 2014).

Cilj ovih istraživanja je sagledati uticaj vremena primene NPK đubriva na prinos soje, sadržaj ulja u zrnu i prinos ulja po jedinici površine kod tri sorte soje.

MATERIJAL I METODE RADA

Kako bi proučili uticaj vremena primene NPK đubriva na prinos soje postavljen je trogodišnji ogled, tokom 2017., 2018. i 2019. godine, sa tri sorte soje, devet različitih varijanti đubrenja i u tri ponavljanja, na oglednim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Rimskim Šančevima. Ispitivanje je vršeno na sortama: Galina, NS Apolo i Rubin. Velike parcele bile su sorte soje, a podparcele devet varijanti đubrenja (kontrolna varijanta, varijanta sa primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva formulacije 8:15:15 u jesen, varijanta sa primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva formulacije 8:15:15 u jesen, pred osnovnu obradu zemljišta i 70 kg ha⁻¹ azotnog đubriva AN predsetveno, varijanta sa primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva formulacije 8:15:15 u jesen i 70 kg ha⁻¹ azotnog đubriva AN u prihrani, varijanta sa predsetvenom primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva, varijanta sa predsetvenom primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva i 70 kg ha⁻¹ AN-a, varijanta sa predsetvenom primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva i 70 kg ha⁻¹ AN-a u toku vegetacije, varijanta gde je predsetveno primenjeno 70 kg ha⁻¹ azotno đubrivo AN i varijanta gde je 70 kg ha⁻¹ azotno đubrivo AN primenjeno u prihrani tokom vegetacije soje). Osnovna parcela je bila veličine 15m², (šest redova, međuredni razmak 50 cm i pet metara dužine). U sve tri godine primenjena

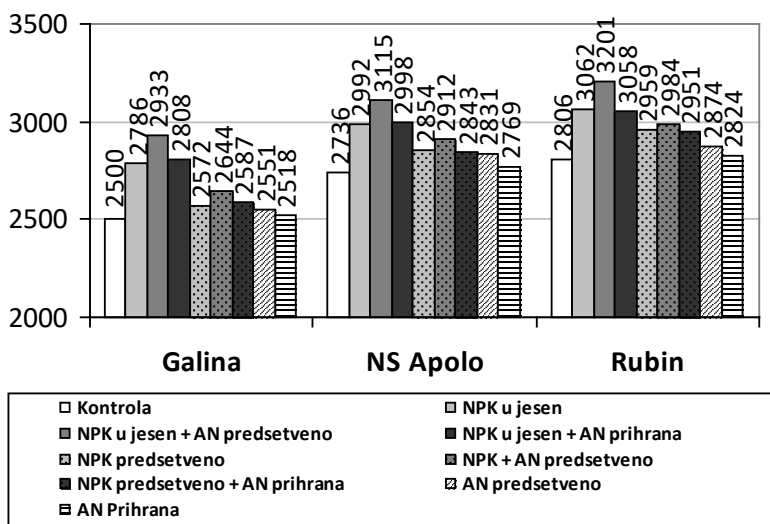
je standardna agrotehnika za soju, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva kombajnom za oglede, izmerena vlaga zrna i izračunat prinos sa 14% vlage. Merenje sadržaja proteina i ulja u zrnu vršeno je u Odeljenju za soju na spektrofotometru, firme „Perten”, koji radi na principu NIR tehnike. U ovom radu analiziran je prinos soje, sadržaj ulja u zrnu i prinos ulja po jedinici površine. Rezultati su prikazani grafički.

REZULTATI I DISKUSIJA

Uticaj đubrenja na prinos soje prikazan je grafički na slici 1.

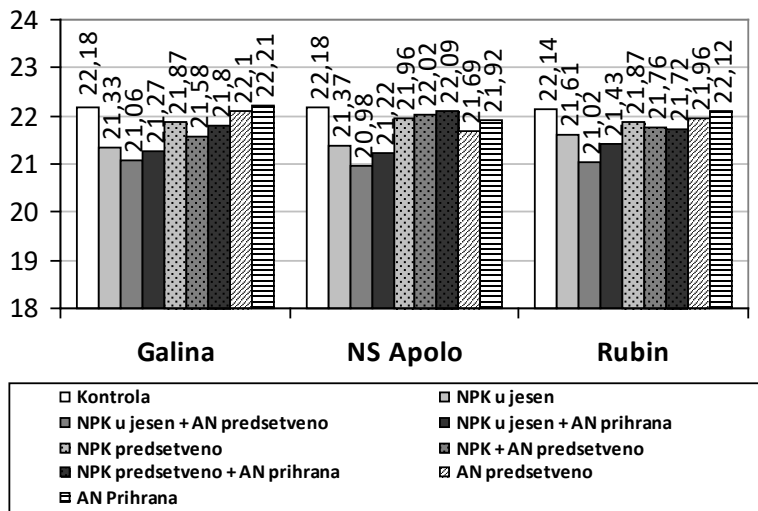
Posmatrajući prosečne prinose zrna po sortama uočava se da je najviša vrednost zabeležena kod kasne sorte Rubin (2969 kg ha⁻¹), a najmanja kod rane sorte Galina (2655 kg ha⁻¹). Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima koje iznosi Abduladim i sar. (2020), da su sorte soje sa dužim vegetacionim periodom ostvarile statistički značajno viši prinos zrna u odnosu na sorte soje sa kraćim vegetacionim periodom. U 2018. godini i 2019. godini sorta soje sa najdužim vegetacionim periodom imala je i najviši prinos, međutim u 2017. godini sorta soje NS Apolo imala je viši prinos u odnosu na sortu Rubin. 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).

Posmatrajući prinose po varijantama đubrenja uočava se da je najviša vrednost zabeležena na varijanti sa primenom 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva u jesen i 70 kg ha⁻¹ AN-a predsetveno (3083 kg ha⁻¹), a najmanja vrednost na kontrolnoj varijanti (2681 kg ha⁻¹). Primena iste količine NPK đubriva u prolećnom periodu u proseku za tri godine smanjuje prinos soje u odnosu na primenu NPK đubriva u jesenjem periodu (na varijanti sa predsetvenom primenom NPK đubriva u odnosu na jesenju primenu đubriva prinos je smanjen za 5,15%, na varijanti sa predsetvenom primenom NPK đubriva i AN-a u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva i predsetvenu primenu AN-a prinos je smanjen za 7,65% i kod varijante sa predsetvenom primenom NPK đubriva i prihrane biljaka AN-om u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva i prihranu AN-om prinos je smanjen za 5,42%). Prihrana biljaka soje u fazi 3-4 troliske sa 70 kg ha⁻¹ azotnog đubriva AN povećala je prinos soje u odnosu na kontrolnu varijantu za 0,86%, dok je primena 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva pred osnovnu obradu i predsetvena primena 70 kg ha⁻¹ đubriva AN povećala prinos soje za 14,99%. Ovi rezultati su u saglasni sa istraživanjima Dozet i sar. (2014).



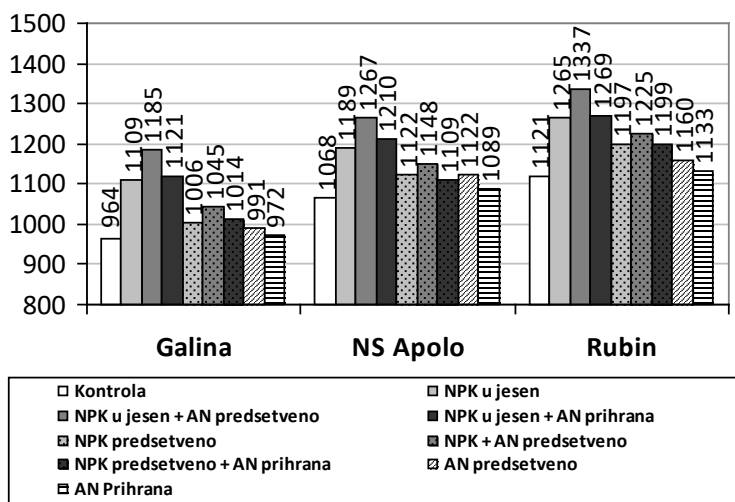
Slika 1. Prosečan prinos zrna soje (kg ha⁻¹)
Figure 1. Average soybean grain yield (kg ha⁻¹)

Posmatrajući prosečne vrednosti za sadržaj ulja u zrnu soje (slika 2), po sortama uočava se da je najviša vrednost bila kod sorte Rubin (21,74%), dok su sorte Galina i NS Apolo imali nešto niži sadržaj ulja u zrnu (21,71%). Rane sorte soje imaju veći sadržaj proteina, dok kasne sorte imaju veći sadržaj ulja u zrnu (Đukić i sar., 2017). Slične rezultate navode Dozet i sar. (2019b).



Slika 2. Prosečan sadržaj ulja (%)
Figure 2. Average oil content (%)

Posmatrajući sadržaj ulja po varijantama đubrenja uočava se da je najviša vrednost na kontrolnoj varijanti ogleđa (22,17%), a najniža vrednost na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom AN-a (21,02%). Na varijantama ogleđa gde je predsetveno primenjeno NPK đubrivo zabeležen je veći sadržaj ulja u zrnu soje u odnosu na varijante gde je NPK đubrivo primenjeno u jesen, pred osnovnu obradu zemljišta (na varijanti sa predsetvenom primenom NPK đubriva 21,90%, na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva 21,44%, na varijanti sa predsetvenom primenom NPK đubriva i AN-a 21,79%, na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenu primenu AN-a 21,02%, na varijanti sa predsetvenom primenom NPK đubriva i prihranom biljaka AN-om 21,87% i na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva i prihranom AN-om 21,31%.)



Slika 3. Prosečan prinos ulja (kg ha⁻¹)
Figure 3. Average oil yield (kg ha⁻¹)

Posmatrajući prinos ulja po hektaru (slika 3) po sortama uočava se da je najviša vrednost zabeležena kod sorte Rubin (1212 kg ha⁻¹), a najniža kod sorte Galina (1045 kg ha⁻¹).

Posmatrajući prosečne vrednosti za prinos ulja po varijantama đubrenja uočava se da je najviša vrednost zabeležena na varijanti sa primenom NPK đubriva u jesenjem periodu i predsetvenom primenom đubriva AN (1263 kg ha⁻¹), na kojoj je zabeležen i najviši prinos zrna soje, a najniža vrednost za prinos ulja zabeležena je na kontrolnoj varijanti (1051 kg ha⁻¹).

Primena NPK đubriva u prolećnom periodu u proseku za tri godine smanjila je prinos ulja po jedinici površine u odnosu na primenu NPK đubriva u jesenjem periodu (na varijanti sa predsetvenom primenom NPK đubriva u odnosu na jesenju primenu đubriva prinos ulja je smanjen za 6,73%, na varijanti sa predsetvenom primenom NPK đubriva i AN-a u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva i predsetvenu

primenu AN-a prinos ulja je smanjen za 9,82% i kod varijante sa predsetvenom primenom NPK đubriva i prihrane biljaka AN-om u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva i prihranu AN-om prinos ulja je smanjen za 7,75%). Prihrana biljaka soje u fazi 3-4 troliske sa 70 kg ha⁻¹ azotnog đubriva AN povećala je prinos ulja u odnosu na kontrolnu varijantu za 1,33%, dok je primena 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva pred osnovnu obradu i predsetvena primena 70 kg ha⁻¹ đubriva AN povećala prinos ulja po jedinici površine za 20,17%.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Kasna sorta soje Rubin imala je viši prinos zrna, viši sadržaj ulja u zrnu i viši prinos ulja po jedinici površine u odnosu na ranije sorte Galina i NS Apolo.

Najveći efekat na povećanje prinosa zrna i prinosa ulja po jedinici površine imala je jesenja primena NPK đubriva uz predsetvenu primenu azotnog đubriva AN.

Na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom azotnog đubriva AN ostavren je najniži sadržaj ulja u zrnu soje, ali je na ovoj varijanti ostvaren najviši prinos zrna i najviši prinos ulja po jedinici površine.

Zahvalnica

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

LITERATURA

1. Abduladim, E., Đukić, V., Cvijanović, G., Đurić, N., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M. (2020). Primena efektivnih mikroorganizama i NPK đubriva u cilju povećanja prinosa i kvaliteta soje. Učjarstvo, Vol. 51, br. 1, 11-16.
2. Давыденко, О.Г., Голоенко, Д.В., Розенцвейг, В.Е. (2004). Соя для умеренного климата, »Технология« Минск, Беларусь, 173.
3. Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V., Cvijanović, D., Kostadinović Lj. (2014). Effect of microbial fertilizer on soybean yield in organic and conventional production. Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences, Special Issue 1, 2014, 1333-1339.
4. Dozet, G., Đurić, N., Cvijanović, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Miladinov, Z., Vasiljević, M. (2019). Uticaj broja biljaka po jedinici površine na neke morfološke osobine soje. Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja - Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine”. 18. Oktobar 2019, Bačka Topola, 121-128.
5. Dozet, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Čeran, M., Cvijanović, G., Đurić, N., Vasiljević, M. (2019b). Uticaj biljnog ekstrakta koprive i gaveza na sadržaj proteina i ulja u zrnu

- soje. Zbornik radova 60. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 16-21. jun 2019, Herceg Novi, 87-93.
6. Đukić, V., Dozet, G. (2014). Tehnologija gajenja semenskog useva soje: (Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., red.): Semenarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
 7. Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017). Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova 58. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 18.-23. jun, 2017., Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
 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, 34-44.
 9. Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, 17-22. jun 2018, Herceg Novi, Crna Gora, 73-78.

EFEKAT ELEKTROMAGNETNOG POLJA I ŽIVINSKOG STAJNJAKA NA PRINOS I HEMIJSKI KVALITET SOJE

*Marija Bajagić¹, Gorica Cvijanović², Vojin Đukić³, Zlatica Miladinov Mamlić³,
Gordana Dozet⁴, Nenad Đurić⁴, Vojin Cvijanović⁵*

¹Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet, Bijeljina, Republika Srpska,
Bosna i Hercegovina

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

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,
Srbija, Novi Sad, Srbija

⁴Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija

⁵Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Srbija

IZVOD

Granulirani živinski stajnjak i pulsirajuće elektromagnetno polje mogu se primenjivati kako u organskoj, tako i u konvencionalnoj proizvodnji. Živinski stajnjak povećava prinos zrna i prinos proteina po jedinici površine, smanjuje sadržaj proteina, manje doze živinskog stajnjaka smanjuju sadržaj i prinos ulja, dok veće doze živinskog stajnjaka povećavaju sadržaj ulja i prinos ulja po jedinici površine. Pulsirajuće elektromagnetno polje povećava prinos soje, sadržaj i prinos proteina i smanjuje sadržaj ulja u znu soje, kao i prinos ulja po jedinici površine.

Ključne reči: živinski stajnjak, pulsirajuće elektromagnetno polje, prinos, sadržaj proteina, sadržaj ulja

EFFECT OF ELECTROMAGNETIC FIELD AND POULTRY MANURE ON SOYBEAN YIELD AND CHEMICAL QUALITY

ABSTRACT

Granulated poultry manure and a pulsating electromagnetic field can be applied both in organic and conventional production. Poultry manure increases grain yield and protein yield per surface unit and decreases protein content. Smaller doses of poultry manure decrease oil yield and content, while greater doses of poultry manure increase oil yield and content per surface unit. The pulsating electromagnetic field

increases soybean yield, protein yield and content and decreases oil content in soybean grain, as well as oil yield per surface unit.

Key words: poultry manure, pulsating electromagnetic field, yield, protein content, oil content

UVOD

Istraživanja pozitivnog uticaja efekta elektromagnetnih tretmana semena na povećanje stope klijanja i biomase su pokazali mnogi istraživači, radeći na različitim vrstama, poput suncokreta (Vashisth i Nagarajan, 2010), pirinča (Carbonell i sar., 2000; Florez i sar., 2004), nauta (Vashisth i Nagarajan, 2008), kukuruza (Florez i sar., 2007; Hajnorouzia i sar., 2011), pasulja i pšenice (Malešević i sar., 2002; Cakmak i sar., 2010 i soje (Aladjadjiyan, 2012; Cvijanović, 2017, Đukić i sar., 2017). Na osnovu mnogih istraživanja uticaja niskofrekventnog elektromagnetnog polja jasno se mogu identifikovati pozitivne promene koje nastaju na biljkama, a krajnji rezultat je visina prinosa (Cvijanović, 2017).

Granulirani živinski stajnjak je veoma kvalitetno đubrivo koje se može koristiti u organskoj proizvodnji. Prema istraživanjima Cvijanović (2017), upotreba granuliranog živinskog stajnjaka uz primenu pulsirajućeg elektromagnetnog polja ima značajan uticaj na prinos soje, hemijski sastav zrna, biogenost zemljišta i bilans azota u zemljištu (Cvijanović, 2017).

Kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama (Miladinov i sar., 2018).

Cilj ovih istraživanja bio je da se sagleda uticaj pulsirajućeg elektromagnetnog polja i primene živinskog stajnjaka na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine.

MATERIJAL I METODE RADA

Kako bi sagledali uticaj elektromagnetnog polja na ekscitirano seme pre setve i različite količine živinskog stajnjaka 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 rana sorta soje Valjevka, a u ogledu je bilo šest različitih tretmana. Kontrolna varijanta, varijanta sa primenom 750 kg ha⁻¹ granuliranog živinskog stajnjaka, varijanta sa 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka, kao i sve tri varijante ogleda sa izlaganjem semena soje pre setve dejstvu pulsirajućeg elektromagnetnog polja niske frekvencije (15 Hz) u trajanju od 30 minuta. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, a veličina osnovne parcelice bila je 10 m², odnosno četiri reda soje sa međurednim razmakom od 50 cm i pet metara dužine. Granulirani živinski stajnjak (formulacije N 4,5%, P₂O₅ 2,7%, K₂O 2,2%, MgO 0,9%, CaO 10,4%) primenjen je u prolećnom periodu, pre setve soje, sa predsetvenom pripremom zemljišta. 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

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). Ovakvi vremenski uslovi dovode i do velike oscilacije prinosa soje u pojedinim godinama.

Uticaj primene elektromagnetnog polja i živinskog stajnjaka na prinos soje prikazan je u tabeli 1.

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

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

Godina EMP Dubrenje	2013		2014		Prosek Average	
	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP
Kontrola	2879	3063	4985	5302	3932	4183
750 kg ha ⁻¹	2925	3060	5065	5223	3995	4142
1300 kg ha ⁻¹	2978	3033	5088	5212	4033	4123
Prosek Average	2927	3052	5046	5246	3987	4149

Prosečan prinos bez primene EMP-a bio je 3987 kg ha⁻¹ (2927 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 5046 kg ha⁻¹ u 2014. godini), dok je sa primenom EMP-a iznosio 4149 kg ha⁻¹ (3052 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 5246 kg ha⁻¹ u 2014. godini).

Na varijantama oglada bez primene EMP-a najniži prinos ostvaren je na kontrolnoj varijanti, kako u proseku za obe godine istraživanja (3932 kg ha⁻¹), tako i po pojedinim godinama (2879 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 4985 kg ha⁻¹ u 2014. godini). Na varijanti oglada sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka zabeležen je najviši prinos soje u dvogodišnjim istraživanjima (4033 kg ha⁻¹), kao i po godinama (2978 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 5088 kg ha⁻¹ u 2014. godini).

Na varijantama oglada sa primenom EMP-a najniži prinos ostvaren je na varijanti oglada sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka (4123 kg ha⁻¹ u proseku za obe godine, odnosno 3033 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 5212 kg ha⁻¹ u 2014. godini). Na kontrolnoj varijanti zabeležen je najviši prinos zrna soje (4183 kg ha⁻¹ u proseku za obe godine, odnosno 3063 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 5302 kg ha⁻¹ u 2014. godini).

Upotrebom EMP-a prinos se na kontrolnoj varijanti povećao za 6,38%, na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka za 3,87% i na varijanti sa

primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka za 2,15%. Na varijantama ogleđa bez primene EMP-a povećanjem doze đubriva prinos se povećava, dok na varijantama ogleđa bez primene EMP-a povećanjem doza đubriva prinos se smanjuje.

Prosečan sadržaj proteina (tabela 2) bez primene EMP-a iznosio je 38,94% (38,90% u 2013. godini i 38,96% u 2014. godini), dok je sa primenom EMP-a iznosio 40,31% (39,86% u 2013. godini i 40,74% u 2014. godini).

Na varijantama ogleđa bez primene EMP-a najniži sadržaj proteina bio je na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka, kako u proseku za obe godine istraživanja (38,74%), tako i po pojedinim godinama (38,83% u 2013. godini i 38,65% u 2014. godini). Na kontrolnoj varijanti ogleđa zabeležen je najviši sadržaj proteina u dvogodišnjim istraživanjima (39,06%), kao i u 2013. godini (39,05%), dok je u 2014. godini najviši sadržaj proteina zabeležen na varijanti sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka (39,18%).

Na varijantama ogleđa sa primenom EMP-a najniži sadržaj proteina ostvaren je na kontrolnoj varijanti ogleđa (39,70% u proseku za obe godine, odnosno 39,37% u 2013. godini i 40,02% u 2014. godini). Na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka zabeležen je najviši sadržaj proteina u zrnu soje (40,76% u proseku za obe godine, odnosno 40,25% u 2013. godini i 41,26% u 2014. godini).

Upotrebom EMP-a sadržaj proteina se na kontrolnoj varijanti povećao 1,64%, sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka 5,21% i sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka 3,72%. Ukupan sadržaj proteina je u direktnoj statistički visoko značajnoj zavisnosti od godine ispitivanja (Cvijanović, 2017).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (%)

Table 2. Average protein content (%)

Godina EMP Đubrenje	2013		2014		Prosek Average	
	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP
Kontrola	39,05	39,37	39,06	40,02	39,06	39,70
750 kg ha ⁻¹	38,83	40,25	38,65	41,26	38,74	40,76
1300 kg ha ⁻¹	38,83	39,96	39,18	40,95	39,01	40,46
Prosek Average	38,90	39,86	38,96	40,74	38,94	40,31

Prosečan sadržaj ulja (tabela 3) bez primene EMP-a iznosio je 21,13% (21,91% u 2013. godini i 20,34% u 2014. godini), dok je sa primenom EMP-a iznosio 20,27% (20,79% u 2013. godini i 19,74% u 2014. godini).

Na varijantama ogleđa bez primene EMP-a najniži sadržaj ulja bio je na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka, kako u proseku za obe godine istraživanja (20,58%), tako i po pojedinim godinama (21,34% u 2013. godini i 19,82% u 2014. godini). Na varijanti ogleđa sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka zabeležen je najviši sadržaj ulja u dvogodišnjim istraživanjima (21,41%), kao i u 2013. godini (22,38%), dok je u 2014. godini najviši sadržaj ulja zabeležen na kontrolnoj varijanti ogleđa (20,77%).

Na varijantama ogleada sa primenom EMP-a najniži sadržaj ulja ostvaren je na varijanti ogleada sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka (19,90% u proseku za obe godine, odnosno 19,55% u 2014. godini, dok je u 2013. godini najniža vrednost zabeležena na kontrolnoj varijanti 20,24%). Na varijanti sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka zabeležen je najviši sadržaj ulja u zrnu soje (20,92% u proseku za obe godine, odnosno 21,87% u 2013. godini i 19,97% u 2014. godini).

Upotrebom EMP-a sadržaj ulja se na kontrolnoj varijanti smanjio za 6,55%, na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka za 3,24% i na varijanti sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka za 2,29%.

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

Godina EMP Đubrenje	2013		2014		Prosek Average	
	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP
Kontrola	22,00	20,24	20,77	19,71	21,39	19,98
750 kg ha ⁻¹	21,34	20,25	19,82	19,55	20,58	19,90
1300 kg ha ⁻¹	22,38	21,87	20,44	19,97	21,41	20,92
Prosek Average	21,91	20,79	20,34	19,74	21,13	20,27

Prosečan prinos proteina bez primene EMP-a iznosio je 1553 kg ha⁻¹ (1139 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 1966 kg ha⁻¹ u 2014. godini), dok je sa primenom EMP-a iznosio 1672 kg ha⁻¹ (1217 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 2137 kg ha⁻¹ u 2014. godini).

Na varijantama ogleada bez primene EMP-a najniži prinos proteina bio je na kontrolnoj varijanti, kako u proseku za obe godine istraživanja (1536 kg ha⁻¹), tako i po pojedinim godinama (1124 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 1947 kg ha⁻¹ u 2014. godini). Na varijanti ogleada sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka zabeležen je najviši prinos proteina u dvogodišnjim istraživanjima (1573 kg ha⁻¹), odnosno u 2013. godini (1156 kg ha⁻¹) i u 2014. godini (1993 kg ha⁻¹).

Na varijantama ogleada sa primenom EMP-a najniži prinos proteina ostvaren je na kontrolnoj varijanti ogleada (1661 kg ha⁻¹ u proseku za obe godine, odnosno 1206 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 42122 kg ha⁻¹ u 2014. godini). Na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka zabeležen je najviši prinos proteina po jedinici površine (1688 kg ha⁻¹ u proseku za obe godine, odnosno 1232 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 2155 kg ha⁻¹ u 2014. godini).

Upotrebom EMP-a prinos proteina se na kontrolnoj varijanti povećao za 8,15%, na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka za 9,26%, a na varijanti sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka za 5,96%. Da izlaganje semena pulsirajućem elektromagnetnom polju različitih frekvencija i različitog vremena ekspozicije ima veliki uticaj na prinos proteina soje po jedinici površine u svojim istraživanjima su potvrdili Đukić i sar. (2020).

U tabeli 4 prikazan je prosečan prinos proteina po jedinici površine.

Tabela 4. Prosečan prinos proteina (kg ha⁻¹)
Table 4. Average protein yield (kg ha⁻¹)

Godina EMP Đubrenje	2013		2014		Prosek Average	
	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP
Kontrola	1124	1206	1947	2122	1536	1661
750 kg ha ⁻¹	1136	1232	1958	2155	1548	1688
1300 kg ha ⁻¹	1156	1212	1993	2134	1573	1668
Prosek Average	1139	1217	1966	2137	1553	1672

Prosečan prinos ulja (tabela 5) bez primene EMP-a iznosio je 842 kg ha⁻¹ (641 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 1026 kg ha⁻¹ u 2014. godini), dok je sa primenom EMP-a iznosio 841 kg ha⁻¹ (635 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 1036 kg ha⁻¹ u 2014. godini).

Na varijantama ogleđa bez primene EMP-a najniži prinos ulja bio je na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka, kako u proseku za obe godine istraživanja (822 kg ha⁻¹), tako i po pojedinim godinama (624 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 1004 kg ha⁻¹ u 2014. godini). Na varijanti ogleđa sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka zabeležen je najviši prinos ulja u dvogodišnjim istraživanjima (863 kg ha⁻¹), odnosno u 2013. godini (666 kg ha⁻¹) i u 2014. godini (1040 kg ha⁻¹).

Na varijantama ogleđa sa primenom EMP-a najniži prinos ulja ostvaren je na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka (824 kg ha⁻¹ u proseku za obe godine, odnosno 620 kg ha⁻¹ u 2013. godini i 1021 kg ha⁻¹ u 2014. godini). Na varijanti sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka zabeležen je najviši prinos ulja po jedinici površine (863 kg ha⁻¹ u proseku za obe godine, odnosno 663 kg ha⁻¹ u 2013. godini, dok je najviši prinos ulja u 2014. godini bio na kontrolnoj varijanti ogleđa 1045 kg ha⁻¹).

Upotrebom EMP-a prinos ulja se na kontrolnoj varijanti smanjio za 0,57%, na varijanti sa primenom 750 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka povećao se za 0,50%, a na varijanti sa primenom 1300 kg ha⁻¹ živinskog stajnjaka smanjio se za 0,20%.

Tabela 5. Prosečan prinos ulja (kg ha⁻¹)
Table 5. Average oil yield (kg ha⁻¹)

Godina EMP Đubrenje	2013		2014		Prosek Average	
	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP	Bez PEMP	Sa PEMP
Kontrola	633	620	1035	1045	841	836
750 kg ha ⁻¹	624	620	1004	1021	822	824
1300 kg ha ⁻¹	666	663	1040	1041	863	863
Prosek Average	641	635	1026	1036	842	841

ZAKLJUČAK

Živinski stajnjak povećava prinos soje, kao i tretman semena pulsirajućim elektromagnetnim poljem. Najveći efekat elektromagnetno polje je ispoljilo na kontrolnoj varijanti ogleđa.

Živinski stajnjak smanjuje sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, dok elektromagnetno polje povećava sadržaj proteina i smanjuje sadržaj ulja u zrnu.

Prinos proteina povećava se primenom živinskog stajnjaka i primenom elektromagnetnog polja, dok se prinos ulja povećava samo kod primene veće doze stajnjaka, a elektromagnetno polje neznatno smanjuje prinos ulja po jedinici površine.

Zahvalnica

Realizacija istraživanja finansirana je sredstvima budžeta Republike Srbije, a na osnovu odluke Ministarstva posvete, nauke i tehnološkog razvoja o finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2021. godini, broj: 451-03-9/2021-14/200378, TR 31092 i 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. Aladjadjian, A. (2012). Physical Factors for Plant Growth Stimulation Improve Food Quality, Food Production - Approaches, Challenges and Tasks, ISBN: 978-953-307-887-8.
2. Cakmak, T., Dumluoinar, R., Erdal, S. (2010). Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. Bioelectromagnetics, 31: 120-129.
3. Carbonell, M.V., Martinez, E., Amaya, J.M. (2000). Stimulation of germination in rice (*Oryza sativa* L.) by a static magnetic field. Electromagn. Biol. Med., 19: 121-128.
4. Cvijanović, M. (2017). Efekat niskofrekventnog elektromagnetnog polja i bioloških komponenti na prinos i kvalitet semena u održivoj proizvodnji soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, poljoprivredni fakultet Zemun, 1-247.
5. Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M., Tatić, M., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S. (2017). Pulsed electromagnetic field - a cultivation practice used to increase soybean seed germination and yield. Zemdirbyste-Agriculture, 104: 4, 345-352.
6. Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018). Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 34-44.
7. Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Miladinović, J., Randelović, P., Kandelinskaja O. (2020). The impact of a pulsed electromagnetic field on the seed protein content of soybean. Journal of Agricultural Sciences, 65: 4, 311-320.
8. Florez, M., Carbonell, M.V., Martinez, E. (2004): Early Sprouting and First Stages of Growth of Rice Seeds Exposed to a Magnetic Field. Electromagn. Biol. Med., 157-166.

9. Florez, M., Carbonell, M.V., Martinez, E. (2007). Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. *Environ. Exp. Bot.*, 68-75.
10. Hajnorouzi, A., Vaezzadeha, M., Ghanatib, F., Jamnezhada, H., Nahidianb, B. (2011). Growth promotion and a decrease of oxidative stress in maize seedlings by a combination of geomagnetic and weak electromagnetic fields. *J. Plant Physiol.*, 168: 1123-1128.
11. Malešević, M., Marinković, B., Crnobarac, J. (2002). Rezonantno impulsna elektromagnetna stimulacija i njen doprinos proizvodnji pšenice. *Biofizika u poljoprivrednoj proizvodnji, Monografija, Poljoprivredni fakultet i Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 103-115.
12. Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, *Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. jun 2018, Herceg Novi*, 73-78.
13. Vashisth A., Nagarajan S. (2008). Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristic in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Bioelectromagnetics*, 571-578.
14. Vashisth A., Nagarajan S. (2010). Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *J. Plant Physiol.*, 149-156.

OCENA STABILNOSTI PRINOSA ULJA ULJANE REPICE UPOTREBOM AMMI MODELA

Dragana Rajković¹, Ana Marjanović Jeromela¹, Dragoslav Mutavdžić²

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

²Institut za multidisciplinarna istraživanja, Beograd, Srbija

IZVOD

Cilj ovog rada bio je da se primenom AMMI modela dobiju informacije o stabilnosti prinosa ulja uljane repice. Prosečan prinos ulja u periodu 2015–2018. godine bio je 989,83 kg/ha. Najveći prosečni prinos ulja je ostvarila sorta Jelena. Analizom varijanse je pokazano da su genotip, godina i interakcija genotip × spoljna sredina značajno uticali na prinos ulja. Najveću vrednost IPC1 skora je imala 2016. godina, što znači da su genotipovi tada ispoljili najveću interakciju sa okruženjem. Kata, Zorica i Jasna su se pokazale kao najstabilnije u pogledu prinosa ulja. Od njih se Zorica, kao prinostnija, preporučuje za gajenje na lokalitetu Rimski šančevi.

Ključne reči: prinos ulja, AMMI model, interakcija genotip × spoljna sredina, uljana repica

ASSESING OIL YIELD STABILITY OF RAPESEED USING AMMI MODEL

ABSTRACT

The aim of this work was to assess rapeseed oil yield stability with the AMMI model. Average oil yield in the period 2015–2018 was 989.83 kg/ha. The highest mean oil yield was accomplished by cultivar Jelena. Analysis of variance showed that genotype, year, and genotype × environment interaction significantly affected oil yield. The highest value of IPC1 score was in 2016, meaning that genotypes showed the greatest interaction with the environment during that year. Kata, Zorica and Jasna proved to be the most stable in terms of oil yield. Since Zorica had both high and stable yield, this cultivar is recommended for cultivation on the site Rimski šančevi.

Key words: oil yield, AMMI model, genotype × environment interaction, rapeseed

UVOD

Pored prinosa semena i sadržaja ulja, koje predstavljaju dve najvažnije osobine u oplemenjivanju uljane repice (*Brassica napus* L.), prinos ulja zauzima značajno mesto. Ova osobina je od posebnog interesa za proizvođače i preradivačku industriju. Prinos ulja predstavlja masu ulja koja se dobije iz semena uljane repice sa jednog hektara i najčešće se izražava u kg/ha.

U odabiru sortimenta uljane repice se pored visokog prinosa i sadržaja ulja treba rukovoditi i njegovom stabilnošću tokom većeg broja godina, odnosno na većem broju lokaliteta. Sorte uljane repice se razlikuju po specifičnim adaptacijama na uslove spoljašnje sredine koji vladaju na različitim lokalitetima. U odgovoru na ovakve uslove svaka sorta reaguje na drugi način zbog postojanja interakcije genotip x spoljna sredina ($G \times E$). Stabilne sorte imaju širu genetičku osnovu i bolje su prilagođene na variranja spoljne sredine. Jedan od ograničavajućih faktora za poboljšanje prinosa je povećana adaptabilnost sorti. Informacije o adaptabilnosti sorti uljane repice u uslovima gajenja naše zemlje su oskudne. U radu Chloupek i sar. (2004) je istaknuto da su u proteklih 75 godina u Češkoj upravo oni usevi koji su imali najveće povećanje prinosa bili najbolje adaptirani na variranje u pogledu vremenskih uslova između godina i korišćene tehnologije gajenja.

U agronomskim ogledima sa različitim gajenim vrstama je $G \times E$ interakcija čest predmet proučavanja. Ispitivanje $G \times E$ interakcije AMMI analizom je do sada rađeno na većini ratarskih useva uključujući i uljanu repicu (Marjanović Jeromela i sar. 2011; Li i sar., 2018; Liersch i sar. 2020; Radić i sar., 2020; Popović i sar., 2020). Za potrebu obrade takvih podataka se najčešće koristi model aditivnih glavnih efekata i višestruke interakcije (AMMI). AMMI1 modelom se prikazuju glavni efekti i interakcije prve glavne komponente, dok AMMI2 model, koji takođe obuhvata glavne efekte interakcije, predočava dve glavne komponente, odnosno IPC1 i IPC2. U analizi stabilnosti prinosa se najčešće primenjuje AMMI analiza. AMMI predstavlja kombinaciju ANOVA i PCA metoda u okviru jedne analize, čiji se rezultati najčešće predstavljaju u vidu biplota. Biplot prikazuje međusobni odnos analizirane osobine i jedne od glavnih komponenata interakcije (IPC1, ili IPC2). Na taj način se dobijaju informacije o „ponašanju“ genotipova u različitim sredinama, odnosno različitim godinama. Stiče se uvid o lokalitetima koji su najpovoljniji za gajenje određenih genotipova, kao i podaci o najstabilnijim genotipovima i onima koji najviše interaguju sa različitim faktorima spoljne sredine. Tako AMMI analiza pruža uvid u to koje sredine, odnosno klimatski uslovi na sličan način deluju na analizirane genotipove.

Cilj ovog rada bio je određivanje stabilnosti prinosa ulja uljane repice korišćenjem AMMI modela.

MATERIJAL I METODE RADA

Tokom perioda 2015–2018. godine je analiziran prinos ulja 10 sorti (Slavica, Zlatna, Branka, Nevena, Ilija, Kata, Svetlana, Jasna, Zorica i Jelena) ozime uljane repice. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja na lokalitetu Rimski Šančevi. Na osnovu podataka o prinosu i sadržaju ulja izračunat je prinos ulja po hektaru. Za statističku obradu podataka su korišćeni programi IBM SPSS Statistics (IBM Corp., 2012) i AMMISOFT (Gauch i Moran, 2019). Za poređenje srednjih vrednosti prinosa ulja je rađena dvofaktorska analiza varijanse (ANOVA) i post hoc Duncan-ov test na nivou značajnosti 0,05.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 su prikazani rezultati analize varijanse po mogućim izvorima za prinos ulja upotrebom AMMI modela. Analizom varijanse je utvrđeno da su genotip, godina i interakcija genotip x spoljna sredina značajno uticali na prinos ulja uljane repice. Na osnovu značajnosti IPC1 i IPC2 komponenti za dalji rad je odabran AMMI2 model. U radu Moghaddam i sar. (2011) je takođe potvrđen uticaj genotipa, okruženja i $G \times E$ interakcije na prinos ulja. Ova grupa autora ističe da varijacije u okruženju doprinose sa 47% u ukupnom variranju prinosa ulja.

Tabela 1. Analiza varijanse prinosa ulja
Table 1. ANOVA for oil yield

Izvor varijacije Source of variation	df	SS	MS	Značajnost Probability
Total	119	15301022.59	128580.02	
TRET	39	15211650.66	390042.32	0.00**
GEN	9	706737.15	78526.35	0.00**
ENV	3	12739043.76	4246347.92	0.00**
G×E	27	1765869.74	65402.58	0.00**
IPC1	11	1303876.05	118534.19	0.00**
IPC2	9	390444.63	43382.74	0.00**
Residual	7	71549.06	10221.29	0.00**
Greška/Error	80	89371.93	1117.15	

TRET tretman/treatment, GEN genotip/genotype, ENV sredina/environment, $G \times E$ interakcija genotip \times spoljna sredina /genotype \times environment interaction, IPC glavna komponenta interakcije/interaction principal component; ** $P < 0,01$

U periodu 2015–2018. godine prosečan prinos ulja analiziranih sorti bio je 989,83 kg/ha (tabela 2). Najmanji prinos ulja ispitivanih sorti bio je 2015. godine, a najveći 2016. godine. Najveći prosečan prinos od 1162,84 kg/ha imala je sorta Jelena, a najmanji od 858.55 kg/ha Kata. Prosečan prinos ulja na ispitivanim lokalitetima u radu Moghaddam i sar. (2011) je varirao od 103 do 1166 kg/ha. Sorta Jelena je u svakoj godini imala visok prinos osim 2015. godine kada je imala oko 2–3 puta manji prinos, koji je bio oko proseka za tu godinu. Ova sorta je ujedno imala najveći prinos semena te godine (podaci nisu prikazani) što je u suprotnosti sa rezultatima Weymann i sar. (2015) koji ističu da genotipovi sa najvećim prinosom semena nemaju najveći prinos ulja. Sa druge strane, Marjanović Jeromela i sar. (2007) su utvrdili pozitivnu jaku korelaciju između prinosa semena i prinosa ulja. Prosečan prinos ulja veći od 1000 kg/ha imale su Zorica i Ilia. Duncan-ovim post hoc testom je utvrđeno da sorte Zlatna i Branka pripadaju istim grupama, na osnovu sličnih prosečnih vrednosti prinosa ulja. Razlika između srednjih godišnjih vrednosti za svaku godinu je bila značajna. Najmanje variranje prinosa ulja između godina je ispoljila Slavica, a najveće Nevena.

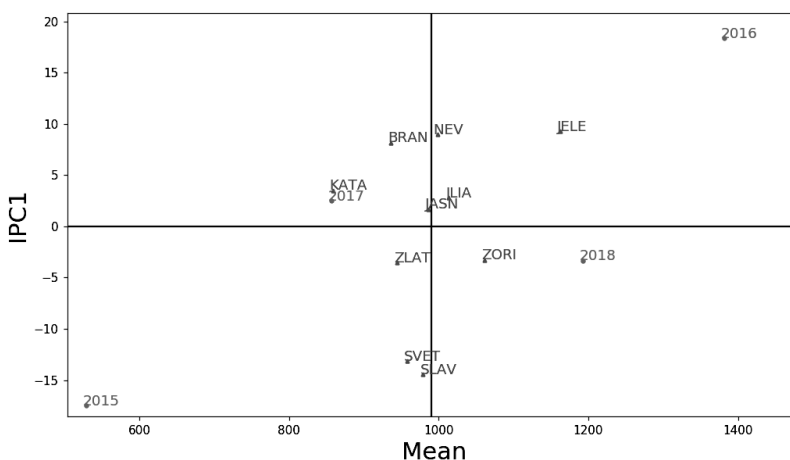
Tabela 2. Prosečne vrednosti prinosa ulja (kg/ha) u periodu 2015–2018. godine sa prosecima za svaki genotip i godinu

Table 2. Oil yield means during 2015–2018 including genotype and year means

Genotip Genotype	2015	2016	2017	2018	Prosek Mean
SLAVICA	738,43	1059,50	906,27	1212,60	979,20 cd
ZLATNA	562,60	1275,00	829,37	1111,10	944,52 b
BRANKA	356,37	1456,23	957,90	973,47	935,99 b
NEVENA	335,23	1549,87	792,50	1314,93	998,13 de
ILIA	510,97	1445,43	943,80	1154,73	1013,73 e
KATA	345,90	1337,50	673,67	1077,13	858,55 a
SVETLANA	717,70	1110,87	763,07	1240,73	958,09 bc
JASNA	516,57	1462,93	706,50	1259,37	986,34 cde
ZORICA	694,91	1438,03	841,10	1270,37	1061,10 f
JELENA	510,73	1678,87	1150,13	1310,83	1162,64 g
Prosek/Mean	528,94 A	1381,42 D	856,43 B	1192,53 C	989,83

Malim slovom su označene razlike između genotipova, a velikim razlike između godina / Lowercase letters indicate genotype differences and uppercase letters year differences.

Na osnovu srednjih vrednosti genotipova i okruženja i njihovih IPC1 skorova konstruisan je AMMI1 biplot (slika 1). Ispitivani genotipovi, koji se nalaze jedan blizu drugog na grafikonu imaju slične vrednosti prinosa ulja (Gauch i Moran, 2019). Najveću vrednost IPC1 skora od 18,34 je imala 2016. godina, kada je prosečan prinos ulja bio 1381,41 kg/ha. U odnosu na druge ispitivane godine, 2017. godina se nalazi najbliže apscisi, što znači da su genotipovi tada imali najmanji $G \times E$ interakcijski efekat. Drugim rečima, srednje vrednosti prinosa ulja analiziranih genotipova pokazuju veću varijabilnost u 2015., 2016. i 2018. godini, nego u 2017. godini. Vektori sorti Nevena, Ilija, Jelena i Zorica zaklapaju oštar ugao sa vektorom za 2016. godinu što ukazuje da su u toj godini ostvarili najveće vrednosti prinosa ulja. Sorte Nevena i Jelena imaju slične vrednosti IPC1, ali se međusobno razlikuju po prinosu ulja. U odnosu na sortu Slavica, koja je sortni standard u ogleđima za priznavanje novih sorti uljane repice, veći prosečni prinos ulja su imale Nevena, Ilija, Jasna, Zorica i Jelena. Premda Jelena ima veću genotipsku vrednost prinosa ulja ona je sklonija interakciji, što se uočava po većoj IPC1 vrednosti. U posmatranom periodu Kata, Zorica i Jasna su bile najstabilnije. Iako Jelena ima veći prinos, od analiziranih genotipova se sorta Zorica preporučuje za gajenje na lokalitetu Rimski šančevi zbog veće stabilnosti prinosa ulja.



Slika 1. AMMI1 biplot za prvu komponentu interakcije (IPC1) i prosečan prinos ulja (kg/ha)

Figure 1. AMMI biplot for first interaction component (IPC1) and mean oil yield (kg/ha)

ZAKLJUČAK

Utvrđena je značajnost uticaja sorte, godine i $G \times E$ interakcije na prinos ulja uljane repice. Najveći prinos ulja je ostvaren 2016. godine. Na osnovu četvorogodišnjeg

proseka, najveći prinos ulja je imala sorta Jelena, a najmanji Kata. AMMI analizom je pokazano da je najveću vrednost IPC1 skora imala 2016. godina. Najstabilniji su bili genotipovi Kata, Zorica i Jasna, od kojih Zorica ima najveći prinos ulja, te se sa tog aspekta preporučuje za dalje gajenje u ispitivanom lokalitetu.

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 i ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2020. i 2021. godini, evidencioni broj: 451-03-68/2020-14/200032 i 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. Chloupek, O., Hrstkova, P., Schweigert, P. (2004). Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries. *Field Crops Research*, 85(2-3): 167–190. doi:10.1016/s0378-4290(03)00162-x
2. Gauch, H.G.Jr., Moran, D.R. (2019): AMMISOFT for AMMI Analysis with Best Practices. *BioRxiv*, 1-10. <https://doi.org/10.1101/538454>
3. IBM Corp. (2012). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
4. Li, Z., Coffey, L., Garfin, J., Miller, N.D., White, M.R., Spalding, E.P., de Leon, N., Hirsch, C.N. (2018). Genotype-by-environment interactions affecting heterosis in maize. *PLoS ONE* 13(1): e0191321. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191321>
5. Liersch, A., Bocianowski, J., Nowosad, K., Mikołajczyk, K., Spasibonek, S., Wielebski, F., Bartkowiak-Broda, I. (2020). Effect of Genotype x Environment Interaction for Seed Traits in Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) *Agriculture*, 10(12): 607. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120607>
6. Marjanović Jeromela, A., Marinković, R., Mijić, A., Jankulovska, M., Zdunić, Z. (2007). Interrelationship between oil yield and other quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Central European Journal of Agriculture*, 8(2): 165-170. <https://core.ac.uk/download/pdf/14391068.pdf>
7. Marjanović Jeromela, A., Nagl, N., Gvozdanović Varga, J., Hristov, N., Kondić Špika, A., Marinković, R., Vasić M. (2011). Genotype by environment interaction for seed yield per plant in rapeseed using AMMI model. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(2): 174-181. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000200009>
8. Moghaddam, M.J., Pourdad, S. S. (2011). Genotype × environment interactions and simultaneous selection for high oil yield and stability in rainfed warm areas rapeseed (*Brassica napus* L.) from Iran. *Euphytica*, 180(3): 321–335. doi:10.1007/s10681-011-0371-8
9. Popović V, Ljubičić N, Kostić M, Radulović M, Blagojević D, Ugrenović V, Popović D, Ivošević B. Genotype × Environment Interaction for Wheat Yield Traits Suit-

- able for Selection in Different Seed Priming Conditions. *Plants*. 2020; 9(12): 1804. <https://doi.org/10.3390/plants9121804>
10. Radić, V., Balalić, I., Miladinov, Z., Ćirić, M., Vasiljević M., Jocić, S., Marjanović-Jeromela, A. (2020). Genotype × Environment interaction of some traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines. *Applied Ecology and Environmental Research* 18(1): 1707-1719. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1801_17071719
 11. Weymann, W., Böttcher, U., Sieling, K., Kage, H. (2015). Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. *Field Crops Research*, 173: 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.01.002>

NOVA SORTA ULJANOG LANA - *Linum usitatissimum* L.: NS PRIMUS

*Vera Popović¹, Zoran Jovović², Maja Ignjatov¹, Vojislav Mihailović¹,
Jela Ikanović³, Vera Rajičić⁴, Nataša Ljubičić⁵*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

²Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Podgorica, Crna Gora

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

⁴Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac, Srbija

⁵Biosens Institut, Novi Sad, Srbija

IZVOD

Lan (*Linum usitatissimum* L.) se gaji za proizvodnju: vlakna (predivi lan) i semena (uljani lan). Laneno ulje ima veliku primenu u prehrambenoj i hemijskoj industriji ali i u medicini. Za gajenje uljanog lana najbolja su plodna i vlažna zemljišta, čista od korova. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, ima dve nove sorte uljanog lana stvorene 2017. i 2019.: „NS Primus” i „NS Marko”. U ovoj studiji testirana je sorta „NS Primus”, na černozeu. Sorta „NS Primus” je pokazala odlične performanse i visok prinos semena.

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

NEW VARIETY OF OIL FLAX - *Linum usitatissimum* L.: NS PRIMUS

ABSTRACT

Flax (*Linum usitatissimum* L.) is grown for the production of: fibers (fiber flax) and seeds (oil flax). Flax oil is widely used in the food and chemical industries, but also in medicine. For the cultivation of flax oil are the best fertile and moist soils, clean of weeds. The Institute of Field and Vegetable Crops has two new varieties of oil flax created in 2017 and 2019: „NS Primus” and „NS Marko”. In this study, the variety „NS Primus” was tested on chernozem. The „NS Primus” variety showed excellent performance and high seed yield.

Key words: Oil flax, NS Primus, seed yield, oil content

UVOD

Lan (*Linum usitatissimum* L.) je u Evropi ekonomski značajna uljarica. Pripada porodici *Linaceae*, rodu *Linum*. Kao uljana i tekstilna biljka gaji se obični lan (*Linum usitatissimum* L.) koji ima veći broj podvrsta. Najvažniji varijeteti su mu: lan za vlakno (var. *elongata*), uljani lan (var. *brevimulticaulia*) i prelazni varijetet za kombinovano korišćenje (var. *intermedia*) (Glamočlija i sar., 2015, Popović i sar., 2018a). U ishrani se preporučuje seme lana, ali i hladno presovano laneno ulje jer je laneno seme odličan izvor ulja (oko 40%) sa oko 70% nezasićenih masnih kiselina (Bhatty, 1990; Popović i sar. 2017; 2018a, 2018b), zatim sadrži i značajne količine sirovih proteina (20-30%), pepeo (2,50–4%) i sirova vlakna, 12–20%, (Ivanov i sar., 2012; Daun i sar., 2003; Popović i sar., 2019), slika 1.



a. b. c.
Slika 1. Čaura lana (a.), seme (b.) i ulje lana (c.)
Figure 1. Capsule of linseed (a.), seed (b.) and linseed oil (c.)

Primena lana je sve zastupljenija za proizvodnju funkcionalnih hraniva, sa ciljem da poveća unos esencijalnih masnih kiselina i proteina u ishrani. Potrebno ga je unositi u ograničenim količinama, zbog visokog sadržaja ulja (Lardy et Anderson, 1999). Pored mnogobrojnih pozitivnih efekata visokonezasićenih masnih kiselina, kakva je ALK, postoji i veliki problem vezan za njihovu oksidacionu nestabilnost, kako van organizma, tako i u organizmu, pri čemu nastaju izuzetno reaktivni slobodni radikali i štetni produkti oksidacije. Zbog velike sklonosti ka oksidaciji i polimerizaciji, laneno ulje se uglavnom ne primenjuje u ishrani, nego u tehničke svrhe, u industriji boja i lakova, proizvodnji linoleuma, mekih sapuna, mašinskih ulja i sličnih proizvoda (Nikolovski i sar., 2008). Laneno seme sadrži antinutritivne materije - cijanogene glikozide. Ova jedinjenja pod dejstvom enzima β -glukozidaze oslobađaju cijanovodoničnu kiselinu (HCN), koja ispoljava negativan efekat kada se unese u prevelikoj količini. Da bi se laneno seme pre upotrebe detoksifikovalo i smanjila količina oslobođenje HCN u organizmu, najčešće se primenjuju toplotni tretmani kao što su autoklaviranje, peletiranje, ekstrudiranje ili mikrotalasno pečenje. Od svih navedenih postupaka, ekstrudiranje se nameće kao najpogodnije u proizvodnji

hrane za životinje iz nekoliko razloga, a pre svega jer omogućava tretiranje velike količine materijala u kratkom vremenskom periodu, uz istovremeno postizanje željene detoksifikacije (Čolović, 2014; Popović i sar., 2018a; 2018b).

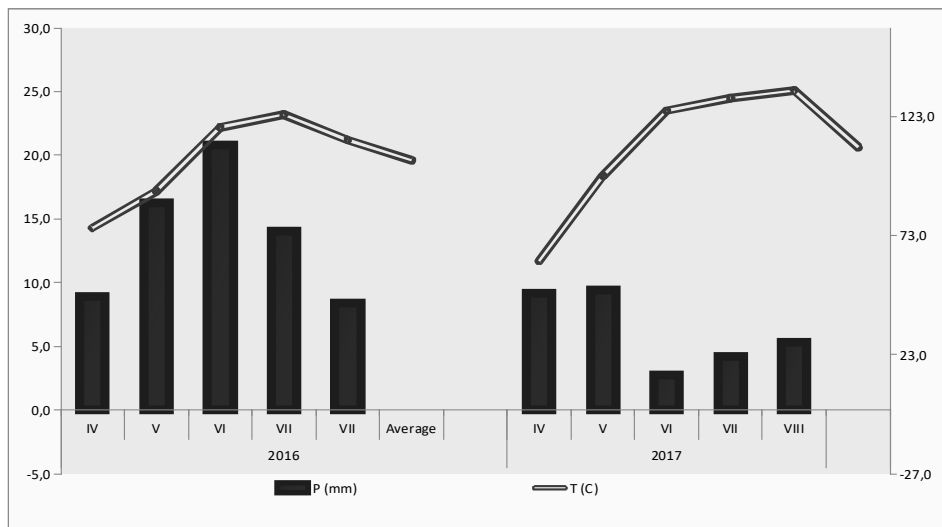
Lan se koristi sve više i u medicini. Kao lek se koristi: seme, ulje, lanene pogače i lanena sluz (protiv kašlja, promuklosti, upale želuca, žučnih kamenaca i dr.) (Glamočlija i sar., 2015; Popović i sar., 2019). Seme lana pokazuje dijetetsku, purgativnu i zaštitnu aktivnost i zato je odavno korišćen kod bolesti probavnog trakta (konstipacija, gastritis i enterokolitis) i bolesti disajnih puteva (kašalj i disfonija). Ulje lanenog semena poboljšava nutritivni i zdravstveni status zahvaljujući preventivnom delovanju na koronarne bolesti srca, neke tipove raka, neurološke i hormonske poremećaje. Laneno ulje je bogato lignanima i omega-3 masnim kiselinama (Herchi i sar., 2011; Filipović i sar., 2014; Popović i sar., 2018a). Ulje lana je vrlo bogato polinezasićenim masnim kiselina (PUFA), nadmašujući sva glavna biljna ulja, pa čak i riblje ulje (Hunter, 1990). Lan je bogat izvor α -linolenske kiseline (ALA) koja pripada skupini omega 3 (ω -3 ili n-3) kiselina (Bickert i sar., 1994, Heller i sar., 2010), a neophodne su u zaštiti organizma od tromboze, određenih tipova kancera, kao i zbog adekvatnog imunog i antiinflamatornog odgovora. Laneno seme je bogat izvor vrednih belančevina, dijetalnih vlakana, lecitina i lignana - koji su od velike važnosti za ljudsko zdravlje (Bhatty i Cherdkiatgumchai 1990, Ganorkar i Jain, 2013; Popović i sar., 2018a; 2018b). Cilj ovog rada bio je da se ispita produktivnost novosadske sorte uljanog lana „NS Primus” na černozeu.

MATERIJAL I METODE RADA

Eksperimentalni ogled sa sortom uljanog lana „NS Primus” izveden je u tri ponavljanja, na oglednom polju Instituta za ratarsvo i povrtarstvo u Bačkom Petrovcu, na černozeu, tokom 2016. i 2017. godine. Primenjena je optimalna tehnologija gajenja sa setvom 50 kg ha⁻¹, krajem aprila, na dubini od 2 cm. Žetva je obavljena u tehnološkoj zrelosti biljaka. Pre žetve uzete su biljke u svih ponavljanja za određivanje: prinosa semena (kg ha⁻¹), broja čaura po biljci, broja semena u čauri i sadržaja ulja (%). Za statističku obradu podataka upotrebljen je program Statistica, version 12. Dobijeni podaci prikazani su grafički i tabelarno.

Agroekološki uslovi

Prosečne temperature tokom vegetacionog perioda uljanog lana bile su veće za 1°C u 2017. godini (20,6°C) u odnosu na 2016. godinu (19,6°C), dok su ukupne padavine bile manje za 201,3 mm u 2017. (163,5 mm) u odnosu na 2016. godinu (364,8 mm). Iz navedenog razloga povoljnija godina za prinos lana bila je 2016. godina. U 2017. zbog izrazite suše tokom vegetacionog perioda zabeležen je usporen rast biljaka i početak vegetacionog perioda. U 2017. bili izuzetno topli meseci: jun (23,5°C), jul (24,55°C) i maj mesec (25,1°C), visoke temperature tokom ovih meseci negativno su uticale na rast i razvoj biljaka, slika 1.



Slika 1. Ukupne padavine (mm) i prosečna temperatura vazduha (°C) tokom vegetacionog perioda lana, Bački Petrovac, Srbija.

Figure 1. Total precipitation (mm) and average air temperature (°C) during the linseed vegetation period, Bački Petrovac, Serbia.

Lan ne podnosi gajenje u monokulturi. Na istu površinu može da se seje svake 4–6 godine. Odgovaraju mu predkulture koje rano napuštaju zemljište, a najpovoljnije su strne žitarice.

REZULTATI I DISKUSIJA

U svetu permanentno raste korišćenje lana u ljudskoj ishrani, prvenstveno zbog izuzetno povoljnog sastava zrna i prisustva visokog sadržaja dijetetskih vlakana, omega-3 masnih kiselina i antikancerogenih lignana. U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo su priznate dve sorte lana: „NS Primus” (braon boje semena) i „NS Marko” (žute boje semena).

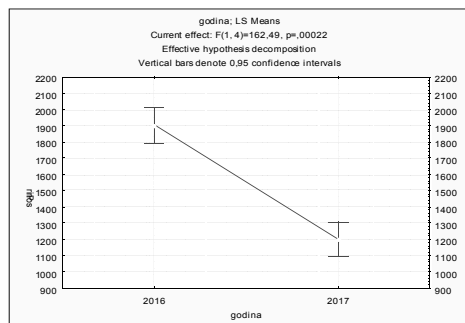
U ovoj studiji testirana je sorta „NS Primus”. Na osnovu F-testa analize varijanse godina je imala statistički značajan uticaj ($p < 0,05$) na prinos semena ($F_{\text{ekp.}} = 162,485^{**}$). Prosečan prinos semena za ispitivani period iznosio je 1580 kg ha^{-1} , tabela 1, slika 2a. Na osnovu rezultata istraživanja evidentno je da je „NS Primus” visokoprinosna sorta sa povoljnim hemijskim sastavom semena.

Na osnovu F-testa analize varijanse godina je imala statistički značajan uticaj ($p < 0,05$) na sadržaj ulja u semenu lana ($F_{\text{ekp.}} = 75,87^*$). Prosečan sadržaj ulja u semenu iznosio je 40,95%, tabela 1, slika 2b.

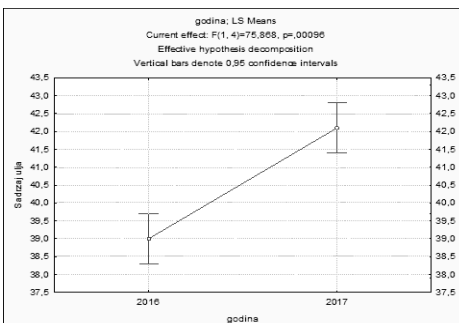
Tabela 1. Anova za prinos semena, sadržaj i prinos ulja uljanog lana
Table 1. Anova for seed yield, oil content and oil yield oils linseed

Effect	SS	Degr. of Free.	MS	F	p
Prinos zrna / Grain yield					
Intercept	14446017	1	14446017	3163,361	0,000001
Godina	742017	1	742017	162,485**	0,000218**
Error	18267	4	4567		
Sadržaj ulja / Oil content					
Intercept	9865,815	1	9865,815	51925,34	0,000000
Godina	14,415	1	14,415	75,87*	0,000957*
Error	0,760	4	0,190		

Godina je imala značajan uticaj na broj čaura po biljci lana i na broj semena u čauri. Prosečan broj čaura po biljci lana varirao je od 61 (2017. godine) do 92 (2016. godine), a broj semena u čauri od 9 (2017. godine) do 10 (2016. godine), slika 3a i 3b.



a.

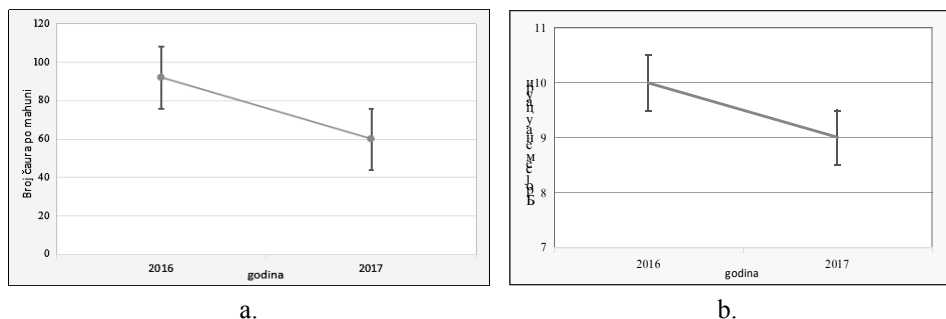


b.

Slika 2. Prinos semena lana, a, i sadržaj ulja, b., zavisnosti od godine
Figure 2. Seed yield linseed, a., and Oil content, b., depended of year

Povoljnija godina za prinos semena bila 2016., dok je za sintezu ulja bila povoljnija sušna godina, 2017. (42,60%, slika 2a), slike 2a i 2b.

Prinos semena, prinos ulja i prinos proteina bili su u jakoj negativnoj korelaciji sa temperaturama ($r=-0.94^{**}$ i $r=0.99^{**}$), (Popović i sar., 2017; 2018a; 2018b).



Slika 3. Broj čaura po biljci, a., i broj semena po čauri, b., u semena lana
Figure 3. Number of capsules per plants, a., No. of seed per capsules, b., of linseed

Sadržaj ulja u semenu uljanog lana zavisio je od klimatskih uslova proizvodne godine. Mrazevi, previsoke temperature i suša tokom vegetacione sezone imali su odlučujući uticaj na kvalitet semena. Nedo zrelo seme i seme oštećeno mrazom, imalo je značajno niži sadržaj ulja, i seme i ulje bilo je tamnije boje.

Seme lana ima veliku nutritivnu vrednost i svestranu primenu, sadrži 37–46% ulja. Ulje uljanog lana “linola” bogato je omega – 3 masnim kiselinama od kojih je najvažnija linoleinska kiselina. Visoko linoleinski lan ima seme smeđe boje, dok lan s manje od 5% linoleinske kiseline (solin) ima seme žute boje. Linoleinsku kiselinu ljudski organizam ne može da sintetiše, i neophodno ju je uključiti u ishranu. Hladnim presovanjem semena dobija se visokokvalitetno laneno ulje, koje se koristi u tehničke svrhe i u ishrani. Pogače, kao nusproizvod u proizvodnji ulja, izuzetno su vredan proteinski sastojak stočne hrane (Glamočlija i sar., 2015; Popović i sar., 2019).

Masnokiselinski sastav ulja u lanenom semenu zavisi od godine, kao i sastav nezasićenih masnih kiselina. Rani i kasni mrazevi, previsoke temperature i suša imaju odlučujući uticaj na kvalitet semena. Ukoliko je zrno oštećeno mrazom, imaće značajno niži sadržaj ulja i tamniju boju. Oštećena zrna pokazuju veći sadržaj palmitinske, linolne i ALA, a manji sadržaj oleinske kiseline od zdravih i celih zrna (Sediqi, 2012; Hall i sar., 2006). 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/povoljan, pored visokog sadržaja ulja, laneno seme sadrži i proteine (22,52%), što je više nego kod semena suncokreta i uljane repice (Čolović, 2015). Takođe, sadrži manje sirovih vlakana (6,55%) od ove dve uljarice, kao i magnezijum, 1832,98 mg/kg, mangan 20,99 mg/kg, kalijum 7006 mg/kg i cink 69,18 mg/kg (Sauvant i sar., 2000). Masnokiselinski sastav lanenog semena je izuzetno bogat esencijalnom ALA, omega-3 (n-3) masnom kiselinom, sa preko 50% zastupljenosti u ukupnim masnim kiselinama (50,31%) (Čolović 2015). Laneno seme, uz visok sadržaj ALA, odlikuje 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; Popović i sar., 2017; 2018a, 2018b; 2019). Bhatti and Cherdkiatgumchai (1990) čak smatraju da je unos od 100 g lanenog semena dnevno, dovoljan da čovekov organizam zadovolji svoje potrebe za ovim mineralima. Čolović (2015) navodi da je na osnovu analiza sastava masnih kiselina, utvrđeno je da je laneno seme pogodno za proizvodnju funkcionalnog hraniva sa povećanim sadržajem omega-3 masnih kiselina.

ZAKLJUČAK

- Laneno seme (*Linum usitatissimum* L.) je tradicionalna uljarica u Evropi, koje je prvenstveno cenjeno zbog visokog kvaliteta lanenog ulja.
- Godina je na osnovu F-testa analize varijanse imala statistički značajan uticaj ($p < 0,05$) na prinos i sadržaj ulja u semenu sorte „NS Primus”.
- Faktori životne sredine koji su negativno uticali na prinos semena su: visoke temperature i nedostatak vode u vegetacionoj sezoni lana.
- U sušnoj godini broj čaura po biljci i broj semena po čauri bio je značajno manji a samim tim i prinos semena.
- Sorta „NS Primus” je ostvarila visok prinos zrna i odličan tehnološki kvalitet semena.

Zahvalnica

Istraživanja su finansirana sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor ev. br. 451-03-9/2021-14/200118 i 200032) i bilateralnog projekta: Alternativna žita i uljarice kao izvor zdravstveno bezbedne hrane i važna sirovina za proizvodnju biogoriva (Srbija-Crna Gora: 2019-2021).

LITERATURA

1. Bhatti R.S. (1993). Further compositional analyses of flax-mucilage, trypsin inhibitors and hydro-cyanic acid. J. Am. Oil Chem. Soc. 70, 899-904.
2. Bhatti, R., Cherdkiatgumchai, P. (1990). Compositional analysis of laboratory prepared and commercial samples of linseed meal and hulls isolated from flax. J. Am. Oil Chem. Soc. 67, 79-84.
3. Bickert, C., Lühs, W., Friedt, W. (1994). Variation for fatty acid content and triacylglycerol composition in different *Linum* species. Industrial Crops and Products, 2: 229-237.
4. Ganorkar, P. M., Jain, R. K. (2013). Flax seed - A nutritional punch. International Food Research Journal, 20: 519-525.
5. Glamočlija, Đ., S. Janković, V. Popović, V. Filipović, V. Ugrenović, Kuzevski J. (2015). Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. Monografija, Beograd, 1-355.

6. Čolović, D. (2014). Ispitivanje uticaja procesa ekstrudiranja na dobijanje i stabilnost funkcionalnog hraniva za životinje na bazi lanenog semena. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet. Doktorska disertacija. Novi Sad.
7. Daun, J.K., Barthet V.J., Chornick T.L., Duguid, S. (2003). Structure, composition, and variety development of flaxseed In: Flaxseed in human nutrition, Eds. L.U. Thompson and Cunnane, AOAC Press, Champaign, IL, 1-40.
8. Ivanov, D., Čolović, R., Vukmirović, Đ., Lević, J., Kokić, B., Lević, Lj., Đuragić, O.(2012). 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.
9. FAO (2008). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation, Geneva, November 10-14, 2008.
10. Filipovic V, Popovic V, Glamoc lija Đ, Jaramaz M, Jaramaz D, Anđelovic S., Tabakovic M. (2013). Genotype and soil type influence on morphological characteristics, yield and oil content of oil flax. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 20, 1, 89-96.
11. Nikolovski B., Sovilj M., Đokić M., Vidović S. (2008). Kinetika i modeliranje ekstrakcije ulja iz semena lana (*Linum usitatissimum* L.) natkritičnim ugljen dioksidom. Hem. Ind., 62 (5), 283-292.
12. Hall, C. III., Tulbek, M.C., and Xu, Y. (2006). Flax seed. Advances in Food and Nutrition Research 51, 1-97.
13. Heler, K., Andrusyewska, A., Wielgusz, K. (2010). The cultivation of linseed by ecological methods. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 3: 112-116.
14. Herchi, W., Sawalha, S., Arráez-Román, D., Boukhchina, S., Segura-Carretero, A., Kallel, H., Fernández-Gutierrez, A. (2011). Determination of phenolic and other polar compounds in flaxseed oil using liquid chromatography coupled with time of flight mass spectrometry. Food Chemistry, 126(1), 332-338.
15. Hunter, J. E. (1990). N-3 fatty acids from vegetable oils. American Journal of Clinical Nutrition, 5: 809-814.
16. Popović, V. (2015). Pojam, podela i značaj bioloških resursa u poljoprivredi. U: Dražić G. Eds. Očuvanje i unapređenje bioloških resursa u službi ekoremedijacije. Monografija. Beograd, 29-51: 1-407.
17. 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.
18. Popović, Tatić, M., Vučković, S., Glamočlija, Đ., Dolijanović, Ž., Dozet, G., Kiprovski, B. (2018a). 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.
19. Popović, V., Sikora, V., Maksimović, L., Kiprovski, B., Mihailović, N., Raičević, V. (2018b). NS Primus - nova sorta uljanog lana odličnog tehnološkog kvaliteta zrna. 52. Savetovanje agronoma i poljorivrednika Srbije SAPS-Zlatibor, 2018, 68-79.

20. Popović, V., Sikora, V., Maksimović, L., Kiproviski, B., Mihailović, N., Raičević, V. (2019). Sadržaj ulja i tokoferola u semenu sorte uljanog lana NS Primus. 58. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, 107-120.
21. 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.
22. 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.

UTICAJ AMBALAŽE NA BAZI POGAČE ULJANE TIKVE GOLICE NA KVALITET LANENOG ULJA

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

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

IZVOD

U ovom radu ispitana je mogućnost primene biopolimernih kesica na bazi pogače uljane tikve (PuOC) za pakovanje hladno presovanog lanenog ulja. Ispitan je uticaj vrste ambalažnog materijala na promene senzorskih svojstava i hemijskog sastava upakovanog lanenog ulja, tokom čuvanja u kesicama na bazi pogače uljane tikve (monomaterijal), u kesicama na bazi dupleksa PuOC/kukuruzni zein (PuOC/MZ), kao i u kesicama na bazi komercijalnog materijala PET/PE. Rezultati su pokazali značajno manje promene u hemijskom kvalitetu ulja tokom skladištenja u biopolimerne kesice, ali je senzorski kvalitet narušen bez obzira na vrstu materijala od kog su kesice napravljene.

Ključne reči: ambalaža, pogača uljane tikve, zein, laneno ulje, održivost

INFLUENCE OF PACKAGING BASED ON PUMPKIN OIL CAKE ON THE QUALITY OF FLAXSEED OIL

ABSTRACT

In this paper, the possibility of using biopolymer pouches based on pumpkin oil cake (PuOC) for packaging cold-pressed linseed oil was investigated. The influence of the type of packaging material on the changes of sensory properties and chemical composition of packed flaxseed oil was monitored during storage in pouches based on pumpkin oil cake (monomaterial), duplex pouches based on PuOC/Maize zein (PuOC/MZ), as well as pouches based on commercial PET/PE material. The results showed significantly smaller changes in the oil chemical quality during storage in biopolymer pouches, but the sensory quality was impaired regardless of the type of material from which the pouches were made.

Key words: packaging, pumpkin oil cake, zein, flaxseed oil, shelf-life

UVOD

Pogača uljane tikve (PuOC) je nusproizvod dobijen nakon hladnog presovanja ulja iz semena tikve golice (*Cucurbita pepo* L.), sa malim stepenom valorizacije kao hrana za životinje i, poslednjih godina, kao nutritivno vredni suplementi u ljudskoj ishrani. Što se tiče dodatne valorizacije ovog nusproizvoda, PuOC se može smatrati dobrim supstratom za fermentaciju (Peričin i sar., 2007), kao izvor bioaktivnih fenolnih kiselina (Peričin i sar., 2009) i atraktivan je i perspektivan izvor biljnih proteina (sadržaj proteina oko 60%), koji su se pokazali kao dobre gradivne komponente biopolimernih materijala (Peričin i sar., 2008, Popović i sar., 2011, Popović i sar., 2012, Popović 2013).

Biopolimerni materijali izučavani su kao potencijalni materijali za izradu ambalaže za pakovanje prehrambenih proizvoda, zbog dobre barijere za gasove, arome i mikroorganizme, zbog mogućnosti inkorporiranja aktivnih sastojaka i poboljšanja mehaničkog integriteta upakovane hrane (Popović i sar., 2018). Biopolimerni filmovi i omotači pružaju brojne prednosti u odnosu na konvencionalnu polimernu ambalažu i zbog njihove biorazgradivosti (Lazić i Popović, 2015). S obzirom da su biopolimerni materijali, na bazi proteina i ugljenih hidrata, odlična barijera za kiseonik, a mogu da poseduju i antioksidativnu aktivnost, predstavljaju odličnu zamenu skupim, visokobarijernim materijalima u zaštiti hrane sa povećanim sadržajem lipida, podložnim oksidaciji (Huang i sar., 2020; Huntrakul i sar., 2020; Nilsuwan i sar., 2019; Wang i sar., 2019).

Različiti biljni i životinjski proteini i polisaharidi, ali i kompozitni materijali, odnosno cele pogače, sačme, kore, ljuske - nusproizvodi poljoprivredne i prehrambene industrije se mogu koristiti za dobijanje biopolimernih ambalažnih materijala. U tom smislu i proteinski izolat, kao i cela pogača uljane tikve predstavljaju odličan izvor gradivnih makromolekula za proizvodnju biopolimernih ambalažnih materijala (Bulut i sar., 2020a, 2020b; Popović, 2013; Popović i sar., 2010, 2011, 2012). Dobijeni materijali su pokazali odlična barijerna svojstva prema gasovima, a sa i bez dodatka etarskih ulja i antioksidativnu aktivnost.

U sastavu biljnih ulja, uključujući i laneno, glavne komponente su triacilgliceroli i obično čine više od 90% svih komponenti, a ostatak su tzv. minorne komponente. Sastav masnih kiselina lanenog ulja prilično se razlikuje u odnosu na druga komercijalna biljna ulja zbog veoma visokog sadržaja alfa-linolenske masne kiseline (ALA), koji je obično iznad 50%. Zbog visokog sadržaja ove „jedinstvene” masne kiseline često se laneno ulje koristi kao dodatak ishrani, gde je potrebno obogaćivanje sa omega 3 masnim kiselinama kakva je alfa-linolenska masna kiselina. 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. Recimo, brasikasterol je u lanenom ulju pronađen samo u tragovima. Alfa-linolenska masna kiselina je podložna oksidaciji, oksidiše 20-40 puta brže od oleinske kiseline i 2-4 puta brže od linolne kiseline, pa je i laneno ulje podložno brzom oksidaciji (Shukla i sar., 2002; Przybylski, 2005; Megahed, 2011; Marambe i sar., 2020).

Biljna ulja imaju ograničen rok trajanja, jer vrlo brzo, u zavisnosti od polaznog kvaliteta i održivosti, podležu neželjenim promenama. Te promene nastaju usled hemijskih reakcija i enzimski ili mikrobiološki procesa u njima. Koja vrsta kvarenja će biti zastupljena zavisi od kvaliteta i vrste, kao i uslova čuvanja ulja. Kao posledica kvarenja nastaju jedinjenja koja uzrokuju neprijatan ukus i miris ulja. Neka od jedinjenja produkata kvarenja, kao što su peroksidi, utiču štetno na zdravlje ljudi. Upravo zato veoma je bitno da se kvarenje spreči u procesu proizvodnje, kao i tokom dalje manipulacije sa proizvodom (Dimić i Turkulov, 2000; Dimić, 2005).

S tim u vezi, u ovom radu ispitan je uticaj kesica na bazi PuOC i dupleks biopolimernih materijala, na bazi PuOC i zeina (PuOC/MZ), 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, i ispitivanjem promena senzorskih svojstava ulja, kao i promena njegovog sastava i kvaliteta.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Pogača uljane tikve golice (PuOC), dobijena od proizvođača ulja „Linum” d.o.o., Čonoplja, skladištena je na temperaturi od 4°C i samlevena pre upotrebe. Kukuruzni zein (MZ), 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 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 (≈25°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/MZ pripremane su tako što je materijal sečen na komade dimenzija 40 × 50 mm, a zatim je na laboratorijskoj pakerici (Audion Elektro, Swissvac), 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 cm³ „praznog prostora” - vazduha.

Kesice sa lanenim uljem su postavljene u komoru („TLOS Instrumentaria” Zagreb) u kojoj su podešeni uslovi temperiranja 45±1°C i 50±2% RH.

U odnosu na polazni kvalitet lanenog ulja, ispitivanja su rađena 5, 10, 15, 20, 25, 30 i 40-og dana u cilju određivanja promena senzorskih svojstava, odnosno 15, 30 i 40 dana u cilju određivanja promena sastava i kvaliteta upakovanog lanenog ulja, uzimanjem po dve kesice od svake vrste materijala, uz prethodno temperiranje do sobne temperature.

Metode ispitivanja

Senzorska svojstva. Ocenu senzorskih svojstava upakovanog lanenog ulja obavila je petočlana komisija eksperata (n=5), ocenjivanjem sledećih parametara: boja, miris i ukus. Za ocenu je korišćen sistem analitičko-opisnih testova sa bodovima u rasponu od „neprihvatljivog” do „optimalnog” kvaliteta, u opsegu 0 do 3 za boju, 0 do 5 za miris i 0 do 12 za ukus. Ukupna senzorska ocena predstavlja zbir bodova za svaki pojedinačni parameta sa „granicom prihvatljivosti” 11,2 (Dimić i Turkulov, 2000).

Promene sastava i kvaliteta upakovanog ulja utvrđene su određivanjem sledećih pokazatelja i primenom sledećih metoda.

Sastav masnih kiselina. Promene u sastavu masnih kiselina lanenog ulja utvrđene su primenom gasne hromatografije - masene spektrometrije (GC-MS) (prema ISO 12966-1:2014 i ISO 12966-4:2015) primenom gasnog hromatografa GC7890B (Agilent Technologies, USA) sa kvadrupolnim masenim spektrometrom MSD5977A (Agilent Technologies, SAD) kao detektorom. Za razdvajanje pripremljenih metil estara masnih kiselina (prema ISO 12966-2:2017), korišćena je kapilarna kolona SP-2560 (100 m × 0,25 mm × df 0,20) (Supelco Inc., Bellefonte, PA), pri definisanim uslovima GC-MS analize. Za kvantifikaciju pripremljenih metil estara primenjena je metoda 100%, uz identifikaciju pomoću standardne smeše metil estara masnih kiselina Supelco 37 Component FAME (Supelco, Bellefonte, PA). Rezultati su iskazani kao suma zasićenih (ZMK), mono- (MNMK) i polinezasićenih masnih kiselina (PNMK).

Kiselinski broj. Stepem hidrolitičkih promena u lanenom ulju određen je na osnovu sadržaja slobodnih masnih kiselina izraženog kao kiselinski broj (Kbr), prema ISO 660: 2009.

Sadržaj ukupnih tokoferola i tokotrienola. Određen je spektrofotometrijskom metodom (Dimić i Turkulov, 2000), koristeći UV/VIS spektrofotometar (model T80+, PG Instruments, UK), izračunavanjem prema odgovarajućoj formuli i izražen u mg/kg.

Sadržaj ukupnih karotenoida. Određen je merenjem apsorbancije rastvora ulja u cikloheksanu na 445 nm u staklenoj kiveti od 1 cm primenom UV/VIS spektrofotometra (model T80+, PG Instruments, UK), metodom BS 684-2.20: 1977, izračunavanjem prema odgovarajućoj formuli i izražavanjem kao beta-karoten u mg/kg.

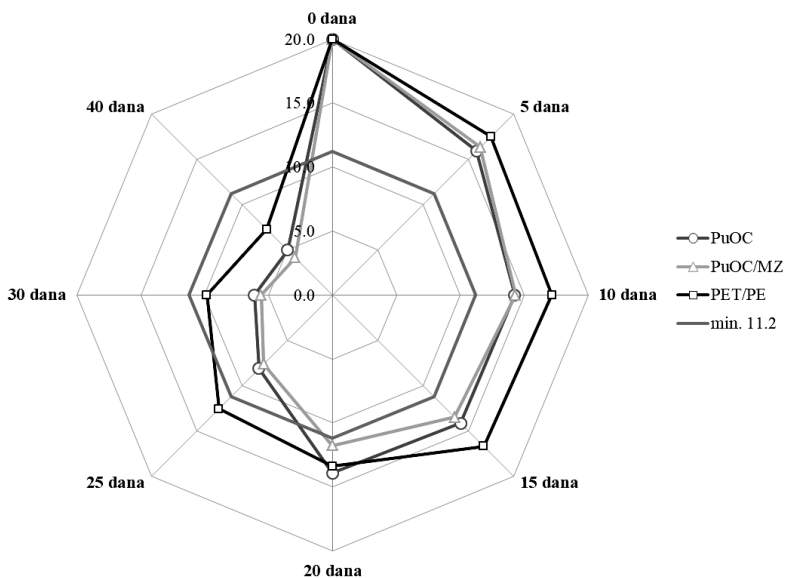
REZULTATI I DISKUSIJA

Promene senzorskog i hemijskog kvaliteta lanenog ulja upakovanog u kesice od mono- i dupleks biopolimernih materijala, kao i u kesice na bazi PET/PE praćene su tokom vremena temperiranja na 40°C i 50 %RH, u periodu do 40 dana.

Promene senzorskih svojstava

Na slici 1 su prikazane promene senzorskog kvaliteta upakovanog lanenog ulja u kesice na bazi biopolimera (PuOC i PuOC/MZ) i kesice na bazi komercijalnog materijala PET/PE, pri navedenim uslovima temperiranja (45±1°C i 50±2% RH).

Rezultati pokazuju da su već nakon pet dana ispitivanja svi uzorci imali niži ukupni senzorski kvalitet (15,6-17,5), u poređenju sa „početnom vrednošću”, 20. Utvrđeno pogoršanje senzorskih svojstava, više je bilo izraženo kod ukusa, nego mirisa. Do izraženijih promena došlo je u ulju u PET/PE kesicama, ali je ovo ulje i dalje bilo po senzorskim svojstvima slično „polaznom ulju”. Najizraženije negativne promene primećene su kod ulja u PuOC kesicama. Promenili su se miris i ukus, ne toliko na „strane”, već na prilično neprepoznatljive, koji su podsećali na „prženu ribu”. Kod ulja upakovanog u biopolimerne kesice, u periodu do 10 dana došlo je do blagog pogoršanja senzorskih svojstava, dok kod ulja u PET/PE kesicama, u prvih 15 dana nisu primećene značajne promene u poređenju sa „polaznim” uljem. Senzorska svojstva su bila karakteristična, ali slabijeg intenziteta, boja svetlija, sa pojavom „neprepoznatljivog” mirisa. Ovo ulje je još uvek imalo senzorski kvalitet, sličan uzorcima nakon 5 i 10 dana temperiranja. Za ulje upakovano u kesice na bazi PuOC, nakon 15 dana temperiranja utvrđeno je da se senzorska svojstva nisu pogoršala u odnosu na 10 dana temperiranja. Boja je imala različite nijanse, a miris i ukus su bili prihvatljivi, bez „strane” i neprepoznatljive arome. U toj fazi ispitivanja aroma, tj. miris i ukus su mnogo manje bili svojstveni „polaznom ulju”. Slično je i ulje iz kesica na bazi PuOC/MZ imalo nešto lošiji senzorski kvalitet. Boja je imala različite nijanse, miris i ukus su bili izraženiji, podsećali su na „karton”, a verovatno i na originalnu sirovinu. Nakon 20 dana temperiranja, uočena je razlika u stepenu pogoršanja senzorskih svojstava između upakovanih ulja - najizraženije je bilo u slučaju ulja upakovanog u PET/PE kesice. Ovo ulje je imalo bolji miris nego ukus, na „kiselo”. Za ulje upakovano u biopolimerne kesice, senzorska svojstva se nisu pogoršala u poređenju sa uljem nakon 15 dana temperiranja. Boja je bila različitih nijansi, a miris i ukus prihvatljivi u poređenju sa „polaznim uljem”. Aroma nije bila „strana” i neprepoznatljiva, miris i ukus podsećali su na miris i ukus samog PuOC. Ovo ulje je imalo bolji ukus nego miris.



Slika 1. Promene senzorskih svojstava upakovanog lanenog ulja
Figure 1. Changes in sensory properties of packaged flaxseed oil

U periodu 20-25 dana temperiranja, senzorska svojstva su se veoma pogoršala. Miris i ukus su se pogoršali, boja je i dalje bila „mat” u svim uzorcima, tj. nisu imali „sjaj” kao „polazno ulje”. Uzorci u obe vrste kesica na bazi biopolimera imali su ukupnu senzorsku ocenu ispod „granice prihvatljivosti”. Konačno, rezultati pokazuju da je kvalitet upakovanog ulja, do 20 dana temperiranja, bio prihvatljiv, bez obzira na vrstu materijala od kojeg su izrađene kesice. Nakon 25 dana temperiranja, ulje upakovano u biopolimerne kesice više nije imalo prihvatljiva senzorska svojstva, dok je senzorski kvalitet ulja upakovanog u PET/PE bio prihvatljiv i nakon 25 dana temperiranja.

Promene sastava i kvaliteta ulja

Promene sastava i kvaliteta ulja utvrđene su praćenjem promena sastava masnih kiselina (izraženog kao zbir (suma) zasićenih, mono- i polinezasićenih masnih kiselina), praćenjem promena sadržaja slobodnih masnih kiselina (izraženog kao kiselinski broj), kao i praćenjem promena sadržaja ukupnih tokoferola i tokotrienola i sadržaja ukupnih karotenoida.

U tabeli 1 su prikazane promene sastava masnih kiselina upakovanog lanenog ulja u kesice na bazi biopolimera (PuOC i PuOC/MZ) i kesice na bazi komercijalnog materijala PET/PE.

U upakovanom lanenom ulju suma zasićenih masnih kiselina je bila $11,49 \pm 0,21\%$ m/m, mononezasićenih $21,86 \pm 0,65\%$ m/m i polinezasićenih $66,65 \pm 0,78\%$ m/m.

Iako je suma polinezasićenih masnih kiselina sa najzastupljenijom alfa-linolenskom masnom kiselinom (preko 50% m/m), najviše podložnoj oksidativnim promenama u upakovanom ulju bila najveća, nije došlo do značajnih promena u periodu 15, 30 i 40 dana temperiranja ($45\pm 1^\circ\text{C}$ i $50\pm 2\%$ RH). Rezultati pokazuju da je na kraju ispitivanja, nakon 40 dana u ulju upakovanom u biopolimerne kesice (PuOC i PuOC/MZ) suma polinezasićenih masnih kiselina bila $65,62\pm 0,59\%$ m/m, dok je u ulju upakovanom u PET/PE bio $65,75\pm 0,59\%$ m/m. Shodno tome, u ovom periodu ispitivanja, očekivano ni suma mononezasićenih masnih kiselina nije se menjala, bila je $22,69\pm 0,27\%$ m/m, $22,64\pm 0,11\%$ m/m i $21,89\pm 0,39\%$ m/m, redom kod ulja upakovanog u kesice od materijala PuOC, PuOC/MZ i PET/PE. Takođe, i suma zasićenih masnih kiselina bila je $11,70\pm 0,32\%$ m/m, $11,89\pm 0,02\%$ m/m i $11,39\pm 0,26\%$ m/m, istim redom.

U tabeli 2 su prikazane promene kvaliteta upakovanog lanenog ulja dobijene praćenjem promena sadržaja slobodnih masnih kiselina, sadržaja ukupnih tokoferola i tokotrienola i sadržaja karotenoida u ulju upakovanom u kesice na bazi biopolimera (PuOC i PuOC/MZ) i kesice na bazi komercijalnog materijala PET/PE. Uticaj vrste ambalažnih materijala na oksidativni status i pokazatelje oksidativne stabilnosti upakovanog lanenog ulja, takođe je ispitan određivanjem peroksidnog broja, konjugovanih diena i konjugovanih triena, a dobijeni rezultati su ranije saopšteni (Popović i sar., 2019).

U upakovanom lanenom ulju sadržaj slobodnih masnih kiselina (kiselinski broj), sadržaj tokoferola i tokotrienola i sadržaj karotenoida, je redom bio $0,71\pm 0,01$ mgKOH/g, 601 ± 18 mg/kg i $35,70\pm 0,01$ mg/kg.

U periodu do 40 temperiranja ($45\pm 1^\circ\text{C}$ i $50\pm 2\%$ RH), u upakovanom ulju do najvećih promena došlo je u sadržaju slobodnih masnih kiselina, i to manjih u ulju upakovanom u biopolimerne kesice (PuOC, kiselinski broj $0,81\pm 0,01$ mgKOH/g i PuOC/MZ, kiselinski broj $0,87\pm 0,02$ mgKOH/g), i većih u ulju upakovanom u PET/PE kesice (kiselinski broj $1,02\pm 0,02$ mgKOH/g), što znači da je stepen nastalih hidrolitičkih promena u ulju bio najveći upravo u kesicama od PET/PE, i što se može dovesti u vezu sa oksidativnim promenama ispitanim u ranijim istraživanjima (Popović i sar., 2019).

Slične promene u upakovanom ulju utvrđene su i u sadržaju ukupnih tokoferola i tokotrienola u upakovanom ulju, koji se smanjio u periodu do 40 dana temperiranja, i to manje kod ulja upakovanog u biopolimerne kesice (PuOC, $575\pm 0,16$ mg/kg i PuOC/MZ, 558 ± 10 mg/kg), i najviše u ulju upakovanom u PET/PE kesice (483 ± 14 mg/kg), najverovatnije zbog izvesne termičke razgradnje ovih minornih sastojaka ulja, i izvesnih oksidativnih promena u ulju (Popović i sar., 2019).

Tokom temperiranja, kada je u pitanju sastav i kvalitet ulja, od ispitanih parametara, kada su u pitanju minorni sastojci, do najmanjih promena došlo je kod sadržaja ukupnih karotenoida, koji je nakon 40 dana temperiranja kod ulja upakovanog u biopolimerne kesice bio $35,28\pm 0,03$ mg/kg kod PuOC i $35,22\pm 0,01$ mg/kg kod PuOC/MZ, odnosno u ulju upakovanom u PET/PE kesice $35,06\pm 0,05$ mg/kg.

Tabela 1. Promene sastava masnih kiselina upakovanog lanenog ulja
Table 1. Changes in the fatty acid composition of packaged flaxseed oil

Vreme (dani)/ Time (days)	Suma zasićenih masnih kiselina (% m/m)			Suma mononezasićenih masnih kiselina (% m/m)			Suma polinezasićenih masnih kiselina (% m/m)		
	PuOC	PuOC/MZ	PET/PE	PuOC	PuOC/MZ	PET/PE	PuOC	PuOC/MZ	PET/PE
0	11,49±0,21	11,49±0,21	11,49±0,21	21,86±0,65	21,86±0,65	21,86±0,65	66,65±0,78	66,65±0,78	66,65±0,78
15	11,14±0,04	11,58±0,21	11,32±0,15	22,43±0,05	22,70±0,33	21,54±0,18	66,13±0,02	66,13±0,02	67,13±0,73
30	11,68±0,20	11,56±0,07	11,54±0,17	22,64±0,26	22,36±0,01	21,78±0,20	65,71±0,46	65,71±0,46	66,62±0,22
40	11,70±0,32	11,89±0,02	11,39±0,26	22,69±0,27	22,64±0,11	21,82±0,39	65,62±0,59	65,62±0,59	65,75±1,11

Tabela 2. Promene sadržaja slobodnih masnih kiselina, sadržaja tokoferola i tokotrienola i sadržaja karotenoida u upakovanom lanenom ulju
Table 2. Changes in free fatty acid content, tocopherol and tocotrienols content and carotenoid content in packaged flaxseed oil

Vreme (dani)/ Time (days)	Kiselinski broj (mgKOH/g)			Sadržaj ukupnih tokoferola i tokotrineola (mg/kg)			Sadržaj ukupnih karotenoida, kao beta-karoten (mg/ kg)		
	PuOC	PuOC/MZ	PET/PE	PuOC	PuOC/MZ	PET/PE	PuOC	PuOC/MZ	PET/PE
0	0,71±0,01	0,71±0,01	0,71±0,01	601±18	601±18	601±18	35,70±0,01	35,70±0,01	35,70±0,01
15	0,70±0,02	0,69±0,03	0,89±0,03	595±38	591±32	541±27	35,68±0,12	35,65±0,13	35,53±0,03
30	0,73±0,02	0,69±0,01	0,94±0,03	579±56	588±28	497±10	35,66±0,09	35,65±0,08	35,31±0,01
40	0,81±0,01	0,87±0,02	1,03±0,02	575±16	558±10	483±14	35,28±0,03	35,22±0,01	35,06±0,05

ZAKLJUČAK

U radu je utvrđeno da ambalaža (kesice) na bazi PuOC (monomaterijal) i PuOC/MZ (dupleks), kao i kesice na bazi konercijalnog materijala PET/PE utiču na senzorska svojstva, ali i na sastav i kvalitet upakovanog lanenog ulja.

Dobijeni rezultati pokazuju da tokom 25 dana ubrzanog testa određivanja stabilnosti ulja, u kesicama na bazi biopolimera (PuOC i PuOC/MZ) došlo do značajnog narušavanja senzorskog kvaliteta ulja, koji postaje neprihvatljiv, dok su senzorske karakteristike ulja upakovanog u PET/PE kesice prihvatljive i 25 dana testiranja. Sa druge strane sastav i kvalitet upakovanog lanenog ulja su sačuvani i

do 40 dana ubrzanog testa određivanja stabilnosti ulja, posebno u kesicama na bazi biopolimera (PuOC i PuOC/MZ) dok su najlošija svojstva pokazale PET/PE kesice. Pri tome nije došlo do promena sadržaja i sastava masnih kiselina i sadržaja ukupnih karotenoida, dok je uočeno izvesno povećanje sadržaja slobodnih masnih kiselina, kao i smanjenje sadržaja ukupnih tokoferola i tokotrienola.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da biopolimerni filmovi na bazi PuOC (PuOC i PuOC/MZ) imaju dobra svojstva za očuvanje hemijskog sastava lanenog ulja, ali da je neophodna optimizacija uslova dobijanja ili modifikacija sastava pogače, u cilju sprečavanja narušavanja senzorskog kvaliteta upakovanog ulja, koje verovatno potiču od komponenti pogače koje migriraju pri kontaktu sa upakovanim uljem, a nisu posledica promena njegovog sastava.

Zahvalnica

Ovaj rad je nastao u okviru Programa Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, broj ugovora: 451-03-9/2021-14/200134 od 14.01.2021. godine.

LITERATURA

1. BS 684-2.20 (1977). Methods of analysis of fats and oils. Other methods. Determination of carotene in vegetable oils. British Standards Illustrations, London, UK.
2. Bulut, S., Popović, S., Hromiš, N., Šuput, D., Adamović, D., Lazić, V. (2020). Incorporation of essential oils into pumpkin oil cake-based materials in order to improve their properties and reduce water sensitivity. *Hemijska industrija*, 74 (5), 313-325.
3. Bulut, S., Popović, S., Hromiš, N., Šuput, D., Lazić, V., Kocić-Tanackov, S., Dimić, G., Kravić, S. (2020). Antibacterial activity of biopolymer composite materials obtained from pumpkin oil cake and winter savory or basil essential oil against various pathogenic bacteria. *Journal of Food and Nutrition Research*, 59 (3), 250-258.
4. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
5. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
6. Huang, X., Luo, X., Liu, L., Dong, K., Yang, R., Lin, C., Song, H. (2020). Formation mechanism of egg white protein/ κ -Carrageenan composite film and its application to oil packaging. *Food Hydrocolloids* 105: 105780.
7. Huntrakul, K., Yoksan, R., Sane, A., Harnkarnsujarit, N. (2020). Effects of pea protein on properties of cassava starch edible films produced by blown-film extrusion for oil packaging. *Food Packaging and Shelf Life* 24: 100480.
8. ISO 12966-1 (2014). Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 1: Guidelines on modern gas chromatography of fatty acid methyl esters. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
9. ISO 12966-2 (2017). Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

10. ISO 12966-4 (2015). Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 4: Determination by capillary gas chromatography. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
11. ISO 660 (2009). Animal and vegetable fats and oils - Determination of acid value and acidity. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
12. Lazić, V., Popović, S. (2015). Biorazgradivi ambalažni materijali, Monografija, Univerzitet u Novom sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
13. Marambe, H., Purdy, S., Tse, T., Reaney, M.J.T. (2020). Flax Oil and High Linolenic Oils, in: Editor F. Shahidi. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Seventh Edition, John Wiley & Sons, Ltd., doi: 10.1002/047167849X.bio010.pub2.
14. 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.
15. Nulsuwan, K., Benjakul, S., Prodpran, T., Caba, K. (2019). Fish gelatin monolayer and bilayer films incorporated with epigallocatechin gallate: Properties and their use as pouches for storage of chicken skin oil. *Food Hydrocolloids*, 89: 783-791.
16. 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, 50-456.
17. Peričin, D., Mađarev, S., Radulović, Lj., Škrinjar, M. (2007). Microbial conversion of pumpkin oil cake by *Penicillium roquefortii*, I International congress „Food Technology, Quality and Safety”, Novi Sad, Serbia, 13-15, November. pp. 106-111.
18. Peričin, D., Radulović, Lj., Trivić, S., Dimić, E. (2008). Evaluation of solubility of pumpkin seed globulins by response surface method. *Journal of Food Engineering*, 84, 591-594.
19. Popović, S. (2013). Istraživanje dobijanja i karakterizacija biorazgradivih kompozitnih filmova na bazi biljnih proteina, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
20. Popović, S., Lazić, V., Hromiš, N., Šuput, D., Bulut S. (2018). Biopolymer packaging materials for food shelf-life prolongation, pp. 223-277 (Chapter 8), in: *Biopolymers for food design*, Ed: Grumezescu & Holban, Academic Press, Elsevier.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Popović, S., Lazić, V., Hromiš, N., Šuput, D., Bulut, S., Romanić, R. (2019). Uticaj različitih biopolimernih ambalažnih materijala na osobine proizvoda industrije ulja, 60. Jubilarno Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp. 203-210, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, Crna Gora.
25. 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.

26. Shukla, V.K.S., Dutta, P.C., Artz, W.E. (2002). Camelina oil and its unusual cholesterol content. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 79, 965-969.
27. Wang, S., Xia, P., Wang, S., Liang, J., Sun, Y., Yue, P. (2019). Packaging films formulated with gelatin and anthocyanins nanocomplexes: Physical properties, antioxidant activity and its application for olive oil protection. *Food Hydrocolloids*, 96, 617-624.

PRIMENA MATEMATIČKIH MODELA ZA DOBIJANJE OPTIMALNOG OKSIDATIVNOG STATUSA MEŠANOG ULJA SUNCOKRETA I LANA

Aleksandar Takači¹, Viktor Stojkov^{1,2}, Ranko Romanić¹

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

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

IZVOD

Ulje suncokreta je veoma traženo i cenjeno zbog prijatnog ukusa i mirisa, i visoke biološke vrednosti zahvaljujući, pre svega sastavu masnih kiselina i sadržaju i sastavu tokoferola. Sadržaj linolne kiseline, koja je veoma važna kao esencijalna masna kiselina i sadržaj alfa-tokoferola u suncokretovom ulju, u potpunosti odgovaraju zahtevima savremene ishrane. Zbog toga je i razumljivo što je suncokret jedna od vodećih sirovina za proizvodnju ulja. Sa druge strane ulje lana je jedno od veoma značajnih biljnih ulja karakterističnih po visokom sadržaju esencijalnih polinezasićenih masnih kiselina, pre svega alfa-linolenske (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 uz pomoć matematičkih modela pokaže u kom odnosu mešana ulja imaju najbolji oksidativni status i oksidativnu stabilnost, sa optimalnom količinom omega 3 masnih kiselina. Za ispitivanja u okviru ovog rada su korišćeni uzorci mešanih biljnih ulja suncokreta i lana. Utvrđeno je da postoji dobro slaganje dobijenih linearnih matematičkih modela sa eksperimentalnim rezultatima pošto su za peroksidni broj, anisidinski broj i oksidativnu (totoks) vrednost, kao pokazatelje oksidativnog statusa ulja, u zavisnosti od udela ulja suncokreta u mešanim uljima dobijene vrednosti koeficijenta R^2 veće od 0,95.

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

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS FOR OBTAINING THE OPTIMAL OXIDATIVE STATUS OF BLENDED SUNFLOWER AND FLAXSEED OIL

ABSTRACT

Sunflower oil is highly sought after and appreciated for its pleasant taste and odor, and high biological value, thanks primarily to the composition of fatty acids and the

content and composition of tocopherols. The content of linoleic acid, which is very important as an essential fatty acid, and the content of alpha-tocopherol in sunflower oil, fully meet the requirements of a modern diet. Therefore, it is understandable that sunflower is one of the leading raw materials for oil production. On the other hand, flaxseed oil is one of the very important vegetable oils characterized by a high content of essential polyunsaturated fatty acids, primarily alpha-linolenic (ALA, omega 3). For the same reason, this oil, on the other hand, is very prone to oxidative processes. The aim of the research within this paper was to show, with the help of mathematical models, in which ratio blended oils have the best oxidative status and oxidative stability, with the optimal amount of omega 3 fatty acids. Samples of blended vegetable oils of sunflower and flaxseed were used for testing within this work. It was found that there is a good agreement between the obtained linear mathematical models and experimental results, since for peroxide value, anisidine value and oxidative (totox) value, as indicators of oxidative status of oil, depending on the share of sunflower oil in blended oils, values of coefficient R^2 greater than 0.95.

Key words: sunflower oil, flaxseed oil, oxidative status, peroxide value, oxidative value

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. 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 (Shukla i sar., 2002; Przybylski, 2005). Medicinska istraživanja ukazuju da laneno ulje može pomoći u tretiranju različitih stanja (Hamed i Abo Elwafa, 2012).

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 (Takači i sar., 2019).

U tabeli 1 je prikazan sastav masnih kiselina mešanih biljnih ulja suncokreta i lana.

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 mononezasićenih 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). Jedan od načina da se poboljša oksidativna stabilnost jestivih ulja je mešanje sa uljima koji imaju visok sadržaj oleinske masne kiseline (Hamed i Abo Elwafa, 2012).

Tabela 1. Sastav masnih kiselina (% m/m) mešanih biljnih ulja lana i suncokreta (Takači i sar., 2019)

Table 1. Composition of fatty acids (% m / m) of mixed vegetable oils of flax and sunflower (Takači et al., 2019)

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

nd - nije detektovano

Cilj istraživanja u okviru ovog rada je bio da uz pomoć matematičkih modela pokaže u kom odnosu mešana ulja imaju najbolji oksidativni status i oksidativnu stabilnost, sa optimalnom količinom omega 3 masnih kiselina u mešanim uljima suncokreta i lana.

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: S - oznaka za rafinisano ulje semena suncokreta L - oznaka za hladno presovano ulje semena lana
3	40S:60L	
4	60S:40L	
5	80S:20L	
6	100S:0L	

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.

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) spektrofotometrijska metoda u UV oblasti, pomoću UV/VIS spektrofotometra T80+ („PG Instruments”, UK) (SRPS EN ISO 6885:2017). Oksidativna ili totoks (OV) vrednost je određena računski, pomoću jednačina $OV=2 \times Pbr + Abr$ (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.

Utvrđivane su zavisnosti između dve promenljive veličine, a to ima dva osnovna cilja. To su utvrđivanje oblika zavisnosti koji ispituje regresiona analiza i utvrđivanje jačine zavisnosti čime se bavi korelaciona analiza. Korelacija se definiše kao mera uzajamne povezanosti dve serije merenja ili dve grupe podataka. Izražava se Pirsonovim koeficijentom korelacije (R ili r). Kod proste linearne korelacije, njegove vrednosti su od -1 do +1. Kada je R = -1, radi se o potpunoj negativnoj korelaciji, kada je R = 0, korelacija ne postoji, a kada je R = +1, radi se o direktnoj srazmeri (potpunoj, pozitivnoj korelaciji). Na osnovu vrednosti koeficijenta korelacije izvodi se zaključak o jačini linearne korelacije (Vukadinović, 1990; Kovačević, 2012):

$R \leq 0,3$	- neznačajna korelacija
$0,5 < R < 0,7$	- značajna korelacija
$0,7 \leq R \leq 0,9$	- jaka korelacija
$R > 0,9$	- vrlo jaka korelacija

PRIKAZ I DISKUSIJA REZULTATA

U tabeli 3 su prikazani koeficijenti proste linearne korelacije između pojedinih udela masnih kiselina u ispitivanim mešanim biljnim uljima suncokreta i lana. Na osnovu Pirsonovih koeficijenata korelacije datih u tabeli 3 se može uočiti veoma jaka linearna korelacija između udela alfa-linoleinske masne kiseline (C18:3n3) i linolne masne kiseline (C18:2c), $R = -0,9990$, a to se može objasniti time što je udeo alfa-linoleinske masne kiseline u čistom uzorku ulja lana oko $54,84 \pm 0,12\%$ m/m, a linolne masne kiseline oko $18,17 \pm 0,02\%$ m/m, a u čistom suncokretovom ulju $0,07 \pm 0,00\%$ m/m i $59,71 \pm 0,02\%$ m/m i njihovim mešanjem linearno se menja udeo navedenih masnih kiselina. Takođe, primetna je i veoma jaka negativna korelacija između udela alfa-linoleinske masne kiseline (C18:3n3) i oleinske masne kiseline (C18:1c), $R = -0,9949$.

Tabela 3. Prosta linearna korelacija udela masnih kiselina u mešanim biljnim uljima suncokreta i lana
Table 3. Simple linear correlation of fatty acid content in blended vegetable oils of sunflower and flaxseed

Masna kiselina	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1c	C18:2c	C18:3n6	C18:3n3	C20:0	C20:1	C22:0	C24:0
C14:0	1,0000											
C16:0	0,4559	1,0000										
C16:1	0,4423	0,9449	1,0000									
C18:0	-0,7339	-0,8549	-0,8002	1,0000								
C18:1c	0,6256	0,9597	0,8946	-0,9646	1,0000							
C18:2c	0,6325	0,9169	0,8558	-0,9854	0,9894	1,0000						
C18:3n6	0,4472	0,9302	0,8385	-0,7930	0,9062	0,8678	1,0000					
C18:3n3	-0,6273	-0,9331	-0,8706	0,9802	-0,9949	-0,9990	-0,8833	1,0000				
C20:0	0,5474	0,9693	0,8638	-0,9272	0,9878	0,9681	0,9309	-0,9769	1,0000			
C20:1	0,6796	0,9239	0,8057	-0,8699	0,9382	0,8913	0,9110	-0,9070	0,9507	1,0000		
C22:0	0,6395	0,9457	0,8667	-0,9662	0,9969	0,9899	0,9189	-0,9943	0,9877	0,9425	1,0000	
C24:0	0,4358	0,6704	0,5479	-0,7305	0,7532	0,7775	0,8599	-0,7736	0,7693	0,7090	0,7981	1,0000

Lipidna oksidacija je kompleksni proces tokom kojeg nastaju primarni i sekundarni produkti oksidacije (Lu i sar., 2019).

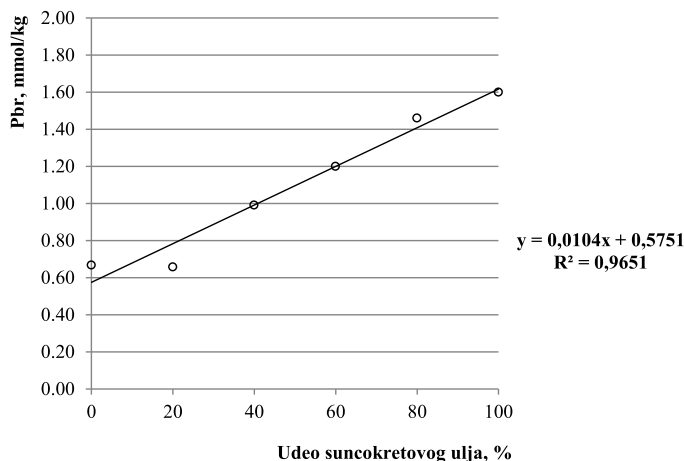
U tabeli 4 prikazani su rezultati određivanja parametara oksidativnog statusa mešanih biljnih ulja izmereni neposredno nakon mešanja ulja. Izmereni su sledeći parametri: peroksidni broj (Pbr), anisidinski broj (Abr) i oksidativna (totoks) vrednost (OV).

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 (-)
0S:100L	0,67±0,01	0,00	0,45±0,77
20S:80L	0,66±0,01	4,82±0,03	6,14±0,03
40S:60L	0,99±0,01	6,32±0,04	8,30±0,07
60S:40L	1,20±0,02	10,16±0,01	12,56±0,44
80S:20L	1,46±0,00	12,19±0,19	15,11±0,18
100S:0L	1,60±0,01	15,12±0,18	18,32±0,29

Iz table 4 se može uočiti da je peroksidni broj najveći u uzorku mešanog ulja sa 80% suncokretovog ulja i iznosi 1,46±0,00 mmol/kg, a najmanji u uzorku sa 20% suncokretovog ulja i iznosi 0,66±0,01 mmol/kg. Svi uzorci imaju manju vrednost od dozvoljenog maksimuma prema Pravilniku (5 mmol/kg) iz 2006. godine. Tańska i sar. (2016) su dobili vrednosti peroksidnog broja između 0,75-1,00 mmol/kg u čistom uzorku lanenog ulja. Kostadinović Veličkovska i sar. (2015) su mešali ulje od jezgra koštice kajsije, ulje semena konoplje i laneno ulje u odnosu 20%:40%:40% respektivno, i dobili su peroksidni broj 5,15±0,20 mmol/kg, što je mnogo veća vrednost nego u uzorku mešanog ulja sa 60% ulja suncokreta i 40% ulja lana (1,20±0,02 mmol/kg), i veća je od dozvoljene vrednosti po Pravilniku iz 2006. godine. Takođe, Kostadinović Veličkovska i sar. (2015) su mešali ulje semena tikve (bundeve) i suncokretovo ulje, 80%:20% respektivno, i dobili su peroksidni broj 5,30±0,10 mmol/kg, što je takođe veća vrednost od peroksidnog broj uzorka mešanog ulja sa 20% suncokretovog ulja i 80% lanenog ulja i veća je od dozvoljene vrednosti po Pravilniku iz 2006. godine.

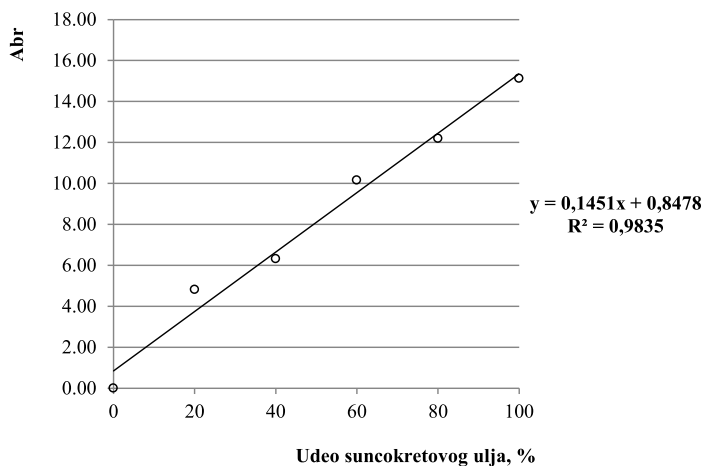
Sa povećanjem udela suncokretovog ulja u mešanim uljima dobijen je linearan rast peroksidnog broja u uzorcima mešanih ulja (slika 1). Pri tome vrednost koeficijenta R² iznosi 0,9651 što znači da se 96% ukupne varijacije može objasniti linearnom zavisnošću.



Slika 1. Grafički prikaz i matematički model promene peroksidnog broja u zavisnosti od udela suncokretovog ulja u mešanim uljima

Figure 1. Graphical representation and mathematical model of change of peroxide value depending on the share of sunflower oil in blended oils

Anisidinski broj je pouzdan indikator oksidativnih promena u različitim uljima i mastima (Van der Merwe i sar., 2003). Za vrednosti anisidinskog broja mešanih ulja, takođe je dobijen linearni rast sa povećanjem udela suncokretovog ulja (slika 2), a vrednost koeficijenta R^2 je veoma visoka (0,9835), što ukazuje na dobro slaganje matematičkog modela sa eksperimentalnim rezultatima.

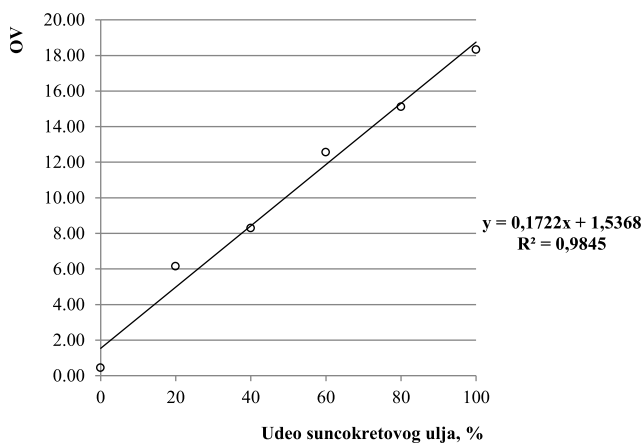


Slika 2. Grafički prikaz i matematički model promene anisidinskog broja u zavisnosti od udela suncokretovog ulja u mešanim uljima

Figure 2. Graphical representation and mathematical model of change of anisidine value depending on the share of sunflower oil in blended oils

Najmanju vrednost anisidinskog broja ima uzorak mešanog ulja sa 20% ulja suncokreta, $4,82 \pm 0,03$ a najveću vrednost ima uzorak mešanog ulja sa 80% suncokretovog ulja, $12,19 \pm 0,19$. Ove vrednosti ukazuju na prisustvo sekundarnih (ne) isparljivih produkata oksidacije koji nastaju razgradnjom hidroperoksida. Takođe, mora se napomenuti da je u čistom lanenom ulju dobijen anisidinski broj vrednosti 0,00. Omar i sar. (2010) su dobili početnu vrednost anisidinskog broja $7,8 \pm 0,89$ u čistom lanenom ulju i skladištenjem im se ta vrednost povećavala, a nakon 4 dana skladištenja, anisidinski broj je iznosio $23,05 \pm 1,05$.

Sveobuhvatniji uvid u oksidativni status u biljnim uljima daje oksidativna (totoks) vrednost. Matematički model ima vrednost koeficijenta $R^2 = 0,9845$, što znači da između oksidativne (totoks) vrednosti mešanih ulja i udela suncokretovog ulja postoji veoma jaka linearna zavisnost (slika 3). Kao što se moglo očekivati, najveću oksidativnu vrednost od uzoraka mešanih ulja ima ulje sa 20% ulja suncokreta, $0,45 \pm 0,77$, a najmanju mešano ulje sa 80% ulja suncokretam $15,11 \pm 0,18$.



Slika 3. Grafički prikaz i matematički model promene oksidativne (totoks) vrednosti u zavisnosti od udela suncokretovog ulja u mešanim uljima

Figure 3. Graphical representation and mathematical model of change of oxidative (totox) value depending on the share of sunflower oil in blended oils

ZAKLJUČAK

Povećanjem udela suncokretovog ulja u mešanim uljima suncokreta i lana, dobijeni su linearni matematički modeli koji opisuju povećanje, kako primarnih produkata oksidacije, tako i sekundarnih produkata oksidacije u mešanim uljima sa povećanjem udela ulja suncokreta. Dobijeni rezultati za peroksidni broj i anisidinski broj mešanih ulja u poređenju sa rezultatima drugih istraživanja dostupnim u literaturi za mešana ulja koja sadrže suncokretovo ili laneno ulje, stop ukazuje na dobar izbor ulja komponenata mešanih ulja i dobar oksidativni status dobijenih

mešanih ulja. Takođe, postoji dobro slaganje dobijenih linearnih matematičkih modela sa eksperimentalnim rezultatima pošto su za peroksidni broj, anisidinski broj i oksidativnu (totoks) vrednost u zavisnosti od udela ulja suncokreta u mešanim uljima dobijene vrednosti koeficijenta R^2 veće od 0,95. Sagledavanjem svih rezultata, može se zaključiti da je optimalno mešano ulje sa 80% suncokretovog ulja i 20% lanenog ulja, pošto tada dolazi do povećanja udela omega 3 masnih kiselina, a sadržaj primarnih i sekundarnih produkata oksidacije nije dostigao vrednosti koje dovode do narušavanja oksidativnog statusa mešanih ulja.

Zahvalnica

Ovaj rad je nastao u okviru Programa Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, broj ugovora: 451-03-9/2021-14/200134 od 14.01.2021. godine.

LITERATURA

1. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
2. Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
3. Hamed, S.F., Abo-Elwafa, G.A. (2012). Enhancement of oxidation stability of flax seed oil by blending with stable vegetable oils. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(10): 5039-5048.
4. Kostadinović Veličkovska, S., Brühl, L., Mitrev, S., Mirhosseini, H., Matthäus, B. (2015). Quality evaluation of cold-pressed edible oils from Macedonia. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 117: 2023-2035.
5. Kovačević, S. (2012). Ispitivanje korelacije između hemijske strukture, fizičko-hemijskih i retencionih parametara derivata aldopentoza i aldoheksoza hromatografijom na normalnim fazama, Diplomski - Master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
6. Lu, T., Shen, Y., Wang, J-H., Wang, Y-F., Zhao, Q., Zhou, D-Y., Shahidi, F. (2019). Improving oxidative stability of flaxseed oil with a mixture of antioxidants. *J. Food Process. Preserv.*, 44: e14355.
7. Malićanin, M. (2014). Izolovanje i fizičko-hemijska karakterizacija ulja iz semena crvenih sorti grožđa, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
8. Omar, K.A., Shan, L., Wang, Z.L., Wang, X. (2010). Stabilizing flaxseed oil with individual antioxidants and their mixtures. *Lipid Science & Technology Laboratory, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu, P.R. China. Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 112, 1003-1011.
9. 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.

10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Takači, A., Stojkov, V., Romanić, R., Radić, B., Kravić, S. (2019). Uticaj dodavanja lanenog ulja na oksidativni status ulja suncokreta bogatog omega 3 masnim kiselinama. 60. Jubilarno Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp. 169-177, 16-21. jun 2019., Herceg Novi, Crna Gora.
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.
16. Vukadinović, S. (1990). *Elementi teorije verovatnoće i matematičke statistike*, Privredni pregled, Beograd.

ZNAČAJ SEMENA INDUSTRIJSKE KONOPLJE I NJEGOVIH PROIZVODA U ISHRANI – SAVREMENI ASPEKTI

Vesna Vujasinović¹, Sanja Dimić², Biljana Rabrenović³, Ivana Janković¹

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

²Bimal Sunce d.o.o., Sombor, Srbija

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

IZVOD

U ovom radu je dat prikaz nutritivnog značaja semena industrijske konoplje i njegova dva osnovna proizvoda, hladno presovanog ulja i uljane pogače. Posebna pažnja je posvećena tumačenju uloga specifičnih masnih kiselina i globularnog proteina, edestin, u funkciji povećanja prirodnog imuno-sistema čoveka.

Ključne reči: seme industrijske konoplje, ulje, proteini, fito-nutrijenti

THE IMPORTANCE OF INDUSTRIAL HEMP SEEDS AND ITS PRODUCTS IN NUTRITION - CONTEMPORARY ASPECTS

ABSTRACT

This paper presents the nutritional value of industrial hemp seeds and its two basic products, cold pressed oil and oil cake. Special attention is paid to the interpretation of the role of specific fatty acids and globular protein-edestin in the function of increasing the natural human immune system.

Key words: industrial hemp seeds, oil, proteins, phyto-nutrients

UVOD

Za seme industrijske konoplje se danas sve češće govori da je to „**Drevna hrana sa savremenim funkcionalnim svojstvima**”.

Konoplja (*Cannabis sativa* L.) je jednogodišnja biljka. Smatra se najstarijom gajenom “vlaknastom” biljkom koja prethodi i lanu i pamuku. Istorijat gajenja konoplje dug je više od 8000 godina. U periodu od 16. do 18. veka u Aziji, Evropi i Severnoj Americi konoplja se gajila u značajnim količinama. U vremenu najintenzivnijeg gajenja svetske površine pod konopljom su iznosile oko milion hektara. Kriza uzgoja

ove biljke, zbog pitanja psihoaktivne komponente, THC-a, je dovela do znatnog smanjenja setvenih površina, međutim, u novije vreme konoplja doživljava svoju renesansu. Danas je u svim zemljama gde se gaji industrijska konoplja (Evropska unija, Kanada, SAD, Rusija i dr.) prihvaćeno zakonsko ograničenje da sadržaj THC mora biti <0,2%, odnosno <0,3% (na suhu materiju) (Mätthaus i Brühl, 2008). Iako su obećanja brojna, s obzirom na potencijalne benefite uzgoja i upotrebe biljke, osvajanje tržišta za razne proizvode od konoplje je ograničavajući faktor za ovu korisnu agronomsku vrstu (Johnson, 1999, Berenji i sar., 2001; Small i Marcus, 2002; Fike, 2016; Karche i Singh, 2019).

Do nedavno, uzgoj konoplje kao uljarice (radi proizvodnje isključivo semena) je bio takoreći nepoznat, međutim danas se u Evropi uglavnom gaji biljka „dvostruke namene”, što znači kako zbog vlakana tako i zbog semena sa iste biljke. Prva sorta *Cannabis sativa* priznata za proizvodnju semena je Finola c.v. (Small i Marcus, 2002).

Upotreba semena konoplje

Najvažniji proizvod uzgoja industrijske konoplje danas je seme koje se prvenstveno koristi kao hrana, „gric proizvodi” (slika 1) ili komponenta hrane, kao i za proizvodnju hladno presovanog ulja.



Slika 1. Pečeno seme konoplje kao gric proizvodi (slatka i ljuta varijanta)
Figure 1. Roasted hemp seeds as a snack products (sweet and spicy variant)

Ulje se najvećim delom koristi u prehrambenoj industriji, zatim u medicini ili kozmetičkoj industriji. Oljušteno seme (dikotiledoni) konoplje je bele boje i prijatnog orašastog ukusa. Može se konzumirati direktno ili da se inkorporira u brojne

prehrambene proizvode. Ljuštenje semena konoplje nije jednostavno, međutim danas već postoje savremene tehnike pomoću kojih se može proizvesti brašno od oljuštenog semena koje ne zahteva nikakav dodatni tretman pre konzumiranja. Većina prehrambenih proizvoda na bazi semena konoplje danas ima veoma skromno tržište. Proizvodi na bazi konoplje se prodaju u prodavnicama „zdrave hrane” ili specijalnim makrobiotičkim prodajnim mestima. Međutim, interesovanje potrošača za ove proizvode, posebno u zapadnjačkoj ishrani, je u velikoj ekspanziji, pre svega zbog povoljnog nutritivnog profila. Osim toga, mora se napomenuti da konopljino seme ne sadrži gluten, što ga čini važnim izvorom biljnih proteina za ljude koji pate od celijakije (Callaway i Pate, 2009; Radočaj i sar., 2014). Neke od mogućnosti primene semena i ulja industrijske konoplje u ishrani i šire navedene su u tabeli 1.

Tabela 1. Neki primeri komercijalne primene semena i ulja industrijske konoplje (Small i Marcus, 2002; Yin i sar., 2007)

Table 1. Some examples of commercial application of industrial hemp seeds and oils

Proizvodi	
Hrana i piće	
Konditorski proizvodi	Čokolada, pečeno seme, dražirano seme, proizvodi za grickanje, gric proizvodi na bazi semena uljarica, biljni namaz/puter na bazi semena konoplje, sladoled itd.
Pekarski proizvodi	Hleb, perece, kolačići, razne vrste peciva, pice, paste, burgeri, palačinke itd.
Salatno ulje/prelivi	Hladno presovana ulja, salatni prelivi, sosovi, majonez, razni namazi na bazi biljaka i sl.
Pića	„Mleko, jogurt, limunada, pivo, vino, kafa” i razna alkoholna pića u kojima se konoplja koristi za aromu
Gama-linolenska kiselina	Dodatak ishrani
Za pakovanje hrane	Proteinski filmovi (od proteinskih izolata semena konoplje)
Kozmetička sredstva	
Kozmetička sredstva za negu tela	Hidrantne kreme za negu kože, losioni, šamponi
Hrana za životinje	Celo seme za ishranu ptica, pogača za ishranu životinja

Konopljino ulje – nutritivni značaj

Jestivi proizvodi od semena, pre svega ulje, pogača ili brašno, bilo koje sorte industrijske konoplje imaju veoma sličan hemijski i nutritivni sastav po pitanju masno-kiselinskog profila, prisutnih fitosterola, sadržaju fenolnih jedinjenja, antioksidativne aktivnosti i količine makro- i mikro-elemenata. Međutim, relativni udeo pojedinih specifičnih sastojaka ipak značajno varira u ulju, u poređenju sa semenom ili brašnom (Callaway i Pate, 2009).

Konopljino ulje je najskuplji proizvod od semena i čini 15,7% od ukupne upotrebe konoplje. Najveći deo proizvedenog ulja se koristi za ljudsku ishranu, samo 0,3% za kozmetiku i 0,3% za ishranu životinja (Karche i Singh, 2019).

Konopljino ulje se uglavnom proizvodi od celog semena i ima jedinstveni hemijski sastav. Skoro isključivo se dobija postupkom hladnog presovanja na pužnim presama i kao takvo, osim specifičnog masno-kiselinskog profila ulje obiluje i raznim veoma korisnim bio-aktivnim komponentama (Dimić, 2005). Endogene minorne komponente neosapunjivih frakcija konopljinog ulja predstavljaju fitosteroli, polifenoli, tokoferoli, pigmenti, vitamini i mineralne materije. Neki od njih štite ulje od oksidacije i pružaju blagotvorno dejstvo na zdravlje ljudi. Nasuprot njima, neke druge komponente su nepoželjne (npr. hlorofili) jer mogu da pogoršavaju kvalitet, senzorska svojstva ili oksidativnu stabilnost ulja.

U novije vreme potencijalni zdravstveni benefit ulja od semena konoplje je od posebnog interesa. Ulje se uglavnom koristi sveže, kao ulje za salatu, a ne kao ulje za toplotnu obradu - kuvanje ili prženje (zbog niske tačke dimljenja, 165°C) (Xu i sar., 2021), pa je senzorski kvalitet ulja od velike važnosti za potrošače, tabela 2.

Tabela 2. Senzorski atributi ulja semena konoplje
Table 2. Sensory attributes of hemp seed oil

Tip ulja	Senzorski atributi
- sveže hladno presovano ulje od veoma kvalitetnog semena	bistro, providno, tamno zeleno; svež orašasti ukus i miris: izvrsna kombinacija arome limuna, mente i bibera;
- staro hladno presovano ulje	bistro, maslinasto zelene do žute boje, na ribu, miris na boju, na vreće od jute, bez prijatne arome, gorak prizvuk u ukusu;
- rafinisano ulje	bistro, bezbojno ili svetlo žute boje, bez mirisa ili miris na boju.

Da bi se udovoljilo želji konzumenata za prijatnijim ukusom ulja, seme konoplje se ponekad termički obrađuje (prži) pre presovanja. U tom slučaju, za izdvajanje ulja iz semena se koristi hidraulična presa. Ovaj metod može da doprinosi prijatnijem

ukusu, ali takođe doprinosi i stvaranju nepoželjnih benzo-a-pirena i 3-MCPD (3-monohlorpropandiol) u ulju (Xu i sar., 2021).

Konopljino ulje se odlikuje jedinstvenim profilom masnih kiselina, pri čemu su dominantne esencijalne linolna (LA 18:2, *cis*-9,12, ω -6, 50-60%) i α -linolenska kiselina (LNA 18:3, *cis*-9,12,15, ω -3, 20-25%). Sadržaj zasićenih masnih kiselina je mali, i to uglavnom palmitinska i stearinska kiselina. Pored toga konopljino ulje sadrži i γ -linolensku kiselinu (GLA C18:3, ω -6, 2-5%) i stearidonsku kiselinu (tabela 3).

Tabela 3. Sastav masnih kiselina (% m/m) konopljinog ulja po raznim autorima*

Table 3. Fatty acid composition (% m/m) of hemp oil by various authors*

Masna kiselina/Fatty acid	1	2	3	4	5	6	7	8
C 16:0	7,32	6,63	5	7,15	5-7	6,21	6,1	5,37
C 18:0	2,97	3,30	2	2,73	1-2	2,40	2,6	1,56
C 18:1	14,55	13,0	9	12,75	8-13	10,64	12,5	11,51
C 18:2, ω -6	55,50	54,8	56	56,08	52-62	55,21	55,2	59,16
C 18:3, ω -3	14,35	18,4	22	14,89	12-23	19,08	18,9	17,96
C 18:3, ω -6	0,80	2,76	4	3,03	3-4	4,62	2,2	3,48
C 20:0	0,87	1,10	-	0,89	0,39-0,79	0,93	0,7	0,18
C 20:1	-	-	-	0,26	0,51	0,92	0,4	0,80
C 20:2	-	-	-	1,03	0,00	-	-	-
C 22:0	-	-	-	0,20	-	0,08	-	-
Σ SFA	12,18	11,0	-	10,97	-	10,01	9,9	7,74
Σ MUFA	14,55	13,0	-	13,01	-	11,96	13,1	12,31
Σ PUFA	70,67	76,0	84	75,03	-	78,91	77,0	80,60
ω -6/ ω -3	3,87	3,13	2,50	3,97	-	3,13	3,04	3,29

* 1-*Novosadska cv* (Dimić i sar., 2009); 2-*Helena cv* (Pojić i sar., 2014); 3-*Finola cv* (Callaway i Pate, 2009); 4-*Fedora cv* gajen u Italiji (Siano i sar., 2019); 5-*Fedora 19 cv* gajen u Kanada (Leizer i sar., 2000); 6- komercijalno ulje sa tržišta EU (Radočaj i Dimić, 2013); 7- komercijalna ulja iz Poljske (Prescha i sar., 2014); 8- ulje ekstrahovano superkritičnim CO₂ (Xu i sar., 2021)

Esencijalne masne kiseline su od suštinskog značaja za ljudsko zdravlje i služe kao prekursori za izgradnju ćelijske strukture i za biosintezu *eikozanoida* u organizmu (Mätthaus i Brühl, 2008). Eikozanoidi su grupa biološki aktivnih lipida koji nastaju u metabolizmu nezasićenih masnih kiselina sa 20 i više ugljenikovih atoma. Stvaraju

se u svim tkivima ljudskog organizma. Eikozanoidi su tkivni hormoni koji nastaju i deluju lokalno i u različitim tkivima regulišu brojne fiziološke procese (Abedi i Sahari, 2014):

- upalne procese i **imuno-regulaciju organizma**,
- sinaptički prenos i
- protok jona.

Eikosanoidi koji nastaju u krvnom sistemu su:

- tromboksani u membranama krvnih pločica (trombocita) i
- prostaglandini koje proizvodi endotela zida krvnih sudova, uključeni su u **regulaciju protoka krvi i procesa zgrušavanja krvi**.

Dakle, treba naglasiti da u današnjim uslovima pandemije virusom covid-19 upravo ove funkcije fizioloških procesa su od izuzetnog značaja za odbranu organizma od zaraze i u tome upravo konopljinu ulje pruža veliki doprinos.

Pogača od hladnog presovanja – nutritivna vrednost

Pogača koja zaostaje nakon hladnog presovanja semena konoplje se smatra dobrim izvorom protein (30-35%), dijetetskih vlakana (25-27%), mikroelemenata (vitamina, fenola, sterola i dr.) i mineralnih materija. Nutritivna vrednost pogače sa aspekta njene primene je posebno važna (Jozinović i sar., 2017).

Proteini konoplje nisu jedinstveni samo po tome što sadrže sve esencijalne aminokiseline u svom sastavu koje su neophodne za ljudsko zdravlje, jer npr. i laneno seme takođe sadrži sve esencijalne aminokiseline, kao i mnoštvo drugih semena u biljnom carstvu. Međutim, jedinstvena odlika proteinskog sastava semena konoplje, je ta što ga 65% čini **globulin edestin** što je najveći procenat u nekoj biljnoj vrsti. Konkretno, protein edestin iz semena konoplje ima visoku biološku vrednost zbog svoje strukturne sličnosti sa serumskim globulinima (Kim i Lee, 2011). Globulini su jedna od sedam klasa jednostavnih proteina koji su građeni od aminokiselina i ne sadrže neproteinske supstance. Svi enzimi, antitela, mnogi hormoni, hemoglobin i fibrogen su globularni proteini. **Ovi proteini obavljaju glavni „posao življenja”**. Globulini su treći najzastupljeniji protein u ljudskom telu i oni su odgovorni, kako za prirodni, tako i za stečeni imunitet koji čovek ima. Globulini poput gama globulina su apsolutno neophodni za održavanje zdravog imunološkog sistema (Osburn, 1992). Dakle, kao što je to slučaj sa specifičnim masnim kiselinama, tako i globulin edestin doprinosi jačanju imuno-sistema organizma, što je neprocenjivo u današnjoj svetskoj zdravstvenoj situaciji. Pored toga, vrlo je važna činjenica i to da pogača semena konoplje ne sadrži antinutritivne komponente koji inhibiraju tripsin, kao ni toksične glukozide koji se nalaze u proizvodima od soje, repice, lana i dr. (Mätthaus, 1997).

Pitanje THC-a u konopljinom ulju

Pitanje prisustva THC-a (psihoaktivne supstance) u hladno presovanom ulju semena konoplje je od posebne važnosti. Naime, često se postavlja pitanje da li se može dokazati THC u urinu ili krvi nakon konzumiranja konopljinog ulja. Kao što

je napred napomenuto, biljka industrijske konoplje ne sme da sadrži više od 0,2% $\Delta 9$ -tetrahidrokanabinola-THC. Ovaj prilično nizak nivo THC-a nije dovoljan da izazove intoksikaciju u ljudskom organizmu. Dozvoljena vrednost THC u samom ulju je iz predostrožnosti 2000. godine definisan na 5mg/kg. Međutim, naučno je utvrđeno da maksimalni THC u ulju može biti do 20 mg/kg. Ovo ograničenje se zasniva na zaštiti potrošača od psihoaktivnih efekata. Najniži zabeleženi nivo neželjenih efekata (LOAEL-lowest observed adverse effect level) i nivo bez vidljivog štetnog efekta (NOAEL-no observable adverse effect) su 5mg THC-a za osobu od 70 kg. Prihvatljivi dnevni unos (ADI - Acceptable daily intake) je 500 μ g/dan.

Generalno, THC ne bi trebao da predstavlja problem u ulju semena konoplje. Međutim, ukoliko se THC ipak nađe u ulju iznad dozvoljenih granica to može biti rezultat spoljnog kontakta ljuske semena sa smolom koja sadrži kanabinoide na određenim delovima biljke. Iz tog razloga, za proizvođače hladno presovanog ulja od semena konoplje, preporučuje se permanentna i pažljiva kontrola čišćenja semena pre prerade (Mätthaus i Brühl, 2008; Callaway i Pate, 2009).

Oksidativna stabilnost konopljinog ulja

Hladno presovano ulje semena konoplje je veoma bogat izvor nezasićenih masnih kiselina koje su podložne procesima oksidacije. Razvoj užglosti u jestivim uljima je jedan od glavnih faktora koji utiče na njihovu hranljivu vrednost i senzorske karakteristike. Peroksidni broj komercijalnih ulja semena konoplje u providnoj staklenoj ambalaži se neminovno povećava tokom skladištenja. Presha i sar. (2014) su utvrdili povećanje peroksidnog broja u ulju za 168% nakon 6 meseci skladištenja pri temperaturi od 20°C (u originalnim staklenim bocama, režim 12/12h, svetlo/tama). Gaca i sar. (2021) su utvrdili porast Pbr sa 14,47 meqvO₂/kg na 1543,98 meqvO₂/kg nakon temperiranja ulja 10 dana pri 60°C. Anisidinski broj je imao niske vrednosti, manje od 3,5, što je odražavao dobar kvalitet ulja sa aspekta sekundarnih proizvoda oksidacije (Oomah i sar., 2002; Spano i sar., 2020). Konopljino ulje, takođe, ima značajno kraću stabilnost i na Rancimat testu pri 120°C u poređenju sa repičinim i maslinovim uljem. Indukcioni period repičinog ulja je iznosio 4h, maslinovog 6h, a za konopljino ulje manje od 1h pri istim uslovima (Mätthaus i Brühl, 2008). Indeks oksidativne stabilnosti (OSI) pri 110°C i protoku vazduha od 20l/h za hladno ceđeno ulje semena konoplje iznosio je 2,4 h (početni Pbr 0,6 meqvO₂/kg) (Radočaj i Dimić, 2013).

Rezultati auotooksidacije i fotooksidacije su jasno uočljivi mirisom na lak koji podseća na linoleum ili git. Mätthaus i Brühl (2008) smatraju da se konopljino ulje koje se čuva duže od dva meseca u otvorenim bocama ne sme koristiti za ishranu ljudi. Zbog vrlo slabe oksidativne stabilnosti ovu vrstu ulja nikako ne bi trebalo koristiti za prženje ili kuvanje gde su potrebne temperature iznad 120°C (Oomah i sar., 2002). Najbolji način za upotrebu hladno presovanog ulja od semena konoplje je kao ulje za salatu, kao sastojak u prelivu za salate, u umacima i namazima za sendviče ili kao zamena za puter/margarine na kuvanoj hrani (hleb, testenine, povrće) (Callaway i Pate, 2009; Radočaj i sar., 2011).

ZAKLJUČAK

Seme industrijske konoplje, kao i hladno presovano ulje i pogača su proizvodi izuzetne nutritivne vrednosti. U današnjim uslovima zaraze virusom Covid-19 ovi proizvodi zaslužuju posebno mesto u ishrani. Naime, ulje, zbog specifičnog profila masnih kiselina, kao i pogača, zbog globularnog proteina edestina značajno doprinose poboljšanju prirodnog imuno-sistema organizma. Prisustvo THC-a u ulju ne predstavlja problem, pod uslovom da se seme izuzetno brižljivo očisti pre prerade.

LITERATURA

1. Abedi, E., Sahari, M.A. (2014). Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Science and Nutrition*, 2(5): 443-463. doi:10.1002/fsn3.121
2. Berenji, J., Sikora, V., Karlović, Đ. (2001). Potencijal konoplje (*Cannabis* sp.) kao uljarice. 42. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 189-194.
3. Callaway, J.C., Pate, D.W. (2009). Hempseed oil. In: *Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils*, Eds: Robert A. Moreau, Afaf Kamal-Eldin, AOCS Press, Urbana, Il., pp. 185-213.
4. Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, pp. 1-249.
5. Fike, J. (2016). Industrial Hemp: Renewed Opportunities for an Ancient Crop. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35 (5-6): 406-424,
6. Johnson, P. (1999). Industrial hemp: a critical review of claimed potentials for *Cannabis sativa*. *TAPPI J.* 82(7): 113-123.
7. Jozinovic, A., Ackar, D., Jokic, S., Babic, J., Balentic, J.P., Banovic, M., Subaric, D. (2017). Optimisation of extrusion variables for the production of corn snack products enriched with defatted hemp cake. *Czech Journal of Food Sciences*, 35: 507-516.
8. Karche, T., Singh, M.R. (2019). The application of hemp (*Cannabis sativa* L.) for a green economy: a review. *Turk J Bot*, 43: 710-723, doi:10.2906/bot-1907-15.
9. Kim, J.J., Lee, M.Y. (2011). Isolation and characterization of edestin from Cheung-sam hempseed. *J. Appl. Biol. Chem.*, 54: 84-88.
10. Leizer, C., Ribnicky, D., Poulev, A., Dushenov, S., Raskin, I. (2000). The Composition of Hemp Seed Oil and its Potential as an Important Source of Nutrition. *Journal of Nutraceuticals, Functional and medical Foods*, 2(4): 35-53.
11. Matthäus, B. (1997). Antinutritive compounds in different oilseeds. *Fett/Lipids*, 99: 170-174.
12. Matthäus, B., Brühl, L. (2008). Virgin hemp seed oil: An interesting niche product. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 110: 655-661, doi: 10.1002/ejlt.200700311
13. Oomah, B.D., Busson, M., Godfrey, D.V., Drover, J.C.G. (2002). Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chemistry*, 76: 33-43.
14. Osburn, L. (1992). Hemp seed: The most nutritionally complete food source in the world. Part One. *Hemp Line Journal*, I (1): 15-21.

15. Pojić, M., Mišan, A., Sakač, M., Dapčević Hadnadjev, T., Šarić, B., Milovanović, I., Hadnadjev, M. (2014). Characterisation of byproducts originating from hemp oil processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 12436-12442.
16. Radočaj O., Dimić, E. (2013). Physico-chemical and nutritive characteristics of selected cold-pressed oils found in the European market. *Rivista Ital. Sost. Grasse*, 90 (4): 219-228.
17. Radočaj, F.O., Dimić, E.B., Vujasinović, V.B. (2011). Optimization of the texture of fat-based spread containing hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed press-cake. *APTEFF*, 42: 131-143.
18. Radočaj, O., Dimić, E., Tsao, R. (2014). Effects of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil press-cake and decaffeinated green tea leaves (*Camellia sinensis*) on functional characteristics of gluten-free crackers. *J. Food Sci.*, 79: C318-C325.
19. Siano, F., Moccia, S., Picariello, G., Russo, G.L., Sorrentino, G., Di Stasio, M., La Cara, F., Volpe, M.G. (2018). Comparative Study of Chemical, Biochemical Characteristics and ATR-FTIR Analysis of Seeds, Oil and Flour of the Edible Fedora Cultivar Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Molecules*, 24: 83-96.
20. Small, E., Marcus, D. (2002). Hemp: A New Crop with New Uses for North America. In: *Trends in new crops and new uses*, Eds. J. Janick and A. Whipkey. ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 284-326.
21. Spano, M., Di Matteo, G., Rapa, M., Ciano, S., Ingallina, C., Cesa, S., Menghini, L., Carradori, S., Gisuti, A.M., Di Sott, A., Di Giacomo, S., Sobolev, A.P., Vinci, G., Mannina, L. (2020). Commercial Hemp Seed Oils: A Multimethodological Characterization. *Appl. Sci.*, 10: 6933-6948.
22. Teh, S.S., Birc, J. (2013). Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *Journal of Food Composition Analysis*, 30: 26-31.
23. Xu, Y., Li, J., Wang, W., Griffin, J., Li, Y., Bean, S., Tilley, M., Wang, D. (2021). Hempseed as a nutritious and healthy human food or animal feed source: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 56: 530-543. doi: 10.1111/ijfs.14755.
24. Yin, S.W., Tang, C.H., Cao, J.S., Hu, E.K., Wen, Q.B., Yang, X.Q. (2008). Effect of limited enzymatic hydrolysis with trypsin on the functional properties of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolat. *Food Chemistry*, 106: 1004-1013.

EKONOMSKI ZNAČAJ ŠAFRANJIKE I UTICAJ GENOTIPA NA PRODUKCIJU BIOMASE

*Jela Ikanović¹, Vera Popović², Nikola Rakašćan³, Nataša Ljubičić⁴,
Gordana Dražić³, Milena Aćimić Remiković⁵, Zdravka Petković⁶*

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

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo,

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

³Univerzitet Singidunum, Beograd, Srbija

⁴Institut Biosens, Novi Sad, Srbija

⁵Univerzitet Crne Gore, Pravni fakultet, Podgorica, Crna Gora

⁶Akademija poslovnih strukovnih studija, Beograd

IZVOD

Šafranjika pripada porodici glavočika (*familia Asteraceae*). Celokupna nadzemna generativna i vegetativna biomasa sorti najnovije generacije, može se upotrebiti na različite načine. U radu su ispitivani su parametri produktivnosti dva genotipa šafranjike i mogućnost njihove upotrebe. Rezultati su pokazali da su utvrđene statistički značajne razlike u prinosima biomase, masi 1000 zrna i zapreminskoj masi u zavisnosti od genotipa ($p < 0,05$). Prosečni prinosi bili su statistički veoma značajno veći u sorte šafranjike S-20 (4,43 t/ha) u odnosu na sortu *Nutrasaff* (4,20 t/ha). Prinos biomase bio je u pozitivnoj statistički visoko značajnoj korelaciji sa masom 1000 zrna (0,94**) i u pozitivnoj statistički značajnoj korelaciji sa zapreminskom masom (0,67*). U uslovima sve više izraženih globalnih klimatskih promena šafranjika može postati vrlo značajna ratarska biljka.

Ključne reči: šafranjika, genotip, prinos biomase, ekonomski značaj

THE ECONOMIC IMPORTANCE OF SAFFLOWER AND THE INFLUENCE OF GENOTYPE ON BIOMASS PRODUCTION

ABSTRACT

Safflower belongs to the family *Asteraceae*. The entire overhead generative and vegetative biomass varieties the latest generations, can be used in a variety of ways.

The productivity parameters of two saffron genotypes and were investigated the possibility of their use. The results showed that statistically significant

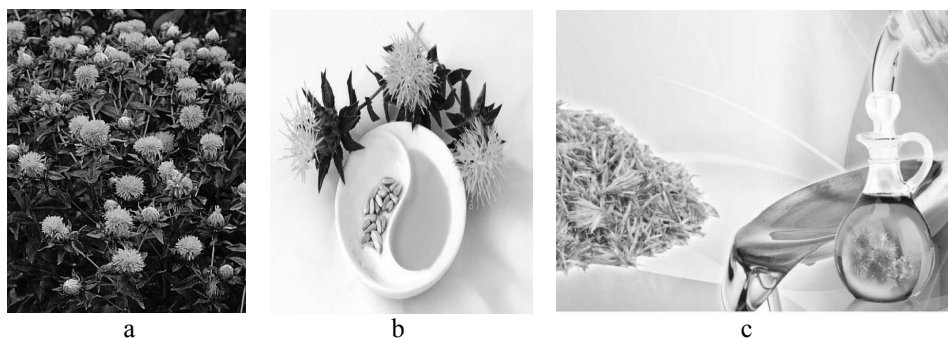
differences in biomass yields were found, mass of 1000 grains and volumetric mass depending on genotype ($p < 0.05$). Average yields were statistically very significantly higher in saffron varieties S-20 (4.43 t / ha) compared to the *Nutrasaff* variety (4.20 t / ha). Biomass yield was positive statistically highly significant correlation with the mass of 1000 grains (0.94 **) and in a positive statistically significant correlation with volumetric mass (0.67 *). In the conditions of increasingly pronounced global climate changes saffron can become a very important crop.

Key words: safflower, genotype, biomass yield, economic importance

UVOD

Šafranjika (*Carthamus tinctorius* L.) pripada porodici glavočika (*familia Asteraceae*), rodu (*ordo Carthamus*). Šafranjika je biljka poreklom iz subtropskih i semiaridnih područja, genetički je dobro prilagođena na različite klimatske i zemljišne uslove i može se gajiti daleko van oblasti iz kojih vodi poreklo. Gajena vrsta dobijena je oplemenjivanjem samoniklih biljaka koje rastu u spontanoj flori od mediteranskog područja, do crnomorskog primorja i Zakavkazja. Prvi tragovi gajenja i korišćenja šafranjike potiču iz bronzanog doba (pre 5.000 godina). Na području današnje Sirije zrno je korišćeno u ishrani, a cvetovi kao začín. Egipćani su koristili supstancu kartamin za bojenje platna Dajue i sar. (1993). Šafranjika je izrazito stranooplodna, entomofilna biljka koja dugo tokom letnjeg perioda cveta i dobra je pčelinja paša. Polen je bogat mnogim hranljivim supstancama koje se koriste u prehrambenoj industriji za spremanje funkcionalne hrane. Lako se skuplja i veoma je cenjen u kineskoj kuhinji. Cvetovi imaju raznovrsnu upotrebu. U zemljama Dalekog istoka služe sa spremanje ukusnih čajeva i bezalkoholnih pića, a osušene laticice se koriste kao začín sličan šafranovom. Danas se industrijski proizvodi kartamin, prirodna boja koja se koristi za bojenje jela i tako izbegava upotreba sintetičkih boja. Kartamin se, pomešan sa kredom koristi za proizvodnju kozmetičkih preparata. U mnogim zemljama postoji tradicija pletenja venaca od svežih cvetova (cvasti) koji se, osušeni, koriste u dekorativne svrhe. Kao sredstvo narodne medicine pojedini biljni organi su odavnina upotrebljavani kao sredstvo koje smanjuje visok pritisak i povećava protok krvi sprečavajući srčana oboljenja Jankovići sar. (2019). Šafranjika se gaji radi jednosemenih plodova ahenija koje su bogate uljem i proteinima. Hladnim postupkom (presovanjem) dobija se jestivo ulje koje je po ukusu slično suncokretovom. Koristi se u industriji hrane za proizvodnju biljnih masnoća i gotovih prehrambenih proizvoda. Selekcijom su dobijene sorte koje imaju povećan sadržaj oleinske masne kiseline u plodovima, kao i sorte sa većim sadržajem linolne masne kiseline. U prehrambene svrhe, kao začín koristi se kartamin (crveni) koji se dobija iz cvetova. Osušeni cvetovi se u prodaji često pojavljuju kao jeftina zamena za daleko skuplji začín koji se dobija sušenjem laticice sasvim druge vrste koja se naziva šafran (*Crocus sativus* L.). Da bi se razlikovala ova dva začína, u nekim zemljama je suve cvetove šafranjike

zabranjeno nazivati šafranom. Ulje dobijeno toplim postupkom koristi se kao tehničko u kozmetičkoj industriji, u građevinarstvu (boje, lakovi, firnisi), za izradu ulja koje se koristi u slikarstvu, za biodizel i druge. Osušene cvasti služe za bojenje platna i za dekoraciju cvetnih aranžmana. U centralnoj Aziji i Africi u narodnoj medicini su je koristili kao pomoćno lekovito sredstvo. Neke današnje sorte GMO šafranjike mogu sintetisati polipeptidni hormon insulin, pa tako ova biljka postaje interesantna i kao lekovita. U ishrani domaćih i gajenih životinja koriste se celo zrno i uljana sačma. Seme se može koristiti i za rasterivanje nekih štetočina na usevima i zasadima, na primer vrana i veverica, jer one ne podnose ovaj miris. Osušena stabla, koja ostaju posle berbe mogu poslužiti kao bioenergetski usev za proizvodnju biogoriva. Veoma su poznate sorte šafranjike *Nutrasaff* koja sadrži 48% ulja, visok sadržaj linolenske kiseline i proteina i sorta *S-208* koja je standardna sorta, bele boje semena i poseduje visok sadržaj linolenske kiseline.



Slika 1. Cvet šafranjike, a., seme, b., i ulje, c.
Picture 1. Safflower flower, a., seed, b., and oil, c.

Šafranjiku su prvi opisali botaničari Antičke Grčke izdvojivši dve forme bela i crvena. Iako je šafranjika poreklom iz subtropskih i semiaridnih oblasti, genetički je dobro prilagođena na različite agroekološke uslove tako da se može gajiti daleko izvan ovog područja Pace i sar. (2006). Na većim površinama u svetu proizvodnja započinje tokom 19. veka. Zasejane površine i ukupna proizvodnja pokazuju trend povećanja, kako se povećava prerada glavnog i sporednih proizvoda u različitim granama prerade. Prema najnovijim statističkim podacima u svetu se gaji na 1.140.150 ha. Najveće površine su u Rusiji, zatim u Kazahstanu, Indiji, Argentini i Meksiku. Kod nas šafranjika raste samoniklo na nepoljoprivrednim površinama dok se gaji na malim površinama, pretežno na okućnicama radi cvetova koji se, osušeni koriste kao začim i zrna za ishranu kaveznih ptica, tab.1, (Janković i sar. 2019).

Tabela 1. Načini korišćenja šafranjike (Latha i Prakash, 1984; Wang i Li, 1985; Glamočlija, 2010)

Table 1. Ways of using safflower (Latha i Prakash, 1984; Wang i Li, 1985; Glamočlija, 2010)

Biljni organ / Plant Organ	Proizvod / Product	Korišćenje / Use
plodovi, zrna fruits, grains	kvalitetno jestivo ulje	snižava holesterol u krvi
	tehničko ulje	u građevinarstvu, u kozmetici, kao biodizel
	uljana sačma	koncentrovana stočna hrana, u hemijskoj industriji
	ljuske	izrada opeka, smeša za cveće
cvetovi (cvasti) flowers (bloom)	med kao suncokretov	pčelinja paša tokom leta
	prirodna boja za hranu i kozmetiku	dekorisanje hrane žutom ili narandžastom bojom
	boje za druge potrebe	bojenje pamučnih predmeta
	farmaceutska industrija	vitamini, soli i amino-kiseline ekstrakta koriste se za lekove analgetike, za srce i kao tonik
stabla stem	mlada, sočna stabla	odlična biomasa za ispašu
	suva stabla žetvenih ostataka	kabasta stočna hrana, proizvodnja biogoriva, za kompostiranje ili zaoravanje

Zbog velikog značaja šafranjike cilj ove studije bio je da se utvrdi uticaj sorte na prinos biomase biljaka.

MATERIJAL I METODE RADA

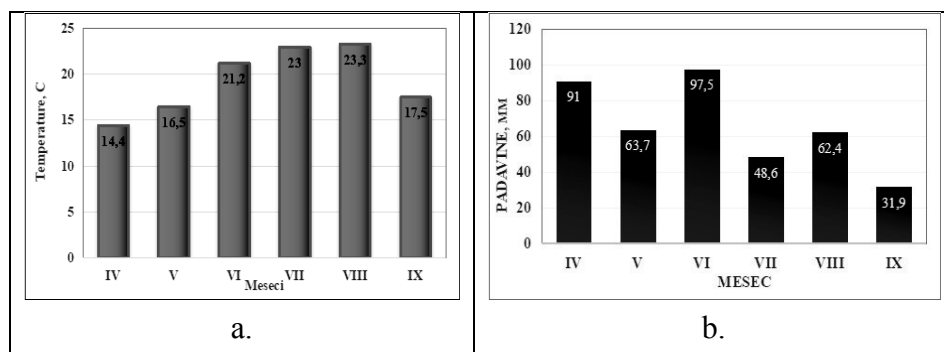
Tokom 2020. godine postavljen je poljski mikroogled po slučajnom blok sistemu u 10 ponavljanja sa veličinom osnovnih parcela 10 m² (5 m × 2 m) u Staroj Pazovi na zemljištu tipa černozem. Predmet istraživanja bila su dva genotipa šafranjike: *Nutrasaff* i *S-208*. Cilj ove studije bio je da se utvrdi mogućnost proizvodnje šafranjike

u našim uslovima. Primenjena je standardna agrotehnika za gajenje šafranjike. Setva je izvedena u prvoj polovini maja 2020. godine i primenjena je standardna agrotehnika za gajenje ove biljke. Za analizu prinosa biomase biljka uzimani su uzorci iz pokošene biomase, takođe su ispitani i masa 1000 zrna i zapreminska masa. Prinos suve biomase je određen posle skupljanja stabala u snopove i sušenja.

Analiza dobijenih eksperimentalnih podataka izvršena je putem analitičke statistike uz pomoć statističkog paketa *STATISTICA 12 for Windows (StatSoft)*. Dobijeni rezultati prikazani su grafički i tabelarno.

Meteorološki podaci

Meteorološki podaci su promenljivi iz godine u godinu (Ikanović i sar., 2017; Popović i sar., 2017; 2018; 2019). Područje Stare Pazove karakteriše umereno kontinentalna klima. Podaci za temperaturu i padavine za vegetacioni period tokom 2020. godine uzeti su sa meteorološke stanice Stara Pazova (slika 1a i 1b). Srednje mesečne temperature u godini istraživanja iznosile su 19,21°C, dok su ukupne padavine iznosile 395,1 mm.



Slika 1. Temperature (°C, a.) i padavine (mm, b.), 2020, Stara Pazova, Srbija
Figure 1. Temperatures (°C, a.) and precipitation (mm, b.), 2020, Stara Pazova, Serbia

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečni prinos za sve testirane sorte šafranjike iznosio je 4,32 t/ha. Sorta je na osnovu F-testa analize varijanse imala statistički značajan uticaj ($p < 0,05$) na prinos semena. Rezultati istraživanja prikazani na slici 2 i u tabelama 2 i 3, ukazuju da je statistički značajno veći prinos biomase imala je sorta šafranjike *S-20* (4,43 t/ha) u odnosu na sortu *Nutrasaff* (4,20 t/ha).

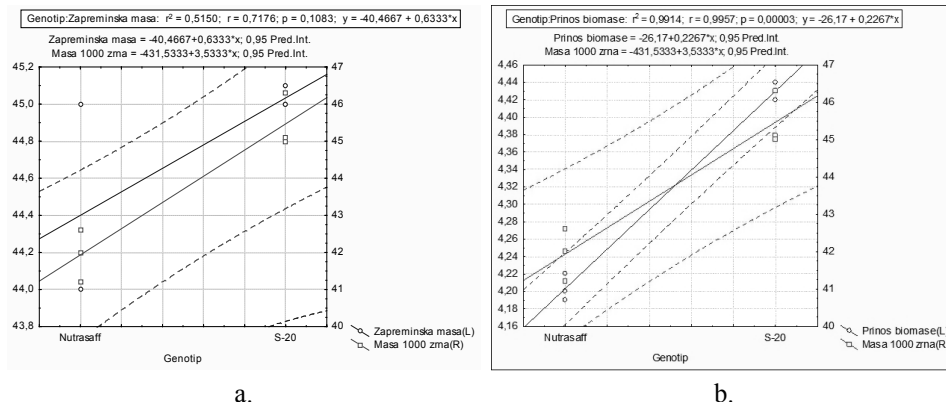
Tabela 2. Masa 1000 zrna
(g), zapreminska masa (kg) i prinos biomase šafranjike (t/ha), 2020. godina
Table 2. Mass of 1000 grains
(g), volume mass (kg) and yield of safflower biomass (t/ha), 2020

Genotip Genotype	Masa 1000 zrna, g 1000-grain weight	Zapreminska masa Volume mass	Prinos biomase Biomass yield
<i>Nutrasaff</i>	41,93	44,40	4,20
<i>S-20</i>	45,47	45,03	4,43
Prosek/Average	43,70	44,72	4,32
LSD			
0.5	1,616	0,853	0,029
0.1	2,681	1,415	0,049

Tabela 3. Deskriptivna statistika za masu 1000 zrna
(g), zapreminsku masu (kg) i prinos biomase šafranjike (t/ha), 2020. godina
Table 3. Descriptive statistics for mass of 1000 grains
(g), volume mass (kg) and yield of safflower biomass (t/ha), 2020.

Parametar Parameter	No	Mean	Min	Max	Variance	Std.Dev.	St. Error
Masa 1000 zrna 1000-grain weight	6	43,700	41,200	46,300	4,1520	2,037	0,832
Zapreminska masa Volume mass, kg	6	44,717	44,000	45,100	0,2337	0,484	0,197
Prinos biomase Biomass yield, t/ha	6	4,317	4,190	4,440	0,0155	0,125	0,051

Masa 1000 zrna za sve testirane sorte šafranjike iznosila je 43,70 g, standardna devijacija je iznosila 2,04 a standardna greška 0,832. Sorta je na osnovu F-testa analize varijanse imala statistički značajan uticaj ($p < 0,05$) na masu 1000 zrna. Statistički značajno veću masu 1000 zrna imala je sorta šafranjike *S-20* (45,47 g) u odnosu na sortu *Nutrasaff* (41,93 g), slika 2, tabela 3.



Slika 2. Masa 1000 zrna
 (a.), zapreminska masa (a.) i prinos biomase šafranjike (b.), 2020. godina
Figure 2. Mass of 1000 grains
 (a.), volume mass (a.) and yield of safflower biomass (b.), 2020.

Zapreminska masa za sve testirane sorte šafranjike iznosila je 44,71 kg, standarna devijacija je iznosila 0,49 a standardna greška 0,19. Sorta je na osnovu F-testa analize varijanse imala statistički značajan uticaj ($p < 0,05$) na zapreminsku masu. Statistički značajno veću zapreminsku masu imala je sorta šafranjike S-20 (45,03 kg/ha) u odnosu na sortu Nutrasaff (44,40 kg/ha), slika 2, tabela 3.

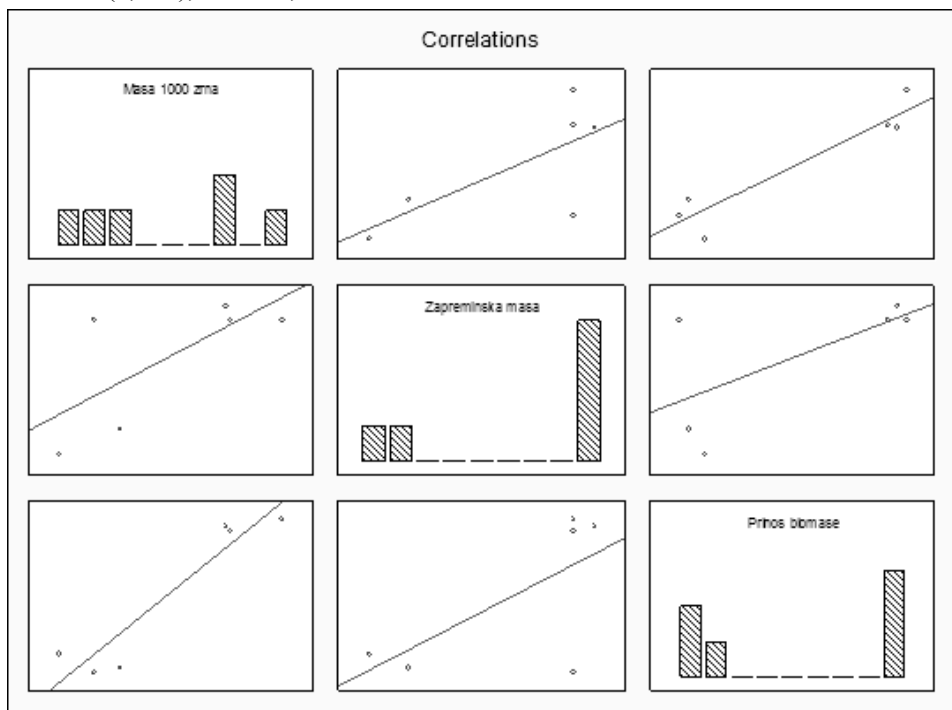
Međuzavisnost ispitivanih osobina

Prinos biomase bio je u pozitivnoj statistički visoko značajnoj korelaciji sa masom 1000 zrna (0,94**) i u pozitivnoj statistički značajnoj korelaciji sa zapreminskom masom (0,67*), tabela 4.

Tabela 4. Korelacije između ispitivanih osobina (2020. godina)
Table 4. Correlations between the examined traits (2020)

Parametar Parameter	Masa 1000 zrna 1000-grain weight	Zapreminska masa Volume mass	Prinos biomase Biomass yield
Masa 1000 zrna 1000-grain weight	1,00	0,71*	0,94**
Zapreminska masa Volume mass	0,71*	1,00	0,67*
Prinos biomase Biomass yield	0,94**	0,67*	1,00

Masa 1000 zrna bila je u pozitivnoj statistički značajnoj korelaciji sa zapreminskom masom (0,71*), tabela 4, slika 3.



Slika 3. Korelacije između ispitivanih osobina
Figure 3. Correlations between the examined traits

Primena šafranjike je višestruka. Šafranjika pozitivno utiče na zdravlje. Posebno je lekovito ulje šafranjike. Linolna i linolenska masna kiselina prisutne u ulju šafranike imaju pozitivan efekat na zdravlje, tabela 5.

Table 5. Uticaj ulja šafranjike na zdravlje
Table 5. Influence of safflower oil on health

smanjenja koncentracije lošeg holesterola u krvi	dijabetesa
prevencije održavanja elastičnosti krvnih sudova	prehlada
hroničnih srčanih bolesti	stimulacije rasta kose
bolesti respiratornog trakta	održavanje elastičnosti i vlažnosti kože
smanjenja krvnog pritiska	negu kože u prevenciji nastanka bora

Brojna istraživanja kod nas i u svetu ukazuju na adekvatnu primenu šafranike u ishrani i u kozmetičkoj industriji. Ulje šafranjike nema određenu boju ni miris, pa je zato popularno u kozmetičkoj industriji, lako ga se upotpunjuje i meša s drugim sastojcima. Treba ga čuvati na tamnom i hladnom mestu jer sadrži visok udeo nezasićenih masnih kiselina. Postoje dve vrste ulja šafranjike, tabela 6.

Table 6. Tipovi šafranjike
Table 6. Types of safflower

1.	<u>Oleinski tip</u> - bogat omega-9 masnim kiselinama - stabilan na visokim temperaturama i postojan na svetlu Najviše se koristi za kuvanje.
2.	<u>Linolni tip</u> - bogat esencijalnim omega-6 masnim kiselinama Pretežno koristi u kozmetičkoj industriji.

Šafranjika posjeduje mnoge fenolne spojeve koji imaju antioksidativna svojstva i mogu pomoći kod mnogih stanja i bolesti. Čaj od šafranjike pravi se od cvetova, jakog je ukusa: poboljšava cirkulaciju, smanjuje bolove u mišićima, prevencija je kod srčanih bolesti, depresije, upalnih bolesti (artritisa ili gihta). Čaj se ne preporučuje da ga konzumiraju: trudnice, hemofiličari (osobe koje pate od bolesti zgrušavanja krvi jer šafranika može da razrediti krv) i oboleli od ulkusa na želucu (osobe koje imaju čir na želucu).

ZAKLJUČAK

Na osnovu napred iznetog može se zaključiti:

Utvrđene su statistički značajne razlike u prinosima biomase, masi 1000 zrna i zapreminskoj masi u zavisnosti od genotipa ($p < 0,05$).

Prosečni prinosi bili su statistički veoma značajno viši u sorte šafranjike *S-20* (4,43 t/ha) u odnosu na sortu *Nutrasaff* (4,20 t/ha).

Prinos biomase bio je u pozitivnoj statistički visoko značajnoj korelaciji sa masom 1000 zrna (0,94**) i u pozitivnoj statistički značajnoj korelaciji sa zapreminskom masom (0,67*).

Šafranjika može uspešno da se gaji na našem podneblju.

Zahvalnica

Istraživanja su finansirana sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor ev. br. 451-03-9/2021-14/200118 i 200032) i bilateralnog projekta: Alternativna žita i uljarice kao izvor zdravstveno bezbedne hrane i važna sirovina za proizvodnju biogoriva (Srbija-Crna Gora: 2019-2021).

LITERATURA

1. Anon. (1989). Proceedings of the Second International Safflower Symposium. Hyderabad, India.
2. Dajue, L. and Yuanzhou, H., eds. (1993). Proceedings of the Third International Safflower Conference. Beijing, China. Chinese Academy of Sciences, Beijing.
3. Glamočlija, Đ. (2010). Posebno ratarstvo 2. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
4. Glamočlija, Đ., Janković, S., Popović, V., Filipović, V., Kuzevski, J., Ugrenović, V. (2015). Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i u organskom sistemu gajenja. Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, 1-355, 175-180.
5. Ikanović J., Dražić G., Popović V., Vučković S., Kolarić Lj., Živanović Lj., Milovanović J., Janković V. (2017). Mogućnost racionalnije upotrebe glavnih i sporednih proizvoda ricinusa. 58. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 18-23. 06. 2017. Herceg Novi, str. 107-113.
6. Janković, S., Glamočlija Đ., Ikanović J., Rakić S. (2019). Sekundarni ratarski proizvodi. Monografija, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd.
7. Latha, T. S. and Parakash, V. (1984). Studies on the proteins from safflower seed. *J. Agric. Food Chem.*, 32 (6), pp. 1412-1416.
8. Lardy, G. (2017). Sunflower meal in beef cattle diet. NDSU Extension Service, ND.
9. Lardy, G., Anderson, V., Dahlen, C. (2015). Alternative feeds for ruminants. AS-1182 (Revised) NDSU Extension Services, North Dakota State University, Fargo North Dakota 58108.
10. Martinez, J.F. ed. (1985). Sesame and Safflower Newsletter. Institute of Sustainable Agriculture, CSIC. Cordoba, Spain.
11. Pace, M., Bouck, M., Israelsen, C. (2006). Utah Irrigated Safflower Variety Trial. AG/Crop Trials/2006-03 pr.
12. Popović, V. (2015). Pojam, podela i značaj bioloških resursa u poljoprivredi. U: Dražić, G. Očuvanje i unapređenje bioloških resursa u službi ekoremedijacije. Beograd. Monografija. 1-407, 29-51.
13. Popović V., Sikora V., Tatić M., Filipović V., Terzić D. (2016). Analysis of production linseed (*Linum usitatissimum* L.) in the world. 20th International Eco-Conference® 9th International Eco-Conference® on Safe food, Novi Sad, Serbia, 28-30.09.2016., 119-127.
14. Popović V., Marjanović-Jeromela A., Živanović Lj., Sikora V., Stojanović D., Kolarić Lj., Ikanović J. (2017). Produktivnost i blagodeti uljanog lana *Linum usitatissimum* L. 58. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, 95-105.
15. Popović, Tatić, M., Vučković S., Glamočlija, Đ., Dolijanović, Ž., Dozet, G., Kiprovska, B. (2018). Potencijal semena i komponenti kvaliteta lana *Linum usitatissimum* L. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik.
16. Rains, D.W., Goyal, S., Weyrauch, R., and Laüchli, A. (1987). Saline drainage water reuse in a cotton rotational system. *Calif. Agric.* 41(9):24-26.
17. Smith, J. (1996). Safflower. AOCS Press, Champaign, Illinois. p. 606.
18. Weiss, E. A. (1971). Castor, Sesame, and Safflower. Barnes and Noble, New York. p. 901.

NUTRITIVNI KVALITET KORIJANDRA IZ KOLEKCIJE INSTITUTA ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO

*Simona Jaćimović, Ana Marjanović Jeromela, Biljana Kiprovska,
Tijana Zeremski, Nada Grahovac, Milica Aćimović*

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

IZVOD

U ovom radu je prikazan hemijski sastav i sadržaj najznačajnijih biomolekula semena korijandra iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. Pored ulja (11,29%) i proteina (17,52%), seme ispitivanih genotipova sadrži i tokoferole (14,00 do 164,40 mg/L ulja), kao i polifenole (3,30 mg/g). Dve glavne nezasićene masne kiseline, oleinska i linolna, predstavljaju preko 90% ukupnog sadržaja masnih kiselina. Nutritivni kvalitet pokazuje značaj ove biljne vrste kao visokokvalitetnog dodatka ishrani.

Ključne reči: *Coriander sativum* L., nutritivni kvalitet, sadržaj ulja, sadržaj proteina

NUTRITIONAL QUALITY OF CORIANDER FROM THE COLLECTION OF THE INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLES

ABSTRACT

Chemical composition and content of the most important bioactive molecules of coriander from the collection of the Institute of Field and Vegetable Crops is presented in this paper. Besides oil (11.29%) and protein (17.52%), seeds contain tocopherols (14.00 to 164.40 mg/L oil) and polyphenols (3.30 mg/g). The two main unsaturated fatty acids, oleic and linoleic, represent over 90% of the total fatty acid content. Nutritional quality shows the importance of this plant species as a high-quality food supplement.

Key words: *Coriander sativum* L., nutritional quality, oil content, protein content

UVOD

Aromatične i začinske biljne vrste dobijaju sve veći značaj, kao izvor bioaktivnih jedinjenja, pa nalaze široku primenu u proizvodnji funkcionalne hrane. Funkcionalna hrana, pored dobrih nutritivnih svojstava, ispoljava i povoljne efekte na ljudsko zdravlje, što je od velikog značaja u prevenciji nastanka bolesti savremene populacije.

Korijandar ili korijander (*Coriandrum sativum* L.) je jednogodišnja, aromatična i začinska biljna vrsta, koja pripada porodici *Apiaceae*. Korijandar se proizvodi u različitim agroekološkim uslovima, a uglavnom na manjim proizvodnim površinama. Najznačajniji proizvođači korijandra u svetu su: Indija, Maroko, Kanada, Rumunija, Rusija i Ukrajina (Lal i sar., 2014). Korijandar je jedna od najčešće korišćenih začinskih biljaka, koja pored hranljivih poseduje i lekovita svojstva. Iz ovoga proizilaze dve glavne primene korijandra, koje su upravo u medicini i kulinarstvu (Diederichsen, 1996). Potencijal specifičnog hemijskog sastava korijandra je prepoznat i za industrijsku primenu. Seme korijandra je sirovina u različitim granama industrije, kao što su: farmaceutska industrija, kozmetička industrija, industrija hrane i pića (Illes i sar., 2000; Beyzi i sar., 2017; Kassahun 2020).

Ulje korijandra bogato je nezasićenim masnim kiselinama, pre svega oleinskom i linolnom (Radusheva i sar., 2019). Nutritivna vrednost semena korijandra je rezultat prisustva makro- i mikronutrijenata, kao što su: masne kiseline, steroli, karotenoidi, tokoferoli, itd. Bioaktivnim komponentama korijandra (polifenoli i terpeni - linalool) pripisuje se širok spektar bioloških aktivnosti, poput antikancerogene, neuroprotektivne, anksiolitičke, hipolipidemijske, hipoglikemijske, antimikrobne i protivupalne (Laribi i sar., 2015; Prachayasittikul i sar., 2017, Iqbal i sar., 2019).

Cilj ovog rada je bio ispitivanje nutritivnog kvaliteta, kao i bioaktivnog potencijala semena korijandra iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, gajenog u agroekološkim uslovima Srbije.

MATERIJAL I METODE RADA

Četiri različita genotipa vrste *Coriandrum sativum* L (*Apiaceae*), iz kolekcije alternativnih, uljanih vrsta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, različitog geografskog porekla: S1 (Jantar, Ukrajina), S2 (Silištra, Bugarska), S3 (Burgas, Bugarska), S4 (Jambol, Bugarska), analizirana su na sadržaj ulja, proteina, polifenola i tokoferola, kao i masnokiselinski sastav. Ispitivano seme proizvedeno je u toku 2017. godine na lokalitetu Rimski šančevi.

Nakon mlevenja u laboratorijskom mlinu (IKA[®], A11 basic, Germany), izvršene su analize semena korijandra. Svaki genotip je analiziran su rađeni u tri ponavljanja. Sadržaj vlage je određen gravimetrijski, sušenjem na 103°C, 3 h (ISO 665). Sadržaj proteina određen je metodom po Kjeldahl-u (proizvođačka specifikacija instrumenta Gerhardt, 2003), a sadržaj ulja određen je metodom po Soxhlet-u (SRPS EN ISO 659:2011). Dobijene vrednosti za sadržaj ulja i proteina izražene su kao % u odnosu na suhu materiju (SM).

Ukupan sadržaj polifenola određen je spektrofotometrijski, prema standardnoj Folin-Ciocalteu metodi (Makkar, 2003), a rezultati su izraženi kao mg ekvivalenata galne kiseline (GAE) po gramu suve materije uzoraka (mg GAE/g).

Ulje korijandra dobijeno je presovanjem semena u hidrauličnoj presi (Sirio, Mikodental 10 tona vlage, cc 400 bara). Do trenutka analize, uzorci ulja su čuvani u frižideru, u mraku na temperaturi 0°C.

Tokoferoli su analizirani tečnom hromatografijom visokih performansi (HPLC) prema metodi Lazzez i sar. (2008), sa izmenama. U merne tikvice od 2 ml stavljeno je 300 µl ulja, a zatim i n-heksan, uz mešanje, kako bi došlo do rastvaranja uzorka. Alikvot od 1 mL rastvora je filtriran kroz celulozni filter (0,22 µm, Macheri Nagl) i prenet u vijalu na dalju analizu u HPLC sistemu koji se sastoji od Sykam (Nemačka) injektora za uzorke (S 5200), termo kontrolera kolone (S 4011) i fluorescentnog detektora (LC 305). Hromatogrami su snimljeni i obrađeni pomoću softvera Clariti (verzija 7.4.1.88), a rezultati su preračunati korišćenjem referentnih standarda za tokoferole kompanije Supelco.

Masnokiselinski sastav ulja određen je gasnom hromatografijom. Saponifikovane frakcije ulja esterifikovane su rastvorom trimetilsulfonijum hidroksida do njihovih isparljivih metil estara masnih kiselina (FAME), metodom opisanom od Dimitrijević i sar. (2017), sa izmenama. Deset mikrolitara ulja stavljeno je u vijalu u koju je dodato 190 µL 0,2 M rastvora trimetilsulfonijum hidroksida u metanolu (TMSH, Macherei – Nagel). Nakon sat vremena, po 1 µL pripremljenih FAME uzoraka ubrizgani su u gasni hromatograf (4000 HRGC Konik), opremljenom kapilarnom kolonom Omegavak® 250 (30 m × 0,25 mm i.d., debljina filma 0,25 µm, Supelco) i plameno-jonizujućim detektorom (FID). Rezultati su izraženi kao procenat pojedinačnih masnih kiselina u sadržaju ukupnih masnih kiselina u ulju.

Svi rezultati su statistički obrađeni u u programu Microsoft Office Excel 2013.

REZULTATI I DISKUSIJA

Seme ispitivanih genotipova korijandra imalo je ukupan sadržaj ulja u rasponu od 8,78 do 14,43% suve materije (tabela 1). Najviši sadržaj ulja detektovan je u uzorku S2, a najniži u uzorku S1. Literarni podaci pokazuju da se prosečan sadržaj ulja u ovoj biljnoj vrsti kreće se u rasponu od 13 do 29% (Ramadan i Morsel, 2002; Siriti i sar., 2013). Na sastav ulja u semenu mogu uticati različiti faktori, kao što su genetska struktura, klimatski uslovi, sadržaj makro- i mikronutrijenata tla i agronomska praksa (Telci i sar., 2006).

Ukupan sadržaj proteina se, u proseku, kretao od 15,64 do 18,80% SM. Najviši sadržaj proteina imao je uzorak S2, a najniži uzorak S1 (tabela 1). Nepublikovani podaci autora ukazuju da se, u desetogodišnjem praćenju kvaliteta ove kolekcije, sadržaj proteina u semenu kretao u rasponu od 14 do 20% SM.

Polifenolna jedinjenja imaju veoma značajnu ulogu u biološkoj aktivnosti i njihovo prisustvo doprinosi antioksidativnoj aktivnosti biljke. Takođe, ova jedinjenja pokazuju izraženu antioksidativnu i antiradikalnu aktivnost u telu konzumenata

(Rice-Evans i sar., 1996). Literarni podaci ukazuju na prisustvo vanilinske i hlorigene kiseline, derivata katehina (epikatehin, epikatehin galat, galokatehin, epigalokatehin), rutina, kao i sekoiridoida oleuropeina (Mechchate i sar., 2021). Rezultati ispitivanja su pokazali da se sadržaj ukupnih polifenola u ispitivanom semenu korijandra kretao u rasponu od 3,00 do 3,66 mg GAE/g (tabela 1). Prema podacima iz literature, sadržaj polifenola u korijandru gajenom u Jemenu iznosio je 7 mg GAE/g (Al-Mamari, 2002), dok je niži nivo polifenola zabeležen u korijandru gajenom u Egiptu (0,94 mg GAE / g), Tunisu (1,00 mg GAE/g) i Siriji (1,09 mg GAE/g) (Msaada i sar., 2017). Ove varijacije u sadržaju polifenola mogu biti povezane sa genetskim varijacijama biljke, uslovima gajenja, kao i postupkom ekstrakcije ovih jedinjenja.

Tabela 1. Parametri analizirani u uzorcima korijandra (S1-S4)
Table 1. Parameters analyzed in coriander samples (S1-S4)

	S1	S2	S3	S4
Sadržaj ulja (%) Oil content (%)	8,78	14,43	12,09	9,85
Sadržaj proteina (%) Protein content (%)	15,64	18,80	17,62	18,01
Sadržaj ukupnih polifenola (mg GAE/g) Total polyphenol content (mg GAE/g)	3,63	3,00	3,66	3,41
Sadržaj ukupnih tokoferola (mg/L) Total tocopherol content (mg/L)	35,20	161,40	38,30	14,20

Proučavanje vrsta i sadržaja tokoferola u različitim izvorima hrane je oblast koja je još uvek u razvoju. Tokoferoli poseduju visok sinergijski antioksidativni kapacitet i povezani su sa prevencijom raka i kardiovaskularnih bolesti kod ljudi (Shahidi i De Camargo, 2016). Sadržaj tokoferola u analiziranom semenu korijandra kretao se u rasponu od 14,00 do 164,40 mg/L ulja (tabela 1). Ipak, literarni podaci pokazuju da ukupan sadržaj tokoferola u korijandru može dostići i vrednosti preko 300 mg/L (Sahib i sar., 2012; Laribi i sar., 2015).

Rezultati masnokiselinskog sastava (tabela 2) ukazuju da dve glavne, nezasićene, masne kiseline, oleinska i linolna, predstavljaju preko 90% ukupnog sadržaja masnih kiselina.

Tabela 2. Masnokiselinski sastav analiziranih uzoraka korijandra (S1-S4)
Table 2. Fatty acid composition of analyzed coriander samples (S1-S4)

Masna kiselina (%) Fatty acid (%)	Broj (IUPAC) Number (IUPAC)	S1	S2	S3	S4
Miristinska Myristic	14:0	0,11	0,10	0,10	0,11
Palmitinska Palmitic	16:0	3,49	3,10	3,44	3,70
Stearinska Stearic	18:0	1,19	1,00	1,22	1,33
Oleinska Oleic	18:1(9)	74,54	76,40	75,99	75,25
Linolna Linoleic	18:2(9,12)	19,42	18,40	18,25	18,68
Linoleinska Linolenic	18:3(9,12,15)	0,28	0,26	0,25	0,27
Arahidonska Arachidic	20:4(5,8,11,14)	0,19	0,11	0,12	0,14
Eikozapentaenoinska Eicosapentaenoic	20:5(5,8,11,14,17)	0,38	0,32	0,33	0,29
Behenska Behenic	22:0	0,12	0,07	0,07	0,08
Lignocerinska Lignoceric	24:0	0,10	0,08	0,11	0,09

Oleinska kiselina je bila dominantna masna kiselina u svim genotipovima, sa sadržajem od 74,54 do 76,40%, dok je linolna kiselina činila od 18,25 do 19,42% ulja. Najviši sadržaj oleinske kiseline detektovan je u uzorku S2, dok je najviši sadržaj linolne kiseline registrovan u uzorku S1. Masnokiselinski sastav je jedan od glavnih pokazatelja oksidacione stabilnosti ulja tokom skladištenja i termičke obrade ulja (Radusheva i sar., 2019). Ulje bogato polinezasićenim masnim kiselinama (PUFA, Polyunsaturated Fatty Acids) sklono je oksidaciji, što rezultuje nestabilnošću i kratkim rokom trajanja. Suprotno ovome, visok sadržaj stabilne, mononezasićene (MUFA, Monounsaturated Fatty Acids), oleinske kiseline produžuje rok trajanja ulja, što ulje bogato ovom masnom kiselinom čini poželjnim u prehrambenoj industriji.

Količina zasićenih masnih kiselina kretala se u rasponu od 3,10 do 3,70% za palmitinsku i od 1,00 do 1,33% za stearinsku kiselinu. Ostale identifikovane masne kiseline, detektovane su u značajno manjem sadržaju u odnosu na pomenute (tabela

2). Publikovani podaci (Ashraf i sar., 2020; Beyzi i sar., 2017; Ramadan i Morsel, 2002), ukazuju da je petroselininska kiselina (18:1, cis- Δ 6) identifikovana kao glavna masna kiselina, zatim linolna, oleinska i palmitinska kiselina. Petroselininska kiselina predstavlja izomer oleinske kiseline (Nguyen i sar., 2020), i njene količine u navedenim radovima varirale su između 79,78% i 81,96%.

ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir nutritivni kvalitet, korijandar ima budućnost u prehrambenoj industriji. Buduća istraživanja korijandra trebalo bi da se usmere na testiranje novih načina upotrebe ulja korijandra, odnosno aplikacije istog za pripremu prehrambenih proizvoda, sa ciljem smanjenja neželjenih promena u kvalitetu i organoleptičkim svojstvima hrane. Sa aspekta održive poljoprivredne proizvodnje, uvođenjem biljne vrste poput korijandra u postojeće plodoredne šeme, sa jedne strane može da doprinese agrobiodivezitetu, a sa druge strane da utiče i na ekonomsku komponentu održivosti, gde bi uvođenjem ove vrste bio obezbeđen dodatni prihod poljoprivrednim proizvođačima.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja koje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200032.

LITERATURA

1. Ali Al-Mamary, M. (2002). Antioxidant activity of commonly consumed vegetables in Yemen. *Malaysian Journal of Nutrition* 8, 179-189.
2. Ashraf, R., Ghufran, S., Akram, S., Mushtaq, M., Sultana, B. (2020). Chapter 31 - Cold pressed coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed oil, 345-356. *Cold Pressed Oils Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications*.
3. Beyzi, E., Karaman, K., Gunes, A., Beyzi, S.B. (2017). Change in some biochemical and bioactive properties and essential oil composition of coriander seed (*Coriandrum sativum* L.) varieties from Turkey. *Industrial Crops & Products* 109, 74-78.
4. Diederichsen, A. (1996). *Coriander: Coriandrum Sativum*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. ISBN 9290432845.
5. Dimitrijević, A., Imerovski, I., Miladinović, D., Cvejić, S., Jocić, S., Zeremski, T., Sakač, Z. (2017). Oleic acid variation and marker-assisted detection of Pervenets mutation in high-and low-oleic sunflower cross. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 17(3), 235-241.
6. Illes, V., Daood, H.G., Perneczki, S., Szokonya, L., Then, M. (2000). Extraction of coriander seed oil by CO₂ and propane at super - and subcritical conditions. *The Journal of Supercritical Fluids* 17, 177-186.
7. Iqbal, M.J., Butt, M.S., Suleria, H.A.R. (2019). Coriander (*Coriandrum sativum* L.):

- Bioactive Molecules and Health Effects. In: Mérillon J.M., Ramawat K. (eds) Bioactive Molecules in Food. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78030-6_44.
8. IUPAC Lipid nomenclature: Appendix A: names of and symbols for higher fatty acids. <https://www.qmul.ac.uk/sbcs/iupac/lipid/appABC.html>
 9. Kassahun, B.M. (2020). Unleashing the Exploitation of Coriander (*Coriander sativum* L.) for Biological, Industrial and Pharmaceutical Applications. Academic Research Journal of Agricultural Science and Research, 552–564.
 10. Lal, G., Saran, P.L., Devi, G., Deepak, B., Raj, R. (2014). Seed production technology of coriander (*Coriandrum sativum*). In Advances in vegetable agronomy. PGS, IARI and DARE, ICAR, New Delhi. 214–222.
 11. Laribi, B., Kouki, K., M’Hamdi, M., Bettaieb, T. (2015). Coriander (*Coriandrum sativum* L.) and its bioactive constituents. Fitoterapia 103, 9–26.
 12. Lazzez, A., Perri, E., Caravita, M.A., Khlif, M., Cossentini, M. (2008). Influence of olive maturity stage and geographical origin on some minor components in virgin olive oil of the Chemlali variety. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53, 982–988.
 13. Makkar, H.P.S. (2003). Quantification of tannins in tree and shrub foliage: a laboratory manual. The Netherlands: Springer Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0273-7>.
 14. Mechchate, H., Es-safi, I., Amaghnouje, A., Boukhira, S., Alotaibi, A.A., Al-zharani, M., Nasr, F.A., Noman, O.M., Conte, R., El Hamsas El Youbi Amal, Bekkari, H., Boustia, D. (2021). Antioxidant, Anti-Inflammatory and Antidiabetic Properties of LC-MS/MS Identified Polyphenols from Coriander Seeds. Molecules 26, 487. <https://doi.org/10.3390/molecules26020487>
 15. Msaada, K., Ben Jemia, M., Salem, N., Bachrouh, O., Sriti, J., Tammar, S., Bettaieb, I., Jabri, I., Kefi, S., Limam, F., Marzouk, B. (2017). Antioxidant activity of methanolic extracts from three coriander (*Coriandrum Sativum* L.) fruit varieties. Arabian Journal of Chemistry 10, 3176–3183.
 16. Prachayasittikul, V., Prachayasittikul, S., Ruchirawat, S., Prachayasittikul, V. (2017). Coriander (*Coriandrum sativum*): A promising functional food toward the well-being. Food Research International 105, 305–323.
 17. Radusheva, P., Pashev, A., Uzunova, G., Nikolova, K., Gentscheva, G., Perifanova, M., Marudova, M. (2019). Physicochemical characteristics of seed oil of *Sambucus ebulus*, *Coriandrum sativum* L. and *Silybum marianum* L. Bulgarian Chemical Communications. 51, 144–149.
 18. Ramadan, M.F., Mörsel, J.T. (2002). Oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruit-seeds. European Food Research and Technology 215, 204–209.
 19. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine, 20 933–956.
 20. Sahib, N.G., Anwar, F., Gilani, A.H., Hamid, A.A., Saari, N., Alkharfy, K.M. (2012). Coriander (*Coriandrum sativum* L.): A Potential Source of High-Value Components for Functional Foods and Nutraceuticals- A Review. Phytotherapy research.
 21. Shahidi, F., De Camargo, A.C. (2016). Tocopherols and Tocotrienols in Common and

- Emerging Dietary Sources: Occurrence, Applications, and Health Benefits. *International Journal of Molecular Sciences* 17(10), 174.
22. Silva, F., Domeño, C., Domingues, F.C. (2020). *Coriandrum sativum* L.: Characterization, Biological Activities, and Applications, 511–514. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* (Second Edition).
 23. Sriti, J., Neffati, M., Msaada, K., Talou, T., Marzouk, B. (2013). Biochemical Characterization of Coriander Cakes Obtained by Extrusion. *Journal of Chemistry*, 871631, 1–193.
 24. Telci, I., Toncer, O.G., Sahbaz, N. (2006). Yield: essential oil content and composition of *Coriandrum sativum* varieties (var. *vulgare* Alef and var. *microcarpum* DC) grown in two different locations. *Journal of Essential Oil Research*, 18 189–193.

ALBINO MASLINA

Biljana Rabrenović¹, Seddiq Mrihil Esalami², Vesna Vujasinović³, Mirjana Demin¹

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

²Faculty of Agricultural, Food Sciences Department, Azzaytuna University, Libya

³Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, Srbija

IZVOD

Jedan od stotinu varijeteta obične masline (*Olea europea* L.), za koji je karakteristično da plodovi u punoj zrelosti ne postižu tamno ljubičastu boju, već ostaju u potpunosti beli, se može nazvati albino maslinom. Bele masline su izuzetno retke čak i u zemljama Mediterana, gde se masline tradicionalno uzgajaju. Poznate su još i kao „malteški biseri” jer ih najviše ima na Malti. Nisu veoma rasprostranjene i to je razlog zašto su danas retko komercijalno dostupne i, istorijski gledano, zašto su vrednovane ukrasno, pa čak i religiozno. Ispitivan je uzorak devičanskog maslinovog ulja dobijen iz belih plodova masline. Određeni su osnovni pokazatelji kvaliteta, peroksidni i kiselinski broj, određen je sastav masnih kiselina, ukupan sadržaj fenolnih materija i tokoferola.

Ključne reči: devičansko maslinovo ulje, masne kiseline, tokoferoli, fenoli

ALBINO OLIVE

ABSTRACT

Albino olive is one of the hundred varieties of ordinary olives (*Olea europea* L.), which is characterized by the fact that the fruits do not reach dark purple color at full maturity, but remain completely white. White olives are extremely rare even in Mediterranean countries, where olives are traditionally grown. White olives are also known as “Maltese pearls” because they are most common in Malta. They are not very widespread and that is why they are rarely commercially available today and, historically speaking, why they are valued decoratively and even religiously. A sample of virgin olive oil obtained from white olive fruits was examined. The basic quality parameters, peroxide and acid number were determined, the composition of fatty acids, the total content of phenolics and tocopherols were determined.

Key words: virgin olive oil, fatty acid composition, tocopherols, phenolics

UVOD

Bela maslina, *Leucocarpa*, je samo jedna od stotinu varijeteta (sorti) evropske masline (*Olea europea* L.). Naziv potiče od grčkih reči leukos (bela) i karpos (meso ili pulpa), a zovu je još i *Leucoclea*. Prvi pisani tragovi o ovoj neobičnoj sorti potiču s kraja 19. veka u Italiji, pod sinonimima *Cannellina*, *Bianca* i *Chiarita*, što sve u prevodu znači bela. Karakterišu je sitni plodovi koji tokom zrenja poprimaju belu boju (boju slonove kosti). U pitanju je prirodna mutacija koja utiče na proizvodnju antocijana, tipičnih za tamno ljubičastu boju kod konvencionalnih, zrelih maslina, tako da u fazi punog sazrevanja one ostaju bele. Naime, sazrevanje maslina se odvija u dve faze: prvo dolazi do sinteze hlorofila od kojih plodovi postaju zeleni, a zatim dolazi do razgradnje hlorofila kada maslina gubi zelenu boju, ali se aktivira sinteza antocijana i drugih flavonoida, što uzrokuje njihovu crvenkasto-ljubičastu boju. Kod sorte *Leucocarpa* aktivacija sinteze antocijana uopšte ne postoji, jer je blokirana transkripcija specifičnih gena na nivou enzimske regulacije. Ovo je jedina sorta koja ostaje bela u bilo kojoj fazi sazrevanja, a ako plodovi ostanu na drveću do kasne zime, pronaći ćemo ih kao bele odnosno u većini žutosmeđe zbog oksidacije lipida (Pasqualone i sar., 2012).



Slika 1. *Leucocarpa*, bela („albino”) maslina
(<https://www.oliveoiltimes.com/world/leucocarpa-the-dazzling-white-olive-from-magna-graecia/64475>)

Figure 1. *Leucocarpa*, white („albino”) olive

Sadržaj ulja u plodovima bele masline je nešto niži i kreće se u rasponu 16-20%. Devičansko ulje belih maslina ima iste karakteristike kao i konvencionalno maslinovo ulje, kada je u pitanju sastav masnih kiselina. Od fenolnih jedinjenja ističe se oleuropein, koji ima antibiotska i antioksidativna svojstva. Ulje je svetlije boje i ima znatno kraći rok trajanja, zbog nižeg sadržaja antioksidanasa i pigmenata. Blagog je, voćnog ukusa, upravo zbog smanjenog sadržaja fenolnih jedinjenja, a mirisa tipičnog na maslinu. Mali broj proizvođača koristi ga u mešavini sa drugim preovlađujućim sortama, jer se zbog bele boje plodova, koja u zapadnoj kulturi simbolizuje čistoću, na kraju koristi uglavnom u verske svrhe.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Ispitivano je devičansko maslinovo ulje varijeteta *Leucocarpa*, poreklom iz Libije. Ulje je bilo svetlo žute boje, sa sedimentom na dnu plastične flašice zapremine 100 ml. Miris je bio prijatan, prvi utisak ukusa je odavao blagu aromu, međutim nakon gutanja razvijao se osećaj „paljenja” u grlu.

Metode

Određivanje peroksidnog broja

Za određivanje peroksidnog broja korišćena je standardna metoda jodometrijske titracije (SRPS EN ISO 3960:2017).

Određivanje kiselosti ulja

Za određivanje kiselosti ulja, odnosno, sadržaja slobodnih masnih kiselina, korišćena je standardna metoda SRPS EN ISO 660:2015.

Određivanje sadržaja i sastava masnih kiselina

Priprema metilestara masnih kiselina izvršena je prema standardnoj metodi (SRPS EN ISO 12966-2:2017).

Metodom gasne hromatografije, prema standardu (SRPS EN ISO 12966-1:2015), na gasnom hromatografu (Agilent Technologies 6890, SAD) sa split-splitless injektorom, plameno-jonizacionim detektorom (FID) i kapilarnom kolonom Supelco SP-2560 (100 m dužina x 0,25 mm unutrašnji prečnik × 0,20 μm debljina filma, Supelco, Bellefonte, USA), izvršeno je razdvajanje metilestara i njihova detekcija. Kao mobilna faza korišćen je helijum protoka 5 ml/min. Temperature injektora i detektora bile su 250°C i 260°C, redom. Injektovana zapremina je bila 1 μl, a odnos raspodele injektora je podešen na 20:1. Temperatura kolone je programirana sa početnih 50°C (održavana 5 minuta) do 240°C (održavana 20 minuta), uz linearnu promenu temperature 4 °C/min. Hromatografski pikovi u uzorku su identifikovani poređenjem relativnih retencionih vremena metilestara masnih kiselina iz uzoraka sa standardnom mešavinom metilestara Supelco 37 Component (Supelco, Bellefonte, SAD).

Sadržaj masnih kiselina je računat u mg/g lipida i izražen, u relativnoj količini, kao maseni procenat od ukupnih masnih kiselina.

Određivanje sadržaja ukupnih polifenola

Za određivanje sadržaja ukupnih polifenola najpre je izvršena njihova ekstrakcija iz ispitivanog ulja. Polarni ekstrakt je dobijen na osnovu postupaka opisanih u

literaturi (Parry i sar., 2005; Šarolić i sar., 2014), uz modifikacije. Odmeravano je 2 g ulja i dodavano je 8 ml rastvora metanol/voda (80/20, %v/v) i 4 ml heksana. Izvršeno je snažno mešanje rastvorenog uzorka ulja u vorteksu (EV-100, Tehnica, Železniki) 10 minuta.

Potom je uzorak stavljan na centrifugiranje (10 min na 8000 o/min., Boeco U-320, Nemačka), kako bi se razdvojili polarni i nepolarni deo rastvora. Postupak je ponovljen još dva puta, pri čemu je u nepolarnu frakciju dodavano po 8 ml rastvora metanol/voda (80/20 v/v). Na ovaj način su dobijene tri polarne frakcije koje su združene, profiltrirane kroz kvantitativni filter papir i uparavane u staklenim balonima pod vakuumom na 50°C u vakuum uparivaču (Laborota 4000 efficient, Heidolph) do suvog ostatka. Upareni ekstrakt je rastvoren u 4,5 ml rastvora metanol/voda (80/20, v/v). Sadržaj ukupnih polifenola je određen, kvantitativno, spektrofotometrijskom metodom po Folin-Ciocalteu, kao što je opisano u literaturi (Singleton i sar., 1999; Parry i sar., 2005), merenjem apsorbancije na 765 nm na uređaju Shimadzu UV 1650 PC. Galna kiselina je korišćena kao standard za dobijanje kalibracione prave. Rezultati su izraženi kao miligram ekvivalenti galne kiseline na 100 g ulja (mg/100 g).

Određivanje sadržaja ukupnih tokoferola

Sadržaj ukupnih tokoferola u ulju određen je spektrofotometrijski, metodom prema

Paquot 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+} . Buduci 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/kg ulja, se izracunava prema sledecoj jednačini:

$$\text{Sadržaj ukupnih tokoferola (mg/kg)} = \frac{(A_1 - A_0)}{0.397 \times m} \times 250$$

gde je:

A_1 - apsorbancija uzorka;

A_0 - apsorbancija slepe probe pripremljena na isti način kao i test, ali bez ulja;

m - masa uzorka za ispitivanje, u gramima.

REZULTATI I DISKUSIJA

Osnovni parametri kvaliteta

U tabeli 1 date su vrednosti za kiselost i peroksidni broj ispitivanog uzorka. Kiselost je izražena u % oleinske masne kiseline, a dobijena vrednost je bila 3,20%. Na osnovu ove vrednosti, a prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za jestivo maslinovo ulje i jestivo ulje komine masline (2004) ovo ulje može biti deklarirano kao „devičansko (virgino) maslinovo ulje – obično virgino”. Visoka kiselost vezana je za status plodova neposredno pred preradu i sam postupak dobijanja ulja. Esalami (2018) navodi vrednosti za kiselost pet uzoraka maslinovog ulja poreklom iz Libije koja se kretala u rasponu od 0,8–8,18 % ol. kis.

Tabela 1. Osnovni parametri kvaliteta
Table 1. Basic quality parameters

Parametar kvaliteta Quality parameter	
Kiselost (% oleinske kiseline)	3,20
Peroksidni broj (mmol/kg)	10,90

Peroksidni broj uzorka je bio 10,90 mmol/kg. Prema pomenutom Pravilniku (2004) peroksidni broj, za devičanska maslinova ulja, ne bi trebalo da bude viši od 10 mmol/kg ulja. Neznatno viša vrednost utvrđena kod ispitivanog uzorka, ukazuje na loš oksidativni status uzrokovan neadekvatnim skladištenjem ulja odnosno izlaganju kiseoniku, svetlosti i visokoj temperaturi.

U tabeli 2 dati su podaci koji se odnose na sastav masnih kiselina, ukupan sadržaj tokoferola i fenolnih materija. Kao što je i karakteristično za maslinovo ulje, dominantna masna kiselina u ispitivanom ulju je bila oleinska sa sadržajem od 77,83%, zatim sledi palmitinska 11,68%, linolna sa sadržajem od 5,81, a od zasićenih masnih kiselina pored palmitinske, sa nešto značajnijim sadržajem bila je prisutna stearinska, 2,27%. S obzirom da u literaturi ne postoje podaci koji se odnose na sastav masnih kiselina poreklom iz ovog varijeteta masline, poređenje je bilo moguće samo sa maslinovim uljem koje potiče sa istog područja. Ovako visok sadržaj oleinske masne kiseline nije karakteristika maslinovog ulja poreklom iz Libije. Rana i Ahmed (1981) navode sadržaj oleinske masne kiseline u devičanskom i rafinisanom maslinovom ulju iz Libije 43,7% odnosno 46,4%. Takođe, Esalami (2018a) za pet uzoraka maslinovog ulja poreklom iz različitih oblasti Libije za berbu 2014. godine, navodi sadržaj oleinske masne kiseline koji se kretao u rasponu od 46,83 do 68,44%. Grčka, italijanska i španska maslinova ulja imaju visok procenat oleinske kiseline, a nizak sadržaj linolne i palmitinske kiseline. Na sastav masnih kiselina pored sorte i stepena zrelosti plodova, utiču i klimatski faktori, karakteristike podneblja, geografska širina, ali i postupak prerade maslina (Boscou, 2006).

Tabela 2. Sastav masnih kiselina, ukupan sadržaj tokoferola i fenolnih jedinjenja u ispitivanom maslinovom ulju
Table 2. Fatty acid composition, total tocopherols and total phenolic compounds in examined olive oil

Sastav masnih kiselina Fatty acid composition	Sadržaj (% m/m) Content (% m/m)
Palmitinska 16:0	11,68
Palmitooleinska 16:1	0,97
Heptadekanska kiselina C17:0	0,12
<i>Cis</i> -10-Heptadekanska kiselina C17:1	0,18
Stearinska 18:0	2,27
Oleinska 18:1	77,83
Linolna 18:2n-6	5,81
Linolenska 18:3n-3	0,66
Arahidinska 20:0	0,28
Gondoinska 20:1	0,16
Behenska kiselina C22:0	0,04
Zasićene masne kiseline	14,39
Mononezasićene masne kiseline	79,14
Polinezasićene masne kiseline	6,47
Ukupan sadržaj tokoferola (mg/kg)	102,10
Ukupan sadržaj fenolnih jedinjenja (mgGAE/kg)	50,08

Kao i u slučaju sastava masnih kiselina, podaci o ukupnom sadržaju tokoferola i fenolnih jedinjenja, kada je u pitanju ulje iz varijeteta *Leuocarpa*, su veoma retki u postojećoj literaturi.

Iako sadržaj fenolnih jedinjenja u maslinovom ulju varira u širokom rasponu (50–1000 mg/kg), obično se kreće između 100 do 300 mg/kg (Tsimidou, 1998). Sadržaj od 50,08 mg/kg, dobijen u ispitivanom ulju, je na donjoj granici, u odnosu na navedene podatke, i sigurno da je uslovljen pre svega sortom. Pored toga, postupak izdvajanja ulja i uslovi pod kojima se odvijala proizvodnja, ambalažiranje i skladištenje ulja, takođe mogu da utiču na ukupan sadržaj fenolnih jedinjenja (Boscou, 2008). Među retkim podacima u literaturi koji se odnose na ovaj varijetet, Pasqualone i sar. (2012) navode sadržaj od 78,5 i 80,6 mg/kg za ukupne fenole. Vujasinović i sar. (2019) su utvrdili sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja, u pet uzoraka maslinovog ulja poreklom iz Libije, koji se kretao u rasponu od 56,0 do 238,3 mgGAE/kg.

Ukupan sadržaj tokoferola u ispitivanom ulju bele masline je bio 102,10 mg/kg. Dobijena vrednost je u saglasnosti sa sadržajem koji se u literature navodi za α -tokoferol, koji čini 90% od ukupnih tokoferola u maslinovom ulju. Conte i sar. (1993) su ispitivali osamnaest uzoraka španskih i italijanskih maslinovih ulja i odredili sadržaj α -tokoferola koji se kretao u rasponu 55-264 mg/kg.

Esalami (2018b) za maslinova ulja koja su bila sa istog podneblja kao i ispitivani uzorak, navodi sadržaj ukupnih tokoferola koji se kretao u rasponu od 221.6 ± 4.31 do 528.6 ± 14.49 mg/kg.

Velika variranja u sadržaju tokoferola u maslinovom ulju uslovljena su različitim faktorima, od kojih su svakako najznačajniji sotra masline, stepen zrelosti prodova i postupak proizvodnje ulja.

ZAKLJUČAK

Prikazani rezultati su preliminarna istraživanja veoma specifičnog maslinovog ulja, poreklom iz Libije, dobijenog iz varijeta *Leucocarpa*, za koji su karakteristični plodovi bele boje (albino maslina). Ispitivano ulje prema osnovnim parametrima kvaliteta može biti deklarirano kao devičansko maslinovo ulje – obično, zbog visokog udela slobodnih masnih kiselina. U sastavu masnih kiselina dominira oleinska masna kiselina u izuzetno visokom procentu. Sadržaj ukupnih tokoferola i fenolnih jedinjenja je poređen sa literaturnim podacima za klasično maslinovo ulje, s obzirom da podaci za maslinovo ulje ovog varijeteta ne postoje ili su veoma retki.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru „Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2021. godini između Poljopravnog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije”, evidencioni broj ugovora: 451-03-9/2021-14/ 200116.

LITERATURA

1. Conte, L., M. Caboni, G. Lercker (1993). Olive oils produced in Romagne. Note 1. Oils from Lamone River Valley. Riv. Ital. Sost. Grasse, 70: 157-160.
2. Esalami, S.M. (2018a) Karakterizacija kvaliteta, nutritivne vrednosti i stabilnosti devičanskih maslinovih ulja proizvedenih u različitim regionima Libije, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
3. Esalami, S.M., Dimić, E., Rabrenović, B. (2018b). Phytochemical profile and antioxidant capacity of virgin olive oil obtained from the cultivar „Roghiani” from different regions of northern Libya. Grassas y Aceites, 69 (2), e252.
4. Paquot, C., J. Mercier, D. Lefort, A. Mathieu, R. Perron (1967). Metode analize lipida, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd, str. 175-179.
5. Parry, J., L. Su, M. Luther, K. Zhou, M P. Yurawecz, P. Whittaker, L. Yu (2005). Fatty

- acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry and blueberry seed oils. *J. Agr. Food. Chem.*, 53(3): 566-573.
6. Pasqualone, A., V. di Rienzo, A. Blanco, C. Summo, F. Caponio, C. Montemurro (2012). Characterization of virgin olive oil from Leucocarpa cultivar by chemical and DNA analysis. *Food Res. Int.*, 47(2):188–193.
 7. Rana, M. S., Ahmed, A. (1981). *Characteristics and composition of Libyan olive oil*. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 58: 630-631.
 8. Singleton, V.L., R. Orthofer, R.M. Lamuela-Raventos (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology (Oxidants and Antioxidants, Part A)*. Academic Press, San Diego, 152-178.
 9. SRPS EN ISO 12966-2 (2015). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Gasna hromatografija metil-estara masnih kiselina - Deo 1: Vodič za modernu gasnu hromatografiju metil-estara masnih kiselina.
 10. SRPS EN ISO 12966-2 (2017). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Gasna hromatografija metil-estara masnih kiselina - Deo 2: Priprema metil-estara masnih kiselina.
 11. SRPS EN ISO 3960 (2017). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja. Institut za standardizaciju Srbije.
 12. SRPS EN ISO 660 (2015). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje kiselinskog broja i kiselosti, Institut za standardizaciju Srbije.
 13. Šarolić, M., M. Gugić, G.I.C. Tuberoso, I. Jerković (2014). Volatile profile, phytochemicals and antioxidant activity of virgin olive oils from Croatian autochthonous varieties Masnjaca and Krvavica in comparison with Italian variety Leccino. *Molecules*, 19(1): 881-895.
 14. Tsimidou, M. (1998). *Polyphenols and quality of virgin olive oil in retrospect*. *Ital. J. Food Sci.*, 10: 99-116.
 15. Vujasinović, V., Rabrenović, B., Esalami, S.M., Dimić, S., Tešanović, D., Banjac, M. (2019). Sensory and some chemical characteristics of olive oils produced in Libya. *APTEFF*, 50: 316-323.

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

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

Dijamant a.d., Zrenjanin, Srbija

IZVOD

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

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

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

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

ABSTRACT

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

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

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

UVOD

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

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

Proizvodnja palminog ulja je brzo rasla u prošloj deceniji, a istovremeno su posećene ogromne šumske površine uzrokujući velike socijalno-ekonomske i ekološke probleme lišavajući jedinstvene vrste njihovog staništa i pretvarajući dragoceni biodiverzitet u neplodnu monokulturu. Ovaj alarmantni nivo krčenja šuma rezultirao je relativno visokim nivoima CO₂ u atmosferi. Oko 86% svetske proizvodnje palminog ulja potiče iz Malezije i Indonezije. Indonezija je sada jedan od najvećih svetskih emitera ugljen-dioksida. Iz ovih razloga treba podstaći prerađivačku industriju da učini sve kako bi ponovo procenila svoje proizvodne metode i sve više se oslanjala na biljno ulje iz umerene klimatske zone (www.gopalmoilfree.org).

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

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

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

Trenutno su u EU prisutna dva trenda u proizvodnji i primeni jestivih ulja i masti. Jedan je smanjenje proizvodnje i potrošnje palminog ulja u konzumne svrhe iz ekoloških razloga, a drugi zbog situacije sa kontaminetima 2-monohlorpropandiol

(2-MCPD), 3-monohlorpropandiol (3-MCPD) i njihovim esterima i glicidil esterima masnih kiselina (GE). Iz ovih razloga postoji velika verovatnoća da će palma biti stigmatizovana u narednom periodu (Matthäus i Pudel, 2014; Hinrichsen, 2016).

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

Prema važećoj regulativi EU najveća dopuštena količina 3-MCPD kod palminog ulja iznosi $2500 \mu\text{g}/\text{kg}$ dok kod ostalih ulja i masti od kokosa, suncokreta, soje iznosi $1250 \mu\text{g}/\text{kg}$ (Commission Regulation, 2020). Sa druge strane prisutan je i zahtev iz regulative EU za obaveznim naznačavanjem sadržaja trans izomera masnih kiselina (Commission Regulation, 2019).

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

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

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U radu je analizirano 3 uzorka interesterifikovanih masti:

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

Metode

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

2. Određivanje masno-kiselinskog sastava - Sadržaja metilestara masnih kiselina odredjen je gasnom hromatografijom na aparatu Agilent 6890N sa FID detektorom i kolonom SP2560 (100m), prema metodi SRPS ISO 5508:2002. U laboratoriji „Dijamant-a” a.d.
3. Metoda senzorne analize - trojni test (SRPS EN ISO 4120:2012).

REZULTATI I DISKUSIJA

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

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

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

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

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

2 - Dijamant IE mast na bazi palminog ulja

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

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

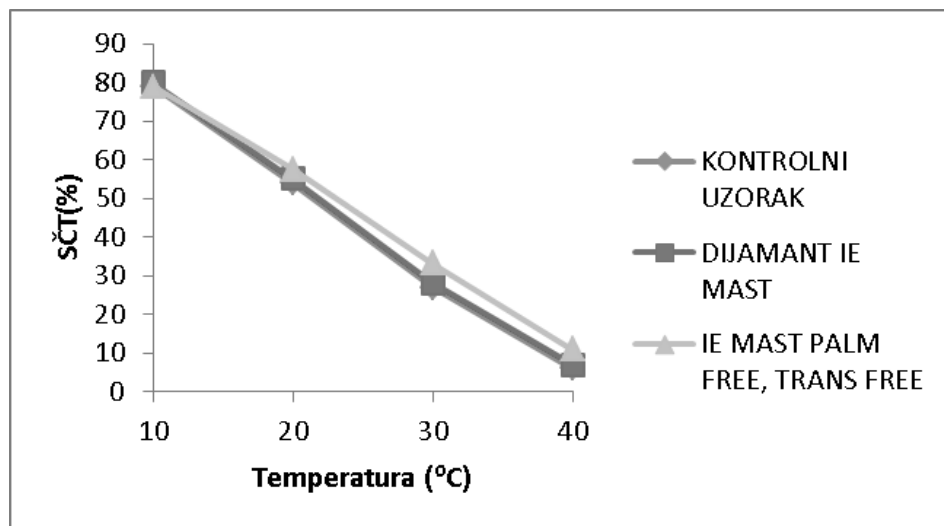
(uzorak 1). Smanjen je sadržaj mononezasićenih za 11 dok je sadržaj polinezasićenih povećan za 7,5.

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

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

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

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



Slika 1. Sadržaj čvrstih triglicerida IE masti u funkciji temperature
Figure 1. Solid fat content of fats in the function of temperature

Proizvedena IE „palm free” mast je upotrebljena kao komponenta masne faze na liniji margarina u pogonu BIME, „Dijamant-a” a.d. pri proizvodnji 3 namazna margarina i margarinska namaza različitih sadržaja masnoće (60%, 35% i 25%).

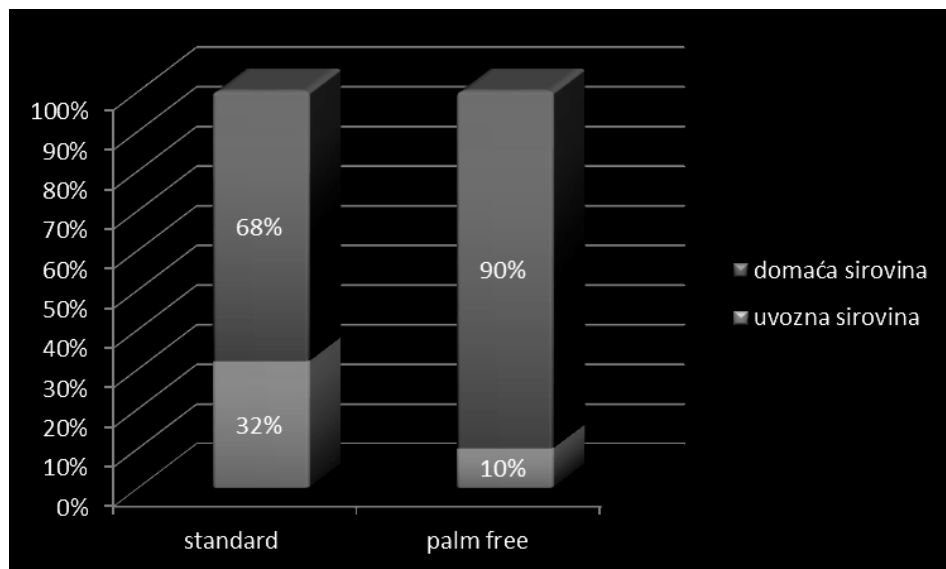
Ovi proizvodi su upoređeni sa standardnim proizvodima koji sadrže IE mast na bazi palme.

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

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

Nije uočena razlika između analiziranih uzoraka.

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



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

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

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

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

ZAKLJUČAK

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

- Kod margarina i margarinskih namaza zamenom sirovine nema promene senzornih karakteristika;
- Promena sirovine kod margarina i namaza nema uticaja na cenu koštanja gotovog proizvoda;
- IE palm free mast ima veliki potencijala za korišćenje pored uljarske i u konditorskoj industriji;
- Veći oslonac na upotrebu sojinog, odnosno suncokretovog ulja kao strateških sirovina.

LITERATURA

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

UTICAJ RAZLIČITIH NAMENSKIH MASTI NA FIZIČKE KARAKTERISTIKE MASNIH PUNJENJA NAMENJENIH PROIZVODNJI ČOKOLADNIH PROIZVODA

*Ivana Lončarević¹, Biljana Pajin¹, Jovana Petrović¹,
Suzana Aleksić², Danica Zarić³, Tamara Rutić¹*

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija
²„Dijamant” a.d., Zrenjanin, Srbija

³Inovacioni Centar Tehnološko-Metalurškog Fakulteta u Beogradu d.o.o.,
Beograd, Srbija

IZVOD

U radu su analizirane toplotne karakteristike palmine masti (P) i mešavine frakcija palmine masti i suncokretovog ulja (PS), kao i reološke i teksturalne karakteristike masnih punjenja za punjenu čokoladu koja su proizvedena sa navedenim mastima. Budući da P i PS imaju tendenciju da zamene hidrogenizovanu biljnu mast (HBM) u proizvodnji masnih punjenja za punjenu čokoladu, dobijeni rezultati su upoređeni sa rezultatima toplotnih osobina i čvrstoće HBM, kao i reoloških i teksturalnih karakteristika masnog punjenja proizvedenog sa HBM.

Ključne reči: Namenske masti, masna punjenja, reologija, toplotne osobine, čvrstoća

THE IMPACT OF DIFFERENT EDIBLE FATS ON PHYSICAL CHARACTERISTICS OF FAT FILLINGS INTENDED FOR PRODUCTION OF CHOCOLATE PRODUCTS

ABSTRACT

The paper analyzes the thermal properties of palm fat (P) and a mixture of fractions of palm fat and sunflower oil (PS), as well as rheological and textural characteristics of fat fillings intended for filled chocolate, produced with these fats. Since P and PS tend to replace hydrogenated vegetable fat (HBM) in the production of fat fillings for filled chocolate, the obtained results are compared with the results obtained for thermal properties and hardness of HBM, as well as with results

obtained for rheological and textural characteristics of fat filling produced with HBM.

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

UVOD

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

Masna punjenja su smeše namenskih masti, šećera, fino usitnjenog jezgrastog voća, kokosovog ili kestenovog brašna i dodataka. Masti za masna punjenja moraju biti kompatibilne sa kakao maslacem iz čokoladnog omotača, a takođe mora postojati minimalna interakcija između masti iz koštunjavog voća i masti iz punjenja, da ne bi došlo do migracije masti i pojave sivljenja (Pajin i Torbica, 2020). Masna punjenja sadrže značajnu količinu masti (30–40%) koja predstavlja kontinualnu masnu fazu i utiče na teksturalne karakteristike masnog punjenja, a takođe i gotovog proizvoda koji ga sadrži. Masno punjenje se može topiti tokom konzumiranja brže ili sporije, što utiče na senzorske karakteristike i prihvatanje proizvoda od strane potrošača (Lončarević i sar., 2017). Iz tog razloga je izbor masti za određenu vrstu proizvoda veoma bitan i zahteva dobro poznavanje karakteristika kako masti tako i složenih procesa koji mogu nastupiti u toku proizvodnje i kasnije pri čuvanju proizvoda (Pajin i sar., 2007). U današnje vreme pooštreni su regulacioni standardi u konditorskoj industriji i, umesto dosadašnjih metoda hidrogenacije gde kao nus produkti nastaju *trans*-masne kiseline, sve više se razvijaju postupci interesterifikacije i fracionisanja kako bi se dobile masti promenjenog sastava (Lončarević i sar., 2013). Ovaj proces nudi mogućnost menjanja fizičkih karakteristika masti i ulja, naročito kristalizacionih karakteristika, pri čemu ne nastaju *trans*-masne kiseline (Piska i sar., 2006).

MATERIJAL I METODE RADA

U radu je korišćeno 3 uzorka namenskih masti domaćeg proizvođača:

1. Rafinisana hidrogenizovana biljna mast, proizvedena postupkom delimičnog hidrogenovanja jestivog rafinisanog sojinog ulja (u daljem tekstu HBM);
2. Biljna mast proizvedena postupkom mešanja rafiniranih frakcija palminog ulja i suncokretovog ulja, sa ukupnim sadržajem *trans* masnih kiselina do 1% (u daljem tekstu PS);

3. Rafinisana biljna mast dobijena od palminog ulja, bez laurinske masne kiseline i ukupnim sadržajem trans masnih kiselina do 1% (u daljem tekstu P).

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

Određivanje sastava masnih kiselina u mastima

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

Određivanje toplotnih karakteristika masti

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

Određivanje reoloških karakteristika masnih punjenja

Reološke karakteristike masnih punjenja analizirane su na rotacionom viskozimetru RheoStress 600, Haake. Uzorak je najpre temperiran 300 s na temperaturi 32,5°C, odnosno na temperaturi doziranja punjenja u čokoladni omotač. Brzina smicanja povećavana je od 0-60 1/s u trajanju od 180 sekundi, zatim je održavana 60 sekundi na maksimalnoj brzini od 60 1/s, a smanjivanje brzine smicanja od 60-0 1/s takođe je trajalo 180 sekundi. Prilikom ispitivanja uzoraka korišćen je pribor Z20 DIN (cilindar).

Određivanje teksturalnih karakteristika masnih punjenja

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

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav masnih kiselina

Masnokiselinski sastav namenskih masti prikazan je u tabeli 1. HMB sadrži najveći udeo mononezasićenih masnih kiselina (74,56%), gde 74,50% čini oleinska, sa 44,41% u *cis* obliku i 30,09% u *trans* obliku. S druge strane, PS i P sadrže 38,41% i 40,65% mononezasićenih masnih kiselina, pri uzorak PS sadrži svega 0,55% mononezasićenih masnih kiselina u *trans* obliku, a uzorak P ne sadrži mononezasićene masne kiselina u *trans* obliku.

Tabela 1. Sastav masnih kiselina namenskih biljnih masti
Table 1. Fatty acid composition of confectionery fats

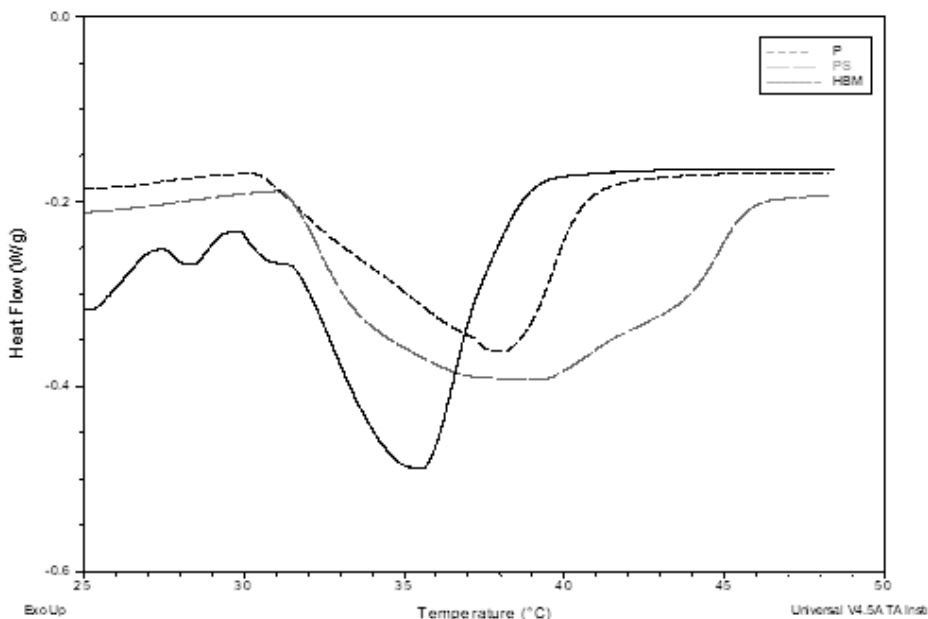
Masna kiselina (%)	HBM	PS	P
Kaprilna (C8:0)	nd	0,16	nd
Kaprinska (C10:0)	nd	0,16	nd
Laurinska (C12:0)	0,18	2,64	0,22
Miristinska (C14:0)	0,15	1,82	1,01
Palmitinska (C16:0)	10,68	41,83	43,43
Stearinska (C18:0)	9,42	4,75	4,53
Arahinska (C20:0)	0,44	0,41	0,38
Behenijska (C22:0)	0,46	0,11	0,07
Lignocerinska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

Za razliku od uzorka masti HBM koja ima 21,51% zasićenih masnih kiselina (od čega 10,68% palmitinske i 9,42% stearinske), uzorak PS sadrži 51,98%, a

uzorak i P 49,72% zasićenih masnih kiselina, pri čemu je palmitinska masna kiselina najzastupljenija (41,83% u uzorku PS i 43,43% u uzorku P), dok je stearinska masna kiselina zastupljena u znatno manjem udelu (4,75% u uzorku PS i 4,53% u uzorku P). Uzorak PS sadrži 2,64% laurinske masne kiseline, koja je prisutna u uzorcima HBM i P u neznatnom udelu. Takođe, uzorak PS sadrži i najveći udeo miristinske masne kiseline. Uzorci PS i P sadrže veći udeo polinezasićenih masnih kiselina u poređenju sa kontrolnim uzorkom (3,92%), gde je sadržaj u uzorku PS (9,61%), a u uzorku P (9,63%) sa neznatnim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina u trans obliku.

Toplotne karakteristike masti

Na Slici 1 prikazani su intervali topljenja masti za masna punjenja. Zagrevanjem uzoraka masti, odnosno, dovođenjem toplote, došlo je do topljenja kristala masti što predstavlja endoterman proces.



Slika 1. Intervali topljenja: a) masti za masna punjenja; b) kakao maslaca
Figure 1. Melting intervals of: a) fats for fat fillings; b) cocoa butter

Uzorak HBM ima uzak interval topljenja, kao i najnižu tačku topljenja, dok se mast PS topi u širokom intervalu topljenja i ima najveću tačku topljenja. U tabeli 2 prikazane su karakteristične temperature početka (T_{onset}) topljenja, pika topljenja (T_{peak}), završetka topljenja (T_{end}) i entalpije topljenja (latentne toplote topljenja) (J/g).

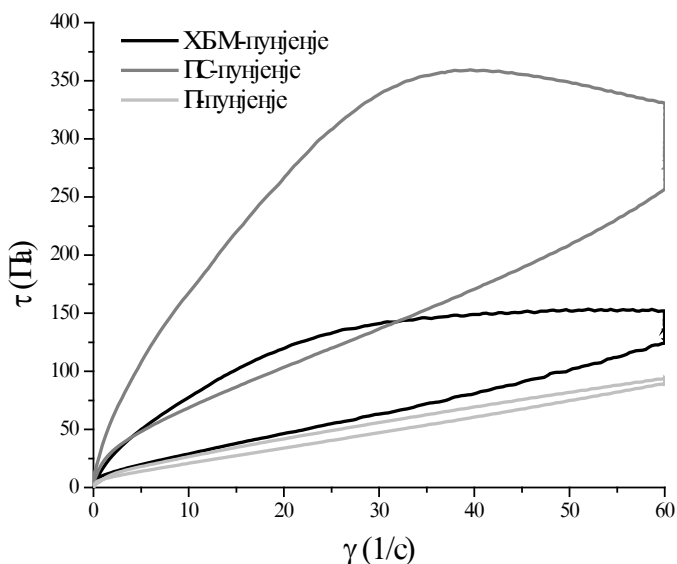
Tabela 2. DSC parametri namenskih masti
Table 2. DSC parameters of confectionery fats

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

HBM ima temperaturu početka topljenja 31,19°C i tačku topljenja 35,60°C, što je najpribližnije vrednostima početka topljenja i tačke topljenja kakao maslaca (30-32°C i 33-36°C) (Pajin, 2014) koji čini masnu fazu čokoladnog omotača u koje se dozira punjenje. Mast PS ima najveće vrednosti pika (39,07°C) i završetka topljenja (47,63°C). Uzorak palmine masti ima najveću entalpiju topljenja (44,96 J/g), odnosno predstavlja najuređeniji sistem i zahteva najveću količinu termalne energije kako bi prešao iz čvrstog u tečno agregatno stanje.

Reološke karakteristike masnih punjenja

Krive proticanja uzoraka masnih punjenja na temperaturi doziranja u čokoladni omotač (32,5°C), prikazane su na slici 2.



Slika 2. Tiksotropne petlje uzoraka masnih punjenja
Figure 2. Flow curves of fat filling samples

Svi uzorci pokazuju tiksotropno proticanje, pri čemu uzorak masnog punjenja PS-punjenje ima najveću složenost sistema i najveću površinu tiksotropne petlje, dok uzorak P-punjenje ima najmanju površinu tiksotropne petlje i najmanje je viskozno. Reološki parametri uzoraka masnih punjenja prikazani su u tabeli 3.

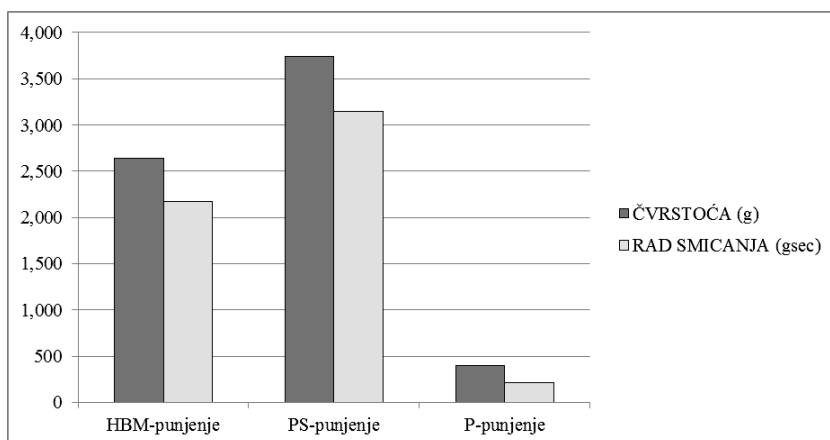
Tabela 3. Reološki parametri masnih punjenja
Table 3. Rheological parameters of fat fillings

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

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

Teksturalne karakteristike masnih punjenja na 25°C

Čvrstoća i rad smicanja ispitivanih masnih punjenja na sobnoj temperaturi prikazani su na slici 3.



Slika 3. Čvrstoća i rad smicanja ispitivanih masnih punjenja
Figure 3. Hardness and work of shearing of examined fat fillings

Čvrstoća masnog punjenja proizvedenog sa namenskom mašću HBM, koja se koristi u proizvodnji punjenja za punjenu čokoladu, iznosi 2643 g. Prisustvo najvećeg sadržaja laurinske i miristinske masne kiseline u uzorku PS doprinosi najvećoj čvrstoći uzorka masnog punjenja PS-punjenje (3738 g) na sobnoj temperaturi. S druge strane, neočekivano, masno punjenje proizvedeno sa P namenskom masti ima preko 9 puta nižu vrednost čvrstoće (398,5 g) od PS-punjenja.

ZAKLJUČAK

Za razliku od kontrolne hidrogenizovane biljne masti HBM koja sadrži preko 30% *trans*-masnih kiselina, palmina mast i mešavina palmine masti i suncokretovog ulja sadrže nepoželjne *trans*-masne kiseline u zanemarljivom udelu. Iako ima visoku tačku topljenja (38°C) palmina mast P se topi u širokom temperaturnom intervalu što ukazuje da ova mast nije kompatibilna sa kakao maslacem i nije pogodna za proizvodnju masnog punjenja namenjenog proizvodnji punjenih čokoladnih proizvoda. Rezultati reoloških ispitivanja na temperaturi doziranja masnog punjenja u čokoladni omotač su pokazali da P-punjenje ima nešto nižu vrednost viskoziteta od kontrolnog HBM-punjenja, međutim, iznenađujuće, P-punjenje ima više od 6 puta manju čvrstoću na sobnoj temperaturi od kontrolnog HBM-punjenja.

S druge strane, najveći udeo miristinske i laurinske masne kiseline u masti PS doprinosi najvećoj tački topljenja ove masti i najvećoj temperaturi završetka topljenja što uzrokuje najveće vrednosti reoloških parametara na temperaturi doziranja masnog punjenja u čokoladni omotač, kao i najveću vrednost čvrstoće na sobnoj temperaturi. Mast PS se mora dodatno modifikovati u cilju smanjenja sadržaja laurinske masne kiseline i smanjenja vrednosti temperature topljenja kako bi mogla biti odgovarajuća za proizvodnju masnog punjenja za punjenu čokoladu.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Minisatrstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru Programa (broj ugovora: 451-03-9/2021-14/200134 od 14.01.2021. godine).

LITERATURA

1. ISO 5508 (1990). Animal and vegetable fats and oils - Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids.
2. Lončarević I., Fišteš A., Rakić D., Pajin B., Petrović J., Torbica A., Zarić D. (2017). Optimization of the ball mill processing parameters in the fat filling production. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 23(2), 197–206.
3. Lončarević I., Pajin B., Omorjan R., Torbica A., Zarić D., Maksimović J., Švarc Gajić J. (2013). The influence of lecithin from different sources on crystallization and

- physical properties of non trans fat. *Journal of Texture Studies*, 44, 450-458.
4. Pajin (2014). Tehnologija čokolade i kakao proizvoda, Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija.
 5. Pajin, B., Karlović, Đ., Omorjan, R., Sovilj, V., Antić, D. (2007). Influence of filling fat type on praline products with nougat filling. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 1203-1207.
 6. Pajin, B., Torbica, A. (2020). Namenske masti za konditorsku i pekarsku industriju, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Srbija.
 7. Piska I., Zarubova M., Loužecký T., Karami H., Filip V. (2006). Properties and crystallization of fat blends, *Journal of Food Engineering*, 77, 433-438.
 8. Pravilnik o kakao i čokoladnim proizvodima namenjenim za ljudku upotrebu (Pravilnik je objavljen u Službenom glasniku Republike Srbije, br. 24, 2019. godine).
 9. www.stablemicrosystem.com

UTICAJ RAZLIČITIH NAMENSKIH MASTI NA SENZORSKE KARAKTERISTIKE MASNIH PUNJENJA NAMENJENIH PROIZVODNJI ČOKOLADNIH PROIZVODA

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

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

²Dijamant a.d., Zrenjanin, Srbija

³IHS Tehno Experts d.o.o., Rresearch Development Center, Beograd, Serbia

IZVOD

Masna punjenja se koriste u velikom broju konditorskih proizvoda. U proizvodima u koje se dodaju, masna punjenja predstavljaju kritičnu tačku u proizvodnji. Zbog svog visokog sadržaja u masnom punjenju, mast je sirovina koja u potpunosti određuje osobine masnog punjenja, tako da se veliki značaj mora dati izboru masti. U radu su ispitani uticaji tri vrste masti na fizičke, hemijske i senzorske karakteristike, kao i stabilnost masnog punjenja.

Ključne reči: masna punjenja, mast, stabilnost, senzorske karakteristike

THE INFLUENCE OF DIFFERENT FATS ON THE SENSORY CHARACTERISTICS OF FAT FILLINGS FOR THE PRODUCTION OF CHOCOLATE PRODUCTS

Fat fillings are used in a large number of confectionery products. In the products to which they are added, fatty fillings represent a critical point in production. Due to its high content in fat filling, fat is a raw material that completely determines the properties of fat filling, so great importance must be given to the choice of fat. The paper examines the effects of three types of fat on physical, chemical and sensory characteristics, as well as the stability of fat filling.

Key words: fat fillings, fat, stability, sensory characteristics

UVOD

Masti čine sastavni deo i konditorskih preliva i punjenja i u mnogim slučajevima su kontinualna faza ovih komponenti u kojoj su ostali sastojci (šećer, mleko u prahu, kakao prah, arome itd.) raspoređeni, što znači da je velik deo funkcionalnosti definisan prirodom masne faze. Ova funkcionalnost uključuje proizvodna ograničenja (da li treba da bude preliv ili punjenje i kako ga treba hladiti), ograničenja skladištenja (uključujući verovatnoću pojave migracije i stvaranje sivljenja) i senzorske karakteristike (tvrdoća, brzina topljenja...). Da bi imali dobru strukturu, u takvim proizvodima potrebno je koristiti masti koje su čvrste na temperaturi okoline i višim, ali koje se i dalje tope na temperaturi usta. To često znači upotrebu masti koje su bogate zasićenim ili transmasnim kiselinama.

Pri skladištenju, mekše masti u punjenju mogu vremenom da migriraju u tvrdi spoljni sloj. To rezultira promenom ukupne teksture proizvoda, pri čemu centar postaje sve tvrdi, a premaz mekši, tako da dolazi do gubitka teksturne razlike između dve faze i veće je verovatnoće da će na površini nastupiti sivljenje.

Kada je reč o izboru masti za punjenje, u idealnoj situaciji mast za punjenje treba odabrati da bude što sličnija masti za prelivanje. Drugim rečima, ako je mast za prevlaku prava čokolada ili premaz, mast za punjenje treba da bude bogata SOS i/ili SOO tipovima triglicerida da bi se održala što bolja kompatibilnost sa oblogom. Ako se, međutim, masnoća za premaz zasniva na lauričnom CBS-u, tada bi mast za punjenje u idealnom slučaju trebalo da bude zasnovana na ulju palminog jezgra ili kokosovom ulju, kako bi se održala što bolja kompatibilnost. Međutim, često postoje i drugi zahtevi koje treba uzeti u obzir pri odabiru masti za punjenje. Oni mogu biti povezani sa senzornim zahtevima (mekoća, topivost), prisustvom drugih komponenata u punjenju (paste od orašastih plodova, puter), načinima obrade i rokom trajanja.

U mnogim slučajevima delimično hidrogenizovane masti za punjenje zamenjene su mešavinama frakcija palmi. Postoje prednosti i nedostaci. Pozitivna strana, pored nutritivnog poboljšanja, je da se masti uglavnom strmije tope i daju im neke karakteristike hladnog topljenja. Sa manje pozitivne strane, može biti potrebno promeniti uslove aeracije i kristalizacije da bi se dobili slični krajnji proizvodi (Talbot, 2009).

MATERIJAL I METODE RADA

Proizvodnja masnog punjenja

Za proizvodnju masnog punjenja korišćene su tri vrste masti proizvedene u fabrici „Dijamant a.d.” u Zrenjaninu, čija specifikacija je prikazana u tabeli 1: mast HBM - delimično hidrogenovana sojina mast; mast PS – mešavina palminog i suncokretovog ulja; mast P – palma mast. Masna punjenja su proizvedena u laboratorijskom kugličnom mlinu, kapaciteta 5 kg. Temperatura u kugličnom mlinu iznosila je 40°C.

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

Tabela 1. Masti korišćene za proizvodnju masnog punjenja
Table 1. Fats used to produce fat filling

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

Peroksidni broj (Pbr)

Vrednost peroksida u masnim punjenjima određena je prema AOAC metodi (1986). Uzorak masnog punjenja (10 g) tretiran je hloroformom (50 ml). U alikvot od 10 ml ekstrakta, dodato je 15 ml glacijalne sirćetne kiseline i 0,5 ml zasićenog rastvora kalijum jodida i titririsano natrijum tiosulfatom. Rezultat je izražen u

millikivalentima O_2 /kg masti ($meqO_2/kg$), pri čemu 1 $meqO_2/kg$ iznosi 2 mmol/kg. Merenja su urađena 24 h i 6 meseci nakon proizvodnje.

Oksidativna stabilnost – Rancimat test (indukcioni period)

Rancimat test se bazira na ubrzanom kvarenju ulja pri povišenim temperaturama i produvavanju vazduha kroz uzorak (autooksidacija), pri čemu se indukcioni period određuje na osnovu količine izdvojenih nižemolekularnih isparljivih kiselina. Oksidativna stabilnost masnih punjenja je praćena određivanjem indukcionog perioda (h) na Rancimat 617 aparatu, pri 110°C, uz protok vazduha od 18-20 l/h. Uzorci u količini od 3 g su odmereni i istovremeno analizirani. Duži indukcioni period ukazuje na bolju održivost.

Kiselinski broj – sadržaj slobodnih masnih kiselina

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

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

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

Senzorske karakteristike masnog punjenja

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

REZULTATI I DISKUSIJA

Fizičko-hemijske karakteristike i održivost masnih punjenja

Fizičko hemijske karakteristike uzoraka masnih punjenja (tabela 2) određene su 24 časa nakon proizvodnje i nakon 6 meseci skladištenja.

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

	Masno punjenje		
	HBM	PS	P
a_w	0,240±0,05	0,377±0,04	0,376±0,05
Sadržaj vode (%)	0,76±0,01	0,64±0,05	0,79±0,03
pH vrednost	6,04±0,04	6,00±0,01	6,35±0,05
Kiselinski broj (mgKOH/g)	0,69±0,01	0,63±0,08	0,59±0,11
Peroksidni broj (meq O ₂ /kg)	0,24±0,01	1,23±0,03	2,05±0,11
Indukcioni period (h)	4,75±0,07	1,80±0,14	5,70±0,14
nakon 6 meseci			
a_w	0,307±0,11	0,388±0,15	0,352±0,14
Sadržaj vode (%)	0,57±0,05	0,59±0,04	0,51±0,05
pH vrednost	6,12±0,11	6,21±0,02	6,12±0,08
Kiselinski broj (mgKOH/g)	0,95±0,22	0,71±0,14	0,89±0,18
Peroksidni broj (meq O ₂ /kg)	5,94±0,25	5,56±0,12	3,59±0,14

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

Sadržaj vode i a_w vrednost uzoraka bile su dosta niske (sadržaj vlage ispod 2% i aktivnosti vode $a_w < 0,4$), što znači da su uzorci masnih punjenja imali zadovoljavajuću mikrobiološku stabilnost. Vrednosti pH su se blago povećale nakon 6 meseci skladištenja, iako je došlo do povećanja kiselinskog broja. Uzrok je verovatno nastanak amina – produkti razgradnje proteina.

Boja masnih punjenja

Boja uzoraka HBM i P nije se značajno promenila nakon skladištenja, međutim kod uzorka PS došlo je do tamnjenja boje i blagog porasta vrednosti zelenog tona (negativne vrednosti parametra a^*) kao što se može videti u tabeli 3.

Tabela 3. Boja masnih punjenja
Table 3. The colour of fat fillings

	Masno punjenje		
	HBM	PS	P
L	89,4±1,28	86,39±0,27	88,28±0,97
a^*	-3,16±0,04	-3,33±0,04	-2,23±0,06
b^*	27,71±0,04	18,66±0,14	22,35±0,29
nakon 6 meseci			
L	90,57±1,08	70,74±0,15	91,45±1,12
a^*	-3,81±0,11	-4,16±0,02	-2,94±1,08
b^*	23,56±0,05	19,10±0,14	20,30±1,10

Senzorske karakteristike masnih punjenja

Uticaj masti na teksturu masnog punjenja, prvenstveno tvrdoću i njegove reološke osobine (ponašanje pri deformaciji izazvanoj silom) su od presudnog značaja za odabir masti. Sva tri uzorka imala su odgovarajuć miris i ukus svojstven vrsti proizvoda. Uzorak PS imao je nešto tamniju boju u poređenju sa druga dva uzorka. Ovaj uzorak imao je i najveću tvrdoću, koja se nije u velikoj meri menjala sa promenom temperature, za razliku od uzorka P koji je pokazivao značajne razlike u tvrdoći u zavisnosti od toga na kojoj temperaturi se nalazio. Na nižim temperaturama imao je veliku tvrdoću, dok je na već na temperaturama od 25°C tvrdoća bila značajno manja i dolazilo je do pojave izdvajanja sloja ulja na površini uzorka. Najveću mazivost i adhezivnost imao je uzorak HBM, a najmanju uzorak PS, koji je pokazao veoma nisku adhezivnost, što bi moglo uticati na razdvajanje od čokoladnog preliva tokom skladištenja.

Tabela 3. Senzorske karakteristike masnih punjenja
Table 3. Sensory characteristics of the fat fillings

	Masno punjenje		
	HBM	PS	P
Boja	4,8±0,12	5,7±0,22	4,3±0,11
Homogenost	5,4±0,55	6,8±0,26	2,1±0,12
Tvrdoća	4,8±0,32	6,1±0,11	3,6±0,62
Mazivost	2,8±1,23	6,2±0,14	2,2±0,35
Adhezivnost	2,5±0,26	6,1±0,15	3,4±0,48
Miris	6,5±0,12	6,7±0,06	5,9±0,55
Ukus	6,7±0,12	6,6±0,24	6,4±0,11

ZAKLJUČAK

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

Zahvalnica

Ovaj rad podržan je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj ugovora: 451-03-9/2021-14/200134 od 14.01.2021. godine.).

LITERATURA

1. AOAC (1986). Methods of analysis, 7th edn. Association of Official Agricultural Chemistry, St Paul MN, USA.
2. Pajin B. (2009). Praktikum iz tehnologije konditorskih proizvoda, Tehnološki fakultet Novi Sad.
3. Talbot, G. (Ed.). (2009). Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products. CRC Press, Boca Raton, Boston, New York, Washington, USA.
4. CIE (1976). International Commission on Illumination, Colorimetry. Official Recommendation of the International Commission on Illumination, Publication CIE No. (E-1.31). Paris, France: Bureau Central de la CIE.
5. ISO (2002). Sensory analysis - Methodology - Evaluation of food product by methods of using scales, Standard no. 4121, Geneva, Switzerland.

PRIMENA SOJINIH PROTEINSKIH KONCENTRATA U PROIZVODNJI TESTENINE

Jovana Doroslovac¹, Dragana Šoronja Simović², Jana Zahorec², Vladimir Šarac¹

¹ Sojaprotein d.o.o., Članica Victoria Group, Bečež, Srbija

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

IZVOD

Savremena tehnologija prerade sojinog zrna u Fabrici „Sojaprotein” d.o.o., Bečež omogućava ponudu različitih proizvoda od soje, koji imaju široku primenu u prehrambenoj industriji, gde se koriste njihove funkcionalne osobine i povećava hranljiva vrednost gotovih proizvoda. Proizvodi za ljudsku upotrebu namenjeni su za: industriju mesa, konditorsku industriju, pekarsku industriju, industriju testenina, dijetetiku i farmaceutiku, itd.

U radu će biti reči o primeni različitih tipova sojinog proteinskog koncentrata u industriji testenine.

Ključne reči: sojin proteinski koncentrat, testenina, lizin

APPLICATION OF SOY PROTEIN CONCENTRATES IN PASTA PRODUCTION

ABSTRACT

Modern technology of soybean processing in „Sojaprotein” d.o.o., Bečež enables the offer of various soy products, which are widely used in the food industry, where their functional properties are used and increases the nutritional value of finished products. Products for human use are intended for: meat industry, confectionery industry, bakery industry, pasta industry, dietetics and pharmaceuticals, etc.

The paper will discuss the application of different types of soy protein concentrate in the pasta industry.

Key words: soy protein concentrate, pasta, lysine

UVOD

Formulacije testenina koriste se kao prehrambeni proizvod širom sveta, s tim što su ovi proizvodi obično u obliku špageta, makarona, rezanaca ili slično. Obično se formulacije testenine pripremaju formiranjem paste od brašna i vode, povremeno

pomešane sa jajima, pri čemu se pasta ekstrudira pod uslovima visokog pritiska u proizvod željenog konačnog oblika i konfiguracije.

Za obogaćivanje formulacije testenine korišćeni su sojini proteinski koncentri različitog sadržaja proteina. Uobičajeno je prepoznato da na fizičke karakteristike proteinskih formulacija koje sadrže velike količine dodatih proteina u velikoj meri utiču fizička i hemijska svojstva dodatih proteina.

MATERIJAL I METODE RADA

Proizvodnja uzoraka testenine u laboratorijskim uslovima

Proizvodnja testenine sprovedena je u laboratorijskim uslovima. Proizvedene su testenine sa 100% udela pšenične krupice (kontrolni uzorak) i testenine u kojima je pšenična krupica supstituisana sa sojinim proteinskim koncentratom (3 uzorka, različite granulacije i sadržaja proteina).

Proizvedeno je ukupno 10 uzoraka, kontrolni uzorak i 9 proba sa tri različita sojina koncentrata (supstituisano 5%, 7% i 9%).

U tabeli 1 dati su rezultati analiza uzoraka sojinog proteinskog koncentrata.

Tabela 1. Rezultati ispitivanja sojinog proteinskog koncentrata

Table 1. Soy protein concentrate test results

Analiza Analysis	Tradcon F 200	Tradcon F 100	Tradcon SPC HP
Vlaga (%) Moisture	4,96	6,16	5,11
Protein as is (%)	67,82	64,64	76,2
Protein s.m. (%) Protein d.m.	71,39	68,91	80,29
Propad kroz sito 0,075 mm (%) Pass through sieve 0.075 mm	90,0	77,0	84,0
Propad kroz sito 0,150 mm (%) Pass through sieve 0.150 mm	96,0	88,0	98,0

Metode ispitivanja

Proizvodnja uzoraka testenine u laboratorijskim uslovima

Proizvodnja testenine sprovedena je u laboratorijskim uslovima na jednopužnom ekstruderu. Homogenizacija brašna odvijala se u predmešaču ekstrudera u trajanju od 3 minuta. Nakon toga je u predmešač postepeno dodavana voda ($t = 40^{\circ}\text{C}$).

Zapremina vode potrebne za zames testa preračunata je na osnovu sledeće formule:

$$\text{Voda za zames (ml)} = \frac{M_{kr}(32 - V_{kr}) + M_k(32 - V_k)}{100 - 32}$$

gde je: M_{kr} - masa pšenične krupice, M_k - masa sojinog koncentrata, V_{kr} - vlaga pšenične krupice, V_k - vlaga sojinog koncentrata.

Nakon što je dodata neophodna zapremina vode, testana smesa je mešana u predmikseru još narednih 15 minuta, kako bi se obezbedila potpuna hidratacija čestica krupice. Nakon toga, mrvičasta testana masa prebačena je u mešač ekstrudera u kojem je nastavljeno mešanje zajedno sa ekstrudiranjem testa. Na izlaznom otvoru puža ekstrudera montirana je teflonska matrica sa odgovarajućim otvorima.

Ekstrudirana vlažna testenina je rasprostirana na drvene ramove sa perforiranom podlogom pri čemu je zbog strujanja toplog vazduha, od strane ventilatora ugrađenog ispod lesa, bila izložena predušenju. Cilj predušenja je da se vlaga iz testenine intenzivno izdvoji i spreči slepljivanje testenine koje su po izlasku iz ekstrudera tople, vlažne i lepljive. Nakon raspoređivanja testenine po lesama nastupa period stabilizacije u periodu od 6 h, nakon čega se lese postavljaju na nosače i smeštaju u sušnicu sa režimom niske temperature sušenja (oko 50°C) i sušene 3 h do postizanja relativne vlage od oko 11%.

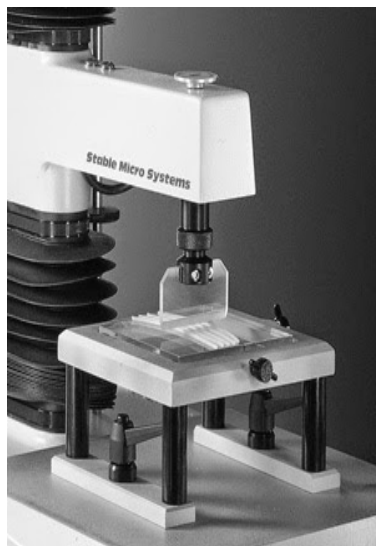
Određivanje osobina kuvane testenine

Određivanje optimalnog vremena kuvanja testenine. Mereno je na osnovu izgleda testane mase koja je pritisnuta između dve plastične pločice. Količina belog dela pri pritiskanju plastičnih pločica sugerise koliko je testenina skuvana. Što je duže kuvana testenina sugerise manji udeo belog dela. Cilj je uočiti prisustvo dovoljno male količine belog dela testane mase koja je preduslov za sticanje „al dente” osećaja pri konzumaciji.

Određivanje procenta raskuvavanja testenine. Pripremljeni kuvani uzorak testenine ocedi se i ispere sa 500 ml mlake vode i procedi u trajanju od 2 minuta. Voda od kuvanja i ispiranja (voda od ceđenja) sakupi se u jednu posudu i izmeri. Od dobro izmešane (homogenizovane) vode od ceđenja odmeri se pipetom 100 ml i prenese u čašu zapremine 150 ili 200 ml. Nakon isparenja tečnog dela ostatak se suši 90 minuta na temperaturi od 130°C. Suvi ostatak se preračuna na ukupnu količinu vode od ceđenja, a zatim na sadržaj suve materije u uzorku testenine (Kaluderski i Filipović, 1998).

Određivanje teksturnih osobina kuvane testenine. Izvršeno je merenjem čvrstoće primenom standardne metode AACC 16-50 (1995) uz primenu teksturometra TA.HDPlus i nastavka A/LKB (slika 1) pri sledećim radnim parametarima:

- merna ćelija: 5 kg
- brzina sonde u toku analize: 0,17 mm/s
- brzina sonde nakon analize: 10,0 mm/s
- kompresija do prodiranja oštrice u uzorak do 0,5 mm.



Slika 1. Teksturometar TA.HD*Plus* sa nastavkom A/LKB
Figure 1. Texture analyzer TA.HD*Plus* with A/LKB probe

Određivanje senzorskog kvaliteta testenine

Panel od pet obučениh ocenjivača ocenio je senzorski kvalitet nekuvanih i kuvanih uzoraka testenine. Ispitivanje senzorskih karakteristika proizvedenih testenina podrazumevalo je ocenu odabranih parametara kvaliteta uz pomoć ordinalne (redne) skale sa ocenama kvaliteta od 1 (najniže ocenjena ispitivana vrednost) do 5 (najviše ocenjena ispitivana vrednost). Za određivanje senzorskih osobina nekuvane testenine ocenjeni su sledeći parametri: oblik, boja, sjaj, elastičnost, ispućalost, svojstvo površine i strukturu preseka testenine. Na isti način procenjene su senzorske osobine kuvane testenine, pri čemu su ocenjivane sledeće karakteristike: oblik, boja, miris, ukus, adhezivnost, osobine pri žvakanju, lepljivost i lepljivost nakon 10 minuta. Analiza rezultata senzorskog ocenjivanja uzoraka sa dodacima je vršena upoređivanjem sa kontrolnim uzorkom proizvedenim sa 100% pšenične krupice.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 2 dati su rezultati senzorske ocene sveže testenine.

Tabela 2. Rezultati senzorske ocene sveže testenine
Table 2. Sensory evaluation results of fresh pasta

Uzorak Sample	Oblik Shape	Boja Color	Sjaj Shine	Prisustvo belih fleka Presence of white spots	Ispucalost površine Surface cracking	Svojstva površine Surface properties	Struktura preseka Section structure	Elastičnost Elasticity
Kontrola Control	4	5	2	4,5	5	4	4	4
5% F200	4	5	2	4,5	5	3,5	3,5	3
7% F200	4	5	2	4,5	5	4	4	4,5
9% F200	4	5	2	4,5	5	4	4	3
5% F100	4	5	2	4	5	4	4,5	3,5
7% F100	4	5	2	4	5	4	3,5	3
9% F100	3,5	5	2	4	4,5	3,5	3,5	3
5% HP	4,5	5	2	4,5	5	4,5	5	5
7% HP	3,5	5	2	4,5	4,5	4,5	5	4,5
9% HP	3	5	2	4,5	5	3,5	4,5	2,5

Smanjenje ocene za oblik sveže (suve) testenine sa 4 na 3,0 kod testenine sa dodatkom HP sojinog koncentrata je u skladu sa opažanjima tokom izrade i sušenja testenine (deformacija oblika i više „reckavih” taljatela u odnosu na ostale uzorke).

Dodaci ne utiču na promenu boje. Navedene ocene se odnose na karakterističnost boje spram vrste dodatka. Ako se posmatra promena boje u odnosu na kontrolni uzorak, kod uzoraka sa dodatkom HP sojinog koncentrata prisutan je braonkasti ton, čiji intenzitet raste sa porastom količine upotrebljenog dodatka.

Dodaci nisu pokazali uticaj na sjaj testenine.

Kod uzoraka sa dodatkom F100 sojinog koncentrata primećeno je prisustvo male količine belih fleka, pri čemu svi ostali uzorci su imali samo malo belih tragova (ne fleka).

Malo pukotina primećeno je samo kod dva uzorka: sa 9% F100 i 7% HP sojinog koncentrata.

Površina svih proizvedenih uzoraka testenine je ocenjena kao glatka ili skoro glatka (minimalne razlike među uzorcima).

Dodatak HP sojinog koncentrata je poboljšao strukturu preseka testenine sa delimično staklave na skoro staklavu (7% i 9% HP) i staklavu (5% HP).

Generalno je dodatak sojinih proteinskih koncentrata smanjio elastičnost testenine (kod F100 i F200), međutim dodatak 5% HP sojinog koncentrata je značajno

poboljšao elastičnost (najviša ocena), pri čemu je primećen veliki pad vrednosti za pomenuti parametar (sa 5,0 na 2,5) kod maksimalne količine HP sojinog koncentrata.

Posmatrajući ocenjene parametre sveže (osušene) testenine, izdvojen je uzorak sa 5% HP sojinog koncentrata kao najbolji.

U tabeli 3 dati su rezultati senzorske ocene kuvane testenine.

Tabela 3. Rezultati senzorske ocene kuvane testenine
Table 3. Results of sensory evaluation of cooked pasta

Uzorak Sample	Oblik Shape	Boja Color	Miris Odor	Izraženost ukusa Expression of taste	Adhezivnost Adhesion	Žvakljivost Chewability	Lepljivost Stickiness	Lepljivost nakon 10 min. Stickiness after 10 min.
Kontrola Control	4	5	5	5	4,5	5	3,5	3
5% F200	4	5	4,5	5	5	5	4	3,5
7% F200	4	5	4	5	5	5	4	3
9% F200	4	5	3,5	5	4,5	5	4	3
5% F100	3,5	5	4,5	5	5	5	4	3
7% F100	3,5	5	4	4,5	4,5	4,5	4,5	3
9% F100	3	5	3,5	4,5	4	4	3,5	2,5
5% HP	4,5	5	3,5	4,5	5	5	5	4,5
7% HP	3	5	3,5	3,5	4,5	4	4,5	3,5
9% HP	3	5	3,5	2,5	3,5	3,5	3	3

Dodatak F200 ne utiče na oblik, dok dodatak F100 i HP koncentrata dovodi do promene oblika kuvane testenine u manjoj ili većoj meri (postoji jasan trend, pri čemu ni jedan uzorak nije bio prekuvan).

Dodaci nisu pokazali uticaj na karakterističnost boje.

Primećen je jasan trend smanjenja ocene za miris (sa svojstvenog mirisa pravilno proizvedene testenine na svojstven miris na dodatke, jači miris na dodatke, pa čak još intenzivniji miris na dodatke (pri čemu i dalje nije bio neprijatan).

Dodatak F200 ne utiče na izraženost ukusa kuvane testenine, dok F100 utiče u manjoj meri, a dodatak HP sojinog koncentrata u velikoj meri smanjuje ocenu za ukus odgovara opisu „neutralan” što bi moglo značiti „niti ukusan, niti neukusan”, a 2,0 bi bio neukusan.

Adhezivnost (lepljivost ili mazivost tokom žvakanja) se razlikuje u zavisnosti od vrste i količine upotrebljenog dodatka, a najveći negativni uticaj imao je dodatak HP koncentrata. Najmanju ocenu za adhezivnost ima uzorak sa 9% HP koncentrata.

Dodatak F200 ne utiče na žvkljivost, pri čemu dodatak F100 umereno utiče (sa 5,0 na 4,0) a dodatak HP koncentrata najviše utiče na smanjenje žvkljivosti (sa 5,0 na 3,5).

Većina uzoraka su imale manju lepljivost u odnosu na kontrolni uzorak, osim uzorka sa 9% HP koncentrata, dok najbolju ocenu za lepljivost ima uzorak sa 5% HP koncentrata.

Lepljivost nakon 10 minuta kod većine uzoraka je na nivou kontrolnog uzorka (delimično lepljiva), dok je najmanju ocenu za ovaj parametar imao uzorak sa 9% F100. Uzorak sa 5% HP koncentrata skoro da je bio nelepljiv nakon 10 minuta stajanja (ocena 4,5).

Osim svojstvenog mirisa na dodatke i smanjene ocene za ukus koji je nužna posledica upotrebljenog dodatka, uzorak sa najboljim ocenama kuvane testenine je uzorak sa 5% HP koncentrata.

U tabeli 4 prikazani su nutritivni podaci uzoraka testenine (kontrolne i uzoraka sa dodatkom koncentrata).

Tabela 4. Nutritivni podaci uzorka testenine
Table 4. Nutrition facts of a pasta sample

Uzorak Sample	Sadržaj vlage Moisture (%)	Sadržaj pepela Ash (%)	Sadržaj proteina Protein (N×6,25) (%)	Sadržaj masti Fat (%)	Sadržaj dijetetskih vlakana Dietary fiber (%)	Energetska vrednost (kcal/100g) iz proteina Energy from protein
Kontrola Control	10,5	0,42	10,85	0,98	2,48	12,18
5% F200	10,38	0,72	13,7	0,95	3,75	15,53
7% F200	9,65	0,7	13,68	0,96	3,7	15,37
9% F200	10,42	0,73	14,16	0,93	3,15	16,01
5% F100	10,14	0,78	14,99	0,92	4,96	17,08
7% F100	9,43	0,84	14,87	1,01	4,64	16,77
9% F100	11,12	0,83	15,53	0,98	3,81	17,77
5% HP	10,04	0,91	16,29	0,9	5,43	18,63
7% HP	9,21	0,98	15,87	0,93	5	17,94
9% HP	10,27	0,96	16,97	0,89	3,95	19,3

Na osnovu rezultata analiza nutritivnog sastava možemo zaključiti da je došlo do porasta sadržaja proteina, dijetetskih vlakana i energetska vrednost koja potiče od proteina.

Zanimljiv je i porast količine lizina, aminokiseline koju ljudsko telo ne može da stvori, stoga se mora uneti preko hrane.

U tabeli 5 prikazane su prosečne vrednosti za sadržaj lizina, u zavisnosti od dodate količine koncentrata.

Tabela 5. Sadržaj lizina

Table 5. Lysine content

Uzorak Sample	Lizin Lysine (%)
Kontrola Control	0,21
5% SPC	0,43
7% SPC	0,52
9% SPC	0,63

ZAKLJUČAK

Na osnovu urađenih proba, ocena kvaliteta zaključili smo da je moguća primena sojinog proteinskog koncentrata u proizvodnji testenine.

Kvalitet je na zadovoljavajućem nivou i uspeli smo nutritivno poboljšati testeninu od pšenične krupice.

Sadržaj dijetetskih vlakana je iznad 3%, te se testenina može svrstati u proizvode koji su izvor vlakana.

Ideja je da u narednom projektu, uz male korekcije recepture, dođemo do većeg sadržaja proteina u testenini, kako bi se mogla svrstati u hranu bogatu proteinima.

Zahvalnica

Autori se srdačno zahvaljuju stručnom timu Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu, na nesebičnoj podršci i zalaganju.

LITERATURA

Kaluđerski, G., Filipović N. (1998). Metode ispitivanja kvaliteta žita, brašna i gotovih proizvoda. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

NOVI PRIRODNI EMULGATORI NA BAZI PROTEINA IZ NUSPROIZVODA PRERADE ULJARICA

Ljiljana Popović, Jelena Čakarević, Tea Sedlar

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

IZVOD

Prehrambena i agroindustrija stvaraju velike količine nusproizvoda (sačma, uljane pogače, zaostala pulpa i ljuške). Ovi nusproizvodi su se pokazali kao dobri izvori proteina koji mogu biti primenjeni u formulisanoj nove funkcionalne hrane. Funkcionalnost proteina ogleda se u njihovim svojstvima emulgovanja, geliranja, formiranja pene i filmova. Takođe, poboljšana antioksidativna aktivnost proteina odgovarajućim modifikacijama je od interesa. Konjugacijom proteina sa polifenolima mogu da budu unapređena funkcionalna i antioksidantna svojstva proteina. Povećava se površinska hidrofobnost modifikovanih proteina i na taj način se povećava svojstva emulgovanja. Stoga se ovakvi konjugati smatraju efikasnim emulgatorima sa antioksidantnom aktivnošću koji su lokalizovani na granici faza i sprečavaju oksidaciju u prehrambenim proizvodima u formi emulzije.

Ključne reči: uljane pogače, proteini uljarica, emulzije, antioksidativna aktivnost

NEW NATURAL EMULSIFIERS BASED ON PROTEINS OBTAINED FROM OIL PROCESSING BY-PRODUCTS

ABSTRACT

The food and agroindustry produce large quantities of by-products (meal, oil cakes, leftover pulp and husks). These by-products have proven to be good sources of protein that can be used in the formulation of new functional foods. The functionality of proteins is reflected in their emulsifying, gelling, foaming and film-forming properties. Also, improved antioxidant activity of proteins by appropriate modifications is of interest. Conjugation of proteins with polyphenols can improve the functional and antioxidant properties of proteins. The surface hydrophobicity of the modified proteins increases, and in this way the emulsifying properties increase. Therefore, such conjugates are considered to be effective emulsifiers with antioxidant activity that are localized at the interphase and prevent oxidation in food emulsions.

Key words: oil cakes, oilseeds, emulsions, antioxidant activity

UVOD

Prehrambene emulzije se sastoje od vodene i uljane faze. Jedna je dispergovana faza, dok je druga kontinualna faza (McClements, 2010). Zbog velike međupovršine, emulzije imaju lošu termodinamičku stabilnost. Često se zato može javiti flokulacija, koalescencija i razdvajanje faza tokom obrade ili skladištenja (Mao i sar., 2018). Da bi se stabilizovale emulzije hrane, obično se u prehrambene formulacije moraju dodavati emulgatori. Emulgatori su komponente amfifilnog karaktera koje se lokalizuje na granici faza ulje/voda u cilju smanjenja površinskog napona, lakše raspodele kapljica tokom homegenizacije, kao i smanjenja flokulacije i koalescencije (McClements, 2010).

Proteini zbog svog amfifilnog karaktera predstavljaju dobre emulgatore. Štaviše, unapređenje emulzionih sposobnosti i generalno funkcionalnosti proteina može biti izvedeno procesom konjugacije sa polifenolima. Konjugacija između proteina i polifenola predstavlja proces njihove interakcije pri čemu dolazi do modifikacija u strukturi proteina usled nastajanja određenih hemijskih veza između aktivnih grupa reaktanata. Razvoj protein-polifenolnih konjugata, kao novih emulgatora, izazvao je veliko interesovanje poslednjih godina (Liu i sar., 2017). U literature postoji čitav niz proizvedenih protein-polifenolnih konjugata koji su pokazali da imaju izvrsno svojstvo emulgovanja (Liu i sar., 2015, Abd El-Maksoud i sar., 2018). Kovalentno vezivanje polifenolskih delova menja konformaciju proteina i povećava njihovu površinsku hidrofobnost, smanjujući tako međufazni napon (Gu i sar., 2017). Konjugacija proteina i polifenola ima uticaj i na proces stvaranja emulzija, kao i na stabilnost formirane emulzije (Chen i sar., 2018). Takođe, emulgujuća svojstva konjugata zavise od vrste proteina i polifenola koji učestvuju u reakciji, njihove strukture kao i pH vrednosti na kojoj se vrši konjugacija.

Ovi konjugati imaju veliki potencijal za primenu u prehrambenim emulzijama ne samo zbog svojih odličnih emulgacionih svojstava već i zbog antioksidativne aktivnosti (Popović i sar., 2020). Na primer, konjugat ovalbumina i katehina znatno poboljšava oksidacionu stabilnost emulzije ribljeg ulja. Ovako dobijena emulzija ima manje formirane kapljice, nižu oksidaciju lipida i bolju stabilnost tokom skladištenja od emulzije koja sadrži nativni ovalbumin (Feng i sar., 2018). Emulzije ulja uljane repice sa konjugatima proteinskog hidrolizata i hlorogenske kiseline pokazuju manju koalescenciju i flokulaciju u poređenju sa emulzijom koja sadrži samo hidrolizat. Štaviše, kompleksi nastali ovim interakcijama povećavaju bioraspoloživost polifenola jer proteini kao nosači imaju ulogu da štite aktivne komponente od nepovoljnih uslova okoline kao što su svetlost, dejstvo alkalija i proces digestije.

Proteinski izolat jezgra šljive je vredan proizvod koji se može dobiti izolovanjem iz uljane pogače, koja zaoistaje kao nusproizvod u procesu ekstrakcije ulja iz jezgra šljive. Uljana pogača jezgra šljive predstavlja potencijalno značajan izvor proteina pa samim tim i novih proteinskih proizvoda. Kako se zna da šljiva predstavlja najrasprostranjeniju voćnu vrstu u Srbiji, na ovaj način može značajno da se doprinese valorizaciji otpada i ostvari ekonomski i ekološki uticaj. Proteinski izolat jezgra šljive

sa visokim sadržajem proteina (>90%), dokazano ima dobre funkcionalne osobine i ogroman potencijal za dobijanje bioaktivnih peptida sa nizom pozitivnih osobina na zdravlje ljudi (Čakarević i sar., 2019). Zbog svojih osobina, amfifilne prirode i prisustva karboksilnih, amino i hidroksilnih funkcionalnih grupa, ovaj protein može da reaguje sa polifenolima i formira konjugate koji dodatno mogu da unaprede njegova svojstva.

Cilj ovog rada je formiranje konjugata proteinskog izolata jezgra šljive i fenolne kiseline (kafena kiselina) i praćenje svojstava dobijenih kompleksa. Ispitan je uticaj kovalentne interakcije na rastvorljivost, emulgirajuća svojstva i antioksidativnu aktivnost. Ova istraživanja prikazuju primenljivost konjugata proteinskog izolata šljive sa kafenom kiselinom kao pristupačnog, održivog i prirodnog emulgatora koji se može koristiti za poboljšanje stabilnosti prehrambenih emulzija.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Pogače koje zaostaju kao nusproizvod dobijanja ulja iz semena šljive dobijena je postupkom hladnog presovanja. Pogača je čuvana u frižideru (+4°C) i pre eksperimenta samlevana 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. 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina (ABTS) i kafena kiselina su proizvodi Sigma Chemical Company (Sigma Aldrich, SAD).

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 vrednost podešena na 5,00 u cilju taloženja proteina. Centrifugiranjem je dobijeni ostatak sakupljen i osušen na sobnoj temperaturi (20–23°C).

Priprema konjugata

Različite odvage kafene kiseline (0,05, 0,15 i 0,25 g) su rastvorene u 50 mL dejonizovane vode i podešena je pH vrednost na to pH 9. Rastvor proteinskog izolata (20 mg/mL, pH 9) je pomešan u istim zapreminskim odnosima sa rastvorima kafene kiseline i mešan na šejkeru 24 h. Slobodni fenoli su uklonjeni postupkom dijalize (cutoff membrane 14 kDa) na 4°C tokom 48 h. Dobijeni konjugati su liofilizirani na -80°C tokom 48 h.

Rastvorljivost

Rastvorljivost proteinskog izolata kao kontrole i dobijenih konjugata ispitivana je u pH oblasti od 2,0 do 10,0. Uzorci su pripremani rastvaranjem u odgovarajućem puferu pri koncentraciji od 1 mg/mL uz konstantno mešanje 1 h na 25°C (Thermo-

Shaker TS-100C, BioSan, Latvia). Rastvorljivi proteini iz supernatanta su određeni metodom po Bradford i sar., 1978.

Emulzione osobine

Emulzije su pripremljene je postupkom prema Čakarević i sar. 2019, sa malim izmenama. Suncokretovo ulje (15%) je dodato u rastvoru konjugata (5 mg/mL u 0,1M puferu pH 10,0) i smeša je homogenizovana (10 000 o/min) tokom 10 minuta na sobnoj temperaturi (UltraTurrax T25, IKA, Staufen, Nemačka). Indeks aktivnosti emulzije (EAI) i indeks stabilnosti emulzije (ESI) određeni su prema sledećim formulama:

$$EAI (m^2/g) = \frac{2 \times 2.303 \times A_0 \times D}{10000 \times \lambda \times C}$$

$$ESI (min) = \frac{A_0}{A_0 - A_{10}}$$

gde je: A_0 - apsorbanca sveže emulzije (0 min), A_{10} - apsorbanca nakon 10 min, D - faktor razblaženja (100), C - koncentracija kompleksa proteina (g/mL), i λ - zapremina ulja.

Antioksidativna aktivnost

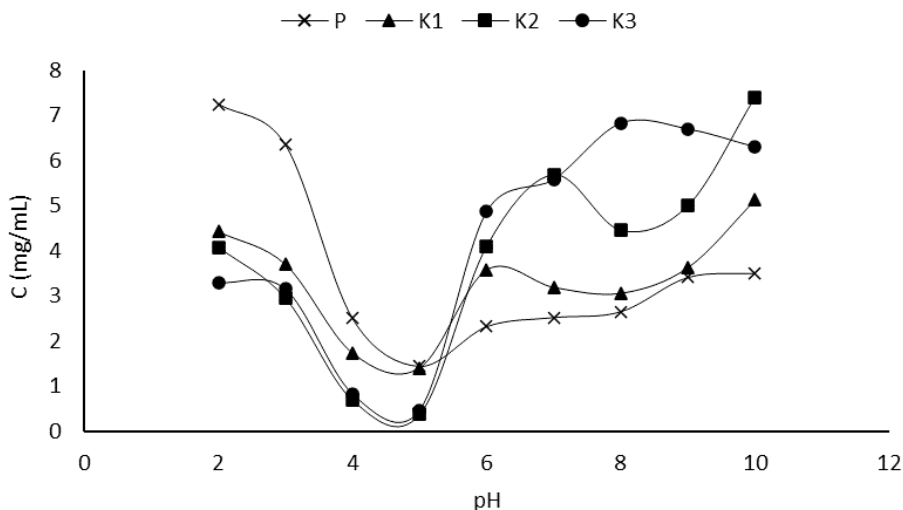
Antiradikalska aktivnost prema ABTS+ katjonu određuje se sprektrofotometrijski, na osnovu obezbojavanja zelenog rastvora ABTS+ katjona u prisustvu ispitivanog uzorka, na 734 nm. Osnovni rastvor priprema se rastvaranjem ABTS-a u 0,1 mol/l fosfatnog pufera pH 7,4, koji sadrži 5 mmol/l NaCl (PBS). U rastvor PBS-a dodaje se ABTS u koncentraciji 7 mmol/l, a zatim je dodat kalijum-persulfat u koncentraciji od 2,45 mmol/l. U 3 ml radnog rastvora doda se 30 μ l uzorka (hidrolizata). Obezbojavanje smeše se prati na 734 nm (T80+ UV-VIS Spectrophotometer, PG Instruments Ltd.) u trajanju od 10 minuta. Paralelno praćeno je i obezbojavanje u slepoj probi. Na osnovu apsorbanca u probi i slepoj probi posle 10 minuta reakcije, antiradikalska aktivnost se određuje pomoću sledećeg izraza:

$$AA(\%) = (A_{sp} - A_{uzorka}) / A_{sp} \times 100$$

REZULTATI I DISKUSIJA

Profil rastvorljivosti uzoraka prikazan je na slici 1. Proteinski izolat pokazuje karakterističan profil rastvorljivosti sa najmanjom rastvorljivošću u pH izoelektrične tačke pri pH 5,0. Rastvorljivost konjugata je veća u opsegu od pH 6,0 do 10,0, ali niži

u kiseljoj oblasti pH 2,0 i 5,0. U alkalnim vrednostima pH, rastvorljivost se povećavala sa porastom koncentracije kafene kiseline u konjugatima.



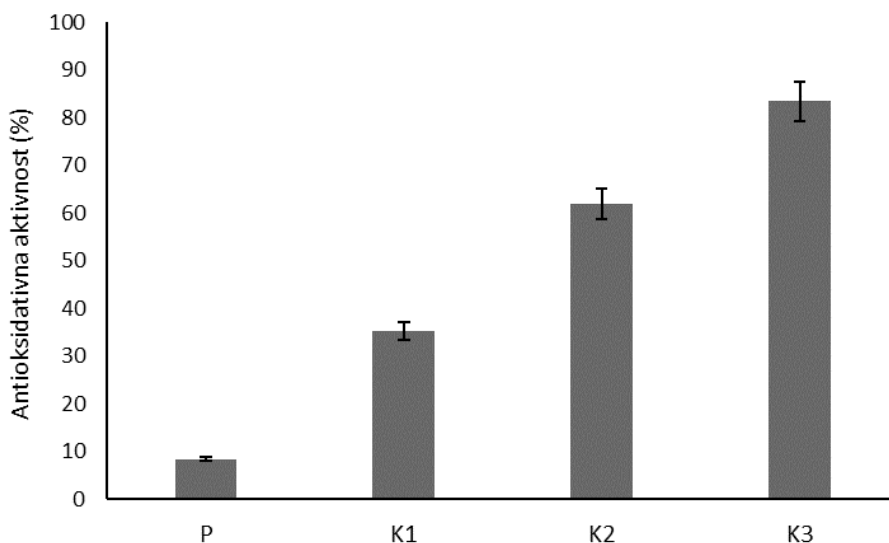
Slika 1. Kriva rastvorljivosti proteinskog izolata jezgra šljive (P) i konjugata proteinskog izolata i različitih koncentracija kafene kiseline (K1, K2, K3)

Figure 1. Solubility curve of plum kernel protein isolate (P) and conjugates of protein isolate and caffeic acid in three different concentration (K1, K2, K3)

Vrednosti EAI i ESI uzoraka prikazane su u tabeli 1. EAI konjugata ima više vrednosti od proteinskog izolata, posebno je ovo povećanje statistički značajno ($p < 0,05$) kod konjugatu sa najvećom koncentracijom kafene kiseline. ESI konjugata takođe je veći od kontrolnog proteinskog izolata, osim za konjugata sa najmanjom koncentracijom kafene kiseline. Ovi rezultati jasno pokazuju da modifikacija proteinskog izolata jezgra šljive konjugacijom sa kafenom kiselinom dovodi do poboljšanja njegovih svojstava emulgovanja. Razlog tome je povećana rastvorljivosti i produžene sekundarne strukture molekula proteina usled vezivanja fenola, što povećava sposobnost proteina za bržu adsorpciju molekula na granici faza ulje-voda.

Tabela 1. Emulzione osobine proteinskog izolata jezgra šljive (P) i konjugata proteinskog izolata i različitih koncentracija kafene kiseline (K1, K2, K3)
Table 1. Emulsion properties of plum kernel protein isolate (P) and conjugates of protein isolate and caffeic acid in three different concentration (K1, K2, K3)

	Indeks aktivnosti emulzije EAI (m ² /g)	Indeks aktivnosti emulzije ESI (min)
P	0,80±0,01	14,50±0,07
K1	0,96±0,02	13,48±0,10
K2	0,98±0,02	25,54±1,21
K3	1,04±0,01	264,53±2,70



Slika 2. Antioksidantna aktivnost proteinskog izolata jezgra šljive (P) i konjugata proteinskog izolata i različitih koncentracija kafene kiseline (K1, K2, K3)
Figure 2. Antioxidant activities of plum kernel protein isolate (P) and conjugates of protein isolate and caffeic acid in three different concentration (K1, K2, K3)

Antioksidativni potencijal proteinskog izolata i konjugata prikazan je na slici 2. Povećanje udela kafene kiseline dovodi do povećanja antioksidativne aktivnosti čime je dokazano da su na ovaj način unapređena biološka svojstva proteina.

ZAKLJUČAK

Konjugacija proteinskog izolata jezgra šljive i kafene kiseline dovela je do konformacionih promena na površinskim svojstvima proteina što je rezultiralo boljom rastvorljivošću i svojstvima emulgovanja. Takođe, ovi kompleksi se mogu koristiti kao antioksidativni emulgatori, jer poseduje značajan antioksidativni potencijal, što povećava njihovu efikasnost za upotrebu u prehrambenim i kozmetičkim proizvodima.

LITERATURA

1. Abd El-Maksoud, A.A., Abd El-Ghany, I.H., El-Beltagi, H.S., Anankanbil, S., Banerjee, C., Petersen, S.V. (2018). Adding functionality to milk-based protein: Preparation and physico-chemical characterization of β -lactoglobulin-phenolic conjugates. *Food Chemistry*, 241, 281–289.
2. Čakarević, C.J., Vidović, S.S., Vladić, Z.J., Jokić, D.S., Pavlović, S.N., Popović, M.Lj. (2019). Plum oil cake protein isolate: a potential source of bioactive peptides. *Food and Feed Research*, 46, 171-178.
3. Chen, Y., Hu, J., Yi, X., Ding, B., Sun, W., Yan, F. (2018). Interactions and emulsifying properties of ovalbumin with tannic acid. *LWT-Food Science and Technology*, 95, 282–288.
4. Feng, J., Cai, H., Wang, H., Li, C., Liu, S. (2018). Improved oxidative stability of fish oil emulsion by grafted ovalbumin-catechin conjugates. *Food Chemistry*, 241, 60–69.
5. Gu, L., Su, Y., Zhang, M., Chang, C., Li, J., McClements, D. J. (2017). Protection of β -carotene from chemical degradation in emulsion-based delivery systems using antioxidant interfacial complexes: Catechin-egg white protein conjugates. *Food Research International*, 96, 84–93.
6. Liu, F., Ma, C., Gao, Y., & McClements, D. J. (2017). Food-grade covalent complexes and their application as nutraceutical delivery systems: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 76–95.
7. Liu, F., Sun, C., Yang, W., Yuan, F., Gao, Y. (2015). Structural characterization and functional evaluation of lactoferrin–polyphenol conjugates formed by free-radical graft copolymerization. *RSC Advances*, 5(20), 15641–15651.
8. Mao, L., Wang, D., Liu, F., Gao, Y. (2018). Emulsion design for the delivery of β -carotene in complex food systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(5), 770–784.
9. McClements, D. J. (2010). Emulsion design to improve the delivery of functional lipophilic components. *Annual Review of Food Science and Technology*, 1(1), 241–269.
10. Popovic, Lj., Čakarević, J., Sedlar, T. (2020). Unapređenje funkcionalnih i bioaktivnih osobina proteina iz semena uljarica interakcijom sa polifenolima. 61. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, pp. 177-183.

MOGUĆNOST PRIMENE ULJA IZ PIRINČANIH MEKINJA U PROIZVODNJI PREHRAMBENIH EMULZIJA

*Ivana Nikolić¹, Milica Popović^{1,2}, Ljubica Dokić¹,
Ranko Romanić¹, Snežana Kravić¹, Tanja Lužaić¹*

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

²Flora, PIK Bečej AD, Bečej, Srbija

IZVOD

Ulje iz pirinčanih mekinja je zahvaljujući izuzetnom nutritivnom kvalitetu, antioksidativnim i antikancerogenim svojstvima, jedna od komponenti koja se može primeniti sa ciljem obogaćenja visokouljnih prehrambenih emulzija. U ovom radu ispitana je mogućnost proizvodnje stabilne prehrambene emulzije tipa U/V sa visokim sadržajem ulja pirinčanih mekinja sa reološkog, disperzionog i mikrostrukturnog aspekta.

Ključne reči: ulje iz pirinčanih mekinja, U/V prehrambene emulzije, reologija, disperzione osobine, kriming i mikrostruktura

POSSIBILITY OF APPLICATION OF RICE BRAN OIL IN THE PRODUCTION OF FOOD EMULSIONS

ABSTRACT

Rice bran oil is an excellent, rarely used, component which can be applied in the aim of enriching high-oil food emulsions, thanks to its exceptional nutritional quality, antioxidant and anticancer properties. The possibility of producing a stable food O/W emulsion with a high content of rice bran oil is investigated in this paper from the rheological, dispersion and microstructural aspect.

Keywords: rice bran oil, O/W food emulsions, rheology, dispersion properties, creaming and microstructure

UVOD

Savremeni pravci razvoja prehrambenih proizvoda koji sadrže masti i ulja usmereni su uglavnom ka cilju sprečavanja ili redukovanja pojave savremenih tipova nezaraznih bolesti, kao što su gojaznost, povećan krvni pritisak, dijabetes, kancer itd.

Trendovi ishrane prate stalne potrebe za pravilnim unosom nutrijenata, pogotovo masti i ulja, koji su visoke kalorijske vrednosti, a istovremeno i neophodne komponente u pravilnim načinima ishrane i metaboličkim procesima organizma. Jedan od načina unapređenja prehrambenih emulzija je obogaćivanjem ili uvođenjem određenih funkcionalnih komponenata, radi poboljšanja nutritivnih karakteristika. S obzirom da ulje čini većinsku komponentu u sastavu prehrambenih emulzija, svakako bi primena visokokvalitetnih ulja sa nekom nutritivno značajnom karakteristikom bila u cilju unapređenja kvaliteta ovog prehrambenog proizvoda. Jedna od manje poznatih komponenti, koja se može primeniti sa ciljem obogaćenja viskouljnih prehrambenih emulzija je ulje iz pirinčanih mekinja.

Ulje pirinčanih mekinja bogato je nezasićenim masnim kiselinama, linolnom i oleinskom, i bioaktivnim jedinjenjima kao što su γ -orizanol, fitosteroli, tokoferoli i tokotrienoli (tokoli) (Friedman, 2013). Važna nutritivna komponenta ovog ulja je γ -orizanol, koji predstavlja smešu steril i drugih triterpenil estara ferulne kiseline. (Orthofer, 2005). γ -orizanol je jedinstvena komponenta ulja iz pirinčanih mekinja poznata po izraženoj antioksidativnoj aktivnosti i značajno doprinosi povećanju nivoa dobrog holesterola (HDL-C), dok istovremeno snižava sadržaj lošeg holesterola (LDL-C). Ovaj prirodni antioksidans utiče i na održavanje normalnog krvnog pritiska i na nivo glukoze u krvi i lipidnih parametara u serumu, što se pripisuje činjenici da reaktivne grupe ferulne kiseline imaju sličnu strukturu kao grupe u holesterolu. γ -orizanol ima i mnoge druge pozitivne uticaje, kao što je povoljno delovanje kod gastrointestinalnih poremećaja i kod nervnih poremećaja. Takođe, ima dobar uticaj na tegobe tokom menopauze, ublažavajući pojavu toplotnih valunga, zatim učestvuje u jačanju mišića, te se preporučuje kao suplement za sportiste, a kožu štiti od ultraljubičastog zračenja i povećava vlažnost kože (Xu i Godber, 1999; Patel i Naik, 2004; Choudhary i Grover, 2013; Thanonkaew i sar., 2015). Ulje iz pirinčanih mekinja sadrži i visok nivo vitamina E, tokoferola, tokotrienola, fitosterola, polifenola i skvalena, koji imaju snažno delovanje protiv starenja i izražen antikancerogeni i neuroprotektivni efekat (Charoen i sar., 2011). Zahvaljujući ovakvom sastavu primena ulja iz pirinčanih mekinja u ishrani značajno doprinosi inhibiciji hiperholesterolemije, regulaciji imunog sistema organizma, regulaciji insulinske rezistencije i suzbija hiperinsulinemijski odgovor, ispoljava antioksidativni i antikancerogeni efekat i ima mnogobrojne prateće povoljne zdravstvene efekte (Friedman, 2013; Liang i sar., 2014).

U ovom radu ispitana je mogućnost proizvodnje stabilne prehrambene emulzije tipa U/V sa visokim sadržajem ulja pirinčanih mekinja. Ulje pirinčanih mekinja u ovim emulzijama predstavlja novu manje poznatu disperznu fazu različitih reoloških svojstava u odnosu na najčešće korišćeno suncokretovo ulje. Zbog toga što su visokouljne emulzije kompleksni sistemi, za čiju stabilizaciju je potreban izuzetno efikasan emulgator, posebno je posmatrana ostvarena stabilnost emulzija primenom emulgatora prirodnog porekla - lecitina. Nakon formiranja visokouljnih prehrambenih U/V emulzija, analizirane su njihove reološke karakteristike, raspodela veličina čestica i stabilnost dobijenih sistema.

MATERIJAL I METODE RADA

U eksperimentalnom radu korišćeni su: ulje pirinčanih mekinja, proizvođača „Olitalia”, Italija, emulgator suncokretov lecitin Topcithin SF, proizvođača „Cargill”, i destilovana voda.

Visokouljne emulzije sadržale su 75% uljne faze kao disperzne faze. S obzirom da se radi o emulziji tipa ulje u vodi, disperzno sredstvo činila je destilovana voda. U ovoj vodenoj kontinualnoj fazi, pre samog formiranja emulzija, prethodno je rastvoren odgovarajući emulgator - lecitin u sledećim koncentracijama: 1; 1,5; 2; 2,5 i 3 % na masu ulja.

Dispergovanje ulja i sama homogenizacija emulzije ostvareni su u vodenom kupatilu na 25°C primenom homogenizera Ultra Turrax T–25 (IKA Werke GmbH & Co, Germany), priborom S 25 N–25F u trajanju od 15 min pri brzini obrtanja od 9500 o/min. Pri tome je ulje dodavano postepeno u porcijama, kako bi se izbegla eventualna pojava inverzije faza i kako bi se omogućilo dispergovanje kompletne količine ulja.

Reološke karakteristike dobijenih emulzija ispitane su primenom rotacionog viskozimetra Haake Rheo Stress 600. Merenja su izvedena na radnoj temperaturi od 25°C. Pri tome je korišćen pribor konus–ploča C 60/1 Ti sa rastojanjem između konusa i ploče od 0,052 mm. Analiza reoloških osobina obuhvatila je određivanje krivi proticanja emulzija i promene viskoelastičnih modula sa promenom frekvencije u linearnoj viskoelastičnoj oblasti (LVE). Krive proticanja posmatrane su u opsegu brzina smicanja od 0–100 s⁻¹, a viskoelastična svojstva u opsegu frekvencije od 1–10 Hz pri konstantnoj vrednosti napona smicanja od 0,5 Pa.

Raspodela veličina kapi U/V emulzija određena je metodom difrakcije laserske svetlosti, pomoću uređaja Mastersizer 2000 (Malvern Instruments, UK) i jedinice za dispergovanje uzorka Hydro 2000 G.

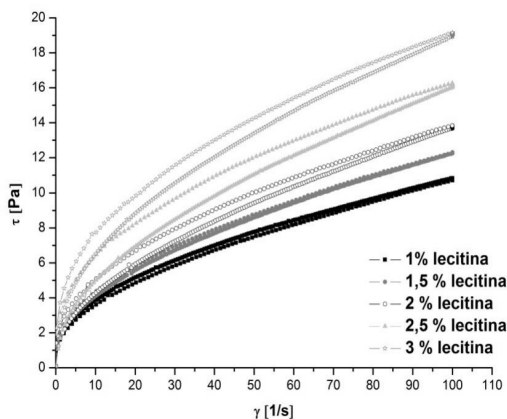
Stabilnost dobijenih emulzija praćena je na osnovu kriming efekta, odnosno pojave raslojavanja emulzija. Odmah nakon pripreme, emulzije su sipane u staklene cilindre zapremine 10 ml, kako bi se tokom vremena lakše uočile sve eventualne promene u strukturi emulzija.

Mikrostrukturne karakteristike dobijenih emulzija posmatrane su pomoću optičkog mikroskopa Bel 3000 Bioptica, Italy. Primenom triokularne cevi i uvećanja od 200 x do 400 x u vidnom polju snimljena je prostorna raspodela kapi u emulzijama.

REZULTATI I DISKUSIJA

Radi definisanja optimalne količine primenjenog emulgatora suncokretovog lecitina posmatran je uticaj pet različitih koncentracija lecitina na reološke i disperzione osobine dobijenih emulzija. Tako su nastale emulzije sa 75% ulja iz pirinčanih mekinja sa koncentracijama lecitina od 1, 1,5, 2, 2,5 i 3% na masu primenjenog ulja. Dobijene emulzije su bile prilično stabilne emulzije, bez pojave momentalnog razdvajanja faza.

Reološkom analizom ovih emulzija određene su krive proticanja emulzija, kao i viskoelastične osobine emulzija. Krive proticanja emulzija sa različitom koncentracijom lecitina prikazane su na slici 1.



Slika 1. Krive proticanja emulzija sa različitom koncentracijom lecitina
Figure 1. Flow curves for emulsions with different concentration of lecithin

Specifičnost dobijenih krivih proticanja emulzija ogleda se u tome da sve emulzije prilikom promene brzine smicanja obrazuju histerezisnu petlju u dijagramu zavisnosti napona smicanja τ od brzine smicanja γ . Posmatranjem promena napona smicanja sa linearnim porastom brzine smicanja u opsegu od 0 do 100 s^{-1} i linearnim opadanjem brzine smicanja u opsegu od 100 do 0 s^{-1} uočava se zavisnost koja se može opisati primenom Hurshley-Bulkly-jeve jednačine:

$$\tau = \tau_0 + K \cdot \gamma^n$$

gde su: τ_0 - prinosni napon [Pa], K - koeficijent konzistencije [Pas^n], n - bezdimenzioni eksponent koji zavisi od stepena nenjutnovskog ponašanja (Mezger, 2002; Luukkonen i sar., 2001, Maache–Rezzoug i sar., 2010). Kod svih krivih proticanja i uzlazni deo krive, pri porastu brzine smicanja, i silazni deo krive, pri opadanju brzine smicanja, imali su visok koeficijent determinacije ($r > 0,99$) prilikom fitovanja, odnosno prilagođavanja krive zavisnosti Hurshley-Bulkly-jevoj jednačini, što pokazuje da dobijene krive u velikoj meri odgovaraju ovoj jednačini proticanja.

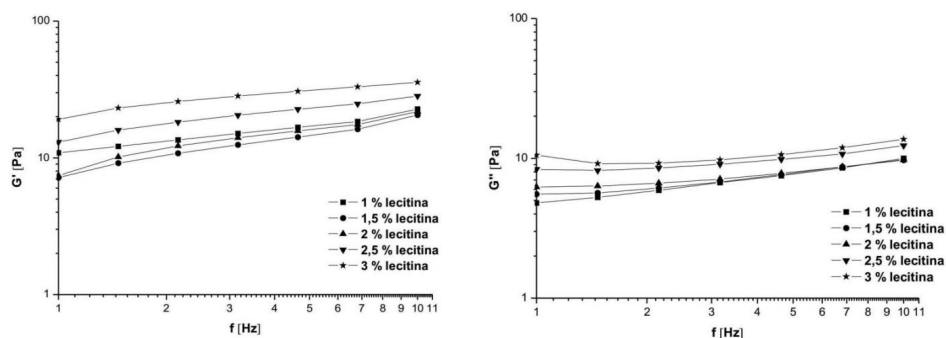
Na osnovu jednačine proticanja očitani su reološki parametri: prinosni napon τ_0 , koeficijenta konzistencije K i stepena nenjutnovskog ponašanja n, prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Reološki parametri krivih proticanja emulzija
Table 1. Rheological parameters of flow curves for emulsions

Koncentracija lecitina Lecithin concentration [%]	τ_0 [Pa]	K [Pas ⁿ]	n	r
1	0,544	1,040	0,495	0,9996
1,5	0,615	1,010	0,529	0,9997
2	0,558	1,013	0,555	0,9998
2,5	0,556	1,313	0,536	0,9998
3	0,582	1,842	0,497	0,9997

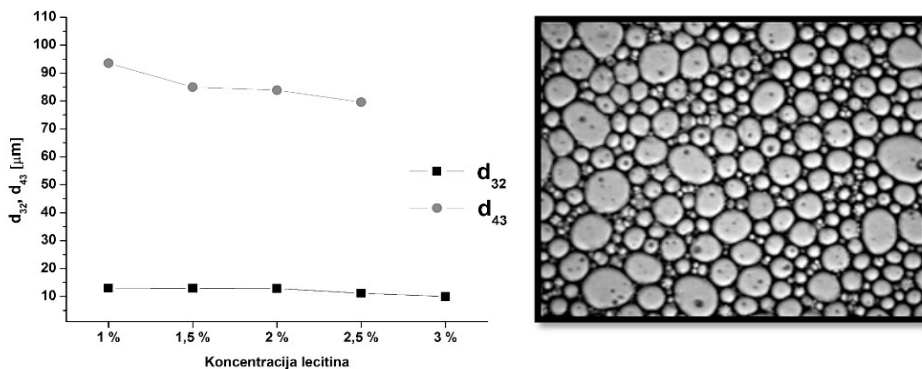
S obzirom na relativno male vrednost prinosnog napona, ispod 1, uočava se da su posmatrani sistemi slabe, tečljive strukture tipične za emulzije, koja omogućava lako pokretanje sistema pri dejstvu sile smicanja. Konzistencija emulzija ima tendenciju blagog porasta sa porastom udela lecitina u sastavu emulzije. Takođe se posmatranjem dobijenih krivih na slici 1 uočava porast napona smicanja sa porastom koncentracije lecitina, što je i očekivano s obzirom na osnovnu ulogu lecitina kao emulgatora koji ima ulogu povezivanja strukturnih komponenata emulzionog sistema.

Dinamičkim oscilatornim merenjima definisane su promene modula elastičnosti, G' , i modula viskoznosti, G'' , sa porastom frekvencije. Vrednosti modula elastičnosti su iznad vrednosti modula viskoznosti duž celog regiona posmatranja od 1 do 10 Hz (slika 2). Ovo reološko ponašanje u oblasti linearnog viskoelastičnog regiona (LVE) je tipično za koncentrovane emulzije i ukazuje na moguće ponašanje slično gel strukturi, gde tokom deformacije dolazi do reorganizacije elementarnih čestica, u ovom slučaju kapi ulja, ali i do nedostatka vremena za prilagođavanje sistema naprezanju tokom perioda jedne oscilacije (Nikiforidis i sar., 2012).



Slika 2. Promena modula elastičnosti G' i modula viskoznosti G'' emulzija
Figure 2. Changes of storage G' and loss modulus G'' of emulsions

Određivanjem raspodele veličine kapi u emulzijama uočena je tendencija pomeranja veličine kapi ka manjim dimenzijama sa porastom udela lecitina u emulzijama. To je uočljivo i na osnovu vrednosti srednjeg površinskog prečnika, d_{32} , i zapreminskog srednjeg prečnika, d_{43} , prikazanih na slici 3.



Slika 3. Opadanje srednjeg površinskog (d_{32}) i srednjeg zapreminskog (d_{43}) prečnika kapi sa porastom koncentracije lecitina u emulzijama i mikroskopski snimak emulzije sa 3% lecitina

Figure 3. Decrease in mean surface (d_{32}) and mean volume (d_{43}) droplet diameter with increasing lecithin concentration in emulsions and microscopic image of emulsion with 3% of lecithin

Sa porastom koncentracije lecitina u emulzijama vrednosti ovih disperzionih parametara blago opadaju i ukazuju na prisustvo kapljica manjih dimenzija. Formiranje kapljica manjih dimenzija svakako omogućava činjenica da je pri većim koncentracijama dostupno više emulgatora za interakciju između novoformiranih površina uljnih kapi i vode tokom homogenizacije, što omogućava i brže vezivanje emulgatora na međupovršinama i pri tome sprečava koalescenciju kapi. Pod optičkim mikroskopom takođe je uočena polidisperznost emulzija i prisustvo više dimenzija čestica, gde su kapljice najmanjih dimenzija najmanje zastupljene (slika 3).

Dobijene emulzije su odmah nakon homogenizacije bile prilično stabilne, bez pojave momentalnog razdvajanja faza. Time se potvrdila pretpostavka o funkcionalnoj ulozi lecitina kao emulgatora, koji ima dobro svojstvo orijentacije nepolarnim delom molekula ka uljnoj fazi a polarnim delom molekula ka vodenoj fazi, spajajući faze emulzije i čineći ih stabilnim. Međutim, posmatranjem površina emulzija, može se uočiti da je kod emulzija sa najmanjom koncentracijom lecitina (1%) došlo do pojava izdvajanja male količine ulja u vidu kapi na samoj površini emulzija. Sa porastom koncentracije lecitina ova pojava se smanjuje i kod emulzija sa 2,5 i 3% lecitina se ne uočava.

Do potpunog raslojavanja emulzija došlo je tek sedmog dana posmatranja, kao posledica prisustva velike količine ulja koju ni velika koncentracija lecitina od 3% nije uspela da zadrži u sastavu emulzija. To navodi na potrebu za eventualnim smanjenjem količine ulja u emulzijama kako bi se održala njihova stabilnost. Specifično je i da je

nakon sedam dana posmatranja emulzija došlo do potpunog raslojavanja emulzija na čak tri sloja. Kod većine emulzija uočljiv je sloj pri dnu emulzije, koji se sastoji od finih sitnih kapi emulzije, zatim homogeni stabilni deo emulzije i površinski sloj sa izdvojenom količinom suvišnog ulja.

ZAKLJUČAK

Ovim radom potvrđena je mogućnost primene ulja iz pirinčanih mekinja u proizvodnji visokouljnih emulzija, pri čemu se može značajno obogatiti nutritivni sastav prehrambenih emulzija. Povoljna reološka svojstva emulzija, dobre disperzione osobine i stabilnost emulzija postignute su primenom 3 % suncokretvog lecitina u ulozu emulgatora. Dalja ispitivanja usmerena su u pravcu produžetka stabilnosti emulzija eventualnim smanjenjem sadržaja ulja ili modifikacijom parametara proizvodnje.

Zahvalnica

Autori zahvaljuju na finansijskoj podršci ovog rada u okviru Programa Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, broj ugovora: 451-03-9/2021-14/200134.

LITERATURA

1. Charoen, R., Jangchud, A., Jangchud, K., Harnsilawat, T., Naivikul, O., McClements, D.J. (2011). Influence of Biopolymer Emulsifier Type on Formation and Stability of Rice Bran Oil-in-Water Emulsions: Whey Protein, Gum Arabic, and Modified Starch. *J. Food Sci.*, 76 (1): E165-E172.
2. Choudhary, M., Grover, K., Kaur, G. (2015). Development of rice bran oil blends for quality improvement. *Food Chem.*, 173: 770-777.
3. Friedman, M. (2013). Rice Brans, Rice Bran Oils, and Rice Hulls: Composition, Food and Industrial Uses, and Bioactivities in Humans, Animals, and Cells. *J. Agric. Food Chem.*, 61: 10626-10641.
4. Luukkonen, P., Newton, J. M., Podczeczek, F., Yliruusi, J. (2001). Use of a capillary rheometer to evaluate the rheological properties of microcrystalline cellulose and silicified microcrystalline cellulose wet masses, *International Journal of Pharmaceutics*, 216, 147-157.
5. Liang, Y., Gao, Y., Lin, Q., Luo, F., Wu, W., Lu, Q., Liu, Y. (2014). A review of the research progress on the bioactive ingredients and physiological activities of rice bran oil. *Eur. Food Res. Technol.*, 238:169-176.
6. Maache-Rezzoug, Z., Zarguili, I., Loisel, C., Doublier, J.-L. (2010). Study of DIC hydrothermal treatment effect on rheological properties of standard maize (SMS), waxy maize (WMS), wheat (WTS) and potato (PTS) starches, *Journal of Food Engineering*, 99, 452-458.
7. Mezger, T. (2002). *The Rheology Handbook: For users of rotational and oscillation rheometers*, Vincentz Verlag, Hannover.

8. Nikiforidis, C. V., Biliaderis, C. G., Kiosseoglou, V. (2012). Rheological characteristics and physicochemical stability of dressing-type emulsions made of oil bodies–egg yolk blends. *Food Chemistry*, 134(1), 64-73.
9. Orthoefer, F.T. (2005). Rice Bran Oil, pp. 465-489. u: Editor F. Shahidi, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils*, Sixth Edition, Volume 2, J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.
10. Patel, M., Naik, S.N. (2004). Gamma-oryzanol from rice bran oil - A review. *J. Sci. & Ind. Res.*, 63: 569-578.
11. Thanonkaew, A., Wongyai, S., Decker, E.A., McClements, D.J. (2015). Formation, antioxidant property and oxidative stability of cold pressed rice bran oil emulsion. *J. Food Sci. Technol.*, 52(10): 6520-6528.
12. Xu, Z., Godber, J.S. (1999). Purification and Identification of Components of γ -Oryzanol in Rice Bran Oil. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 2724-2728.

POREĐENJE UTICAJA DODATKA OBEZMAŠĆENE I EKSTRUDIRANE PŠENICNE KLICE NA OSOBINE KEKSA

*Biljana Pajin¹, Jovana Petrović¹, Ivana Lončarević¹, Aleksandar Fišteš¹,
Antun Jozinović², Dragana Šoronja Simović¹, Zita Šereš¹*

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

²Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet,
Osijek, Hrvatska

IZVOD

Pšenična klica je sporedni proizvod industrije mlevenja pšenice, koji je izuzetno bogat bioaktivnim komponentama, a pri tome je lako dostupan i jeftin i nastaje u značajnim količinama tokom cele godine. U radu su ispitani uticaji dodatka pšenične klice u količini 5-15%, stabilizovane na dva načina - obezmašćivanjem i ekstrudiranjem, na karakteristike čajnog peciva. Dodatak ekstrudirane pšenične klice ima bolji uticaj na osobine testa, dok se sa nutritivnog aspekta prednost može dati korišćenju obezmašćene pšenične klice.

Ključne reči: čajno pecivo, sporedni proizvodi, pšenična klica, senzorske karakteristike, hemijske karakteristike

COMPARISON OF THE INFLUENCE OF DEFATTEN AND EXTRUDED WHEAT GERM ON THE COOKIES CHARACTERISTICS

ABSTRACT

Wheat germ is a by-product of the wheat milling industry, which is extremely rich in bioactive components, and at the same time it is easily available and cheap and is produced in significant quantities throughout the year. The paper examines the effects of the addition of wheat germ in the amount of 5-15%, stabilized in two ways - by degreasing and extrusion, on the characteristics of cookies. The addition of extruded wheat germ has a better effect on the properties of the dough, while from a nutritional point of view, the use of defatted wheat germ can be preferred.

Key words: cookies, wheat germ, by-products, sensory characteristics, chemical characteristics

UVOD

Velika zastupljenost keksa i srodnih proizvoda u svakodnevnoj ishrani i činjenica da ih rado konzumira vrlo širok krug potrošača, pa i potrošači relativno slabijeg materijalnog statusa, omogućava da se promenom njihovog sirovinskog sastava pojedine nutritivno vredne komponente uspešno uvedu u ishranu ljudi. Pored toga, relativno dug rok upotrebe ovih proizvoda omogućava stabilnost nutritivno vrednih komponenti i čini ih dostupnim u dužem vremenskom periodu.

Sporedni proizvodi prerade biljnih sirovina, s jedne strane, mogu predstavljati problem jer mogu značajno uticati na životnu sredinu zbog spore biorazgradivosti, onečišćenja voda, emisije metana i sličnih ekoloških problema, dok s druge strane obiluju nutritivno vrednim i biološki aktivnim komponentama, te se zbog toga mogu koristiti u proizvodnji hrane. U Srbiji se prema podacima Republičkog zavoda za statistiku godišnje proizvede oko 700.000 tona pšeničnog brašna, dok količina pšeničnih mekinja i drugih sporednih proizvoda koji tokom mlinske prerade pšenice nastaju iznosi oko 180.000 tona. U pšeničnoj klici su skoncentrisani enzimi i vitamini zrna, sadrži relativno velike količine masti, proteina, mineralnih materija i niz bioaktivnih komponenti. Ovakav hemijski sastav čini je pogodnom sirovinom ili dodatkom u proizvodnji niza prehrambenih proizvoda (Brandolini i Hidalgo, 2012). Uzimajući u obzir da godišnja proizvodnja pšenice u svetu prevazilazi 700 miliona tona, a da klica predstavlja izvor nutritivno vrednih komponenti, sve veća pažnja posvećuje se postupcima za što efikasnije izdvajanje klice u tehnološkom postupku mlevenja kao i mogućnostima za njenu dalju valorizaciju (Fišteš i sar., 2017). Pšeničnu klicu karakteriše slaba skladišna sposobnost koju uzrokuje prisustvo nezasićenih masnih kiselina (Kan, 2012) i enzima (Sudha i sar., 2007; Majzoobi i sar., 2012), pogotovo lipaze i lipoksigenaze koje su nosioci hidrolitičkih i oksidativnih promena na mastima (Gomez, Gonzales i Oliete, 2012). S obzirom da pšenična klica sadrži značajnu količinu ulja, već za kratko vreme skladištenja, pogotovo pri ne adekvatnim uslovima, dolazi do promene ukusa i mirisa. Pri odabiranju načina tretmana pšenične klice, mora se voditi računa da se obezbedi što duža trajnost uz što manje gubitke hranljive vrednosti. Termički tretman kojim se inaktiviraju lipaze predstavlja pouzdani način stabilizacije klice, koji otvara mogućnost dužeg čuvanja i u uslovima sobne temperature (Shellenberger, 1980). Pored toga, termičkim tretmanom i ukus klice postaje prijatniji. Obezmaščena pšenična klica dobija se kao sporedni proizvod u procesu proizvodnje ulja iz pšenične klice. Mehaničkim istiskivanjem ulja (presovanjem) izbegava se korišćenje organskih rastvarača, ali je efikasnost ovog postupka relativno niska - prinos ulja 50% i manje (Dunford, 2009). Ipak, ovako dobijeno ulje (hladno ceđeno) se smatra „prirodnim” i više je cenjeno od strane potrošača (Dunford i Zhang, 2003). Postupak ekstrudiranja kombinuje termički i mehanički postupak tretiranja sirovina.

U poređenju sa drugim postupcima termičke obrade, manji su gubici energije i operativni troškovi, a bez velikih investicionih ulaganja. Moguća je visoka produktivnost i kontinuiranost procesa i brza kontrola kvaliteta, i što je veoma značajno, dobijaju se proizvodi visokog kvaliteta usled povećanja svarljivosti proteina i skroba i smanjenja broja mikroorganizama. Osim toga, postupak ekstrudiranja deaktivira neželjene enzime, inaktivira neke antinutritivne faktore, sterilizuje krajnji proizvod i zadržava prirodne boje i arome hrane.

U radu su ispitani uticaji dodatka pšenične klice u količini 5-15%, stabilizovane na dva načina - obezmaščivanjem i ekstrudiranjem, na karakteristike čajnog peciva.

MATERIJAL I METODE RADA

Proizvodnja ekstrudata pšenične klice i čajnog peciva

Kontrolni uzorak proizveden je samo od pšeničnog brašna (T-500, „Ratar” Pančevo), a u ostalim uzorcima 5% 10% i 15% pšeničnog brašna zamenjeno je obezmaščenom ili ekstrudiranom pšeničnom klicom (veličine čestica 150-1000 μm).

Pšenična klica ekstrudirana je uz dodatak kukuruzne krupice pri čemu je odnos krupice i pšenične klice bio 55:45. Dodatkom vode, sadržaj vlage zamesa je podešen na 15%. Zamesi su ekstrudirani na jednopužnom laboratorijskom ekstruderu 19/20 DN, Brabender GmbH, Duisburg, Nemačka, pri temperaturnom profilu: 135/170/170°C; konfiguracija puža: 4:1; i otvor: 4 mm. Dobijeni ekstrudat je samleven na laboratorijskom mlinu IKA MF10 i prosejan kroz slog laboratorijskih sita (BÜHLER, MLU300) (Jozinović, 2015).

Čajno pecivo izrađeno je po sledećoj formuli: pšenično brašno, odnosno smeša pšenično brašno – sojin proteinski koncentrat: 200 g; biljna mast („Vitalina”, proizvođač „Dijamant” Zrenjanin): 42 g; šećer u prahu: 70 g; kuhinjska so: 1,1 g, sredstva za narastanje - NH_4CO_3 : 0,6 g i NaHCO_3 : 0,4 g. Količina vode je izračunata u zavisnosti od sadržaja vode u brašnu/smeši u cilju dobijanja testa sa 22% vlage.

Teksturalne karakteristike testa

Tvrdoća ispitivanih uzoraka testa za čajno pecivo određena je na Teksturometru TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, UK) primenom mernog pribora P/6 (cilindar prečnika 6 mm) i dubine prodiranja 2 mm u testo. Maksimalna sila na dubini od 2 mm predstavlja tvrdoću testa. Merenja se izvode u tri ponavljanja na temperaturi od 25°C pri sledećim radnim parametrima: merna ćelija: 5 kg; brzina kretanja mernog dela pre analize: 2,0 mm/s; brzina kretanja mernog dela u toku analize: 1,0 mm/s; brzina kretanja mernog dela nakon analize: 10,0 mm/s; odstojanje: 2 mm.

U cilju definisanja rastegljivosti i otpora pri rastezanju testa koristi se mikro-metoda „Kieffer dough & gluten extensibility”. Nakon zamesa i odmaranja od

3 sata u testu su uklonjeni unutrašnji naponi, što omogućava lako oblikovanje i pripremu uzoraka za analizu. Nakon pripreme uzorka, testo se isteže do postizanja granice elastičnosti, odnosno kidanja testa. Analiza se izvodi pri sledećim radnim parametrima: merna ćelija: 5 kg; brzina kretanja mernog dela pre analize: 2,0 mm/s; brzina kretanja mernog dela u toku analize: 3,3 mm/s; brzina kretanja mernog dela nakon analize: 10,0 mm/s; odstojanje: 75 mm.

Hemijske karakteristike čajnog peciva

Sadržaj vlage, proteina, masti i pepela pšeničnog brašna, pšenične klice i uzoraka čajnog peciva, određeni su u primenom standardnih AOAC metoda (AOAC, 2000). Sadržaj sirovih proteina određen je metodom po Kjeldahlu (AOAC 979.09), sadržaj masti po Soxlet-u (AOAC 4.5.01), sadržaj vlage metodom AOAC 925.09 i sadržaj pepela metodom AOAC 923.03. Faktor $n = 6,25$ korišćen je za konverziju određenog udela azota u uzorku u udeo proteina. Udeo ukupnih i nerastvorljivih vlakana određen je metodom AOAC 991.43.

Senzorske karakteristike čajnog peciva

Uzorci čajnog peciva ocenjeni su od strane panela koji je činilo 10 obučениh članova, prehrambenih tehnologa. Intenzitet svakog atributa je naveden na skali intenziteta koja se sastoji od 7 tačaka (1 = najmanji intenzitet – 7 = najveći intenzitet) (ISO 4121, 2002). Ocenjivani atributi su: boja (intenzitet boje na površini: od 1 – ekstremno svetlo do 7 – ekstremno tamno); izgled površine (broj pukotina na površini čajnog peciva: od 1 – mnogo do 7 - ne postoje); tvrdoća (lakoća s kojom se uzorci mogu slomiti na dva dela: od 1 – ekstremno meko do 7 – ekstremno tvrdo); zrnavost (udeo malih čvrstih čestica između zuba tokom žvakanja: od 1 – mnogo do 7 – ne postoje); izgled pora (od 1 – neuniformne do 7 – sitne, ujednačene) ukus (od 1 – loš, stran do 7 – svojstven). Ocena čajnog peciva obavljena je 24 h nakon pečenja, u Laboratoriji za senzorska ispitivanja Tehnološkog fakulteta Novi Sad, Univerziteta u Novom Sadu, koja je dizajnirana prema odgovarajućim standardima.

REZULTATI I DISKUSIJA

Teksturalne karakteristike testa

Rezultati otpora pri rastezanju, rastegljivosti i tvrdoće testa svih ispitivanih uzoraka testa sa dodatkom obezmaščene i ekstrudirane pšenične klice dati su u tabeli 1.

Tabela 1. Teksturalne karakteristike testa
Table 1. Textural characteristics of the dough

Uzorak	Otpor pri rasezanju (g)	Rastegljivost (mm)	Tvrdoća (g)
Kontrolni	8,11±0,56	16,11±1,16	84,35±0,95
Obezmaščena pšenična klica			
5%	11,36±0,32	12,24±0,56	95,25±1,21
10%	15,54±0,48	11,02±0,65	117,92±1,12
15%	16,88±0,51	7,51±0,35	121,34±0,85
Ekstrudirana pšenična klica			
5%	9,41±0,59	16,00±0,98	85,39±0,75
10%	11,38±0,36	14,25±0,44	88,85±0,52
15%	14,52±0,68	12,12±0,68	94,39±0,66

Pri zameni pšeničnog brašna pšeničnom klicom bilo obezmašćenom bilo ekstrudiranom, dolazi do povećanja otpora pri rastezanju testa i do povećanja tvrdoće, dok se rastegljivost testa smanjuje. Uticaj dodatka obezmaščene pšenične klice na teksturalne karakteristike testa je više izražen. Voda je neophodna u testu za hidrataciju glutena i formiranje jake glutenske mreže. Ukoliko je u testu prisutna dovoljna količina vode, omogućen je optimalan razvoj testa i formiranje jakih interakcija između komponenata glutena. Moć upijanja vode pšenične klice je veća nego pšeničnog brašna zbog većeg udela proteina i prehrambenih vlakana prisutnih u pšeničnoj klici, što utiče na iznos raspoložive vode za hidrataciju sastojaka brašna i za formiranje jake strukture testa. Prilikom ekstrudiranja pšenična klica se meša sa kukuruznom krupicom, te je udeo proteina i prehrambenih vlakana u ekstrudatu manji nego u pšeničnoj klici, tako da je moć upijanja vode ekstrudata manja u poređenju sa pšeničnom klicom, usled čega je i uticaj dodatka ekstrudata na testo manje izražen.

Hemijske karakteristike čajnog peciva

Dodatak obezmaščene kao i dodatak ekstrudirane pšenične klice, kao što se i očekivalo, utiče na povećanje udela proteina, masti, mineralnih materija i ukupnih vlakana u uzorcima čajnog peciva, što se može videti u tabeli 2.

Tabela 2. Hemijske karakteristike čajnog peciva
Table 2. Chemical characteristics of the cookies

Uzorak	Vlaga (%)	Proteini N×6,25 (%)	Mast (%)	Pepeo (%)	Vlakna (%)
Kontrolni	4,11±0,52	5,49±0,36	13,36±0,65	0,48±0,06	2,06±0,21
Obezmaščena pšenična klica					
5%	4,50±0,21	7,36±0,11	13,51±0,14	0,71±0,05	2,59±0,54
10%	4,58±0,11	8,22±0,58	13,68±0,11	0,89±0,11	3,90±0,35
15%	4,65±0,32	8,43±0,36	13,77±0,25	1,01±0,07	4,39±0,61
Ekstrudirana pšenična klica					
5%	3,17±0,14	7,11±0,25	13,44±0,44	0,45±0,14	2,81±0,29
10%	3,55±0,41	7,25±0,14	13,52±0,17	0,79±0,17	3,03±0,35
15%	3,85±0,29	7,53±0,75	13,17±0,39	0,57±0,05	3,52±0,33

Dodatak ekstrudirane pšenične klice uticao je na smanjenje sadržaja vlage čajnog peciva, ali kako ekstrudat ima manji sadržaj proteina, mineralnih materija i prehrambenih vlakana od obezmaščene pšenične klice, u uzorcima čajnog peciva sa dodatkom ekstrudata je i manji udeo ovih komponenata, ali ipak veći nego kod kontrolnog uzorka. Međutim, proces ekstrudiranja ima brojne pozitivne efekte na nutritivne sastojke. Prilikom procesa ekstrudiranja povećava se svarljivost skroba i proteina, a jedan deo nerastvorljivih prehrambenih vlakana prelazi u rastvorljiva, što dovodi do povoljnijeg odnosa ove dve vrste vlakana, što je veoma značajno sa nutritivnog aspekta. Izvori vlakna pogodni za upotrebu kao sastojak hrane treba da imaju odnos rastvorljiva/nerastvorljiva vlakna blizu 1:2 (Schneeman, 1987).

Senzorske karakteristike čajnog peciva

Vrednosti ocena za senzorske karakteristike uzoraka čajnog peciva sa dodatkom pšenične klice prikazane su u tabeli 3 (srednje vrednosti ocena 10 obučениh ocenjivača). Može se primetiti da je dodatak ekstrudirane pšenične klice značajnije uticao na boju čajnog peciva. Tokom procesa ekstrudiranja dolazi i do odvijanja Majlardovih reakcija čija posledica je i tamnija boja proizvoda, pa je samim tim i uticaj ekstrudata na boju čajnog peciva izraženiji, odnosno boja je tamnija. Dodatkom obe vrste pšenične klice došlo je do smanjenja ocena za površinu čajnog peciva u odnosu na kontrolni uzorak, kao i za zrnavost, što je bilo očekivano jer je veličina čestica pšenične klice bila veća u odnosu na veličinu čestica pšeničnog brašna. Ocene za tvrdoću čajnog peciva sa dodatkom obezmaščene pšenične klice bile su malo veće u odnosu na kontrolni uzorak, dok se tvrdoća uzoraka čajnog

peciva sa dodatkom ekstrudirane pšenične klice nije značajno razlikovala u odnosu na kontrolni uzorak.

Tabela 3. Ocene senzorskih karakteristika čajnog peciva
Table 3. Ratings of sensory characteristics of cookies

Uzorak	Boja	Površina	Tvrdoća	Zrnavost	Ukus
Kontrolni	4,65±0,45	5,78±0,85	4,89±0,11	6,54±0,55	5,36±0,45
Obezmaščena pšenična klica					
5%	4,42±0,15	4,66±0,62	5,21±0,19	5,26±0,36	5,76±0,25
10%	4,56±0,33	4,12±0,54	5,43±0,14	5,14±0,25	5,85±0,22
15%	4,95±0,62	3,99±0,74	5,61±0,65	4,86±0,67	5,99±0,15
Ekstrudirana pšenična klica					
5%	5,05±0,68	3,42±0,24	4,75±0,55	5,92±0,62	6,32±0,77
10%	5,32±0,74	4,11±0,22	4,89±0,41	5,12±0,33	6,45±0,41
15%	5,51±0,65	4,79±0,62	5,19±0,25	4,82±0,51	6,58±0,33

Ocene za ukus bile su veće za uzorke sa dodatkom pšenične klice, posebno sa dodatkom ekstrudirane pšenične klice, u odnosu na kontrolni uzorak. Ocenjivačima se veoma dopao orašast ukus koji je dodatak pšenične klice izazvao u čajnom pecivu i istakli su da ih podseća na ukus lešnika ili oraaha. Ovaj podatak je veoma značajan jer to znači da se pšenična klica može koristiti kao jeftinija zamena za lešnike, bademe ili orahe. Poseban značaj korišćenja klice u odnosu na korišćenje lešnika se ogleda i u bogatijem nutritivnom sastavu pšenične klice, posebno u pogledu sadržaja proteina i prehrambenih vlakana.

ZAKLJUČAK

Pšenična klica je veoma bogata bioaktivnim komponentama i može se koristiti za obogaćivanje čajnog peciva. Proces ekstrudiranja omogućava duži vremenski period skladištenja pšenične klice i povoljno utiče na nutritivne promene proteina, skroba, prehrambenih vlakana. Dodatak obezmaščene pšenične klice imao je veći pozitivan uticaj na hemijske karakteristike čajnog peciva, dok je dodatak ekstrudirane pšenične klice imao manji uticaj na karakteristike testa. Obe vrste pšenične klice imale su pozitivan uticaj na ukus čajnog peciva i zaključeno je da se pšenična klica može koristiti kao jeftinija, ali nutritivno vrednija zamena za orašaste polodove u proizvodnji keksa.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Uprave za agrarna plaćanja u okviru projekta: „Tehnološki postupak valorizacije sporednih proizvoda prerade žitarica, šećerne repe, voća i uljarica kroz razvoj konditorsko pekarskih proizvoda”, rešenje br. 680-00-00054/4/2020-02 od 14.07.2020. godine.

LITERATURA

1. Brandolini, A., Hidalgo, A. (2012). Wheat germ: not only a by-product, International Journal of Food Science and Nutrition, 63(S1), 71-74.
2. Fišteš, A., Pajin, B., Šoronja Simović, D., Šereš, Z., Petrović, J. (2017). Pšenična klica, nusproizvod tehnološkog postupka mljevenja, Poglavlje 5 u Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije (Urednik: Drago Šubarić), Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
3. Majzoobi, M., Farhoodi, S., Faranhaky, A., Taghipour, M.J. (2012). Properties of dough and flat bread containing wheat germ, Journal of Agricultural Science and Technology, 14, 1053-1065.
4. Kan, A. (2012): Chemical and elemental characterization of wheat germ oil (Triticum spp.L.) cultivated in Turkey, African Journal of Agricultural Research, 7, 4979-4982.
5. Sudha, M.L., Srivastava, A.K., Leelavathi, K. (2007). Studies on pasting and structural characteristics of thermally treated wheat germ, European Food Research and Technology. 225, 351-357.
6. Gomez, M., Gonzales, J., Oliete, B. (2012). Effect of extruded wheat germ on dough rheology and bread quality, Food and Bioprocess Technology, 5, 2409-2418.
7. Shellenberger, J.A. (1980). Advances in milling technology. In Y.Pomeranz (Ed.), Advances in cereal science and technology, Vol.III, American Association of Cereal Chemists, St.Paul, Minnesota.
8. Dunford, N.T. (2009). Wheat germ oil. In R. Moreau, A. Kamal-Eldin (Ed.), Gourmet and health-promoting speciality oils, AOCS Press, Champaign.
9. Dunford, N.T., Zhang, M. (2003): Pressurized solvent extraction of wheat germ oil, Food Research International, 36, 905-909.
10. Jozinović, A. (2015). Svojstva kukuruznih snack proizvoda obogaćenih s nusproizvodima prehrambene industrije, doktorska disertacija, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
11. ISO (2002). Sensory analysis - Methodology - Evaluation of food product by methods of using scales, Standard no. 4121, Geneva, Switzerland.
12. Schneeman, B.O. (1987). Soluble vs. insoluble fiber: different physiological responses. Food Technology.

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

*Vladimir Šarac¹, Zoran Nikolovski¹, Dušica Gombošev¹,
Marko Abramović¹, Dragoljub Cvetković²*

¹Sojaprotein d.o.o., Članica Victoria Group, Bečej, Srbija

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

IZVOD

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

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

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

ABSTRACT

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

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

UVOD

Istorijat

Fabrika SOJAPROTEIN je osnovana 1977. godine u Bečeju. Od samog početka osnovna delatnost je prerada soje i proizvodnja proizvoda od soje za ishranu ljudi i životinja. SOJAPROTEIN je danas najveća fabrika za preradu soje u Srbiji. Po raznovrsnosti i kvalitetu proizvoda, kao i po kapacitetu prerade od 250.000 tona godišnje, spada u najznačajnije prerađivače NON-GMO soje u Evropi. Istovremeno, jedna je od malobrojnih kompanija koja prerađuje isključivo genetski nemodifikovano sojino zrno strogo kontrolisanog porekla i kvaliteta, što daje dodatnu vrednost celokupnom asortimanu koji kompanija plasira na inostrano i domaće tržište.

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

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

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

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

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

SP LABORATORIJA koja je zadržala svoj nivo razvoja i stalno se unapređivala, u međuvremenu je dobila novog vlasnika i postala deo HAMILTON GRUPE iz Poljske. SP LABORATORIJA sve vreme predstavlja glavni oslonac SOJAPROTEINU u

delu laboratorijskih i razvojnih ispitivanja, naročito u kontroli gotovih proizvoda i izdavanju neophodnih sertifikata partnerima SOJAPROTEINA.

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

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

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

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

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

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

Tabela 1. Analize interne laboratorije i njihov broj na mesečnom nivou
Table 1. Internal laboratory analysis and number off analysis per month

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

Interna validacija uređaja VIDAS® UP *Salmonella* u Mikrobiološkoj laboratoriji „Sojaprotein” d.o.o., Bečej

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

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

U Evropskoj uniji (EU), salmoneloze (simptomatske infekcije uzrokovane salmonelom) i kampilobakterioze (oboljenja koja izazivaju bakterije iz roda *Campylobacter*) su najčešće zoonozne infekcije kod ljudi. Po EFSA (European Food Safety Authority) izveštajima, od 2004. godine se za svaku od njih zabeleži više od 200.000 pojedinačnih slučajeva godišnje (EFSA, 2009). S obzirom da se *Salmonella* spp. nalaze u životnoj sredini i gastrointestinalnom traktu divljih i domaćih životinja, životinje se ovom bakterijom mogu zaraziti iz životne sredine, u kontaktu sa drugim životinjama ili kontaminiranom hranom (Gómez-Aldapa i sar., 2012), tako da kontaminacija ljudi bakterijama iz roda *Salmonella* najčešće ima sledeći tok: hrana za životinje → životinje → hrana → čovek. Kao glavni razlozi za nastanak salmoneloza kao alimentarnih toksikoinfekcija navode se neadekvatno čuvanja hrane, nedovoljan termički tretman hrane ili propusti u higijeni i proizvodnji (Škrinjar i Tešanović, 2007).

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

Tradicionalne metode otkrivanja *Salmonella* spp. u hrani uključuju neselektivno predobogaćenje definisane mase ili zapremine uzorka (najčešće 25 g/mL), praćeno

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

1. Predhodno obogaćenje u neselektivnoj tečnoj podlozi (Pufervisana peptonska voda - BPW)

2. Selektivno obogaćenje upotrebom selektivne tečne Rappaport-Vassiliadis podloge sa sojom (RVS bujon) ili modifikovanog polučvrstog Rappaport-Vassiliadis agara (MSRV agar) i Kauffmann tetrationsat-novobiocin bujona (MKTTn)

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

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

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

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

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

VIDAS SPT je test za upotrebu na VIDAS instrumentima, za otkrivanje *Salmonella* vrsta u uzorcima hrane pomoću ELFA tehnike (enzimsko-vezani fluorescentni test). Zasnovan je na novoj tehnologiji rekombinantnih proteina faga. Test sadrži nastavke nalik pipetama (SPR-ove) i stripove sa spremnim reagensima. Solid Phase Receptacle

(SPR) služi i kao čvrsta faza i kao pipeta za uzimanje uzorka i reagenasa. Obloženi su proteinima specifičnim za salmonela receptore. Reagensi za analizu su spremni za upotrebu i nalaze se u zatvorenim reagens stripovima (pufer za ispiranje, konjugat, supstrat).

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

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

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

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

MATERIJAL I METODE RADA

U cilju utvrđivanja osetljivosti uređaja VIDAS® UP *Salmonella* (otkrivanje *Salmonella* spp. prisutnih u uzorku) i specifičnosti, odnosno selektivnosti uređaja (dobijanje lažno pozitivnih rezultata, odnosno, otkrivanje *Salmonella* spp. u

prisustvu drugih bakterija porodice Enterobacteriaceae), pripremljeni su uzorci veštački kontaminirani salmonelom i odabranim enterobakterijama. Kulture koje su bile korišćene u oledima su: *Salmonella* Typhimurium (ATCC 13311), *E. coli* (ATCC 25922), *Proteus mirabilis* (ATCC 12453), *Citrobacter freundii* (divlji izolat), *Enterobacter cloacae* (divlji izolat) i *Shigella flexneri* (ATCC 9199). Kulture se čuvaju na Odeljenju za mikrobiologiju Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu na -72°C i za potrebe ogleada su fiziološki aktivirane presejavanjem na podlogu PCA (Plate Count Agar) (Himedia, India) i inkubirane 24 h na 37°C. Od svake od navedenih kultura pripremana je osnovna suspenzija ćelija prenošenjem biomase sa čvrste podloge u epruvetu sa sterilnim fiziološkim rastvorom, a njena gustina je procenjena McFarland-ovim nefelometrom. Od osnovne suspenzije svake od kultura je zatim pripremljena serija razređenja kako bi se dobile odgovarajuće suspenzije za inokulaciju (za veštačku kontaminaciju). Broj ćelija u suspenzijama za inokulaciju određen je indirektnom metodom („pour plate method“) uz korišćenje podloge PCA i inkubiranje do 48 h na 37°C.

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

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

REZULTATI I DISKUSIJA

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

Tabela 2. Uzorci za ispitivanje sa očekivanim brojem *Salmonella* spp. u kontaminiranim uzorcima (ogled I)

Table 2. Tested samples with expected number of *Salmonella* spp. in contaminated samples (experiment I)

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

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

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

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

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

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

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

U tabeli 4 dati su rezultati ispitivanja prisustva *Salmonella* spp. u uzorcima I/I-VIII/I koje je izvedeno VIDAS-om i ISO metodom.

Tabela 4. Otkrivanje *Salmonella* spp. u uzorcima I/I-VIII/I VIDAS i ISO metodom (ogled I) sa postignutim nivoima kontaminacije
Table 4. Presence of *Salmonella* spp. in samples I/I-VIII/I determined with VIDAS and ISO method (experiment I) with achieved contamination levels

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

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

Rezultati određivanja broja ćelija u suspenzijama za inokulaciju su pokazali da za uzorke I/I i IV/I nije ostvaren željeni nivo kontaminacije salmonelom (do 10 cfu/25 g). U uzorku proizvoda od soje SOPRO-UTB 100 koji je ispitan na prisustvo *Salmonella* spp. i referentnom metodom SRPS EN ISO 6579-1:2017 nije dokazano prisustvo ove bakterije. VIDAS je pokazao visoku osetljivost i selektivnost imajuću

u vidu rezultate dobijene za uzorke koji su bili pozitivni na *Salmonella* spp, kao i one dobijene za uzorke sa enterobakterijama kao pratećom mikrobiotom. Međutim, uređaj nije detektovao salmonelu u uzorku VII/I (SOPRO-UTB 100 + *Salmonella* spp. za nivo kontaminacije od 8 ćelija/25g). Objašnjenje ovog rezultata je u činjenici da je prilikom termičkog tretmana uzorka nakon obogaćenja (uzorci su zagrevani na ključalom vodenom kupatilu 5 min), a pre njegovog prenošenja u Vidas „stripove“, došlo do koagulisanja koje je verovatno doprinelo dobijanju lažno negativnog rezultata za uzorak VII/I. Nakon diskusije o dobijenim rezultatima preporuka bioMérieux SRB je da se za pripremu osnovnog razređenja uzoraka poput SOPRO-UTB 100 koriste sterilne kese manje poroznosti filtera (tzv. „Tempo“ kese) u odnosu na one korišćene u ovom ogledu. Ovo bi trebalo da obezbedi bolje filtriranje osnovnog razređenja i spreči nepoželjno koagulisanje uzorka (dela filtrata) prilikom termičkog tretmana. U cilju provere rezultata dobijenih u ogledu I (lažno negativni rezultati) obavljeno je dodatno ispitivanje u okviru koga su za pripremu osnovnog razređenja uzoraka korišćene preporučene „Tempo“ kese. Uzorci su nakon obogaćenja zagrevani na ključalom vodenom kupatilu 5 min. Za ovo ispitivanje pripremljeni su uzorci (tabela 5) na način kao i u prethodnom ogledu.

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

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

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

U tabeli 6 je dat broj ćelija pojedinih kultura korišćenih u ogledu II određen indirektnom metodom i na osnovu toga broj ćelija pojedinih kultura u veštački kontaminiranim uzorcima. Ovi rezultati pokazuju da je u ovom ogledu postignut željeni nivo kontaminacije za sve pojedinačne uzorke.

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

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

Kulture Bacterial cultures	Broj ćelija u osnovnoj suspenziji za inokulaciju ($X_{sr} \pm SD$) (cfu/mL) Cell number in basic suspension for inoculation ($X_{sr} \pm SD$) (cfu/mL)	Broj ćelija u veštački kontaminiranim uzorcima (ćelija/25 g) Cell number in artificially contaminated samples (cell/25g)
<i>Salmonella</i> Typhimurium	$4,3 \times 10^8 \pm 0,3 \times 10^8$	<ul style="list-style-type: none"> • Uzorak / Sample II/II: 4 • Uzorak / Sample III/II: 40
<i>E. coli</i>	$3,1 \times 10^8 \pm 0,1 \times 10^8$	• Uzorak / Sample IV/II: 310
<i>Proteus mirabilis</i>	$4,4 \times 10^8 \pm 0,8 \times 10^8$	• Uzorak / Sample IV/II: 440
<i>Citrobacter freundii</i>	$4,4 \times 10^8 \pm 0,1 \times 10^8$	• Uzorak / Sample IV/II: 440
<i>Enterobacter cloacae</i>	$4,8 \times 10^8 \pm 0,8 \times 10^8$	• Uzorak / Sample IV/II: 480
<i>Shigella flexneri</i>	$3,0 \times 10^8 \pm 0,6 \times 10^8$	• Uzorak IV/II: 300

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

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

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

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

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

** - *ENT* - *Enterobacteriaceae*

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

Kako bi se dodatno ispitaio uticaj matriksa na rezultate ispitivanja VIDAS-om, kao i osjetljivost uređaja, realizovano je ispitivanje salmonele kontaminiranog uzorka proizvoda od soje TRADCON F200 (Ogled III). U ovom proizvodu je prethodno dokazano odsustvo *Salmonella* spp. metodom SRPS EN ISO 6579-1:2017. U tabeli 8 je dat opis uzoraka iz ovog ogleda sa nivoima kontaminacije. Pored toga, za potrebe ovog ogleda uzorci su nakon obogaćenja tretirani u uređaju „Vidas® Heat & Go“ kako bi se ispitaio njegov značaj na rezultate otkrivanja salmonele, tj, na dobijen negativan rezultat prisustva *Salmonella* spp. za uzorak II/II u ogledu II.

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

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

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

Tabela 9. Broj *Salmonella* Typhimurium u osnovnim suspenzijama za inokulaciju i kontaminiranim uzorcima (ogled III)**Table 9.** Number of *Salmonella* Typhimurium in basic inoculation suspension and in contaminated samples (experiment III)

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

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

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

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

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

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

ZAKLJUČAK

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

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

Nakon ove interne validacije, tokom korišćenja uređaja VIDAS® u Mikrobiološkoj laboratoriji Sojaprotein potrebno je nastaviti sa daljim praćenjem osetljivosti i specifičnosti uređaja u skladu sa propisanom internom procedurom.

LITERATURA

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

AKTIVNOST VODE (a_w VREDNOST) KAO FAKTOR STABILNOSTI PREHRAMBENIH PROIZVODA I SIROVINA

Ljiljana Vujačić¹, Gordana Nović¹, Jovana Doroslovac²

¹SP Laboratorija A.D., Članica Hamilton Group, Bečež, Srbija

²Sojaprotein A.D., Bečež, Srbija

IZVOD

Poslednjih nekoliko godina, kontrola a_w vrednosti je uključena u različite zakonske regulative, uzimajući u obzir da aktivnost vode više nego ukupan sadržaj vlage, utiče na rast, smrt, opstanak, sporulaciju i proizvodnju toksina od strane različitih mikroorganizama kao i na podešavanje graničnih a_w vrednosti u prehrambenim proizvodima.

U ovom radu predstavljeni su podaci za a_w vrednost dobijeni u SP Laboratoriji, analizom uzoraka sa tržišta u periodu od 2014. do 2020. godine, kao i podaci dobijeni praćenjem kvaliteta sojinih proizvoda u periodu od 2018. do 2020. godine tokom skladištenja radi praćenja roka trajnosti proizvoda.

Ključne reči: a_w vrednost, stabilnost

WATER ACTIVITY (a_w VALUE) AS A FACTOR OF STABILITY OF FOOD PRODUCTS AND RAW MATERIALS

ABSTRACT

In recent years, control of a_w values has been included in various legal regulations, taking into account that water activity more than total moisture content, affects the growth, death, survival, sporulation and production of toxins by various microorganisms as well as the setting of limit values of a_w value in food products.

This paper presents data for a_w value obtained in SP Laboratorija, analysis of samples from the market in the period from 2014 to 2020 as well as data obtained by monitoring the quality of soy products in the period from 2018 to 2020 during storage to monitor the shelf life of products.

Key words: a_w value, stability

UVOD

Uticaj sadržaja vode u hrani na njenu kvarljivost poznat je još od davnina. Između 15000. i 10000. godine pr.n.e. naši preci počeli su čuvati višak ribe, mesa i voća sušenjem na vetru i suncu (Ray, 1992). Prilično interesovanje za uticaj aktivnosti vode (a_w) na kvalitet i stabilnost prehrambenih proizvoda počelo je u ranim 1950-im (Scott, 1953; Scott, 1957). Ono je bilo izazvano empirijskim i protivurečnim opažanjima postojanja veze između ukupnog sadržaja vlage i stabilnosti proizvoda. Nasuprot tome, izmerena vrednost aktivnosti vode (a_w) je, uopšteno, u dobrom uzajamnom odnosu sa potencijalom za rast i metaboličku aktivnost pa je usvojena kao dobar indikator prisustva vode za mikrobiološku aktivnost (Christian, 2000; Chirife, 1995; Lenovich, 1987).

Kao rezultat rada, u poslednjih nekoliko godina, kontrola a_w vrednosti je uključena u različite zakonske regulative, uzimajući u obzir da aktivnost vode više nego ukupan sadržaj vlage, utiče na rast, smrt, opstanak, sporulaciju i proizvodnju toksina od strane različitih mikroorganizama kao i na podešavanje graničnih a_w vrednosti u prehrambenim proizvodima.

Aktivnost vode ili a_w vrednost predstavlja udeo slobodne vode, koji se nalazi u nekoj namirnici ili drugom supstratu i koji je dostupan mikroorganizmima. a_w vrednost čiste (obične) vode iznosi 1,00, a molarnog rastvora idealno rastvorene materije 0,9823. Od svih faktora koji utiču na mikrobiološki rast, smrt i opstanak u hrani, uticaj a_w na vegetativne mikroorganizme i spore je jedan od onih koji su najviše proučavani od strane prehrambenih mikrobiologa. Optimalna a_w za rast većine mikroorganizama je u opsegu od 0,99 – 0,98. Svaki mikroorganizam ima graničnu a_w vrednost ispod koje neće rasti, formirati spore, ili proizvoditi toksične metabolite (Beuchat, 1987).

S obzirom na a_w koja je u vezi sa mikrobiološkom stabilnosti, minimalne a_w vrednosti koje omogućavaju rast različitih tipova mikroorganizama su velika briga. U tabeli 1 prikazane su grupe mikroorganizama i minimalne a_w vrednosti pri kojima se oni mogu razmnožavati.

Tabela 1. Grupe mikroorganizama i minimalne a_w vrednosti, pri kojima se ovi mikroorganizmi još mogu razmnožavati

Table 1. Groups of microorganisms and minimum a_w values, at which these microorganisms can still multiply

Grupa mikroorganizama	Minimalna a_w vrednost
Bakterije izazivači kvara namirnica	0,91
Većina kvasaca izazivači kvara namirnica	0,88
Većina plesni izazivača kvara namirnica	0,80
Halofilne bakterije	0,75
Kserofilne plesni	0,75 (do 0,65)
Osmofilni kvasci	0,60

Aktivnost vode - određuje najniži limit raspoložive vode za mikrobn rast.

Aktivnost vode jedan od najkritičnijih faktora pri determinaciji kvaliteta i sigurnosti proizvoda koje svakodnevno konzumiramo, ona utiče na rok upotrebe, bezbednost, teksturu, ukus i miris hrane. Najveći broj bakterija ne raste kada je aktivnost vode ispod 0,91, i najveći broj plesni prestaje sa rastom pri vrednosti ispod 0,80. Aktivnost vode može imati signifikantnu ulogu u determinaciji aktivnosti enzima i vitamina u hrani.

U zavisnosti od a_w vrednosti koju poseduju sve prehrambene proizvode možemo podeliti u tri grupe:

- 1) proizvodi sa visokim aktivitetom vode ($a_w > 0,9$) pogodno za rast hidrofilnih i kserotolerantnih mikroorganizama
- 2) proizvodi sa srednjim aktivitetom vode (a_w 0,6-0,9) pogodno za rast osmofilnih i kserofilnih mikroorganizama)
- 3) proizvodi sa niskim aktivitetom vode ($a_w < 0,6$) sredina nepovoljna za rast mikroorganizama.

Snižavanje aktivnosti vode povećava stabilnost proizvoda u periodu osetljivom na mikrobn rast a jedan od načina smanjenja aktivnosti vode je smanjenje ukupnog sadržaja vode.

Cilj ovog rada je sagledavanje značaja a_w vrednosti, potrebe za njenim utvrđivanjem u namirnicama, osvrt na metode određivanja, pregled broja i vrste ispitivanih uzoraka u SP Laboratoriji u periodu 2014-2020. godine kao i praćenje promena a_w vrednosti u sojinim proizvodima, tokom skladištenja u kontrolisanim uslovima, u periodu 2018-2020. godine.

MATERIJAL I METODE RADA

Brze, povoljne i pouzdane laboratorijsko-analičke metode merenja a_w vrednosti su veoma tražene u prehrambenoj industriji i u istraživačkim laboratorijama za potvrdu kvaliteta i pri izboru uslova skladištenja namirnica. Ovo se posebno odnosi na namirnice u kojima je kontrola a_w vrednosti kritična pri određivanju mikrobiološke aktivnosti i bezbednosti.

Od 2017. godine SP Laboratorija je akreditovana za određivanje a_w vrednosti po metodi NMKL 168 - Water acitivity. Instrumental Determination by Novasina Electronic Hygrometer and Aqua-Lab Dew Point Instrument (NMKL168, 2001).

Metoda se zasniva na merenju električne otpornosti ćelije u kojoj se nalazi elektrolit. Merenje se izvodi u hermetički zatvorenoj posudi u kojoj se nalazi uzorak, pri čemu se nakon uspostavljanja ravnoteže u okolnom vazduhu meri a_w vrednost koja se izražava u % a_w 0-1. Metoda se primenjuje na hranu, hranu za životinje i predmete opšte upotrebe.

Sva merenja, obuhvaćena ovim radom, su izvršena na a_w metru prikazanom na slici 1.



Slika 1. Instrument a_w metar tip LAB MASTER basic
Figure 1. Instrument a_w meter type LAB MASTER basic

Za analizu u ovom radu korišćeni su podaci dobijeni u SP Laboratoriji, analizom uzoraka sa tržišta u periodu od 2014. do 2020. godine, kao i podaci dobijeni praćenjem kvaliteta sojinih proizvoda tokom skladištenja radi praćenja roka trajnosti proizvoda. U periodu od 2018. do 2020. godine, praćen je kvalitet tokom skladištenja sledećih proizvoda:

- Teksturirani sojin protein sledećih fizičkih i hemijskih karakteristika: sadržaj vode maks. 8%, sadržaj proteina min. 50% s.m., sadržaj ulja maks. 1,5% s.m., granulacija min. 85% (3 - 9 mm).
- Teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 1 i uzorak 2 sledećih fizičkih i hemijskih karakteristika: sadržaj vode maks. 10%, sadržaj proteina min. 68% s.m., sadržaj ulja maks. 1% s.m., granulacija min. 85% (0,5 - 5 mm).
- Sojin proteinski koncentrat sledećih fizičkih i hemijskih karakteristika: sadržaj vode maks 8%, sadržaj proteina min. 68% s.m., sadržaj ulja maks. 1% s.m., granulacija min 90% (< 0,075 mm).

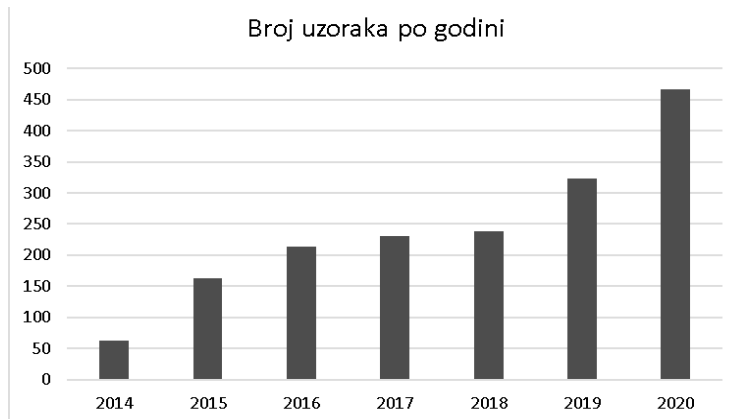
Za potrebe ispitivanja, prema planu održivosti, analizirani su uzorci iz originalne vreće, i to svaki put iz nove vreće. Vreće su skladištene pri definisanim uslovima skladištenja od strane proizvođača.

Jedan od načina određivanja održivosti proizvoda je praćenje promena njegovih hemijskih karakteristika. Koji parametri će se proveravati prilikom laboratorijskog određivanja održivosti zavisi od hemijskog sastava proizvoda, postojećih naučnih podataka, kao i zakonske regulative koja definiše parametre kvaliteta i mikrobiološke bezbednosti koje taj proizvod mora da ispuni.

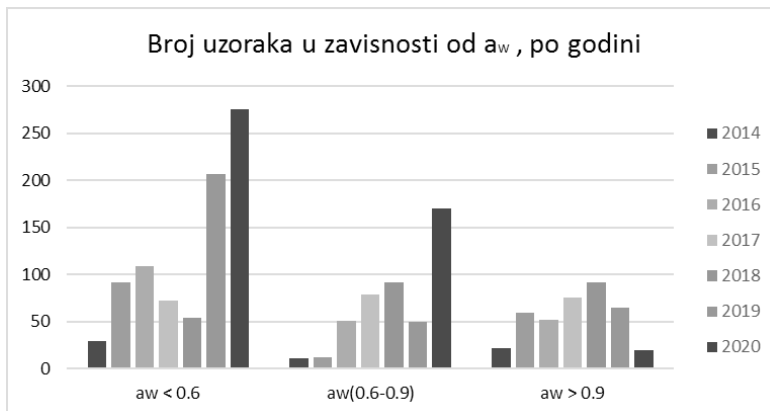
U ovom radu dat je osvrt na promenu a_w vrednosti, promenu sadržaja vode tokom skladištenja i uticaj na mikrobiološke karakteristike (UBB, plesni i kvasce, *Enterobacteriaceae*).

REZULTATI I DIKUSIJA

U periodu od 2014. do 2020. godine, u SP Laboratoriji, a_w vrednost je analizirana u oko 1500 uzoraka. Od 2014. do danas broj uzoraka se konstantno povećavao, 2014. je bio oko 60 da bi 2020. porastao na skoro 500 uzoraka za godinu dana. Na slici 2, grafički je prikazan pregled broja uzoraka po godinama i vidimo da je on u konstantnom porastu. Među analiziranim uzorcima nisu bili samo uzorci gotovih gotovih proizvoda nego i uzorci sirovina i uzorci iz pojedinih faza procesa proizvodnje. a_w vrednost sve više dobija na značaju i služi kao jedan od parametara koje je lako pratiti, a daje značajne podatke o očekivanom roku trajnosti i bezbednosti proizvoda. Na slici 3, grafički je prikazan broj uzoraka u zavisnosti od a_w vrednosti koju su imali, po godinama.



Slika 2. Broj uzoraka od 2014. do 2020. godine
Figure 2. The number of samples from 2014-2020 year



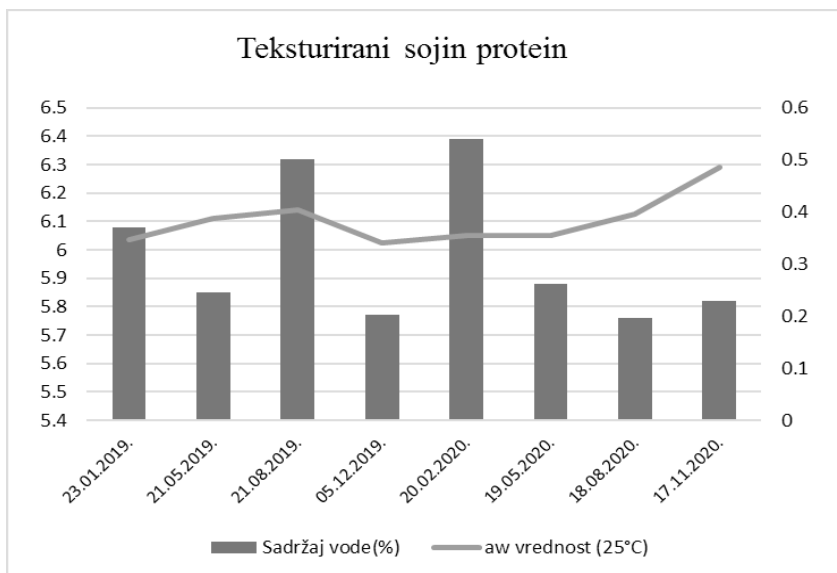
Slika 3. Broj uzoraka u zavisnosti od a_w vrednosti (2014-2020. godina)
Figure 3. The number of samples depending on the a_w value (2014-2020)

U periodu od 2018. do 2020. godine za potrebe ispitivanja prema planovima održivosti analizirani su sledeći uzorci: Teksturirani sojin protein, Teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 1 i uzorak 2 i Sojin proteinski koncentrat.

Za potrebe ispitivanja prema planu održivosti, dostavljani su uzorci iz originalne vreće, svaki put iz nove vreće. Uzorci su se skladištili na definisanim uslovima skladištenja od strane proizvođača, na temperaturi od 16°C do 27°C dok se relativna vlažnost vazduha kretala od 28 do 50%. Što se tiče mikrobioloških i fizičko-hemijskih analiza radi lakšeg poređenja dat je uporedni tabelarni prikaz rezultata u odnosu na datume uzorkovanja, tj. na svaka tri meseca od datuma proizvodnje u naredne dve godine (tabele 2-5) i (slike 3-7).

Tabela 2. Rezultati za teksturirani sojin protein
Table 2. Results for textured soy protein

Datum proizvodnje/ Date of production 05.12.2018.	Teksturirani sojin protein/Textured soy protein							
Parametar/Parameter	23.01.2019.	21.05.2019.	21.08.2019.	05.12.2019.	20.02.2020.	19.05.2020.	18.08.2020.	17.11.2020.
UBB [CFU/g]	50	200	<10	<10	50	50	90	<10
<i>Enterobacteriaceae</i> [CFU/g]	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Plesni i kvasci [CFU/g]	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sadržaj vode (%)	6,1	5,9	6,3	5,8	6,4	5,9	5,8	5,8
Pbr (ekstrah. masti) (mmol/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0
a _w vrednost (25°C)	0,346	0,388	0,405	0,340	0,355	0,355	0,397	0,485



Slika 4. Promena a_w vrednosti i sadržaja vode tokom skladištenja za teksturirani sojin protein

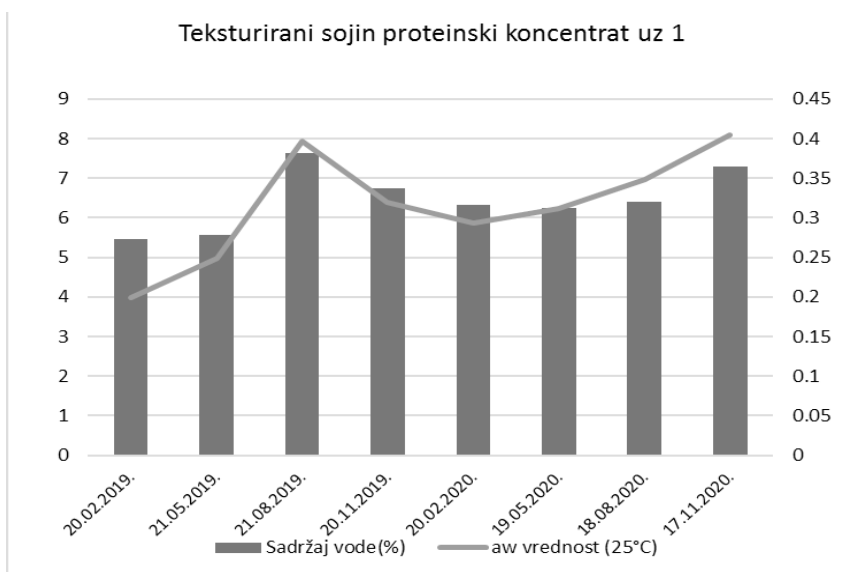
Figure 4. Change in a_w value and water content during storage for textured soy protein

Posmatranjem i analizom rezultata za teksturirani sojin protein vidimo da:

- a_w vrednost se kretala od 0,346 do 0,485, dok je sadržaj vode imao blage oscilacije i kretao se oko 6%,
- tokom perioda od dve godine nije došlo do porasta broja mikroorganizama (maks. vrednost za UBB je bila 200 CFU/g, vrednost za plesni i kvasce je konstantno bila ispod 10 CFU/g, kao i za *Enterobacteriaceae*),
- tokom skladištenja nije došlo ni do fizičko-hemijskih promena proizvoda na što osim senzornih analiza ukazuje i vrednost za Pbr koja je konstantno bila 0.

Tabela 3. Rezultati za teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 1
Table 3. Results for textured soy protein concentrat sample 1

Datum proizvodnje/ Date of production 23.12.2018.	Teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 1/ Textured soy protein concentrat sample 1							
Parametar/Parameter	20.02.2019.	21.05.2019.	21.08.2019.	20.11.2019.	20.02.2020.	19.05.2020.	18.08.2020.	17.11.2020.
UBB [CFU/g]	50	140	60	<10	<10	<10	50	<10
<i>Enterobacteriaceae</i> [CFU/g]	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Plesni i kvasci [CFU/g]	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sadržaj vode (%)	5,4	5,5	7,6	6,7	6,3	6,2	6,4	7,3
Pbr (ekstrah. masti) (mmol/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0
a_w vrednost (25°C)	0,199	0,249	0,397	0,320	0,294	0,312	0,349	0,405



Slika 5. Promena a_w vrednosti i sadržaja vode tokom skladištenja za teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 1

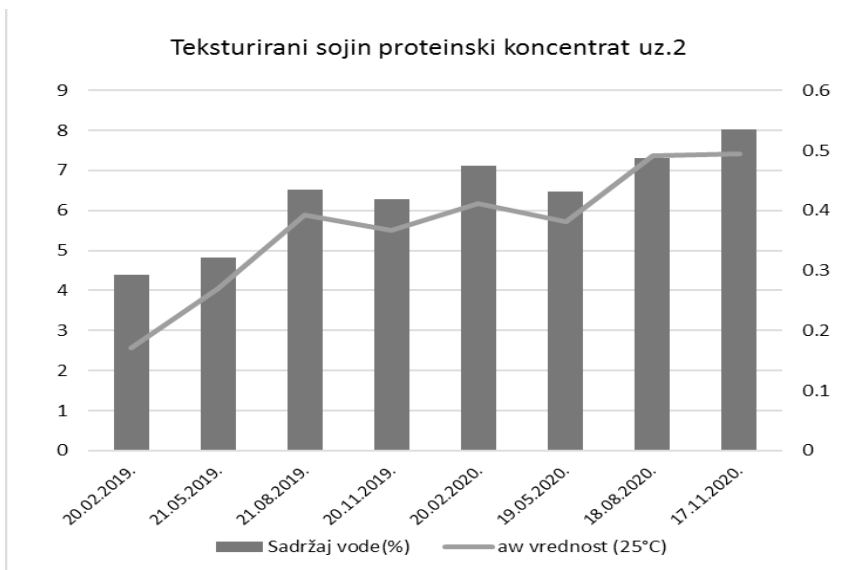
Figure 5. Change in a_w value and water content during storage for textured soy protein concentrate sample 1

Posmatranjem i analizom rezultata za teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 1 vidimo da:

- a_w vrednost se kretala od 0,199 do 0,405, dok je sadržaj vode imao blage oscilacije i kretao od 5,5 do 7,6%,
- tokom perioda od dve godine nije došlo do porasta broja mikroorganizama (maks. vrednost za UBB je bila 140 CFU/g, vrednost za plesni i kvasce je konstantno bila ispod 10 CFU/g, kao i za *Enterobacteriaceae*,
- tokom skladištenja nije došlo ni do fizičko-hemijskih promena proizvoda na što osim senzornih analiza ukazuje i vrednost za Pbr koja je konstantno bila 0.

Tabela 4. Rezultati za teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 2
Table 4. Results for textured soy protein concentrat sample 2

Datum proizvodnje/ Date of production 02.12.2018.	Teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 2/Textured soy protein concentrat sample 2							
Parametar/Parameter	20.02.2019.	21.05.2019.	21.08.2019.	20.11.2019.	20.02.2020.	19.05.2020.	18.08.2020.	17.11.2020.
UBB [CFU/g]	40	100	50	<10	40	<10	70	<10
<i>Enterobacteriaceae</i> [CFU/g]	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Plesni i kvasci [CFU/g]	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	50
Sadržaj vode (%)	4,4	4,8	6,5	6,3	7,1	6,5	7,3	8,0
Pbr (ekstrah. masti) (mmol/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0
a_w vrednost (25°C)	0,171	0,269	0,393	0,367	0,412	0,381	0,491	0,494



Slika 6. Promena a_w vrednosti i sadržaja vode tokom skladištenja za teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 2

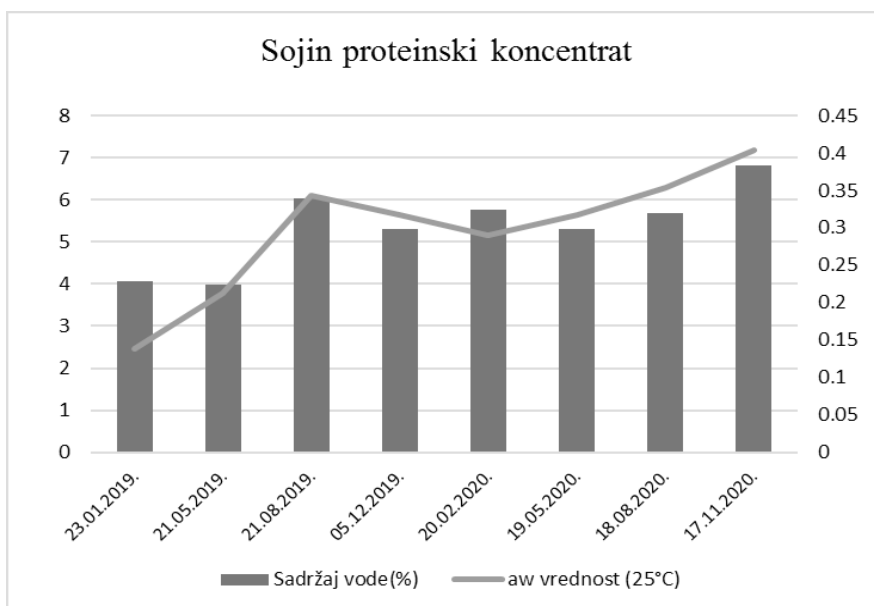
Figure 6. Change in a_w value and water content during storage for textured soy protein concentrat sample 2

Posmatranjem i analizom rezultata za teksturirani sojin proteinski koncentrat uzorak 2 vidimo da:

- a_w vrednost se kretala od 0,171 do 0,491, dok se sadržaj vode kretao od 4,5 do 8,0%,
- tokom perioda od dve godine nije došlo do porasta broja mikroorganizama (maks. vrednost za UBB je bila 100 CFU/g, vrednost za plesni i kvasce je konstantno bila ispod 10 CFU/g kao i za *Enterobacteriaceae*,
- tokom skladištenja nije došlo ni do fizičko-hemijskih promena proizvoda na što osim senzornih analiza ukazuje i vrednost za Pbr koja je konstantno bila 0.

Tabela 5. Rezultati za sojin proteinski koncentrat
Table 5. Results for soy protein concentrat

Datum proizvodnje /Date of production 23.12.2018.	Sojin proteinski koncentrat/Soy protein concentrat							
Parametar/ Parameter	23.01.2019.	21.05.2019.	21.08.2019.	05.12.2019.	20.02.2020.	19.05.2020.	18.08.2020.	17.11.2020.
UBB [CFU/g]	10000	1800	13000	2800	5000	4000	3700	1600
<i>Enterobacteriaceae</i> [CFU/g]	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Plesni i kvasci [CFU/g]	<10	<10	<10	<10	<10	60	<10	<10
Sadržaj vode (%)	4,1	4,0	6,0	5,3	5,7	5,3	5,7	6,8
Pbr (ekstrah. masti) (mmol/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0
a _w vrednost (25°C)	0,139	0,212	0,343	0,318	0,290	0,317	0,354	0,404



Slika 7. Promena a_w vrednosti i sadržaja vode tokom skladištenja za sojin proteinski koncentrat

Figure 7. Change in a_w value and water content during storage for soy protein concentrat

Posmatranjem i analizom rezultata za sojin proteinski koncentrat vidimo da:

- a_w vrednost se kretala od 0,139 do 0,404, dok se sadržaj vode kretao od 4,0 do 7,0 %,
- tokom perioda od dve godine UBB se menjao, ali nije bio ispod vrednosti definisanih u proizvođačkoj specifikaciji, vrednost za plesni i kvasce je konstantno bila ispod 10 CFU/g, kao i za *Enterobacteriaceae*,
- tokom skladištenja nije došlo do fizičko-hemijskih promena proizvoda na što osim senzornih analiza ukazuje i vrednost za Pbr koja je konstantno bila 0.

ZAKLJUČAK

- 1) a_w vrednost je jedan od osnovnih parametara koji garantuje mikrobiološku sigurnost i stabilnost proizvoda i samim tim je bitan podatak za formiranje HACCP planova (određivanje kritičnih kontrolnih tačaka tokom proizvodnje i skladištenja).
- 2) Metode utvrđivanja a_w vrednosti na prvom mestu moraju da budu pouzdane, a veoma je značajno da budu i brze kako bi u što kraćem vremenskom roku došli do bitnih informacija vezanih za stabilnost proizvoda.
- 3) U prehodnih šest godina uočeno je stalno povećanje broja analiziranih uzoraka na a_w vrednost što nam ukazuje na sve veću brigu proizvođača o kvalitetu i stabilnosti proizvoda.
- 4) Povećanje a_w vrednosti u proizvodima tokom skladištenja upravo je srazmerno povećanju sadržaja vode u njima.
- 5) Potvrđena je činjenica da pri a_w vrednostima manjim od 0,6 ne dolazi do razvoja mikroorganizama. U proizvodima koji su praćeni a_w vrednost i posle dve godine skladištenja nije prešla vrednost od 0,5, tako da kako je i očekivano nije došlo do značajnog povećanja ukupnog broja mikroorganizama, broja kvasaca i plesni i broja *Enterobacteriaceae*.

LITERATURA

1. AOAC 978.18B: Water Activity of Canned Vegetables.
2. ISO 21807:2004 Microbiology of food and animal feeding stuffs - Determination of water activity.
3. NMKL 168 - Water activity. Instrumental Determination by Novasina Electronic Hygrometer and Aqua-Lab Dew Point Instrument (NMKL168, 2001).
4. Mathlouthi, M. (2001). Water content, water activity, water structure and stability of foodstuffs, Food Control, 12, 409-417.
5. Cvetković, D., Radanović, D., Ševo, M., Velićanski, A., Markov, S. (2015). Preživljavanje *Enterobacteriaceae* u nepovoljnim ekološkim uslovima u hrani niske a_w vrednosti. 56. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, str. 215-224.
6. www.tehnologijahrane.com/mikrobiologijahrane/aktivnost-vode-i-konzervisanje-namirnica, 31.05.2012.

INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS

- Abramović M. 253
Aćimić Remiković M. 169
Aćimović M. 179
Adamović B. 195
Aleksić S. 195, 203, 213
Andrić M. 195
- Babec B. 39
Bajagić M. 71, 93, 109
Balalić I. 15, 23
Bicok Š. 47
- Čakarević J. 229
Čurović O. 9
- Ćeran M. 77
Ćuk N. 15
- Cvejić S. 15, 31, 39, 61
Cvetković D. 253
Cvijanović C. 93
Cvijanović G. 101
Cvijanović V. 85, 93, 109
Crnobarac J. 23
- Demin M. 187
Dimić S. 159
Dokić Lj. 237
Doroslovac J. 221, 271
Dozet D. 71
Dozet G. 71, 77, 93, 101, 109
Dozet M. 71
Dražić G. 169
- Đalović I. 77
Đorđević V. 85
Đukić M. 47
Đukić V. 71, 77, 85, 93, 101, 109
Đurić N. 101, 109
- Fišteš A. 245
- Gombošev D. 253
Grahovac N. 61, 179
Grbić N. 47
Hladni M. 39
Hladni N. 15, 31, 61
Hromiš N. 135
- Ignjatov M. 125
Ikanović J. 125, 169
Ivić S. 195
- Jaćimović S. 31, 178
Janković I. 159
Jeremić S. 195
Jocić S. 15, 31, 39, 61
Jocković J. 31
Jocković M. 15, 31, 39
Jovanović Todorović M. 101
Jovović Z. 125
Jozinović A. 245
- Kiproviski B. 31, 179
Klisurić N. 15, 23
Kostić M. 77
Kravić S. 135, 237
- Lekić S. 57
Lončarević I. 203, 213, 245
Lučić N. 47
Lužaić T. 61, 237
- Ljubičić N. 125, 169
- Manojlović M. 195
Marjanović Jeromela A. 39, 117, 179
Mihailović V. 125
Miklić V. 15, 23, 31, 39
Miladinović D. 15, 39
Miladinović J. 71, 77, 85, 93, 101
Miladinov Mamlčić Z. 71, 77, 85, 93, 101, 109

Mrihil Esalami S. 187
Muc S. 195
Mutavdžić D. 117

Nikolić I. 237
Nikolin M. 195
Nikolovski Z. 253
Nović G. 271

Pajin B. 203, 213, 245
Petković Z. 169
Petrović I. 195
Petrović J. 203, 213, 245
Petrović V. 39
Popović Lj. 229
Popović M. 237
Popović S. 135
Popović V. 125, 169

Rabrenović B. 159, 187
Radeka I. 31, 39
Radić V. 23
Rajičić V. 125
Rajković D. 117
Rakašćan N. 169
Randelović P. 85
Romanić R. 61, 135, 147, 213, 237
Rutić T. 203
Sandić Z. 57
Sedlar T. 229
Stojanović D. 85
Stojkov V. 147

Šarac V. 221, 253
Šereš Z. 245
Škrbić J. 195
Šojić B. 213
Šoronja Simović D. 221, 245
Šuput D. 135

Takači A. 147
Terzić S. 15

Ugarković J. 135

Vujačić Lj. 271
Vujasinović V. 159, 187

Zahorec J. 221
Zarić D. 203, 213
Zeremski T. 179

IN MEMORIAM



MR BOGDAN BERIĆ
1935 – 2021.

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

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

Radio je u Zemljoradničkoj zadrugi u Ridici, Sombor gde je bio direktor Zadruge. Od poljoprivrednih i prehrambenih organizacija, radio je u Somboru u Asocijaciji poljoprivrednih kombinata u Bačkoj „Poljoproduct”.

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

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

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

PREDSTAVLJANJE



Republika Srbija
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i
vodoprivrede
Uprava za agrarna plaćanja



Univerzitet u Novom Sadu,
Tehnološki fakultet Novi Sad

Upotreba sporednih proizvoda prerade biljnih sirovina je jedan od rastućih trendova u prehrambenoj industriji. Velika zastupljenost konditorskih i pekarskih proizvoda u svakodnevnoj ishrani i činjenica da ih rado konzumira vrlo širok krug potrošača, omogućava da se promenom njihovog sirovinskog sastava pojedine nutritivno vredne komponente uspešno uvedu u ishranu ljudi.

Na ovom mestu Vam predstvaljamo **Studiju „Tehnološki postupak valorizacije sporednih proizvoda prerade žitarica, šećerne repe, voća i uljarica kroz razvoj konditorsko pekarskih proizvoda”**. Izrada i štampanje studije realizovna je kroz aktivnosti na **istoimenom projektu koji je odobren za finansiranje od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Uprave za agrarna plaćanja, a po Konkursu za raspodelu podsticaja za unapređenje sistema kreiranja i prenosa znanja kroz razvoj tehničko-tehnoloških, primenjenih, razvojnih i inovativnih projekata u poljoprivredi i ruralnom razvoju u 2020. godini.**

Ciljevi projekta su u skladu sa Strategijom poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014-2024. godine, posebno sa ciljevima prioritetnih područja: razvoj i unapređenje sistema upravljanja sporednim proizvodima prehrambene industrije; jačanje sposobnosti prehrambene industrije za kreiranje proizvoda više dodate vrednosti uz upotrebu domaćih sirovina; kao i unapređenje tehničko-tehnoloških performansi prehrambenog sektora i kreiranje novih proizvoda u prehrambenom lancu.

U realizaciju i izradu studije uključeno je nastavno-naučno osoblje **sa Tehnološkog fakulteta Novi Sad, Univerziteta u Novom Sadu i to pored prof. dr Aleksandra Fišteša, rukovodioca projekta i prof. dr Biljana Pajin, prof. dr Zita Šereš, prof. dr Jelena Pejin, prof. dr Aleksandra Tepić Horecki, prof. dr Dragana Šoronja Simović, doc. dr Ranko Romanić, dr Ivana Lončarević, dr Nikola Maravić, dr Jovana Petrović i Nemanja Bojanić, mast. inž. tehnol.**

Očekuje se da će realizacijom ovog Projekta značajno unaprediti uslovi za prenos znanja prema predstavnicima konditorske i pekarske industrije, kao i prerađivačima žita (mlinovi), šećerne repe (šećerane), voća (pogoni za preradu voća), uljarica (uljare) i pivarske industrije. Na ovaj način će se obezbediti kreiranje i brži prenos znanja u navedenim sektorima prehrambene industrije, omogućiti bolja valorizacija sporednih proizvoda, a samim tim i povećanje rentabilnosti sektora uz istovremeno kreiranje novih proizvoda povećane nutritivne vrednosti uz upotrebu domaćih sirovina.

Prof. dr Aleksandar Fišteš

NAJAVA SKUPA

**18. Euro Fed Lipid kongres i sajam
18-21. oktobar 2021. godine, Online**

**18th Euro Fed Lipid Congress and Expo
18-21 October 2021, Online**



„Euro Fed Lipid e.V. - *Evropska federacija za nauku i tehnologiju lipida*” je organizator, a „DGF - *German Society for Fat Science*” je domaćini organizator, već tradicionalnog 18. svetskog Kongresa o lipidima pod nazivom „**Euro Fed Lipid and Expo**” koji prethodno planiran da se održi u Lajpcigu, u Nemačkoj, ali zbog i dalje nepovoljne situacije zbog pandemije Covid 19, održaće će se **on-line od 18. do 21. oktobra 2021. godine.**

Moto kongresa „Masti, ulja i lipidi - za zdrav i održiv svet” je relevantan i u drugoj deceniji 21. veka i nije zanimljiv samo za akademsku i naučnu zajednicu, već i za industriju ulja i masti. Zdravlje i održiva upotreba ograničenih resursa na svetu su aspekti koji takođe igraju važnu ulogu u oblasti ulja, masti i lipida. Stoga će kongres pored poznatih sesija poput analitike, oksidacije, maslinovog ulja ili biotehnologije predstaviti i nove aspekte poput bio-ekonomije/„green deal”, prerade i održivosti ili lipida insekata. Tako kongres Euro Fed Lipid preuzima razmatra važna pitanja sadašnjosti i pokušava dati odgovore za budućnost. Uz niz poznatih stručnjaka u Organizacionom odboru koji će organizovati različite sesije, organizacijom kongresa koordiniraju Markus Dierker (BASF) i Bertrand Matthäus (Mak Rubner-Institut). Za kongres se priprema obiman program sa zanimljivim govornicima, predavanjima po pozivu, nagrađenim predavanjima, volonterskim predavanjima i poster sekcijama. Stoga je sigurno da će 18. Kongres i izložba „Euro Fed Lipid and Expo” pružiti posetiocima priliku da steknu nove uvide i znanja o mastima, uljima i lipidima.

Više informacija na www.eurofedlipid.org.

Doc. dr Ranko Romanić

NAJAVA SKUPA

20. Međunarodna konferencija o suncokretu 20-23. jun 2022. godine

20th International Sunflower Conference 20-23 June 2022



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

Kako su zdravlje i bezbednost svih učesnika konferencije, naravno najvažniji, a teško je bilo predvideti dugoročniji razvoj situacije, konferencija je odložena za sledeću godinu i biće održana u periodu **od 20. do 23. juna 2022. godine u Novom Sadu** u Srbiji. I u ovim teškim uslovima krize, ISC2020 je nastavlja dugogodišnju tradiciju konferencija o suncokretu i time pruža mogućnost da istraživači iz celog sveta i svi koji se bave oplemenjivanjem, semenarstvom, proizvodnjom i preradom suncokreta razmene iskustva o najnovijim dostignućima iz ovih oblasti.

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

Dr Vladimir Miklič

NAJAVA SKUPA

11. Međunarodna konferencija o istraživanjima na soji 4-9. septembar 2022. godine

World Soybean Research Conference 11 4-9 September 2022



Iz već navedenih razloga krize uzrokovane virusom COVID-19, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad (IFVCNS) je, kao organizator 11. Međunarodne konferencije o istraživanjima na soji/World Soybean Research Conference 11 (WSRC 11), po drugi put utvrdio novi datum održavanja konferencije, u periodu **od 4. do 9. septembra 2022. u Novom Sadu, u Srbiji**. Ovo je prvi put da je ova konferencija organizovana u Evropi na kojoj je planirano da se okupi preko 1000 istraživača i stručnjaka iz celog sveta sa najnovijim saznanjima iz oblasti oplemenjivanja, gajenja i prerade ove važne uljano-proteinske biljne vrste.

Više informacija na www.wsrc11.com.

Dr Vojin Đukić

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

633.85(082)

665.3(082)

САВЕТОВАЊЕ “Производња и прерада уљарица” (62 ; 2021 ; Херцег Нови)

Zbornik radova / 62. savetovanje “Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, Crna Gora, 27. jun - 2. jul 2021. = Proceedings / 62nd Conference “Production and Processing of Oilseeds” with international participation. - Novi Sad : Univerzitet, Tehnološki fakultet : Institut za ratarstvo i povrtarstvo : Industrijsko bilje, 2021 (Novi Sad : Feljton). - 290 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 150. - Rezimei na engl. jeziku uz svaki rad. - Bibliografija. - Registar.

ISBN 978-86-6253-132-2 (TF)

а) Уљарице -- Производња -- Зборници б) Уљарице -- Прерада -- Зборници

COBISS.SR-ID 40206601



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

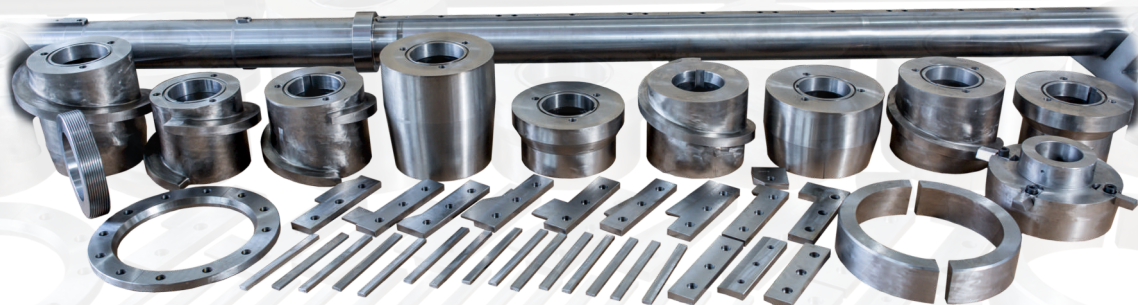
Optimize

Processing Costs





THE EFFICIENT PRESSING SINCE 1986

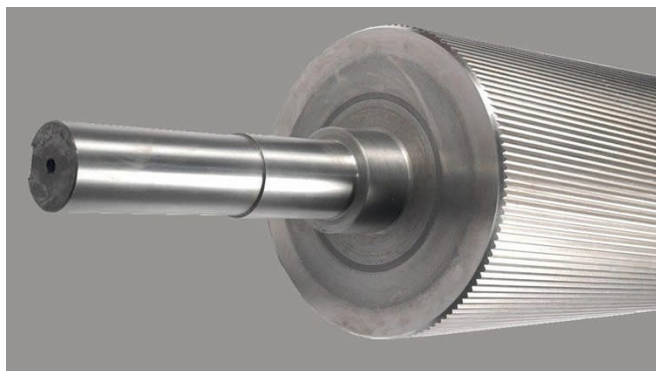


ISKUSTVO • INOVACIJA • PERFORMANSE

Više od 250 zadovoljnih korisnika širom sveta

www.screw-presses.com

NOVI VALJCI



USLUGA RIFOVANJA I BRUŠENJA

